

Servicios y Modelos de Negocio en el Ecosistema Digital

Unidad de Competencia Económica
Dirección General de Consulta Económica

Diciembre de 2020

Aviso Legal

El Instituto Federal de Telecomunicaciones es la autoridad de competencia económica y el regulador con facultades exclusivas en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 28 párrafos décimo cuarto, décimo quinto y décimo sexto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 5 párrafo primero de la Ley Federal de Competencia Económica y 7 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. En estos sectores, el Instituto tiene por objeto regular y promover la competencia y el desarrollo eficiente de los mercados.

Este estudio se publica con el objeto de ofrecer un acercamiento al ecosistema digital, haciendo énfasis en 5 de sus componentes más importantes: el Big Data, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial, el Blockchain y Servicios y Plataformas OTT; su realización estuvo a cargo de la **Unidad de Competencia Económica a través de la Dirección General de Consulta Económica**, con fundamento en los artículos 20, fracción XVII, y 47, fracción IX, del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

El contenido de este documento no refleja la opinión ni es vinculante para el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones. El análisis que se presenta a lo largo de este documento, así como sus conclusiones, no prejuzgan sobre: i) resultados y conclusiones de los procedimientos que pudiera llevar a cabo el Instituto, en los que se analicen casos particulares, y ii) el ejercicio de las demás facultades que corresponden al Instituto como autoridad reguladora y de competencia económica en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión.

Contenido

Glosario.....	2
Resumen Ejecutivo.....	3
1. Introducción.....	4
2. Big Data.....	6
2.1. Definición.....	6
2.2. Atributos.....	7
2.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones.....	9
2.4. Recolección de datos.....	11
2.5. Impacto económico.....	13
2.6. Retos y oportunidades.....	17
3. Internet de las Cosas.....	19
3.1. Definición.....	19
3.2. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones.....	21
3.3. Ciudades inteligentes.....	22
3.4. Impacto económico.....	23
3.5. Retos y oportunidades.....	28
4. Inteligencia Artificial.....	30
4.1. Definición.....	30
4.2. Clasificación de la Inteligencia Artificial.....	32
4.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones.....	34
4.4. Impacto económico.....	35
4.5. Retos y oportunidades.....	40
5. Blockchain.....	42
5.1. Definición.....	42
5.2. Tipos de redes de Blockchain.....	45
5.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones.....	46
5.4. Impacto económico.....	47
5.5. Retos y oportunidades.....	53
6. Servicios y Plataformas OTT.....	55
6.1. Definiciones.....	55
6.2. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones.....	57
6.3. Impacto económico.....	59
6.4. Retos y oportunidades.....	64
7. Redes y servicios en el sector de telecomunicaciones.....	66
7.1. Internet.....	66
7.2. Redes y servicios de telecomunicaciones.....	68
7.2.1. Redes fijas.....	69
7.2.2. Redes móviles.....	71
7.2.3. Acceso a Internet.....	72
7.2.4. Cloud computing.....	74
7.3. Otros recursos necesarios para el funcionamiento de Internet.....	77
7.3.1. IXP.....	77
7.3.2. Direcciones IP.....	78
7.3.3. Nombres de dominio.....	79
7.4. Retos y oportunidades.....	81
8. Conclusiones.....	83

Glosario¹

En el presente documento se utilizarán, además de los establecidos en la Ley Federal de Competencia Económica y en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, los siguientes acrónimos y términos.

Término o acrónimo	Definición
Acceso a Internet	Servicio de conexión de banda ancha para el intercambio de datos por medio de Internet, que proveen los concesionarios o cualquier otro autorizado en términos de la LFTR.
APEC	Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
BIT	Banco de Información de Telecomunicaciones.
CE	Comisión Europea.
GSMA	Asociación GSM.
ICANN	Corporación para la Asignación de Nombres y Números en Internet.
Instituto	Instituto Federal de Telecomunicaciones.
IP	Protocolo de Internet (<i>Internet Protocol</i> , en inglés).
IXP	Puntos de intercambio de tráfico de Internet (<i>Internet Exchange Point</i> , en inglés).
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.
MB	Megabyte.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
OTT	Sobre Internet (<i>Over the Top</i> , en inglés).
PIB	Producto Interno Bruto.
Servicios OTT	Servicios que se proveen sobre Internet y, por tanto, para prestarlos y recibirlos se requiere de manera imprescindible del servicio de Acceso a Internet.
SIM	Módulo de identificación de abonado (<i>Subscriber Identity Module</i> , en inglés).
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
USD	Dólares de los Estados Unidos de América.

¹ Los términos y acrónimos presentados tienen el único objeto de facilitar la lectura y su aplicación se limita a este documento.

Resumen Ejecutivo

El presente Estudio ofrece un acercamiento a las principales tecnologías y servicios que conforman el ecosistema digital: Big Data, Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Blockchain y Servicios y Plataformas OTT. Si bien existe amplia literatura sobre estas tecnologías y servicios, el presente Estudio compila la información disponible, ofrece definiciones y describe sus características, con el fin de tener un acercamiento respecto a qué son, cómo funcionan, cómo se integran sus cadenas de valor, qué modelos de negocios se basan en ellas, qué impacto tienen en la economía y qué riesgos y oportunidades representa su adopción y desarrollo, principalmente por su estrecha relación e interdependencia con redes y servicios de telecomunicaciones.

El desarrollo del ecosistema digital ha sido impulsado por la creciente disponibilidad de datos generados por conexiones a Internet; Statista estima que ésta ascenderá a 2,142 zettabytes en 2035, que representa 65 veces la disponibilidad de datos en 2018.

Entre los beneficios que generan las tecnologías referidas y los modelos de negocio basados en ellas, se encuentran principalmente ganancias en la productividad y ahorros en costos de transacción y búsqueda, haciendo más fácil la vida de las personas. Por ejemplo, los servicios basados en Big Data han permitido personalizar la publicidad y ofrecer bienes y servicios de manera más eficiente; el Internet de las Cosas permite simplificar tareas y desarrollar ciudades inteligentes; Blockchain permite la eliminación de intermediarios con aplicaciones como las criptomonedas y los contratos inteligentes; la Inteligencia Artificial mejora los procesos de toma de decisiones; y los Servicios y Plataformas OTT han permitido la innovación, mayor diversidad de servicios para los usuarios, mayor eficiencia y aprovechamiento de activos.

En cuanto al impacto en la economía de estas actividades, Statista estima que los ingresos de Big Data a nivel mundial (por software, hardware y otros servicios) alcanzarán 103 mil millones de USD en 2027; los ingresos por la venta de sensores para el Internet de las Cosas serán de 65.8 mil millones de USD para 2027; los modelos de negocio basados en Blockchain tendrán ingresos de 23.3 mil millones de USD en 2023; los relacionados con software para Inteligencia Artificial tendrán ingresos de hasta 126 mil millones de USD en 2025; y Research Dive estima que el mercado global de Servicios OTT ascenderá a 438.5 mil millones de USD en 2026.

Entre los principales retos y oportunidades asociados con la adopción y desarrollo de las tecnologías y servicios referidos, se identifican i) incrementar la cobertura y capacidad de las redes de telecomunicaciones para atender la demanda de una mayor velocidad de transferencia de datos, bajas latencias, mayor confiabilidad y alta disponibilidad; ii) incrementar la disponibilidad de Acceso a Internet para la población y empresas; iii) incrementar la disponibilidad de direcciones IP; iv) ofrecer certidumbre en relación con la neutralidad de red, y v) prevenir y, en su caso, atender posibles problemas de competencia económica relacionados con, por ejemplo, integraciones verticales, la concentración de datos y la falta de interoperabilidad.

1. Introducción

La transformación digital, en conjunto con la posibilidad de estar conectado a Internet en cualquier lugar y en todo momento, han permitido el desarrollo de nuevos servicios sobre Internet que están transformando los sectores de las telecomunicaciones y radiodifusión.

Esto se ha reflejado en la creciente importancia de la economía digital² para la economía en su conjunto. Por ejemplo, en 2016 la economía digital a nivel mundial alcanzaba un valor equivalente a 15.5% del PIB mundial,³ y el Foro Económico Mundial estima que para 2022 se digitalizará más de 60% del PIB mundial.⁴

Entre los nuevos modelos de negocio del ecosistema digital se encuentran aquellos basados en Big Data, Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, Blockchain y Servicios y Plataformas OTT. En cuanto a los ingresos relacionados con software para Inteligencia Artificial, Statista estima que alcanzarán 126 mil millones de USD en 2025. Asimismo, el Foro Económico Mundial estima que aproximadamente 10% del PIB mundial será almacenado mediante Blockchain para 2027.⁵ Por su parte, la economía basada en datos se ve impulsada en gran medida por el Internet de las Cosas, que presenta un crecimiento acelerado y Business Insider espera que para 2027 existan más de 41 mil millones de dispositivos conectados.⁶

Este desarrollo del ecosistema digital lleva aparejado un incremento exponencial en la cantidad de datos que se generan y transmiten, por lo que, dada su estrecha relación con las telecomunicaciones, se requiere de una infraestructura adecuada, que involucre redes de telecomunicaciones fijas y móviles, con capacidades suficientes de velocidad de transferencia de datos, bajas latencias y alta disponibilidad, que sean capaces de transportar los datos generados por personas y objetos que utilizan esos servicios, y sean almacenados en servidores conectados a Internet (la nube) mediante servicios conocidos como *cloud computing*,⁷ donde pueden ser organizados, procesados y analizados para generar valor.

Conforme a lo anterior, se estima que el potencial que tienen los nuevos modelos de negocio en el ecosistema digital para generar beneficios en la economía se traducirá en resultados tangibles en la medida en que se cuente con infraestructura adecuada de telecomunicaciones, Acceso a Internet por parte de los usuarios y empresas y suficientes recursos de Internet como lo son las direcciones IP.

² Deloitte define a la economía digital como la actividad económica que resulta de miles de millones de conexiones a través de Internet entre personas, negocios, dispositivos, datos y procesos. Deloitte. *What is Digital Economy?* Disponible en: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html>

³ Banco Mundial (2019). *Desarrollo Digital*. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/digitaldevelopment/overview>

⁴ Foro Económico Mundial (2019). *Shaping the future of Digital Economy and New Value Creation*. Disponible en: <https://www.weforum.org/platforms/shaping-the-future-of-digital-economy-and-new-value-creation>

⁵ Foro Económico Mundial (2015). *Deep shift: Technology Tipping Points and Societal Impact*. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

⁶ Business Insider (2019). *IoT Report: How Internet of Things technology growth is reaching mainstream companies and consumers*. Disponible en: <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report?IR=T>

⁷ Instituto (2020). *Estudio de Cloud Computing en México*. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/dgci.estudio-cloud.computing.pdf>

En este contexto, el objetivo de este Estudio es ofrecer al público en general un marco conceptual que permita entender i) qué son el Big Data, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial, el Blockchain y los Servicios y Plataformas OTT; ii) cómo se integran sus cadenas de valor, cuál es su relevancia económica, los modelos de negocio y las aplicaciones que se han desarrollado con base en ellas; iii) su estrecha relación con elementos, servicios e infraestructura del sector de telecomunicaciones; y iv) los retos que representan para las autoridades y demás actores que participan en el ecosistema digital.

En las secciones 2 a 6, para el Big Data, Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Blockchain y Servicios y Plataformas OTT, se presentan definiciones y elementos que permiten entender su impacto económico, modelos de negocio y aplicaciones relacionadas, así como los riesgos y oportunidades que representa su adopción y desarrollo. En la sección 7, se presenta la relevancia de las redes de telecomunicaciones, el Internet, el Acceso a Internet y otros recursos de Internet necesarios para el desarrollo y evolución de las tecnologías digitales referidas, y se describen los retos y oportunidades transversales que representan para las redes de telecomunicaciones. En la sección 8, se presentan las conclusiones.

Este Estudio se elabora a partir de la mejor información disponible con la que cuenta la Unidad de Competencia Económica. El análisis que se presenta a lo largo de este documento, así como sus resultados y conclusiones, no prejuzgan sobre el ejercicio de facultades que corresponden al Instituto como autoridad reguladora y de competencia económica en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión.

2. Big Data

2.1. Definición

Big Data es un conjunto de herramientas relacionadas con la recolección, almacenamiento, organización, procesamiento y análisis de grandes conjuntos de datos con características de gran volumen, variedad, veracidad y alta velocidad en su recolección y procesamiento.⁸

Hasta hace algunas décadas, los datos eran capturados manualmente y en formato analógico. Por ejemplo, el inventario de una empresa se registraba empleando una máquina de escribir, papel y muchas horas de una persona capturista. En la actualidad, estos datos son capturados en formato digital empleando una computadora, o incluso un sistema de reconocimiento de texto, voz o imágenes, y se almacenan en centros de datos.

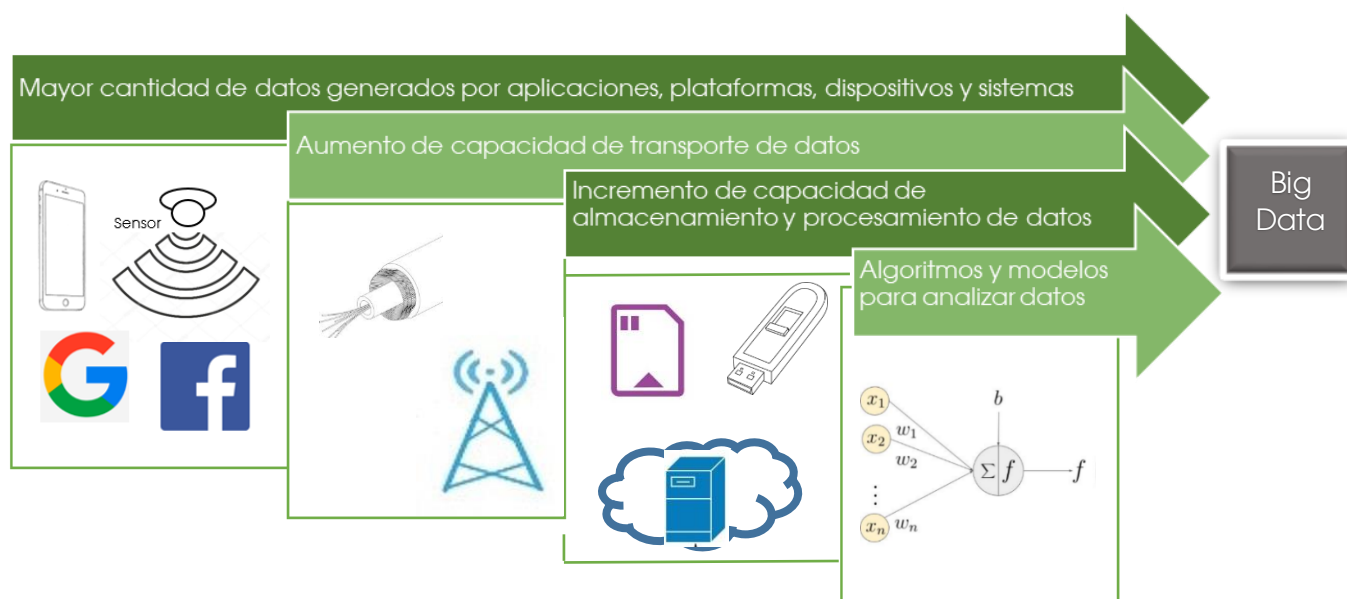
En este sentido, la digitalización de la información ha impulsado el desarrollo de Big Data de manera significativa, pues ha facilitado:

- La generación de grandes volúmenes de datos mediante aplicaciones, plataformas, dispositivos y recientemente sistemas de Inteligencia Artificial;
- El desarrollo tecnológico que permite transportar los datos a través de redes alámbricas e inalámbricas de mayor capacidad;
- El almacenamiento y procesamiento de información a consecuencia del incremento en la capacidad de los servidores y centros de datos, y
- El análisis de datos, gracias al desarrollo de algoritmos y nuevos modelos matemáticos y probabilísticos.

⁸ La UIT señala que "Big data refers to technologies and services which extract valuable information from the extensive datasets characterized by the Vs (volumen, variedad, velocidad y veracidad)". UIT (2015). Big data – Cloud computing based requirements and capabilities. Recommendation ITU-T Y.3600. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3600-201511-I>

Por su parte, la OCDE señala que: "Big Data is commonly understood as the use of large scale computing power and technologically advanced software in order to collect, process and analyse data characterised by a large volume, velocity, variety and value. These interdependent characteristics drive both the benefits and potential risks of Big Data from a competition policy perspective". OCDE (2016). Bringing competition policy to the digital era. Disponible en: <https://www.oecd.org/competition/big-data-bringing-competition-policy-to-the-digital-era.html>

Figura 1. Elementos que impulsan el desarrollo de Big Data



Fuente: Elaboración propia.

Los datos generalmente carecen de significado por sí mismos, y adquieren valor en la medida que son organizados, procesados y analizados para convertirse en información que eventualmente se utiliza para la toma de decisiones.⁹ En ese sentido, el análisis y gestión de datos (*Big Data Analytics*, en inglés) es la parte del Big Data que constituye la principal fuente de valor y en la que se invierten considerables recursos, pues es a través del desarrollo de algoritmos que es posible categorizar, correlacionar y combinar los datos para encontrar patrones y obtener conclusiones que orienten las decisiones.

2.2. Características

Las siguientes características de Big Data permiten distinguirlo respecto de otras aplicaciones, tecnologías o herramientas.

Cuadro 1. Características de Big Data

Atributos	Descripción
Volumen	Grandes cantidades de datos recolectados, transportados, almacenados y analizados.
Velocidad	Elevadas velocidades de recolección y procesamiento de datos.
Variedad	Datos heterogéneos con diferentes estructuras, tipos y formatos.
Veracidad	Datos de distinta calidad, pero todos confiables.

 Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2015)¹⁰.

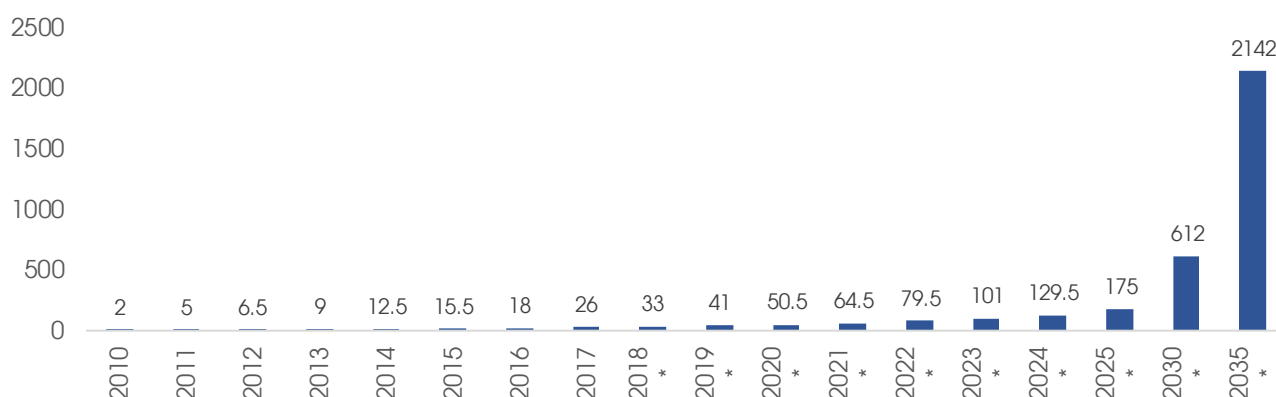
⁹ Cambridge International Examinations (2015). *International AS & A Level Information Technology. Topic 1.1 Data, information and knowledge*. Disponible en: <https://www.cambridgeinternational.org/Images/285017-data-information-and-knowledge.pdf>

¹⁰ UIT (2015). *Big data – Cloud computing based requirements and capabilities. Recommendation ITU-T Y.3600*.

Con relación al **volumen**, debe precisarse que no existe un parámetro definido que permita identificar con exactitud un umbral a partir del cual una gran cantidad de datos puede considerarse como Big Data, no obstante la OCDE señala que grandes volúmenes de datos podrían referirse a múltiples petabytes (equivalentes a 1 millón de gigabytes).¹¹

Statista estima que el volumen de datos generados a nivel mundial alcanzará aproximadamente 2,142 zettabytes (equivalentes a 1 millón de petabytes) para el año 2035, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. Volumen de datos generados, nivel mundial (zettabytes)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).¹²

* Cifras estimadas.

Es de señalar que ciertos tipos de datos reducen su valor conforme pasa el tiempo, un ejemplo de ello son los datos de ubicación, ya que éstos pudieran tener mayor valor en tiempo real para orientar publicidad hacia el usuario en el momento que se encuentra en cierta ubicación, pero perderían valor tiempo después debido a que las preferencias pueden variar en el tiempo. Al respecto, IBM señala que 90% de todos los datos generados mediante dispositivos personales como *smartphones* y tabletas no se analizan, además de que 60% de estos datos pueden perder valor en cuestión de milisegundos.¹³

En cuanto a la característica de **velocidad**, se refiere a qué tan rápido se recolectan y procesan los datos.¹⁴ Por ejemplo, la velocidad de los procesadores comercialmente disponibles para el público de Intel pasó de 60 MHz en 1993 a 2.9 GHz en 2018, mientras que en 2020 hay procesadores con una velocidad de 4.6 GHz.¹⁵

¹¹ OCDE (2020). *The Impact of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in the Insurance Sector*. Disponible en: <http://www.oecd.org/finance/Impact-Big-Data-AI-in-the-Insurance-Sector.htm>

¹² Statista (2019). *Worldwide amount of data created per year in zettabytes*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>

¹³ IBM (2015). *IBM Connects "Internet of Things" to the Enterprise*. Disponible en: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46453.wss>

¹⁴ UIT (2015). *Big data - Cloud computing based requirements and capabilities*. Recommendation ITU-T Y.3600.

¹⁵ Intel (2020). *Procesadores Intel Core-i9 (productos más recientes de 10ma, 9na y 8va generación)*. Disponible en: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/products/processors/core/i9-processors.html#:~:text=El%20primer%20procesador%20Intel%C2%AE,5%20GHz%20y%20completamente%20desbloqueado.>

La característica de **variedad** se refiere a que los datos se encuentran en múltiples formatos y tipos: i) **estructurados**, aquellos que pueden ordenarse en tablas, sobre las cuales pueden identificarse categorías y relaciones, por ejemplo, una base en Excel®; ii) **semiestructurados**, los cuales no se ajustan a la estructura formal de los modelos de datos, pero contienen etiquetas o marcadores para identificar los datos; y iii) **no estructurados**, los cuales no poseen una estructura identificable, por ejemplo, imágenes, archivos de audio y video, entre otros.¹⁶

Figura 3. Ejemplos de datos no estructurados generados en un minuto, nivel mundial, 2019



Fuente: Statista (2019).¹⁷

Por último, la característica de **veracidad** se refiere al grado de incertidumbre asociada a los datos; puede haber datos incompletos o con errores persistentes, o bien que cumplan niveles de integridad que permitan ser procesados y analizados adecuadamente.¹⁸

2.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones

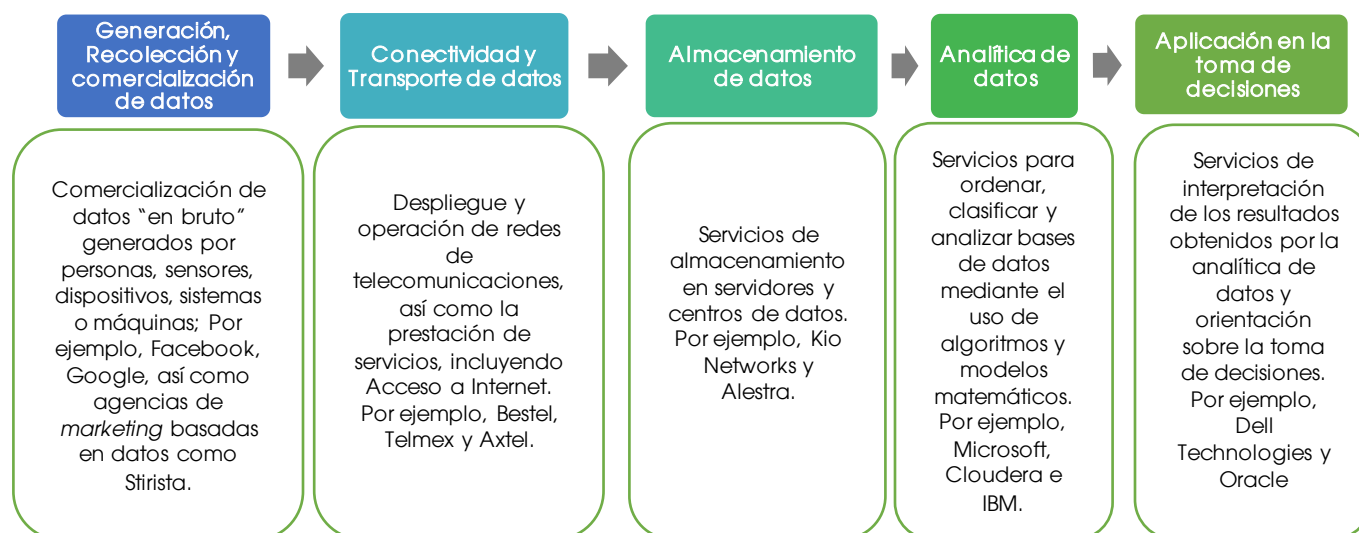
La cadena de valor de Big Data se puede resumir en 5 grandes eslabones, los cuales pueden incluir diversos modelos de negocio, como se describe a continuación.

¹⁶ UIT (2015). *Big data – Cloud computing based requirements and capabilities. Recommendation ITU-T Y.3600.*

¹⁷ Statista (2019). *¿Qué sucede en Internet en un minuto?* Disponible en: <https://es.statista.com/grafico/17539/datos-creados-online-en-un-minuto/>

¹⁸ UIT (2015). *Big data – Cloud computing based requirements and capabilities. Recommendation ITU-T Y.3600.*

Figura 4. Cadena de valor y modelos de negocio relacionados con Big Data


 Fuente: Elaboración propia con información de GSMA (2018).¹⁹

A continuación, se presentan algunas aplicaciones y servicios específicos (actuales o potenciales) basados en Big Data que se utilizan o pueden utilizar en diversos sectores económicos.

Cuadro 2. Aplicaciones y servicios basados en Big Data

Aplicaciones y servicios	Descripción
Optimización de rutas y aumento de la calidad de servicios	Análisis de datos para, por ejemplo, optimizar el tráfico en redes de telecomunicaciones y así aumentar la calidad del servicio en tiempo real. Utilización de datos generados por las cámaras, sensores y dispositivos colocados en vehículos y carreteras, para optimizar las rutas del transporte público y privado, con lo que se contribuye a solucionar problemas de congestionamiento. ²⁰
Identificación de patrones de consumo y creación de campañas publicitarias	Servicios para predecir e identificar patrones de consumo, brindando a las empresas la posibilidad de segmentar sus clientes con base en sus preferencias, personalizando la publicidad y fomentando el desarrollo de oportunidades de negocio con base en el análisis de tendencias, gustos e intereses de sus clientes.
Pronósticos	Pronósticos o predicciones, por ejemplo, sobre riesgos o emergencias como desastres naturales y detección oportuna de enfermedades; vulnerabilidades, fraudes y el desvío de recursos públicos; riesgos y maximización de rentabilidades en operaciones financieras y asignación de créditos. ²¹

¹⁹ GSMA (2018). *Data Value Chain*. Disponible en: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf

²⁰ Gantabi (2018). *Big Data en el sector del transporte: 5 ventajas competitivas a las que no se debe renunciar*. Disponible en: <https://www.gantabi.com/2018/02/07/5-ventajas-big-data-transporte/>

²¹ Baoss (2018). *Big Data en el sector financiero: 10 casos de usos*. Disponible en: <https://www.baoss.es/big-data-sector-financiero-10-casos-uso/>

Aplicaciones y servicios	Descripción
Monitoreo	Uso de datos para, por ejemplo, conocer y monitorear el estado de salud de las personas, elaborar mapas de riesgo de contagio por zona, o bien, conocer la ruta que siguen los camiones en el transporte de mercancías.

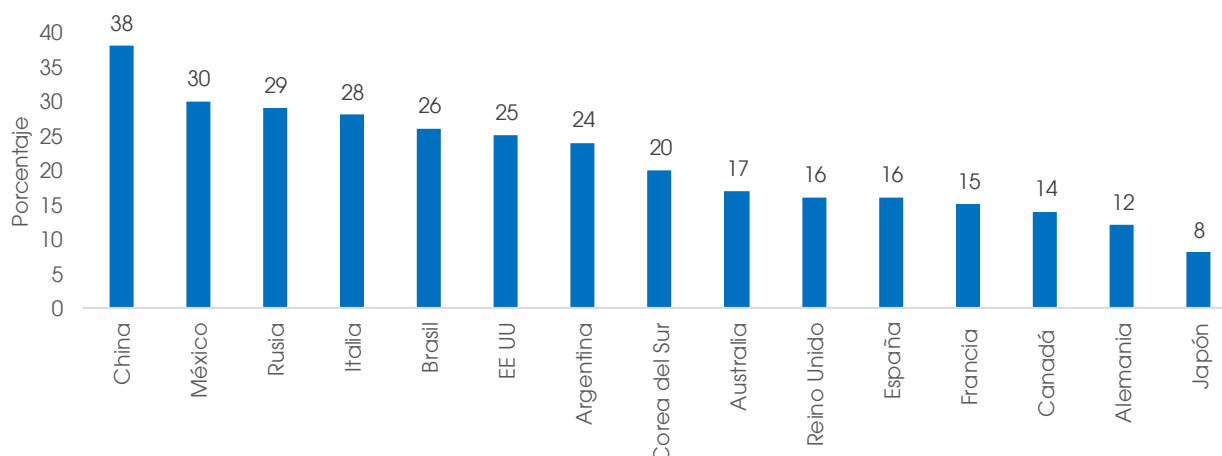
Fuente: Elaboración propia con información de PowerData (2020)²², IIC (2016)²³ y Cognodata (2019).²⁴

2.4. Recolección de datos

La recolección de datos constituye una actividad esencial para los modelos de negocio basados en Big Data, debido a que estos servicios dependen de algoritmos cuyo desempeño es mejor en la medida que cuenten con un mayor volumen de los datos a su disposición.

Una de las estrategias que siguen las empresas para obtener datos de los usuarios es ofrecer recompensas o beneficios a cambio de sus datos personales. Destacan en ese sentido los usuarios de China y México, de los cuales 38% y 30% respectivamente manifestaron estar dispuestos a intercambiar sus datos por incentivos de parte de las empresas.

Figura 5. Disposición a compartir datos personales por recompensas o beneficios, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).²⁵

Nota: Los resultados se obtuvieron de una muestra de 22 mil usuarios de Internet.

Esta recopilación y empleo de datos de los usuarios para generar valor, lleva aparejado un riesgo relativo a las vulnerabilidades en el resguardo y el acceso a los datos. Destaca la filtración relacionada con Yahoo, que llegó a ver comprometidos 3,000 millones de registros de sus usuarios, y el caso de Facebook, en el que se comprometieron 87 millones de registros.²⁶

²² PowerData (2020). *El Big Data y el futuro de las Telecomunicaciones*. Disponible en: <https://landings.powerdata.es/el-big-data-y-el-futuro-de-las-telecomunicaciones>

²³ Instituto de Ingeniería del Conocimiento (2016). *Aplicaciones Big Data en la empresa*. Disponible en: <https://www.iic.uam.es/innovacion/aplicaciones-big-data-empresa/>

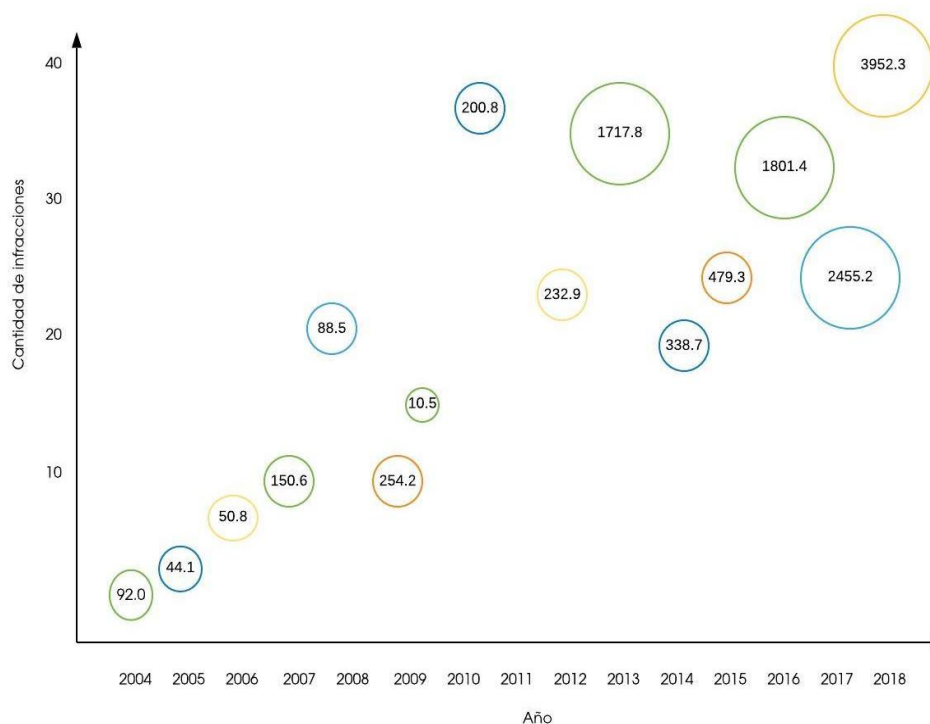
²⁴ Cognodata (2019). *Big Data aplicaciones: ejemplos reales de la tecnología al servicio del "data science"*. Disponible en: <https://www.cognodata.com/blog/big-data-aplicaciones-ejemplos>

²⁵ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

²⁶ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

Asimismo, como se observa en la siguiente figura, año con año la cantidad de infracciones y el número de registros de información filtrados (área de los círculos) se eleva.

Figura 6. Número de infracciones y registros filtrados (indicado dentro de las burbujas, en millones por año).



Fuente: Elaboración propia con información de la ONU (2019).²⁷

Por lo anterior, muchos usuarios manifiestan su preocupación en cuanto al uso indebido o no autorizado de su información por parte de las empresas. Destaca en ese sentido que, de acuerdo con datos de la Primera Encuesta 2020 a Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones del Instituto,²⁸ entre 61.4% y 87.9% de los usuarios de Internet fijo, y entre 58.7% y 84.3% de los usuarios de servicios móviles, manifestaron tener “Algo de desconfianza/mucha desconfianza” al compartir datos personales (nombre completo, fecha de nacimiento, correo electrónico, número de teléfono, ubicación, domicilio y datos bancarios) en aplicaciones y plataformas OTT.

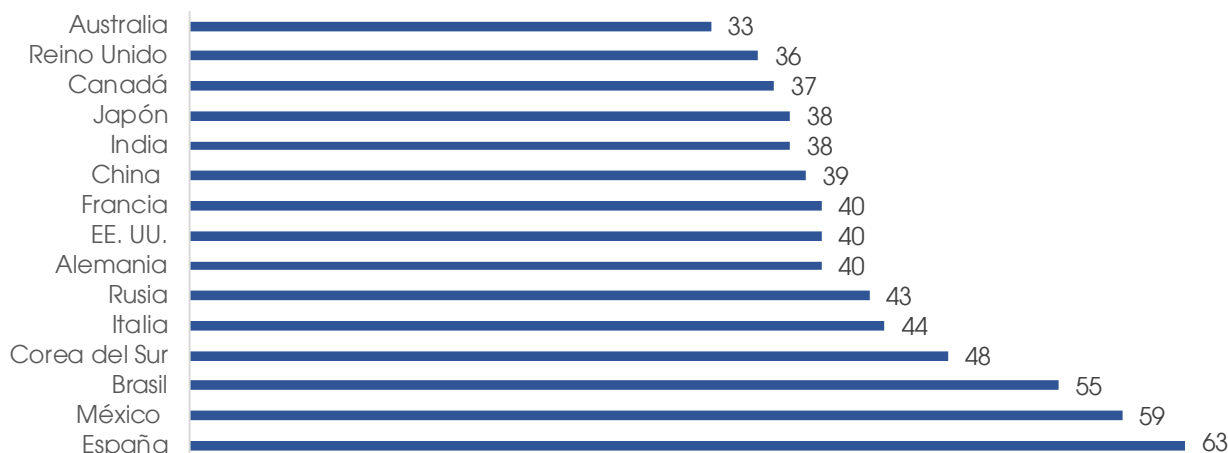
Asimismo, en la “Statista Global Consumer Survey” de 2019, 59% de los usuarios mexicanos manifestó desconfiar del uso que hacen las empresas de sus datos personales.²⁹

²⁷ ONU (2019). *Data Economy: Radical transformation or dystopia?*

²⁸ Instituto (2020). Primera Encuesta 2020. Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/usuarios-y-audencias/primerencuesta2020.pdf>

²⁹ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

Figura 7. Porcentaje de usuarios de Internet preocupados por el mal uso de sus datos, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).³⁰

2.5. Impacto económico

Los beneficios de Big Data se derivan principalmente de una mejor toma de decisiones por parte de las personas, organizaciones y sistemas en diversas actividades de producción, distribución, consumo o cualquier otra actividad que requieran desempeñar los agentes económicos.

Cuadro 3. Principales beneficios del uso de Big Data

Beneficio	Descripción
Brindar soporte en la Inteligencia de negocios	Permite pronosticar las tendencias del mercado y realizar una mejor segmentación de los consumidores a través de publicidad y recomendaciones personalizadas.
Generar insumos para otras tecnologías	Permite generar insumos para otras tecnologías como la Inteligencia Artificial, la cual entre mayor volumen de datos tiene mayor precisión en la toma de decisiones.
Focalizar y segmentar productos y servicios a los consumidores	Permite mejorar la segmentación y focalización de productos y servicios al comprender mejor las preferencias de los consumidores.
Optimizar la provisión de servicios públicos	Permite optimizar y mejorar la provisión de servicios públicos, haciéndolos más transparentes, eficientes y personalizados.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE^{31,32} y CE³³.

En cuanto al impacto económico, Statista reporta que el total de los ingresos de Big Data a nivel mundial (considerando software, hardware y otros servicios basados en Big Data) en 2016 fue de 28 mil millones de USD, y estima que para 2027 alcanzará 103 mil millones de USD.

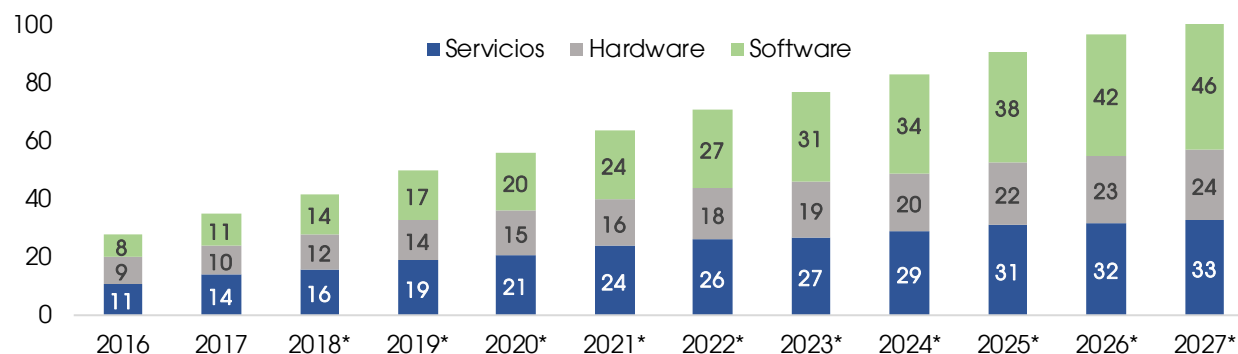
³⁰ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

³¹ OCDE (2014). *Data driven innovation for growth and wellbeing. Interim synthesis report*. Disponible en: <https://www.oecd.org/sti/inno/data-driven-innovation-interim-synthesis.pdf>

³² OCDE (2016). *Big Data – Bringing competition policy to the digital era*.

³³ CE (2020). *A European Strategy for data*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_en.pdf

Figura 8. Ingresos de Big Data, por segmento, nivel mundial (miles de millones de USD)

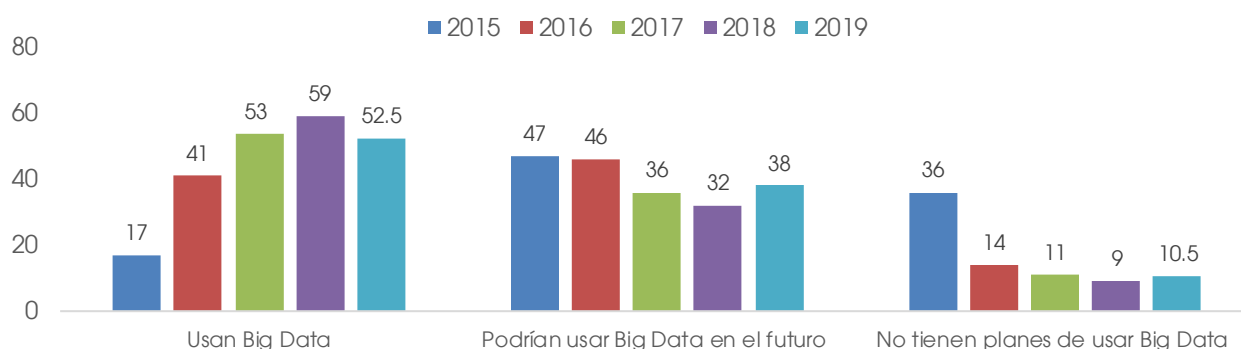


Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).³⁴

* Cifras estimadas.

El uso de Big Data en las operaciones de las empresas permite incrementar ganancias y reducir costos, por lo que cada vez más empresas lo emplean. Por ejemplo, de 2015 a 2019 se triplicó el número de empresas que han adoptado servicios de Big Data y cada vez son menos las que no cuentan con planes de adopción en el corto plazo.

Figura 9. Porcentaje de empresas con adopción de Big Data, nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).³⁵

* Cifras estimadas.

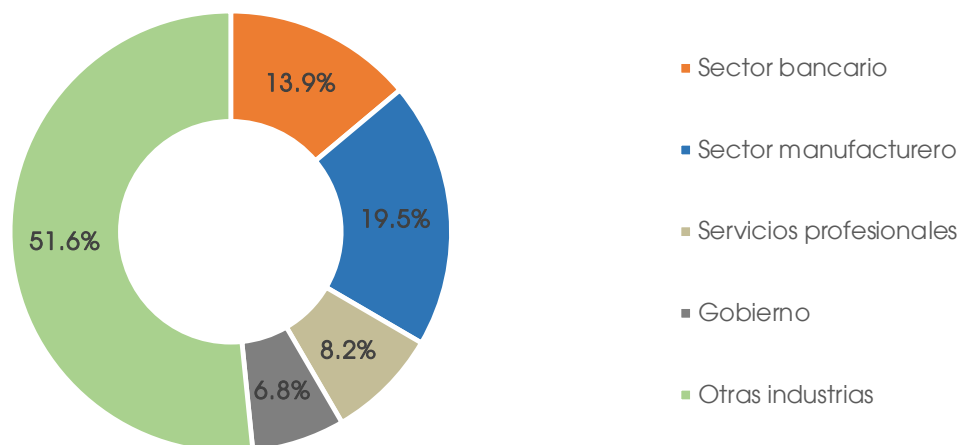
Respecto a los usos y aplicaciones específicos de Big Data, se identifica una mayor adopción en los sectores manufacturero y bancario. En el sector manufacturero, destaca el uso de Big Data para incrementar la productividad, generar productos de mayor calidad y reducir pérdidas en el proceso productivo; este sector aportó 19.5% a los ingresos totales de Big Data a nivel mundial en 2019. En el sector bancario, el uso de Big Data gira en torno al análisis de pronóstico para la minimización del riesgo y el almacenamiento y análisis de datos de clientes, contribuyendo con 13.9% a los ingresos totales de Big Data a nivel mundial.³⁶

³⁴ Statista (2019). *Big data revenue worldwide from 2016 to 2027, by major segment (in billion U.S. dollars)*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/301566/big-data-factory-revenue-by-type/>

³⁵ Statista (2020). *Big data technology adoption status in organizations worldwide from 2015 to 2019*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/919670/worldwide-big-data-adoption-expectations/>

³⁶ Statista (2020). *Share of big data and business analytics revenues worldwide in 2019, by industry*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/616225/worldwide-big-data-business-analytics-revenue/>

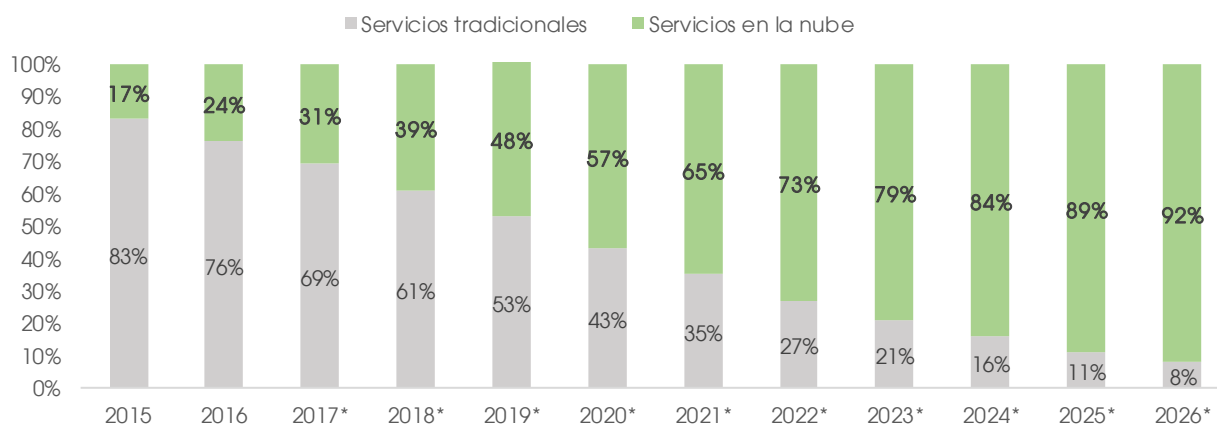
Figura 10. Composición de Ingresos de Big Data, por industria, nivel mundial, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).³⁷

Una de las actividades que más se ha beneficiado del Big Data es el almacenamiento en la nube, en buena medida gracias a las ventajas de seguridad, capacidad de almacenamiento y acceso a los datos en tiempo real respecto a los servicios de almacenamiento tradicional (como servidores operados por las propias empresas). Al respecto, Statista estima que los servicios de almacenamiento en la nube pasarán de contribuir 17% en los ingresos totales de almacenamiento de datos en 2015 a 92% en 2026, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. Composición de ingresos totales de almacenamiento de datos, nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).³⁸

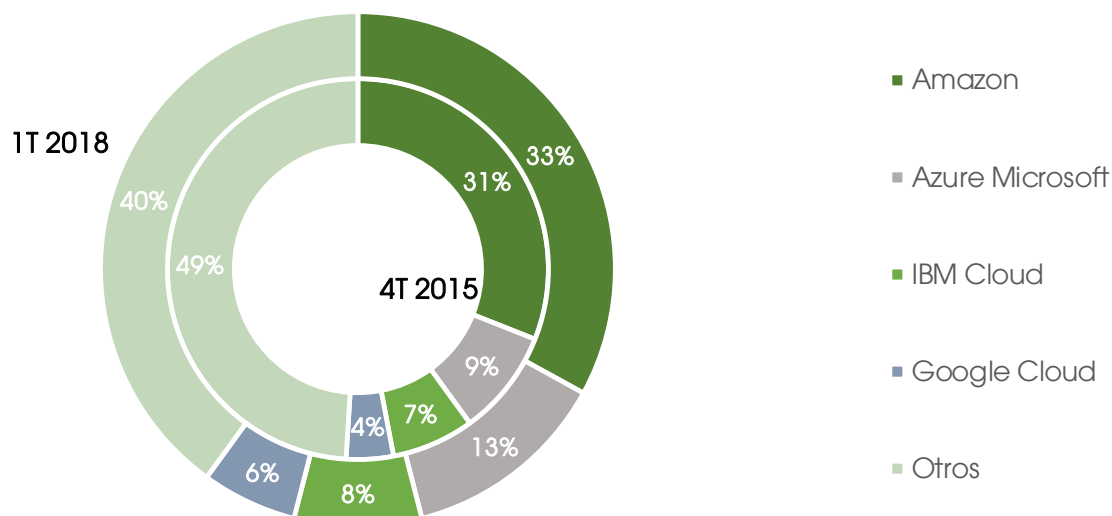
* Cifras estimadas.

A nivel mundial, los principales proveedores de servicios de almacenamiento en la nube son Amazon Web Services, con una participación de 33% en los ingresos a nivel mundial en el 1T de 2018, Azure Microsoft con 13%, IBM Cloud con 8% y Google Cloud con 6%.

³⁷ Statista (2020). *Share of big data and business analytics revenues worldwide in 2019, by industry*.

³⁸ Statista (2019). *Digital Economy Compass*. Disponible en: <https://www.statista.com/study/52194/digital-economy-compass/>

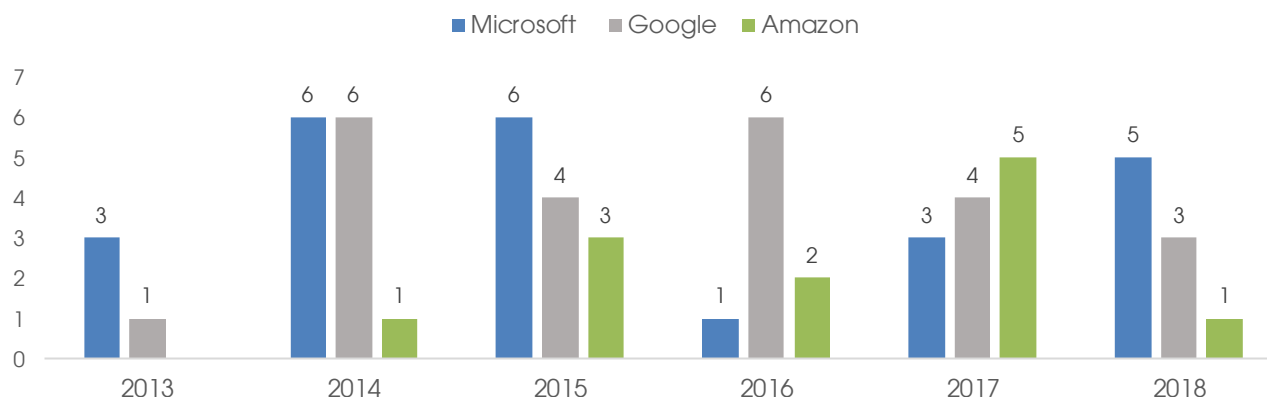
Figura 12. Participación en los ingresos de almacenamiento en la nube, nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).³⁹

Otro indicador que revela el crecimiento de los servicios de almacenamiento en la nube es el número de adquisiciones de empresas dedicadas a estos servicios; en el periodo de 2013 a 2018, Microsoft adquirió 24 empresas, Google el mismo número, mientras que Amazon adquirió 12 empresas.

Figura 13. Número de adquisiciones de empresas de servicios en la nube, 2013-2018



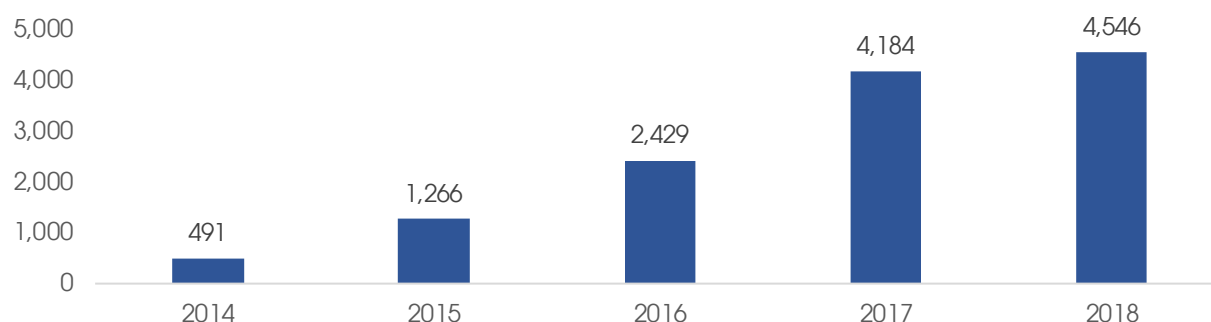
Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).⁴⁰

Por último, dados los beneficios y valor que representan las aplicaciones y servicios basados en Big Data, se ha observado un incremento en la presentación de solicitudes de patentes relacionadas con esta tecnología en los últimos años.

³⁹ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

⁴⁰ Statista (2019). *Digital Economy Compass*.

Figura 14. Solicitudes de patentes relacionadas con Big Data, 2014-2018



Fuente: Elaboración propia con información de Saheb (2020).⁴¹

2.6. Retos y oportunidades

Si bien el uso de Big Data tiene grandes beneficios como los que se han señalado, también es cierto que existen algunos retos asociados con su adopción y desarrollo, como los siguientes:

- **Competencia económica**, debido a la relevancia que tienen los datos para la ejecución de algoritmos que permiten mejorar la calidad de diversos bienes y servicios, por lo que las empresas que tengan una mayor capacidad de explotar los datos y desarrollar algoritmos podrían tener ventajas frente a sus competidores e incentivos para incurrir en prácticas anticompetitivas que inhiben la entrada y/o expansión de oferentes del servicio (por ejemplo, la negación, restricción de acceso o acceso en términos y condiciones discriminatorias a datos).⁴²
- **Privacidad**, debido a las asimetrías de información o al hecho de que los usuarios no siempre disponen o revisan la información relativa a los potenciales usos y manejo de sus datos, y tampoco advierten las implicaciones respecto a su privacidad cuando adquieren y usan una aplicación. En algunos casos, mediante sus datos, se puede inferir la identidad de los individuos,⁴³ o revelar información sensible como su estado de salud, ubicación, afinidad política y datos financieros.

⁴¹ Saheb, T. (2020), *Understanding the development trends of big data technologies: an analysis of patents and the cited scholarly works*. Disponible en: <https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-020-00287-9>

⁴² OCDE (2016). *Big Data: Bringing competition policy to the digital era*.

⁴³ Por ejemplo, el caso de Cambridge Analytica, en el cual se estableció una multa por 5 mil millones de USD a Facebook, así como medidas administrativas sobre Cambridge Analytica LLC, debido a que éste último tuvo acceso a datos personales de los usuarios de Facebook y los utilizó aún sin el consentimiento de éstos. Facebook permitía el acceso no consentido a los datos de sus usuarios a aplicaciones de terceros, a través de los amigos que utilizaran dichas aplicaciones. Esto fue aprovechado por Cambridge Analytica LLC quien recolectó información personal de los usuarios de Facebook asegurando falsamente cumplir con la legislación del escudo de privacidad entre Europa y los EE.UU.AA. Dicha información fue descargada y utilizada para entrenar a un algoritmo que vinculaba la información personal de los usuarios de Facebook con perfiles de votantes, permitiendo a la compañía ofrecer servicios de publicidad política personalizada.

FTC (2019). *FTC Imposes \$5 Billion Penalty and Sweeping New Privacy Restrictions on Facebook*. Disponible en: <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2019/07/ftc-imposes-5-billion-penalty-sweeping-new-privacy-restrictions> y en: https://www.ftc.gov/system/files/documents/cases/182_3107_cambridge_analytica_administrative_complaint_7-24-19.pdf

- **Seguridad y ciberseguridad**, debido a que existe evidencia de un creciente número de violaciones y filtraciones de datos que ocurren debido a que las organizaciones (públicas y privadas) no adoptan medidas de prevención suficientes para evitarlas.⁴⁴
- **Empleo**, debido a que el desarrollo del Big Data requiere de habilidades profesionales especializadas en análisis de datos. Por ejemplo, se espera que para 2022, 62% de la información, procesamiento de los datos, tareas de búsqueda y transmisión de la información serán realizadas por máquinas, en comparación con 46% que se presentaba en 2018.⁴⁵ Se estima que aproximadamente 75% de las profesiones de la nueva era aún no existen o se están creando.⁴⁶

Diversos organismos, como la ONU, el Fondo Monetario Internacional y la CE han publicado documentos donde se identifican algunas medidas para mitigar los riesgos asociados al uso de Big Data, entre las que se encuentran:

- Disponer de herramientas y políticas que atiendan los fenómenos de concentración de grandes volúmenes de datos, barreras a la entrada y otros aspectos que podrían causar afectaciones a la competencia económica.⁴⁷ También resulta necesario promover la portabilidad de datos y la interoperabilidad entre aplicaciones y servicios, a fin de reducir costos de cambio que favorezcan la concentración de datos.⁴⁸
- Implementar certificaciones en materia de seguridad aplicables a proveedores de bienes y servicios digitales que recopilen y almacenen datos personales.⁴⁹
- Establecer medidas que fortalezcan la seguridad de las redes, inversión en personal especializado en materia de seguridad de la información, y persecución efectiva de los delitos informáticos relacionados con los datos.⁵⁰

⁴⁴ Por ejemplo, la multa que impuso la FTC a Ashley Madison por 1.6 millones de dólares debido a la filtración masiva de información personal de sus usuarios provocada por delinquentes cibernéticos. Se encontró que la aplicación carecía de controles adecuados para el resguardo de la información personal y sensible de sus usuarios.

FTC (2016). *Operators of AshleyMadison.com Settle FTC, State Charges Resulting From 2015 Data Breach that Exposed 36 Million Users' Profile Information*. Disponible en: <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2016/12/operators-ashleymadison-com-settle-ftc-state-charges-resulting>

⁴⁵ Foro Económico Mundial (2018). *The future of jobs Report 2018*. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf

⁴⁶ Freire, A. (2014). *El 75% de las profesiones del futuro aún no existen o se están creando*. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/gestion-empresarial/noticias/5695373/04/14/El-75-de-las-profesiones-del-futuro-aun-no-existen-o-se-estan-creando.html>

⁴⁷ ONU (2019). *Data Economy: Radical transformation or dystopia?*

⁴⁸ Fondo Monetario Internacional (2019). *The economics and implications of data*. Disponible en: <https://www.imf.org/en/Publications/Departmental-Papers-Policy-Papers/Issues/2019/09/20/The-Economics-and-Implications-of-Data-An-Integrated-Perspective-48596>

⁴⁹ Lo anterior aparece en el Reglamento de Ciberseguridad europeo, que también establece a una autoridad responsable de dicha certificación. CE (2019). *Reglamento de Ciberseguridad*. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/881/oj>

⁵⁰ Destacan al respecto las líneas de acción que propone la estrategia de ciberseguridad de los Estados Unidos. Casa Blanca de los EE. UU. (2018). *National Cyber Strategy*. Disponible en: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Cyber-Strategy.pdf>

3. Internet de las Cosas

3.1. Definición

El Internet de las Cosas (*Internet of Things* o IoT, en inglés) es un sistema que involucra objetos conectados a Internet y recursos que permitan la gestión de la información generada por dichos objetos.⁵¹

Es importante distinguir entre Internet de las Cosas y el concepto de “comunicación máquina a máquina” (*machine-to-machine* o M2M, en inglés) que se puede definir como el conjunto de dispositivos que se comunican entre ellos utilizando conexión a Internet.⁵² El M2M se limita a la comunicación entre dispositivos que tienen un papel “activo” en el proceso de comunicación, mientras que Internet de las Cosas involucra otros elementos que pueden intermediar en la comunicación entre objetos o máquinas, tales como servidores, centros de datos y programas para gestionar la comunicación de los objetos.⁵³

Para el funcionamiento del Internet de las Cosas, los objetos deben tener conexión a Internet, ser identificables y estar vinculados a un programa que gestione el flujo de información.⁵⁴ Algunos de los objetos que forman o pueden formar parte del Internet de las Cosas son los electrodomésticos y los equipos industriales.

Una vez que los objetos están conectados, se genera un flujo de información que se puede almacenar en servidores, centros de datos o dispositivos terminales, para que sea gestionada por programas o aplicaciones que permiten generar valor.⁵⁵

⁵¹ La UIT define el Internet de las Cosas como: “Infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperatividad de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras.” UIT (2012). Descripción general de Internet de los objetos: Recomendación UIT-T Y.2060. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I/en>

Porsu parte, la OCDE define Internet de las Cosas como: “Incluye a todos los dispositivos y objetos cuyo estado puede ser alterado a través de internet, con o sin el involucramiento activo de los individuos. Mientras los objetos conectados pueden requerir el involucramiento de dispositivos considerados parte del “Internet tradicional”, esta definición excluye laptops, tabletas y teléfonos inteligentes, que ya están considerados en las métricas de banda ancha de la OCDE vigentes”. OCDE (2018). IOT Measurement and Applications. OECD Digital Economy Papers, no. 271. Disponible en: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/iot-measurement-and-applications_35209dbf-en#page1

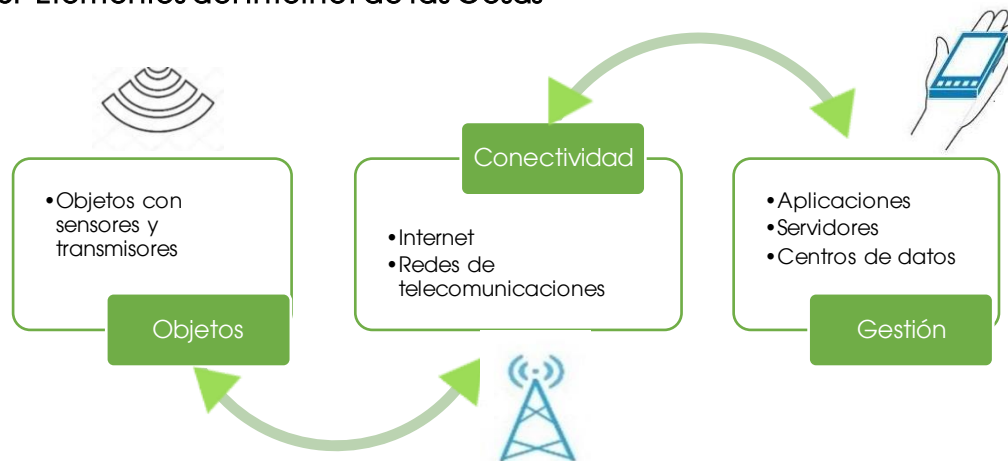
⁵² OCDE (2012). Machine-To-Machine Communications: Connecting Billions of Devices. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k9gsh2gp043-en.pdf?expires=1575566265&id=id&accname=guest&checksum=AED7D267BF97476C0CD11BB59BF6617>

⁵³ Avsystem (2019). IoT v M2M - What is the difference? Disponible en: <https://www.avsystem.com/blog/iot-and-m2m-what-is-the-difference/>

⁵⁴ European Platforms Initiative (2018). ADVANCING IoT PLATFORMS INTEROPERABILITY. Países Bajos. Disponible en: <https://iot-epi.eu/wp-content/uploads/2018/07/Advancing-IoT-Platform-Interoperability-2018-IoT-EPI.pdf>

⁵⁵ UIT (2012). Descripción general de Internet de los objetos: Recomendación UIT-T Y.2060.

Figura 15. Elementos del Internet de las Cosas



Fuente: Elaboración propia.

El Internet de las cosas involucra cuatro modelos de comunicación, que se describen enseguida:⁵⁶

- **Comunicación dispositivo-dispositivo:** representa a dispositivos que se comunican directamente entre sí. Es usual en aplicaciones con bajos requerimientos de transmisión de información (por ejemplo, bombillas e interruptores inteligentes para el hogar) pero tiene la desventaja que solo permite la comunicación entre dispositivos que comparten un mismo protocolo de comunicación.⁵⁷
- **Comunicación Dispositivo-Internet:** refiere a dispositivos de Internet de las Cosas que se conectan a un servicio en la nube, en el cual se almacenan y analizan los datos que los dispositivos recopilan para la provisión de un servicio.
- **Comunicación Dispositivo-Puerta de acceso:** Los dispositivos se conectan a una puerta de enlace de capa de aplicación (*Application Layer Gateway*, en inglés) a través de la cual acceden a un servicio en la nube. Es decir, hay un dispositivo intermediario en el cual se ejecuta una aplicación que intermedia entre otros dispositivos y la nube, el cual brinda ventajas como mayor seguridad en la conexión y la traducción entre diversos protocolos de comunicación. Algunos ejemplos de estos dispositivos intermediarios pueden ser el teléfono inteligente del usuario o los dispositivos Hub, tales como Google Nest Hub y el Amazon Echo Show.⁵⁸
- **Comunicación Back-End:** Modelo que permite a los usuarios exportar y analizar los datos almacenados en una nube, en combinación con los datos de otras nubes. Es una extensión del modelo dispositivo-Internet.

⁵⁶ Internet Society (2015). *La Internet de las cosas: una breve reseña*. Disponible en: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

⁵⁷ Algunos protocolos de comunicación para dispositivos IoT son Zigbee, Bluetooth o Z-Wave.

⁵⁸ Mendiola, J. (2019). *Enfrentamos el Google Nest Hub y Amazon Echo Show 5*. *Digital Trends*. Disponible en: <https://es.digitaltrends.com/inteligente/google-nest-hub-y-amazon-echo-show-5/>

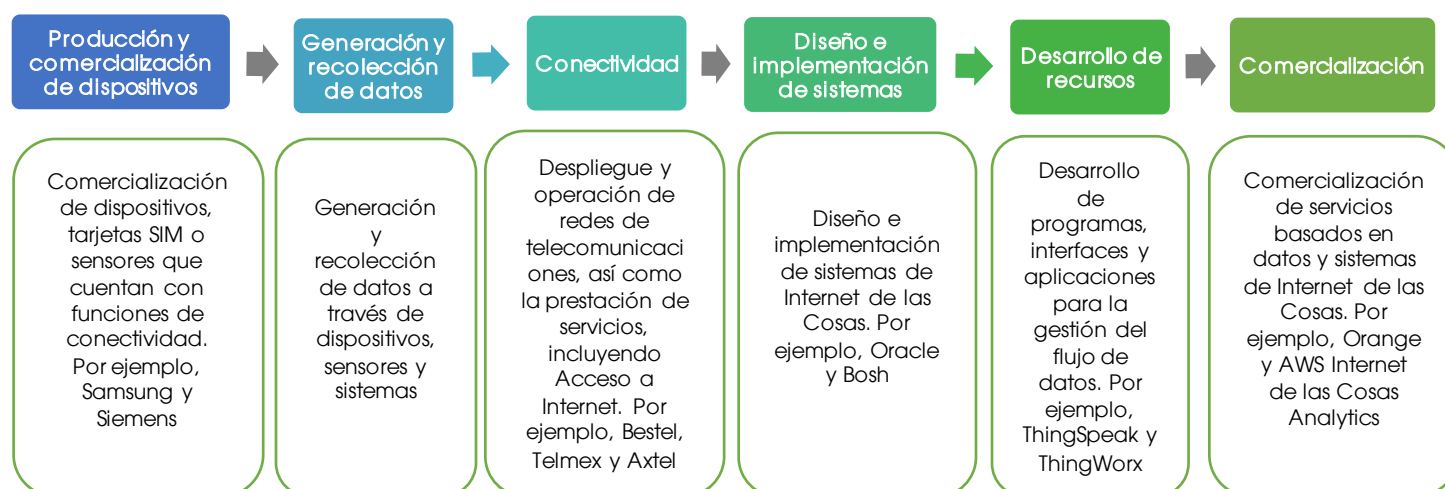
Además, uno de los elementos esenciales en el Internet de las Cosas es el uso de **sensores**, entre los que destacan: i) sensores de proximidad, que se emplean para la detección de movimiento; ii) acelerómetros, que permiten respectivamente medir vibraciones, inclinaciones y aceleración lineal, y giroscopios, que miden velocidad angular; iii) sensores de temperatura de un objeto o ambiente; iv) sensores de humedad de objetos o ambientes; v) sensores de presión, que permiten medir fuerzas, altitudes o flujos; y vi) sensores de nivel de líquidos y fluidos.⁵⁹

Asimismo, al igual que en Big Data e Inteligencia Artificial, las aplicaciones para gestionar la comunicación y la analítica de datos son elementos necesarios para el pleno funcionamiento del Internet de las Cosas, ya que éstas utilizan los datos recopilados por los dispositivos para fines como la generación de pronósticos, la optimización y mejora de procesos, entre otros.

3.2. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones

La cadena de valor del Internet de las Cosas se puede resumir en 6 grandes eslabones, los cuales pueden incluir diversos modelos de negocio, como se muestra a continuación.

Figura 16. Cadena de valor y modelos de negocio relacionados con el Internet de las Cosas



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan algunas aplicaciones y servicios (actuales o potenciales) específicos basados en Internet de las Cosas que se utilizan o pueden utilizar en diversos sectores económicos.

⁵⁹ Comstor (2017). 6 tipos de sensores para aplicación en la internet de las cosas. Disponible en: <https://blogmexico.comstor.com/6-tipos-de-sensores-para-aplicacion-en-la-internet-de-las-cosas>

Cuadro 4. Aplicaciones y servicios basados en Internet de las Cosas

Aplicaciones y servicios	Descripción
Gestión eficiente	Gestión eficiente en la producción y distribución de recursos, por ejemplo, de la energía eléctrica; así como control a distancia de instalaciones, por ejemplo, elevadores, aire acondicionado
Rastreo	Rastreo de activos en movimiento, por ejemplo, vehículos, facilitando su ubicación en tiempo real, la optimización de rutas y posibilitando el mantenimiento preventivo; además de sensores que podrían ayudar a rastrear equipaje en tiempo real o insumos en la cadena de suministro, automatizando la logística e inventarios.
Supervisión	Uso de drones o sensores para supervisar actividades, por ejemplo, para evaluar el cultivos en tiempo real e invernaderos inteligentes con supervisión y control automatizados del clima, o para supervisión de la producción de manufacturas.
Monitoreo	Monitoreo de desempeño, por ejemplo de pacientes (estado de salud, ubicación y envío de información a sus cuidadores), máquinas o plantas; en finanzas, monitoreo de patrones de actividad en las cuentas de los bancos en tiempo real, lo que permite la identificación de anomalías de forma inmediata y detección de fraudes.
Domótica (Hogares Inteligentes)	Control automático de la iluminación y temperatura, detección de fugas de agua y gas, cierre y apertura de puertas, control de la temperatura en refrigeradores y neveras, alimentación de mascotas, reproducción de música y películas con base en el aprendizaje sobre gustos de entretenimiento, entre otros. En 2018, a nivel internacional, estas aplicaciones presentaron un incremento de 31% con respecto a 2017, siendo las aplicaciones basadas en comandos de voz las que tuvieron un mayor crecimiento.
Seguridad	Instalación de cámaras, sensores y alumbrado público inteligente para reforzar la seguridad de las personas, vehículos y hogares.

Fuente: Elaboración propia con información de Oracle (2019).⁶⁰

3.3. Ciudades inteligentes

Una de las aplicaciones más importantes del Internet de las Cosas es el desarrollo de las denominadas ciudades inteligentes o “*Smart Cities*”.⁶¹ Estas ciudades tienen por objeto satisfacer diversos requerimientos o necesidades de sus habitantes de manera sustentable, por lo cual, requieren de infraestructura necesaria para generar un ecosistema de Internet de las Cosas que permita mayor eficiencia en la provisión de los servicios públicos (energía eléctrica, atención sanitaria, gestión del tráfico, calidad del aire, seguridad pública, etc.), lo que se traduce en una mejor calidad de vida para los ciudadanos.⁶²

⁶⁰ Orange (2019). *Internet of Things*. Disponible en: <https://www.orange.es/static/pdf/InternetOfThingsGrandesEmpresas.pdf>

⁶¹ La OCDE define a las ciudades inteligentes como:

“Iniciativas o enfoques que aprovechan de manera efectiva la digitalización para impulsar el bienestar de los ciudadanos y entregar ecosistemas y servicios urbanos más eficientes, sostenibles e inclusivos, como parte de un proceso colaborativo que involucra a diversas partes”.

OCDE (2019). *Enhancing the contribution of digitalisation to the smart cities of the future*. Disponible en: <http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Smart-Cities-FINAL.pdf>

⁶² UIT (2019). *Ciudades inteligentes y sostenibles*. Disponible en: <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/smart-sustainable-cities.aspx>

Cuadro 5. Ejemplos de ciudades inteligentes

Ciudad	Aplicación de Internet de las Cosas
Singapur	Seguridad: Con la finalidad de reforzar la seguridad se instalaron más de 62,000 cámaras policiales, que han permitido la identificación de problemas de tránsito y de personas que han cometido un delito. ⁶³
Copenhague	Alumbrado público: Gracias al uso de lámparas eficientes que cuentan con conexión a una red inalámbrica, que permite que se atenúen o se iluminen automáticamente, se ha disminuido el costo de la provisión del servicio de alumbrado público. ⁶⁴
Barcelona	Edificios: Su transición hacia una ciudad inteligente inició hace más de 30 años, mediante la instalación de fibra óptica para conectar dos edificios municipales. Cuenta con una zona de innovación (Distrito 22), en la cual se implementan algunas soluciones como vehículos eléctricos y la renovación de edificios para que cuenten con la capacidad de utilizar energía que provenga de fuentes renovables instaladas en los propios edificios. ⁶⁵
Florenza	Parque urbano: Área de demostración (Parque urbano Novoli) en la que se han implementado redes inteligentes para el suministro de energía eléctrica, servicios avanzados de movilidad para los ciudadanos, sala de control de ciudad inteligente, iluminación inteligente, entre otras soluciones. ⁶⁶
Santiago de Chile	Uso generalizado de Internet de las Cosas: Fue reconocida como la ciudad más inteligente de América Latina. ⁶⁷ Dentro de sus principales soluciones de Internet de las Cosas destacan: la instalación de cámaras de video vigilancia e iluminación pública inteligente que ha tenido como resultado un menor consumo de energía eléctrica. ⁶⁸
León, Guanajuato	Municipio humano inteligente: Este proyecto consiste en captar y detectar las necesidades de mejora en los servicios y calidad de vida de los habitantes en temas de seguridad, movilidad, medio ambiente y alumbrado público inteligente, mediante la instalación de infraestructura y equipo físico que habilite la captura de datos. ⁶⁹

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes referidas en el cuadro.

3.4. Impacto económico

Los principales beneficios del uso de Internet de las Cosas se relacionan con la optimización y automatización de tareas y se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Principales beneficios del uso de Internet de las Cosas

Beneficios	Descripción
Incrementar la productividad	Permite reducir costos, mejorar la provisión de servicios y la atención al cliente, así como agilizar la toma de decisiones.
Impulsar desarrollo de nuevos productos y servicios	Fomenta el desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en el uso de los datos recolectados por los dispositivos de Internet de las Cosas.

⁶³ UIT (2019). *Ciudades inteligentes y sostenibles*.

⁶⁴ UIT (2019). *Ciudades inteligentes y sostenibles*.

⁶⁵ CE (2017). *The making of a smart city: best practices across Europe*. Disponible en: https://smarctcities-infosystem.eu/sites/default/files/document/the_making_of_a_smart_city_-_best_practices_across_europe.pdf

⁶⁶ CE (2017). *The making of a smart city: best practices across Europe*.

⁶⁷ CNN (2019). *Santiago de Chile: La ciudad más inteligente de Latinoamérica*. Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/video/ciudades-inteligentes-santiago-de-chile-buenos-aires-montevideo-rec-vo/>

⁶⁸ Electro industria (2019). *La primera "ciudad inteligente" en Chile*. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2386&edi=122&xit=smartcity-santiago-la-primera-ciudad-inteligente-en-chile>

⁶⁹ Presidencia Municipal de León (2020). *Ciudad Humana e Inteligente*. Disponible en: <https://leon.gob.mx/leon/ciudad-humana-inteligente/ciudad.html>

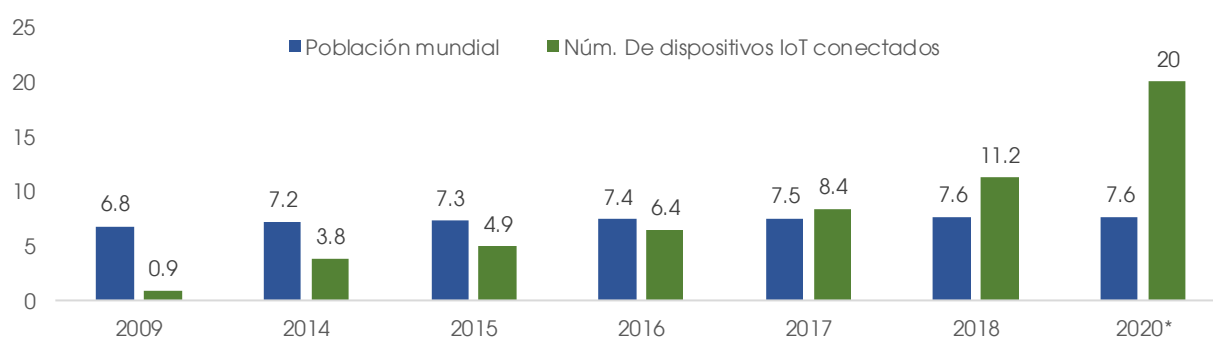
Beneficios	Descripción
Impulsar la automatización	Permite la automatización de diversas actividades, como el manejo de almacenes, el hogar, la agricultura y el transporte.
Optimizar y mejorar la provisión de servicios públicos	Permite a las autoridades públicas realizar sus actividades de forma más eficaz, así como mejorar la medición de la efectividad de diversas políticas y automatizar actividades como la gestión del tráfico, la vigilancia pública y los servicios de emergencias mediante el desarrollo de ciudades inteligentes.
Mejorar la provisión de servicios de salud y prevención de enfermedades	Permite el monitoreo a distancia del estado de salud de pacientes y realizar detecciones oportunas de enfermedades, mediante el empleo de sensores.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE (2016).⁷⁰

En cuanto al impacto económico, por la venta de sensores, Statista estima que los ingresos pasarán de 9.5 mil millones de USD en 2018 a 65.8 mil millones de USD para 2027.⁷¹ Asimismo, Frontier Economics estima que un aumento de 10% en las conexiones máquina a máquina podría conducir a incrementos anuales de alrededor de 0.7% del PIB.⁷²

La relevancia económica de Internet de las Cosas será cada vez mayor conforme se incrementen el número de dispositivos conectados a Internet. Al respecto, GSMA pronostica que para 2025 existirán aproximadamente 25 mil millones de dispositivos conectados a Internet.⁷³ Por su parte, Data Respons reporta que, a partir de 2017, la cantidad de dispositivos conectados superó al total de la población mundial.

Figura 17. Población mundial y número de dispositivos conectados a Internet de las Cosas, nivel mundial (miles de millones)



Fuente: Elaboración propia con información de Data Respons (2018).⁷⁴

* Cifras estimadas.

⁷⁰ OCDE (2016). *The internet of things: seizing the benefits and addressing the challenges*. Disponible en: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/CISP\(2015\)3/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/CISP(2015)3/FINAL&docLanguage=En)

⁷¹ Statista (2020). *Size of the internet of things sensors market worldwide from 2018 to 2017*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/993778/worldwide-internet-of-things-sensors-market-size/>

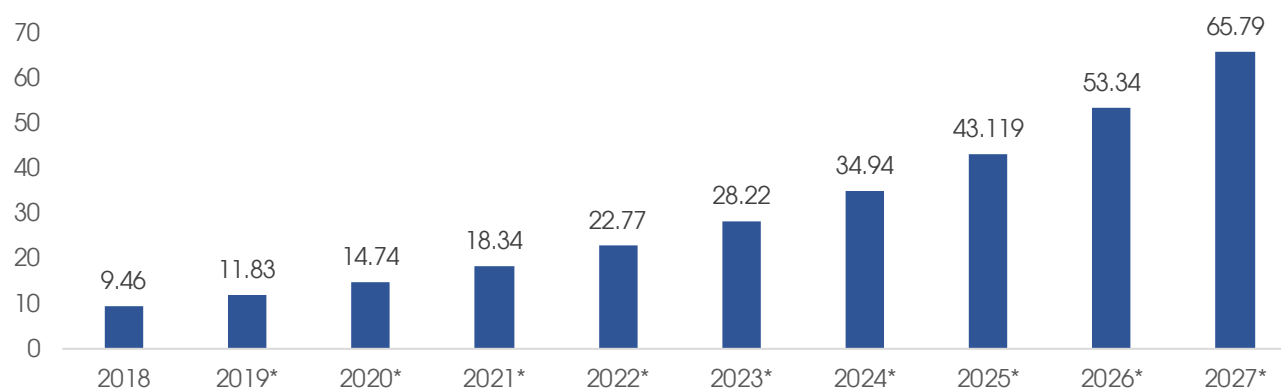
⁷² Frontier Economics (2018). *The economic impact of IoT: putting numbers on a revolutionary technology*. Disponible en: https://www.frontier-economics.com/media/1167/201803_the-economic-impact-of-iot_frontier.pdf

⁷³ GSMA (2019). *The Guide to the Internet of Things*. Disponible en: <https://www.gsma.com/iot/resources/the-gsma-guide-to-the-internet-of-things-2/>

⁷⁴ Data respons (2018). *# of IoT devices surpassed global population*. Disponible en: <https://www.datarespons.com/wp-content/uploads/2018/11/connected-iot-devices.png>

Como se señaló, los sensores son de particular importancia en el Internet de las Cosas, ya que son los que permiten transformar los valores físicos de un objeto o del entorno en información para su respectiva transmisión y procesamiento.⁷⁵ Su relevancia económica se refleja en el valor de los ingresos generados por su venta a través del tiempo, pasando de 9.5 mil millones de USD en 2018 a una cifra estimada de 65.8 mil millones de USD para 2027.

Figura 18. Ingresos de la venta de sensores de Internet de las Cosas, nivel mundial (miles de millones de USD)

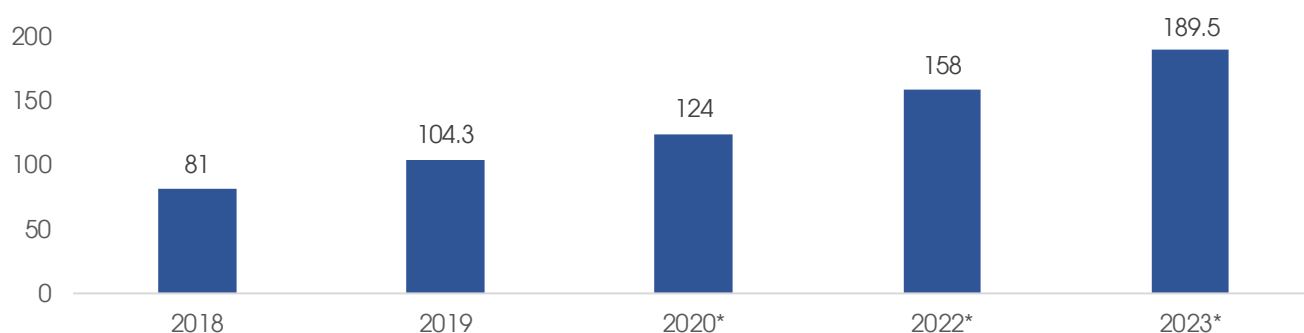


Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).⁷⁶

* Cifras estimadas.

En cuanto a las ciudades inteligentes, Statista estima que la inversión mundial en iniciativas de este tipo alcance 189.5 mil millones de USD en 2023, más del doble que en 2018.

Figura 19. Inversión en iniciativas de ciudades inteligentes, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).⁷⁷

* Cifras estimadas.

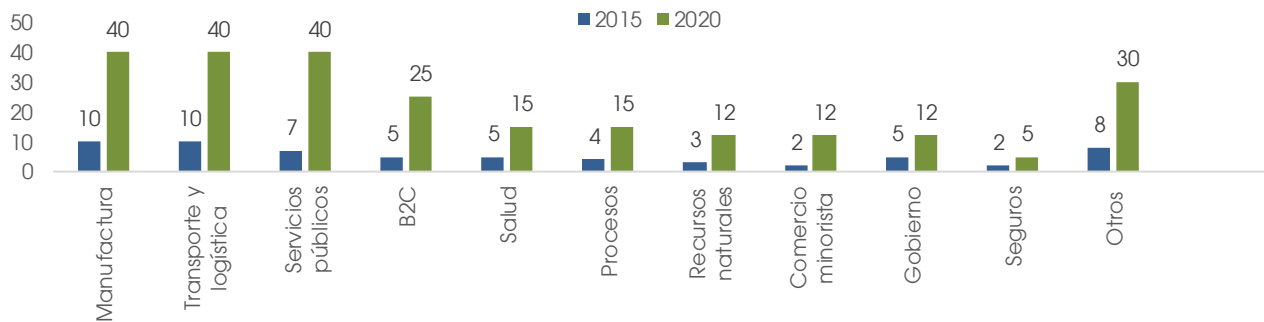
⁷⁵ UIT (2015). *Minimum data set and communication interface requirements for data centre energy management*. Recomendación L.1301. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1301-201505-I/en>

⁷⁶ Statista (2020). *Size of the internet of things sensors market worldwide from 2018 to 2017*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/993778/worldwide-internet-of-things-sensors-market-size/>

⁷⁷ Statista (2020). *Smart city initiative investment worldwide in 2018-2023*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/884092/worldwide-spending-smart-city-initiatives/>

Respecto a los usos y aplicaciones específicos del Internet de las Cosas, se identifica una mayor adopción en los sectores manufacturero, transporte y servicios públicos, reportando cada uno un gasto de 40 mil millones de USD a nivel mundial para 2020.

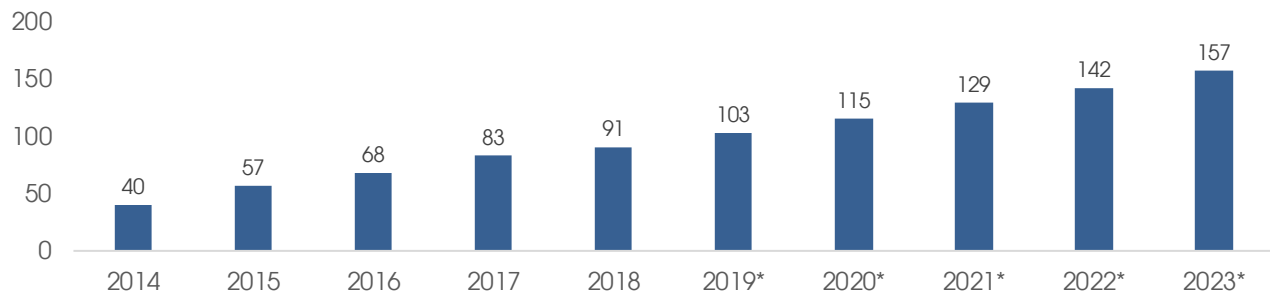
Figura 20. Gasto en Internet de las Cosas por sector, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).⁷⁸

Adicionalmente, destaca el gasto de las personas en sistemas para hogares inteligentes, los cuales involucran desde bocinas y electrodomésticos inteligentes hasta sistemas de seguridad, calefacción o iluminación automática; Statista estima que dicho gasto alcance 157 mil millones de USD a nivel mundial en 2023.

Figura 21. Gasto de los hogares en sistemas domésticos inteligentes, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).⁷⁹

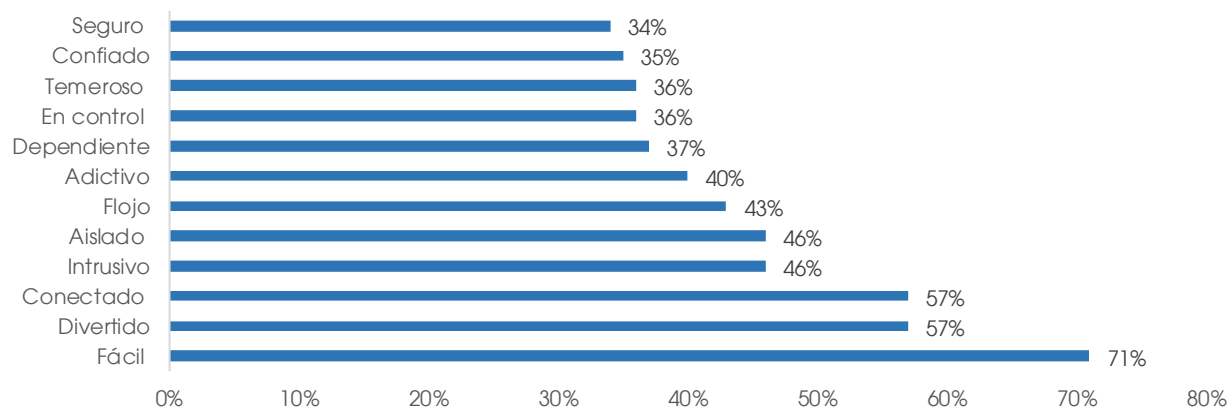
*Cifras estimadas.

Al respecto, una encuesta de Statista sobre la percepción de consumidores que utilizan sistemas domésticos inteligentes, expuso que más de 70% de los encuestados está de acuerdo en que el uso de tecnologías inteligentes en el hogar facilita la vida. Sin embargo, más de 40% de los encuestados también está de acuerdo en que el uso de estas tecnologías inteligentes para el hogar propicia la inactividad y el aislamiento de los individuos.

⁷⁸ Statista (2019). *Spending on Internet of Things worldwide by vertical in 2015 and 2020 (in billion U.S. dollars)*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/666864/iot-spending-by-vertical-worldwide/>

⁷⁹ Statista (2019). *Consumer spending on smart home systems worldwide from 2014 to 2023*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/693303/smart-home-consumer-spending-worldwide/>

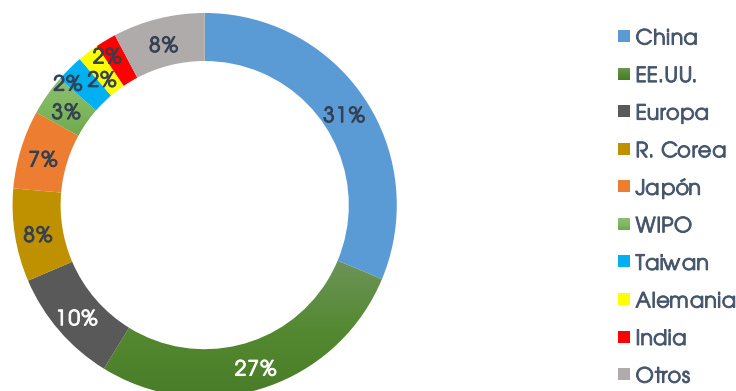
Figura 22. Percepción de los consumidores sobre el uso de sistemas domésticos inteligentes, nivel mundial, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).⁸⁰

Debido a las diversas oportunidades de negocio que ofrece Internet de las Cosas, las empresas invierten de manera importante en investigación y desarrollo. Entre 2005 y 2014, las empresas que ostentaron el mayor número de patentes registradas fueron LG (1,464), Ericsson (1,282), Qualcomm (1,098) y Nokia (539);⁸¹ para 2017, la mayoría de las patentes fueron de Samsung (2,874), Qualcomm (2,709), Intel (1,834), Nokia (1,548), y Huawei (1,425).⁸² Asimismo, en 2017, el país en el que se solicitó el mayor número de patentes de Internet de las Cosas fue China (59,970), seguido por Estados Unidos (58,669) y Europa (18,726), como se observa en la figura siguiente.

Figura 23. Distribución de patentes de Internet de las Cosas por país, 2017



Fuente: Elaboración propia con información de Relecura (2018).⁸³

Nota: WIPO refiere a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, por sus siglas en inglés.

⁸⁰ Statista (2020). *Consumer perceptions of Smart home technology use worldwide as of 2019*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/1075518/smart-home-technology-consumer-perception-worldwide/>

⁸¹ Lexlnnova (2015). *Internet of Things: IoT Day Special Edition*. Disponible en: https://www.wipo.int/edocs/plrdocs/en/lexinnova_plr_internet_of_things.pdf

⁸² Relecura (2018). *IoT Patents Landscape*. Disponible en: <https://relecura.com/2020/02/23/internet-of-things-iot-technology-landscape/>

⁸³ Relecura (2018). *IoT Patents Landscape*.

Finalmente, el Foro Económico Mundial ha señalado que aproximadamente 84% de las implementaciones actuales de Internet de las Cosas están abordando o tienen el potencial de coadyuvar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, generando múltiples beneficios sociales que podrían maximizarse sin comprometer la viabilidad comercial o económica.⁸⁴

3.5. Retos y oportunidades

Las aplicaciones presentadas en la sección anterior denotan la importancia del Internet de las Cosas. No obstante, es importante tomar en cuenta los siguientes retos asociados con su adopción y desarrollo:

- **Protocolo IPv6**, debido a que todo dispositivo de Internet de las Cosas requiere contar con una dirección IP para conectarse a Internet, las cuales son un recurso limitado que se encuentra agotado bajo la actual versión del protocolo de Internet (IPv4).⁸⁵
- **Neutralidad de red**, toda vez que los proveedores de Acceso a Internet requieren realizar una gestión del tráfico de sus redes cuando la capacidad de éstas se encuentra en su límite. Por ello, se requiere claridad en torno a la normatividad aplicable a la neutralidad de red para que los operadores puedan responder de forma adecuada ante el incremento en el volumen de tráfico.
- **Competencia económica**, debido a que los proveedores de dispositivos de Internet de las Cosas pueden impedir la interoperabilidad con los dispositivos y plataformas de sus competidores, a fin de incrementar los costos de cambio de sus usuarios y establecer barreras a la entrada,⁸⁶ o restringir la portabilidad de datos con el mismo objetivo.⁸⁷ La personalización de servicios también podría fomentar la discriminación de precios que podría traducirse en conductas anticompetitivas.⁸⁸
- **Seguridad**. El uso de dispositivos de Internet de las Cosas puede incrementar la exposición de los usuarios a ataques malintencionados, en los cuales se acceda sin autorización a datos, se ataquen otros dispositivos, o se genere una interrupción o colapso del dispositivo vulnerado o de los servicios que se proveen a través de éste.⁸⁹

⁸⁴ Foro Económico Mundial (2019). *Internet of Things Guidelines for Sustainability*. Disponible en: <http://www3.weforum.org/docs/loTGuidelinesforSustainability.pdf>

⁸⁵ UIT (2013). *IPv4 and IPv6 Issues*. World Telecommunication/ICT Policy Forum: Background Series. Disponible en: <https://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/backgrounder-wtpf-13-ipv4-ipv6-en.pdf>

⁸⁶ Internet Society (2017). *La Internet de las cosas-Una breve reseña*.

⁸⁷ Basaure, A. et al. (2019). *Internet of things (IoT) platform competition: Consumer switching versus provider multihoming*. En: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0166497218305303?token=DE9E32AC46A4EFA0A98EA15EC0F92CA9B90B374060AB8DA5C0E50391F955189F60C4DDDEBBDEFB7551FF50BFE1022097>

⁸⁸ Porter, M. y Heppelmann, J. (2014). *How Smart, connected products are transforming competition*. Disponible en: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

⁸⁹ GSMA (2018). *Descripción General de los Lineamientos de Seguridad IoT de la GSMA*. Disponible en: <https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2016/02/CLP.11-v2.0.Spanish.pdf>

En relación con lo anterior, algunos organismos, como la OCDE y la UIT, han publicado documentos en los que se identifican recomendaciones para atenuar los principales riesgos relacionados con Internet de las Cosas, tales como las siguientes:

- Promover la transición al protocolo IPv6.⁹⁰
- Establecer normatividad clara que permita a los proveedores de Acceso a Internet conocer las prácticas permitidas en materia de gestión de redes,⁹¹ así como establecer estándares técnicos y de calidad que maximicen la experiencia del usuario, atendiendo a sus necesidades en cuanto a velocidades de acceso, descarga, etc.
- Apoyar el despliegue de infraestructura y la asignación eficiente del espectro radioeléctrico, con especial énfasis en promover la adopción de tecnologías 5G y fibra óptica, así como facilitar el desarrollo de IXP.⁹²
- En el análisis de competencia, considerar la interoperabilidad entre plataformas y dispositivos, así como la portabilidad de datos para facilitar a los usuarios el cambio entre proveedores.⁹³
- Promover que los proveedores de dispositivos de Internet de las Cosas adopten medidas para mitigar los riesgos de seguridad asociados al empleo de dichos dispositivos, tales como incrementar los controles de acceso de las interfaces, garantizar actualizaciones de los dispositivos y permitir una configuración segura de la red local.⁹⁴

⁹⁰ Al respecto, el Instituto ha publicado un micrositio informativo sobre la transición al IPv6, disponible en <http://ipv6.ift.org.mx/>. Asimismo, el Instituto puso a consulta pública un documento de recomendaciones para fomentar la adopción de IPv6 en México. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/recomendaciones-para-fomentar-la-adopcion-de-ipv6-en-mexico>

⁹¹ El Instituto puso a consulta pública un anteproyecto de Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/consulta-publica-sobre-el-anteproyecto-de-lineamientos-para-la-gestion-de-trafico-y-administracion>

⁹² OCDE (2018). *IOT Measurement and Applications*. OECD Digital Economy Papers, no. 271.

⁹³ OCDE (2018). *IOT Measurement and Applications*. OECD Digital Economy Papers, no. 271.

⁹⁴ CSIRT-CV (2014). *Seguridad en Internet de las cosas*. Disponible en: [http://www.csirtcv.gva.es/sites/all/files/downloads/%5BCSIRT-CV%5D%20Informe-Internet de las Cosas.pdf](http://www.csirtcv.gva.es/sites/all/files/downloads/%5BCSIRT-CV%5D%20Informe-Internet%20de%20las%20cosas.pdf)

4. Inteligencia Artificial

4.1. Definición

La Inteligencia Artificial se puede definir como la capacidad de las máquinas para aprender, ejecutar acciones autónomas, realizar predicciones y tomar decisiones, utilizando algoritmos y procesamiento de datos.⁹⁵

Para describir estas capacidades de las máquinas, se puede decir que los sistemas de Inteligencia Artificial pueden aprender de la experiencia y generar información o conocimiento a través de la observación de su entorno; son autónomos porque pueden operar en un entorno cambiante sin la intervención humana;⁹⁶ pueden realizar inferencias o predicciones con base en la información que perciben a través de los sensores u otros medios;⁹⁷ y que pueden tomar decisiones sin seguir un conjunto predeterminado de instrucciones, con base en la información disponible.⁹⁸

La Inteligencia Artificial se ha desarrollado desde hace décadas, pero ha sido recientemente cuando ha experimentado un gran auge que puede explicarse por 3 factores:⁹⁹

- a) **Aumento en la escala, disponibilidad y variedad de datos.** La Inteligencia Artificial requiere de los datos como insumo indispensable y, gracias a la creciente adopción del Acceso a Internet, ha sido posible recolectar volúmenes de datos sin precedentes, relacionados con casi cualquier actividad humana, por ejemplo: hábitos de transporte, perfiles de salud, preferencias de entretenimiento, entre muchos otros. Esta disponibilidad masiva de datos generó las condiciones para que la Inteligencia Artificial evolucionara significativamente en las últimas décadas, y se espera que sus aplicaciones se intensifiquen en la medida en que se incremente la conexión de sensores y objetos en hogares, comercios y ciudades enteras.¹⁰⁰

⁹⁵ La CE define a la IA como: “Una colección de tecnologías que combinan datos, algoritmos y poder computacional” y “un término genérico que refiere a cualquier máquina o algoritmo que es capaz de observar su entorno, aprender y con base en el conocimiento o experiencia adquirido, realizar acciones inteligentes o proponer decisiones”. CE (2020). *White paper on artificial intelligence: An European approach to excellence and trust*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf y CE (2018). *Artificial Intelligence: a european perspective*. Disponible en: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113826/ai-flagship-report-online.pdf>

Por su parte, la OCDE define la Inteligencia Artificial como “Un sistema basado en máquinas que puede, para un conjunto de objetivos definidos por un humano, realizar predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen a un entorno real o virtual. Emplea entradas generadas por máquinas o personas, al percibir entornos reales o virtuales; abstraer percepciones a través de modelos (de una forma automatizada mediante aprendizaje automático o manualmente); y emplea la inferencia del modelo para formular opciones para la información o la acción. Los sistemas basados en tecnologías de IA son diseñados para operar con diversos niveles de autonomía.” OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/eedfee77-en.pdf>

⁹⁶ UIT (2018). *Artificial Intelligence (AI) for Development Series, Introductory module*. Disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2018/documents/AISeries_IntroductoryModule_GSR18.pdf

⁹⁷ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

⁹⁸ CE (2020). *WHITE PAPER: On Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust*.

⁹⁹ Congressional Research Service (2019). *Artificial Intelligence and National Security*.

¹⁰⁰ OCDE (2015). *Data-driven Innovation for Growth and Well-being*. INTERIM SYNTHESIS REPORT.

- b) **Mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de las computadoras.** Se ha incrementado de forma sostenida la capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos de las computadoras, servidores, centros de datos, e incluso de los dispositivos terminales: tabletas, computadoras, teléfonos inteligentes, pantallas, entre otros.
- c) **Desarrollo y aplicación de algoritmos.** Se han desarrollado de manera importante algoritmos para el análisis de grandes volúmenes de datos que son importantes para diversas aplicaciones de Inteligencia Artificial.

Generalmente, la Inteligencia Artificial permite configurar sistemas formados por un conjunto de elementos que desempeñan determinadas funciones, incluyendo la interacción con el entorno. Cuando se aplica la Inteligencia Artificial para desempeñar determinadas funciones, se dice que se está frente a un **sistema de Inteligencia Artificial**. Por ejemplo, el asistente virtual¹⁰¹ de Amazon denominado “Alexa” se considera un sistema de Inteligencia Artificial, porque incluye diversos elementos como micrófonos, bocinas y sensores que, acoplados a un modelo de Inteligencia Artificial (que incluye algoritmos o modelos matemáticos), pueden procesar el lenguaje humano y desempeñar funciones de un asistente.

A un sistema de Inteligencia Artificial también se le denomina “**agente**” y puede adoptar cualquier forma; por ejemplo, puede tener forma de una bocina como “Alexa”, forma humana o antropomórfica como el robot “Sophia”,¹⁰² replicar formas orgánicas o animales como el robot cuadrúpedo “Spot”¹⁰³ o presentarse como un software de chat (chatbot) de servicio a clientes.

Los sistemas de Inteligencia Artificial o agentes, generalmente, requieren de tres principales elementos que se describen a continuación:¹⁰⁴

- **Datos.** Proporcionan insumos a los sistemas de Inteligencia Artificial, y provienen de diversas fuentes, como sensores o dispositivos terminales (ej. computadoras y teléfonos).
- **Lógica operacional de Inteligencia Artificial.** Constituye el componente más importante del sistema de Inteligencia Artificial, pues incluye modelos y algoritmos que permiten reconocer e interpretar el entorno en el cual se generaron los datos y, en consecuencia, determinar las decisiones correspondientes que ejecuta el sistema.
- **Actores.** Ejecutan las decisiones determinadas por la lógica operacional de Inteligencia Artificial, de modo que permiten al sistema de Inteligencia Artificial reaccionar al entorno en el que se encuentra.

¹⁰¹ Un asistente virtual permite responder a comandos de voz y realizar diversas actividades como automatizar tareas que ayudan a la gestión del hogar o la atención a clientes. Valois, M.A. (2019). *Alexa y Siri: ¿Sabes qué es un asistente virtual inteligente?* Disponible en: <https://www.hostgator.mx/blog/alexa-siri-asistente-virtual-inteligente/>

¹⁰² Sophia es un robot desarrollado por la empresa Hanson Robotics. Disponible en: <https://www.hansonrobotics.com/sophia/>

¹⁰³ Spot es desarrollado para su venta a empresas por Boston Dynamics. Disponible en <https://www.bostondynamics.com/spot>

¹⁰⁴ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

Un vehículo de conducción autónoma es un sistema de Inteligencia Artificial que ayuda a ejemplificar los elementos anteriores, el cual incluye:

- i) Sensores, que generan datos y permiten detectar personas u objetos en el camino,
- ii) Algoritmos, que procesan los datos o información recopilada por los sensores y permiten tomar decisiones y determinar el comportamiento del sistema,
- iii) Actuadores, que ejecutan la decisión del algoritmo en una acción concreta, tales como detener, girar o acelerar el vehículo.

Como ejemplo, en el caso del vehículo autónomo, si los sensores que recolectan información del entorno detectan que una persona cruza la calle, transmiten esta información empleando una red interna o privada que los conecta con el procesador que ejecuta la lógica operacional del sistema de Inteligencia Artificial, éste recibe la información, la procesa y toma la decisión de frenar, por lo que emite dicha instrucción a través de la red para que los actuadores finalmente ejecuten la acción de frenado del automóvil.

Adicionalmente, el sistema de Inteligencia Artificial también se puede conectar o comunicar con otros servidores o sistemas de Inteligencia Artificial, para obtener información a través de una red privada física o virtual (*Virtual Private Network*, en inglés). De esta forma, en el caso del vehículo autónomo, este puede enlazarse con servicios de nube para descargar mapas, rutas e información de los pronósticos del clima.

4.2. Clasificación de la Inteligencia Artificial

Existen múltiples métodos, técnicas y herramientas para desarrollar sistemas de Inteligencia Artificial y pueden clasificarse de manera general como se presenta a continuación.

Figura 24. Clasificación de la Inteligencia Artificial



Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2018).¹⁰⁵

Nota: Esta figura es para fines ilustrativos, ya que las fronteras entre las diversas tecnologías de Inteligencia Artificial no suelen ser estrictas, debido a que algunos sistemas de Inteligencia Artificial pueden combinar dos o más de las categorías.

¹⁰⁵ UIT (2018). *Artificial Intelligence (AI) for Development Series, Introductory module*. Disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2018/documents/AISeries_IntroductoryModule_GSR18.pdf

La **visión computacional** (*computer vision*, en inglés) se refiere a la capacidad de una máquina para interpretar imágenes y extraer conocimiento de ellas, mediante el análisis de características como patrones, forma, volumen, color, etcétera.¹⁰⁶ La visión computacional surgió empleando algoritmos especializados que resaltaban siluetas para inferir la estructura tridimensional de un objeto, dichos algoritmos han evolucionado en el tiempo para interpretar imágenes más complejas.¹⁰⁷

Por su parte, los **sistemas expertos** permiten solucionar problemas concretos a partir de la consulta de conocimientos específicos en un campo determinado, simulando el comportamiento y razonamiento humano,¹⁰⁸ y se caracterizan por emplear un esquema predefinido de reglas para procesar un conjunto de información estructurada y acotada.¹⁰⁹

Respecto al **procesamiento de lenguaje natural** (*natural language processing*, en inglés), se puede señalar que es la capacidad de un sistema para comprender el significado de un texto al identificar estructuras lógicas mediante técnicas como la simbolización y el análisis sintáctico.¹¹⁰ Este último enfoque inició recurriendo al empleo de reglas predefinidas por los lingüistas, aunque después tuvo una reorientación hacia un enfoque estadístico.¹¹¹

En contraste con los enfoques anteriores, existe una modalidad de Inteligencia Artificial que funciona mediante el **aprendizaje automático** (*machine learning*, en inglés), el cual basa su funcionamiento en el uso de grandes cantidades de datos para entrenar a sus algoritmos.¹¹² Basados en la forma de presentar los datos, los algoritmos o modelos de aprendizaje automático se suelen clasificar en aprendizaje supervisado y no supervisado:

- **Aprendizaje supervisado**, en el que el programador actúa como supervisor y puede ingresar un conjunto de datos de entrenamiento al sistema, en donde ya están etiquetadas las respuestas correctas que ayuden al algoritmo a distinguir los patrones relevantes. Por ejemplo, un sistema al que se le presentan imágenes de gatos; el sistema se va entrenando para identificar que los gatos tienen cuatro patas, orejas en forma de triángulo, entre otros patrones; esto le permite ir aprendiendo y eventualmente decidir si hay un gato o no cuando se le presente una nueva imagen, y
- **Aprendizaje no supervisado**, el cual está orientado a descubrir patrones, pero no dispone de datos etiquetados con respuestas correctas, sino que busca descubrir la estructura de los datos y encontrar patrones para agrupar los elementos, es decir, ordena grupos con características similares sin tener una clasificación predeterminada.

¹⁰⁶ Murphy, R. (2000). *Introduction to AI robotics*. Massachusetts Institute of Technology.

¹⁰⁷ Szeliski, R. (2010). *Computer vision: algorithms and applications*. Springer.

¹⁰⁸ Brown, C. y O'Leary, D. (1995). *Introduction to artificial Intelligence and Expert Systems*. Disponible en: https://msbfile03.usc.edu/digitalmeasures/doleary/intellcont/Brown-Oleary-es_tutor-1.htm

¹⁰⁹ Council, G. (2019). *Machine Learning AI vs Expert Systems AI | Why It's Better*. Disponible en: <https://www.parascript.com/blog/machine-learning-ai-vs-expert-systems-ai/>

¹¹⁰ UIT (2018). *Artificial Intelligence (AI) for Development Series, Introductory module*.

¹¹¹ Nadkarni, P. et al. (2011). *Natural language processing: an introduction*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3168328/>

¹¹² OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

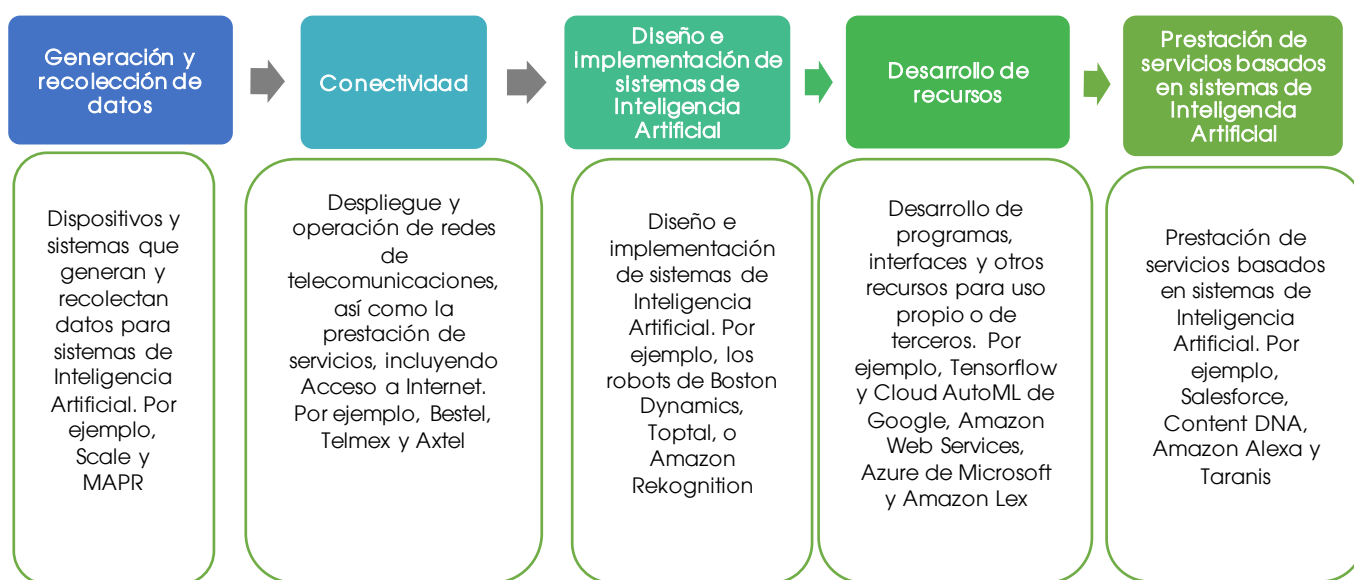
Dentro de la modalidad de aprendizaje automático, destaca aquella denominada **aprendizaje profundo** (*deep learning*, en inglés), que emplea algoritmos organizados en capas con mayor profundidad, es decir, un mayor número de capas donde cada una de ellas trabaja con el resultado generado por la capa anterior. En cada capa se lleva a cabo un procesamiento no lineal que extrae características de los datos y los transforma en diferentes niveles de abstracción. Todas estas capas constituyen una **red neuronal artificial** que simula un proceso distribuido para la solución de problemas, y funciona de una forma similar al sistema nervioso biológico en el que se generan múltiples conexiones.¹¹³

En el aprendizaje profundo, al utilizar redes neuronales profundas, las operaciones que se ejecutan no son necesariamente interpretables y por ello se dice que dicha parte del proceso constituye una “caja negra”. Por ejemplo, un sistema de Inteligencia Artificial que permita identificar la población objetivo de un programa social del gobierno, para lo cual se incorporan datos masivos con variables socioeconómicas, demográficas, entre muchas otras, todo ello con la finalidad de generar múltiples capas que puedan analizar la información realizando conexiones entre ellas. El sistema podría arrojar un resultado razonablemente bueno, pero no hay total transparencia respecto a las operaciones que se ejecutaron en el proceso que permitió llegar a ese resultado.

4.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones

La cadena de valor de la Inteligencia Artificial se puede resumir en 5 grandes eslabones, los cuales pueden incluir diversos modelos de negocio, como se muestra a continuación.

Figura 25. Cadena de valor y modelos de negocio relacionados con Inteligencia Artificial



Fuente: Elaboración propia.

¹¹³ World Wide Web Foundation (2017). *Artificial Intelligence: The road ahead in Low and Middle-Income Countries*. Disponible en: https://webfoundation.org/docs/2017/07/AI_Report_WF.pdf

A continuación, se presentan algunas aplicaciones y servicios (actuales o potenciales) específicos basados en Inteligencia Artificial que se utilizan o pueden utilizar en diversos sectores económicos.

Cuadro 7. Aplicaciones y servicios basados en Inteligencia Artificial

Aplicaciones y servicios	Descripción
Gestión automatizada	Gestión automatizada para la toma de decisiones de forma más rápida y efectiva mediante la combinación de datos en tiempo real e históricos. Por ejemplo, en telecomunicaciones, para la automatización de las funciones en la red, previniendo y reparando de manera automática las fallas y, en última instancia, evitando afectaciones a usuarios; ¹¹⁴ en finanzas, para reducir el tiempo necesario para la verificación de transacciones y la interpretación de documentos reglamentarios y reglas de cumplimiento de manera automatizada; en salud, podría contarse con un “sistema de salud de aprendizaje” que puede incorporar de forma continua datos de investigadores, proveedores y pacientes; y en derecho penal, para la determinación de fianzas u otras condiciones para la liberación y la elegibilidad de libertad condicional.
Atención a clientes	Prestación de servicios de atención al cliente automatizada 24/7, reduciendo costos y mejorando la eficiencia.
Vehículos autónomos	Vehículos de conducción autónoma a través de inteligencia artificial.
Robots	Uso de robots en actividades productivas, los cuales a través de cámaras y sensores pueden automatizar y optimizar los procesos relacionados con, por ejemplo, los cultivos agrícolas, el ensamblaje en la industria automotriz, y el apoyo en la toma de decisiones clínicas en el sector salud, así como el soporte para llevar a cabo determinadas cirugías a distancia.
Pronóstico	Identificación de patrones para realizar predicciones sobre, por ejemplo, dónde es probable que ocurran delitos y qué individuos o grupos tienen más probabilidades de estar involucrados en delitos.
Seguridad	Aplicaciones para la detección de anomalías, automatización de operaciones de seguridad y detección de amenazas. Cámaras inteligentes y técnicas de reconocimiento facial para ofrecer soluciones frente a fraudes, robos y violencia.
Educación	Capacitación y educación a personas con discapacidades. A medida que se desarrolla la realidad virtual y la realidad aumentada, la Inteligencia Artificial ayuda a su interactividad y a presentar un contenido más atractivo e intuitivo.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE (2019)¹¹⁵ e IDC (2019)¹¹⁶.

4.4. Impacto económico

Los principales beneficios del uso de la Inteligencia Artificial están relacionados con la automatización de procesos, el análisis de datos, la elaboración de pronósticos y el apoyo en la toma de decisiones, como se resumen en el cuadro siguiente.

¹¹⁴ Marr, B. (2019). *The amazing ways telecom companies use artificial intelligence and machine learning*. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/09/02/the-amazing-ways-telecom-companies-use-artificial-intelligence-and-machine-learning/#556d73df4cf6> e IDC (2019). *Artificial Intelligence in Telecommunications*. Disponible en: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P38627

¹¹⁵ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

¹¹⁶ IDC. *Artificial Intelligence in Telecommunications*.

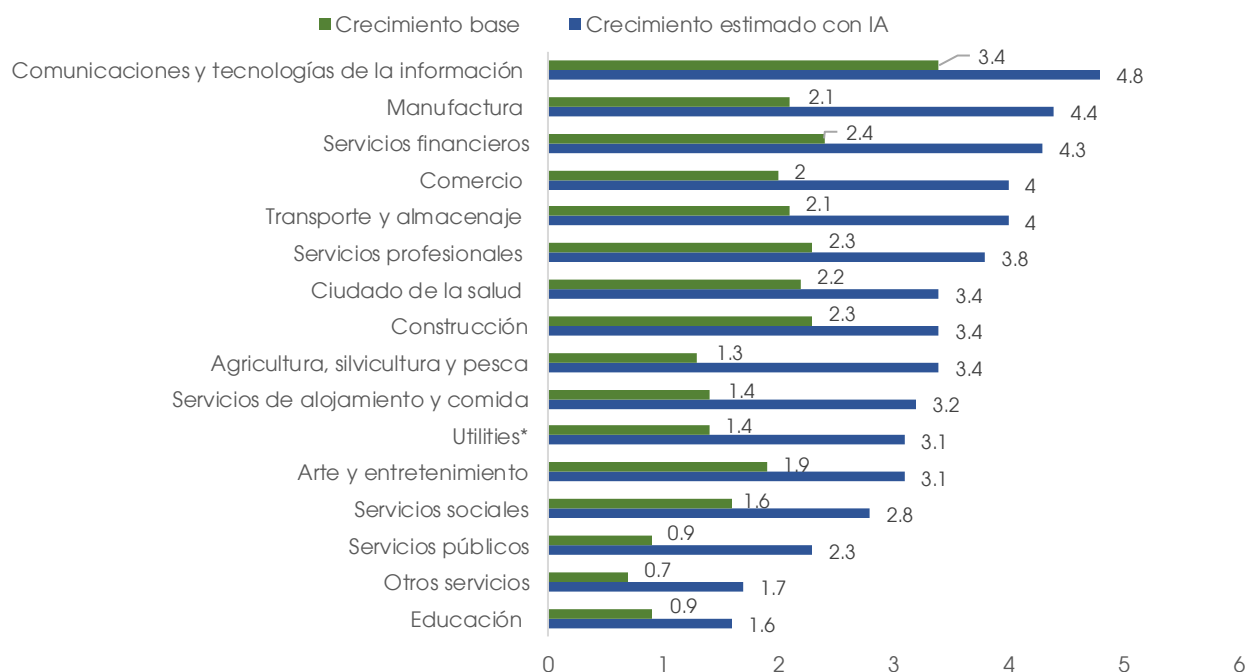
Cuadro 8. Principales beneficios del uso de Inteligencia Artificial

Beneficios	Descripción
Apoyar en actividades humanas	Permite ayudar a los humanos en múltiples campos de actividad y ampliar los límites de sus conocimientos y habilidades.
Apoyar en toma de decisiones	Permite emplear la información del entorno para colaborar o sustituir a los humanos en la toma de decisiones.
Mejorar la seguridad	Habilita agentes autónomos que ejecutan actividades con menos errores humanos que ocasionan accidentes y otras consecuencias no deseables.
Mejorar la Interacción, comunicación y aprendizaje	Permite impulsar la interacción virtual entre personas, empresas y gobiernos, respondiendo a las necesidades específicas de cada grupo.
Incrementar la productividad	Permite mejorar la eficiencia de procesos, ahorrar costos y generar una mejor asignación de recursos.

Fuente: Elaboración propia con información de CE (2018)¹¹⁷ y OCDE (2019).¹¹⁸

Estos beneficios se reflejan en el crecimiento del PIB en diversos sectores; Statista estima que para 2035 la Inteligencia Artificial tendrá el potencial de añadir 1.7 puntos porcentuales a la tasa anual de crecimiento del PIB global, con un mayor impacto en los sectores de comunicaciones y tecnologías de la información, manufactura y servicios financieros.

Figura 26. Crecimiento con y sin Inteligencia Artificial, 16 sectores, para 2035



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2018).¹¹⁹

Nota: * *Utilities* refiere a aquellas compañías que pertenecen al sector energético y de servicios colectivos que prestan servicios de los cuales no se puede prescindir (electricidad, gas, agua, etc.).

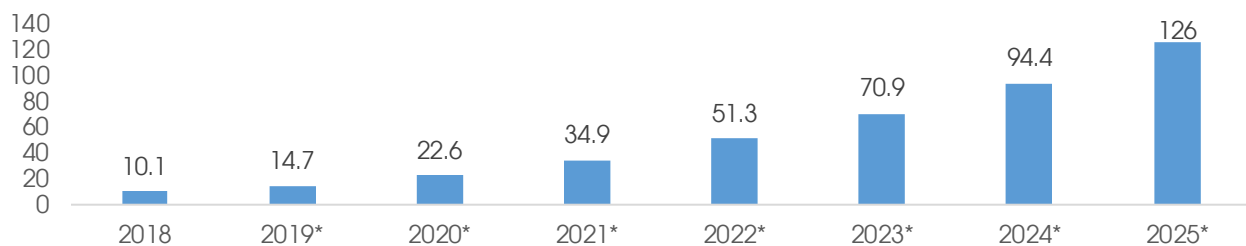
¹¹⁷ CE (2018). *Artificial intelligence, real benefits*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/artificial-intelligence-real-benefits>

¹¹⁸ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

¹¹⁹ Statista (2019). *In-depth: Artificial Intelligence 2019*. Disponible en: <https://people.stfx.ca/x2011/x2011aqi/School/2018-2019/Winter/BSAD%20471%20-%20Strat/Case/AI%20statista.pdf>

Además, se espera un crecimiento sostenido de los ingresos generados por las actividades relacionadas con despliegue de sistemas de Inteligencia Artificial, redes neuronales, aplicaciones de seguridad, reconocimiento de voz, análisis de vídeo, procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de imágenes, entre otros. Al respecto, Statista estima que las aplicaciones relacionadas con software para Inteligencia Artificial tendrán ingresos de 126 mil millones de USD en 2025, mientras que en 2018 apenas alcanzaban 10.

Figura 27. Ingresos de software para Inteligencia Artificial, nivel mundial (miles de millones de USD)

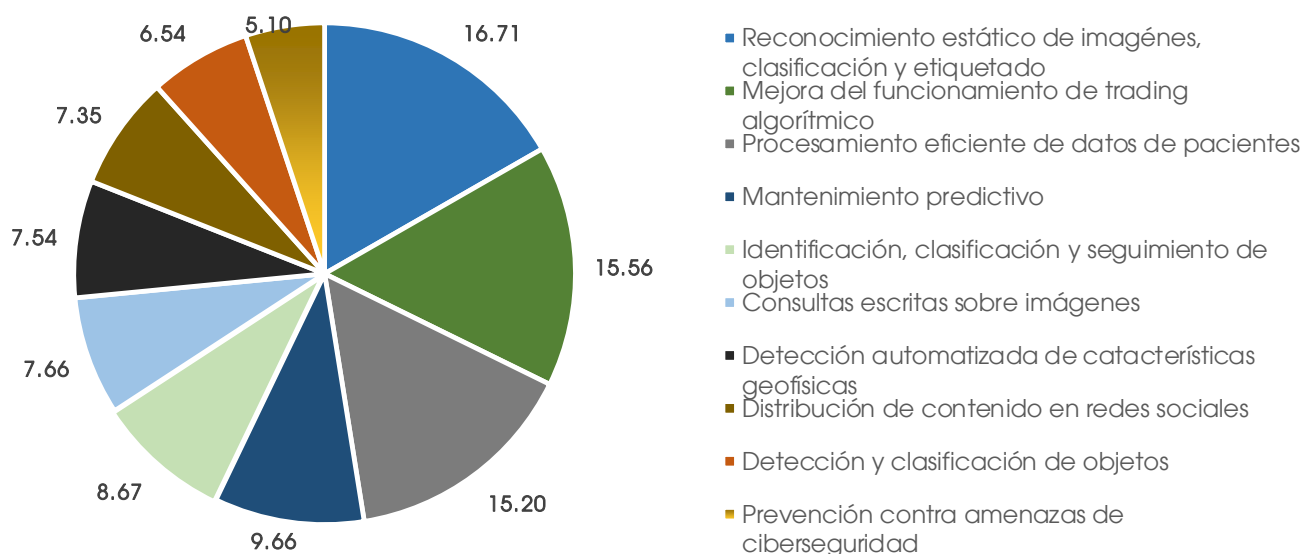


Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).¹²⁰

*Cifras estimadas.

En términos de los ingresos generados, destacan tres aplicaciones debido a su creciente adopción: reconocimiento estático de imágenes, “trading” algorítmico en el sector financiero y análisis de datos en el sector salud; estas tres aplicaciones, en conjunto, podrían representar casi 50% de los ingresos de Inteligencia Artificial para el período 2016-2025.

Figura 28. Aportación a los ingresos de Inteligencia Artificial, por aplicación, en 2016-2025 (%)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).¹²¹

¹²⁰ Statista (2020). Revenues from the artificial intelligence (AI) software market worldwide from 2018 to 2025. Disponible en <https://www.statista.com/statistics/607716/worldwide-artificial-intelligence-market-revenues/>.

¹²¹ Statista (2017). Las aplicaciones más rentables de la inteligencia artificial... Disponible en: <https://es.statista.com/grafico/9437/las-aplicaciones-mas-rentables-de-la-inteligencia-artificial/>

En términos del gasto proyectado en Inteligencia Artificial a nivel mundial por sector, se observa que algunos sectores han sido más proclives a canalizar recursos en Inteligencia Artificial; destaca el sector financiero con un nivel de gasto de 11 mil millones de USD para 2020 y el sector público con 10 mil millones de USD en el mismo año.

Figura 29. Gasto proyectado en Inteligencia Artificial por sector, nivel mundial, 2020 (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2018).¹²²

Por su parte, Deloitte estima que para 2021 la inversión en el desarrollo de Inteligencia Artificial será de 57.6 mil millones de USD, monto que equivale a casi 6 veces el observado en 2017.¹²³

En cuanto al destino del financiamiento, como se observa en la siguiente figura, en 2018, los recursos se destinaron principalmente al desarrollo de aplicaciones y plataformas de aprendizaje automático, así como plataformas de visión computacional y robots.

Figura 30. Financiamiento en Inteligencia Artificial, por categoría, nivel mundial, 2018 (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2018).¹²⁴

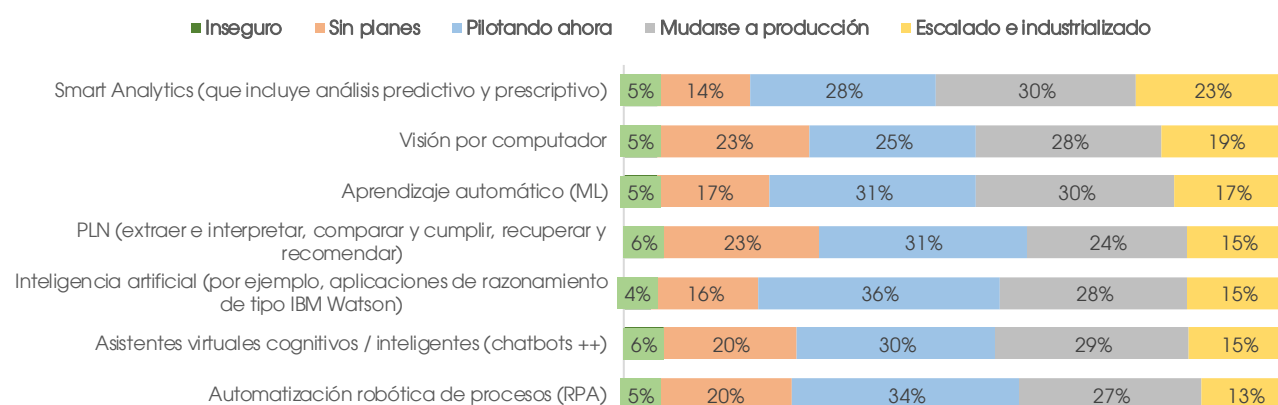
¹²² Statista (2018), *Artificial Intelligence (AI). Statista DossierPlus on the current state of artificial intelligence (AI) and its future development*. Disponible en: <https://www.statista.com/study/59297/artificial-intelligence-ai/>

¹²³ Deloitte (2017), *Machine learning: things are getting intense*. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Images/infographics/technologymediatelecommunications/gx-deloitte-tmt-2018-intense-machine-learning-report.pdf>

¹²⁴ Statista (2018), *Artificial Intelligence (AI). Statista DossierPlus on the current state of artificial intelligence (AI) and its future development*. Disponible en: <https://www.statista.com/study/59297/artificial-intelligence-ai/>

Respecto a la adopción de sistemas o aplicaciones de Inteligencia Artificial como una ventaja competitiva, una encuesta a directivos de empresas globales realizada en 2018 identificó que entre 60% y 80% ya se encontraban en una adopción incipiente o avanzada de alguna aplicación de Inteligencia Artificial.

Figura 31. Planes de adopción de aplicaciones de Inteligencia Artificial, 2018 (porcentaje)

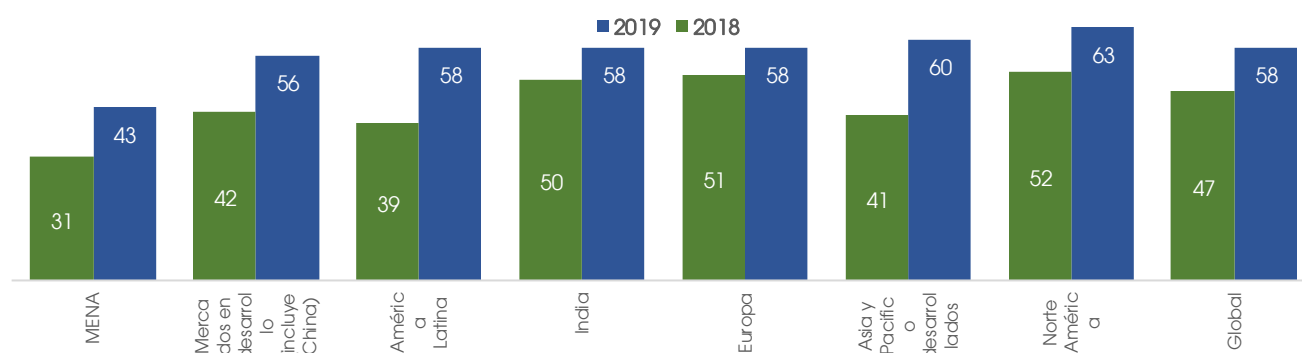


Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2018).¹²⁵

Nota: 590 encuestados, incluidos 100 CEO.

En el mismo sentido, de acuerdo con una encuesta realizada por McKinsey & Company, 58% de los encuestados en 2019 informaron que sus empresas estaban utilizando Inteligencia Artificial para desempeñar alguna función o aprovechando sus beneficios en al menos una unidad de negocio, en comparación con 47% del año anterior.¹²⁶

Figura 32. Empresas que utilizan Inteligencia Artificial en al menos una función o unidad de negocio (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con información de McKinsey & Company (2019).¹²⁷

Nota: Medio Oriente y Norte de África (MENA, por sus siglas en inglés).

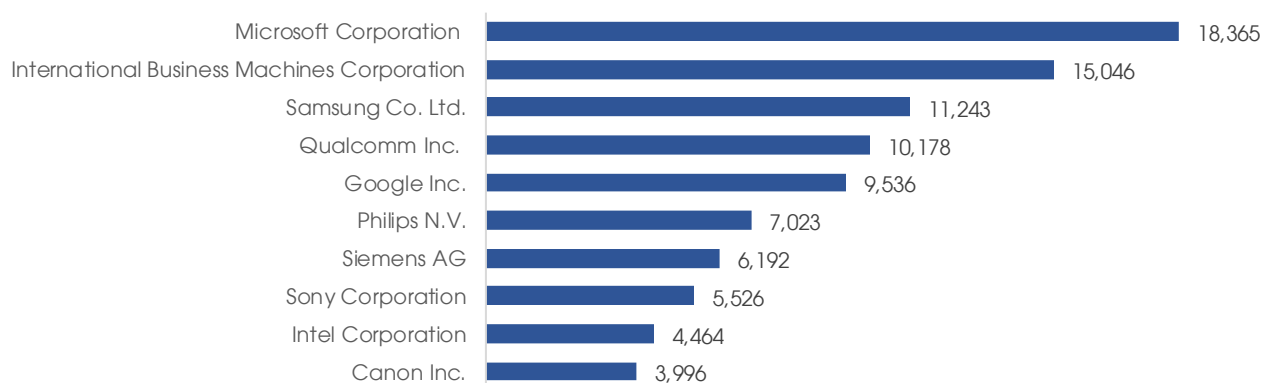
¹²⁵ Statista (2018). *Artificial Intelligence (AI). Statista Dossier Plus on the current state of artificial intelligence (AI) and its future development.*

¹²⁶ McKinsey & Company (2019). *Global AI Survey: AI proves its worth, but few scale impact.* Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/global-ai-survey-ai-proves-its-worth-but-few-scale-impact>

¹²⁷ McKinsey & Company (2019). *Global AI Survey: AI proves its worth, but few scale impact.*

Es importante destacar que una parte de los recursos de las organizaciones se ha orientado a desarrollar sistemas o aplicaciones de Inteligencia Artificial para generar mayor valor en sus procesos e incrementar su productividad. Es por ello que una parte de las inversiones se ha canalizado a procesos de investigación y desarrollo, a partir de lo cual se han generado miles de patentes relacionadas con sistemas o aplicaciones de Inteligencia Artificial. Por ejemplo, a marzo de 2019, Microsoft Corporation tenía más de 18 mil solicitudes de patentes relacionadas con Inteligencia Artificial.

Figura 33. Solicitudes de patentes de Inteligencia Artificial, por empresa, de 2018 a 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2018).¹²⁸

4.5. Retos y oportunidades

Si bien la Inteligencia Artificial y los sistemas de Inteligencia Artificial tienen grandes beneficios como los que se han señalado, también es cierto que existen algunos retos asociados con su adopción y desarrollo, como los siguientes:

- **Transparencia**, debido a que algunos sistemas de Inteligencia Artificial, como los relacionados con el aprendizaje profundo, podrían tomar decisiones controvertidas que impliquen algún tipo de discriminación o impacten sobre la vida de las personas, sin que sea totalmente claro (aún para sus desarrolladores) el proceso mediante el cual el sistema de Inteligencia Artificial tomó dicha decisión.¹²⁹
- **Privacidad**, debido a la capacidad de los sistemas de Inteligencia Artificial de inferir sobre información de los individuos que podría ser sensible y que podría permitir su identificación. Adicionalmente, diversas técnicas de aprendizaje automático requieren de grandes cantidades de datos para poder entrenarse y operar, generando con ello incentivos para una recolección excesiva de datos de los usuarios.¹³⁰

¹²⁸ Statista (2020). *Number of AI patent applications worldwide 2019, by company*. Disponible en <https://www.statista.com/statistics/1007919/number-of-ai-patents-worldwide-by-company/>

¹²⁹ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

¹³⁰ OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

- **Competencia económica**, debido a la relevancia de los datos y algoritmos para el funcionamiento de ciertos sistemas de Inteligencia Artificial, de modo que quienes dispongan de los mayores volúmenes de datos y concentren el desarrollo de algoritmos, podrían tener ventajas frente a sus competidores e incentivos para incurrir en prácticas anticompetitivas.¹³¹
- **Seguridad y ciberseguridad**, debido a que la operación y toma de decisiones de algunos sistemas de Inteligencia Artificial podría alterarse mediante el ingreso de datos por parte de delincuentes informáticos.¹³²
- **Derechos humanos y responsabilidades**, debido a que los sistemas de Inteligencia Artificial pueden realizar acciones que discriminen o perjudiquen a terceros y/o violen los derechos humanos, sin que se identifique de forma clara a la persona responsable por los daños y su grado de responsabilidad.¹³³ Por ejemplo, si un vehículo autónomo arrolla a un peatón, ¿tiene responsabilidad el dueño del vehículo o el desarrollador del sistema de Inteligencia Artificial del vehículo?

Por lo anterior, la OCDE ha propuesto un conjunto de principios, a fin de mitigar los riesgos asociados con la Inteligencia Artificial, entre ellos:¹³⁴

- Procurar que los sistemas de Inteligencia Artificial respeten el estado de derecho, los derechos humanos, la ética, los valores democráticos y la diversidad, debiendo incluir las salvaguardas apropiadas (por ejemplo, facilitando la intervención humana donde sea necesario) para garantizar una sociedad justa.
- Asegurar la transparencia y divulgación responsable para garantizar que las personas comprendan y puedan confrontar los resultados basados en Inteligencia Artificial.
- Promover un ecosistema de Inteligencia Artificial mediante el despliegue de infraestructura, así como esquemas para la compartición de datos.
- En el análisis de competencia, considerar la concentración de datos y algoritmos como un posible mecanismo para desplazar a competidores.¹³⁵

¹³¹ Kaplan, A. y Haelelin, M. (2019). *Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681319301260#bib10>

¹³² OCDE (2019). *Artificial Intelligence in Society*.

¹³³ Kaplan, A. y Haelelin, M. (2019). *Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence*.

¹³⁴ OCDE (2019). *OECD Principles on AI*. Disponible en: <https://www.oecd.org/go/ing-digital/ai/principles/>

¹³⁵ Anderson, J. (2020). *Do AI markets create competition policy concerns?* Disponible en: <https://www.bruegel.org/2020/01/do-ai-markets-create-competition-policy-concerns/>

5. Blockchain

5.1. Definición

Blockchain es una tecnología de registro distribuido¹³⁶ con información digital de transacciones, que emplea una cadena de bloques con datos e información encriptada y recurre a mecanismos de validación descentralizada para evitar su manipulación.¹³⁷

La naturaleza de registro distribuido entre los nodos que pertenecen a la red del Blockchain, donde cada nodo puede ser un dispositivo (computadora o *smartphone*), así como los mecanismos para validar la información de las transacciones y el proceso para incorporar nuevos bloques a la cadena, permite llevar a cabo transacciones de forma confiable. En este sentido, Blockchain es un registro distribuido que, a diferencia de los registros tradicionales centralizados (e.g. el registro civil, el registro público de la propiedad, la banca comercial que administra un registro de operaciones financieras y el registro de administración tributaria que almacena información de contribuyentes), puede prescindir de una autoridad central o intermediario, y aun así generar un historial confiable de las transacciones debido a la existencia de mecanismos de validación.

Una red de Blockchain agrupa la información de múltiples transacciones que se llevan a cabo a través del tiempo en un formato denominado bloque, que se concatena con otros bloques para formar una cadena; los bloques son ordenados cronológicamente; y cada uno incluye un listado de transacciones que se etiqueta con una clave criptográfica denominada *hash*.¹³⁸

Los bloques son archivos en los que se registra información de forma definitiva sobre las operaciones o transacciones ejecutadas al interior de la red de Blockchain. Cada vez que se ejecutan transacciones válidas, la información sobre éstas se incluye en un nuevo bloque que se va agregando al final de la cadena de bloques. Este nuevo bloque contiene la información de todo lo sucedido en los bloques anteriores y, una vez agregado a la cadena, ya no se puede modificar.

¹³⁶ Blockchain se puede considerar como un caso particular de las denominadas "tecnologías de registro distribuido" (*Distributed Ledger Technology*, en inglés).

¹³⁷ UIT define Blockchain como: "a type of distributed ledger which is composed of digitally recorded data arranged as a successively growing chain of blocks with each block cryptographically linked and hardened against tampering and revision." UIT (2019). *Technical Specification FG DLT D1.1: Distributed ledger technology terms and definitions*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>

Por su parte, el BID define Blockchain como: "registro de información distribuido tipo P2P (Peer-to-Peer) en donde los diferentes participantes no tienen por qué confiar los unos en los otros, puesto que hay un protocolo de consenso que garantiza la seguridad y veracidad de las transacciones". BID (2018). *Blockchain: Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/blockchain-como-desarrollar-confianza-en-entornos-complejos-para-generar-valor-de-impacto-social>

¹³⁸ El *hash* es un código alfanumérico único asociado a cada bloque de la cadena y contiene información del resto de la cadena, pues incluye información de los *hashes* anteriores; se utiliza con fines de validación, pues permite detectar irregularidades en la información contenida en un nuevo bloque.

Gracias a su naturaleza de registro distribuido, la información se distribuye entre los nodos de la red de Blockchain, y cada uno resguarda una copia, lo que permite soportar los protocolos de validación y alcanzar un consenso sobre la integridad de la información.¹³⁹

Todo lo anterior hace que Blockchain se caracterice por su inmutabilidad, ya que no es posible editar o borrar información que ya se haya validado y añadido al registro. El protocolo de validación permite que todo bloque con irregularidades sea sistemáticamente desechado, razón por la cual Blockchain no requiere de una autoridad central para validar sus operaciones y puede conformarse por integrantes incluso desconocidos entre sí para realizar operaciones o transacciones.

Para mayor detalle, a continuación se describe la secuencia de pasos del funcionamiento de un caso general de Blockchain:¹⁴⁰

- 1) **Inicio de la transacción.** Un agente que forma parte de una red de Blockchain, se conecta con un dispositivo para convertirse en uno de los nodos de la red. Este nodo solicita realizar una transacción que puede consistir en la compra-venta de un bien o servicio, una transferencia de dinero, entre muchas otras.
- 2) **Distribución de la información sobre la transacción.** El nodo creado en el punto anterior distribuye la información de la transacción a los nodos con los que está conectado y éstos, a su vez, al resto de los nodos que forman parte de la red de Blockchain.
- 3) **Validación de la información sobre la transacción.** Cada nodo comprueba que la transacción sea correcta.
- 4) **Incorporación de la información de la transacción a un bloque.** Un nodo, que puede ser elegido aleatoriamente o asignado conforme a determinadas reglas (mecanismos de consenso, por ejemplo), incorpora la información relativa a la transacción en un nuevo bloque que se valida con un *hash*.
- 5) **Inclusión del nuevo bloque a la cadena de bloques.** El nuevo bloque se agrega a la cadena de bloques.
- 6) **Distribución del nuevo bloque a los nodos de la red.** Se distribuye el nuevo bloque válido a los nodos de la red, y éstos verifican y actualizan su propia copia de la cadena de bloques.
- 7) **Terminación de la transacción.** Se completa la transacción.

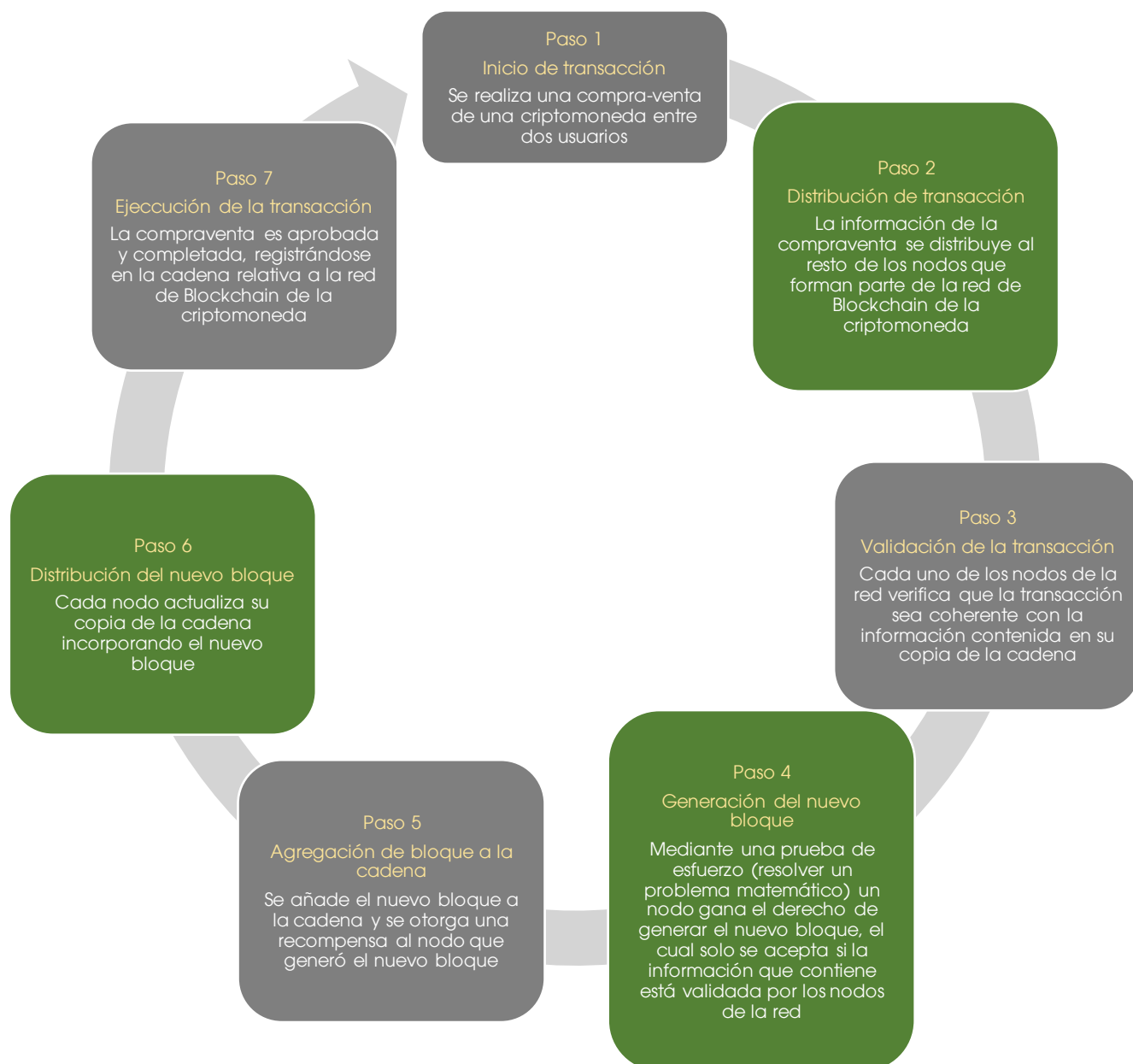
En el siguiente esquema se presenta un caso particular, que corresponde al de una criptomoneda¹⁴¹ vinculada a una red pública de Blockchain:

¹³⁹ BID (2018). *Blockchain: Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*.

¹⁴⁰ CE (2019). *Blockchain now and tomorrow. Assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/blockchain-now-and-tomorrow>

¹⁴¹ El Banco Central Europeo define a una criptomoneda como:

Figura 34. Funcionamiento de una red pública de Blockchain: el caso de una criptomoneda



Fuente: Elaboración propia con información de CE (2019).¹⁴²

“una unidad de valor digital que puede ser intercambiada electrónicamente. No tiene existencia física. Su creación y seguimiento se hacen mediante una red de ordenadores utilizando complejas fórmulas matemáticas, y no a través de una única autoridad u organización”.



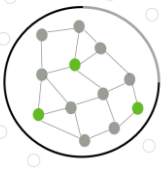
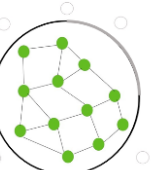
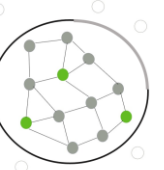
Banco Central Europeo (2018). ¿Qué es el Bitcoin?. Disponible en: <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.es.html>

¹⁴² CE (2019). *Blockchain now and tomorrow. Assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies.*

5.2. Tipos de redes de Blockchain

Las redes de Blockchain se pueden clasificar en función de tres elementos: la existencia o no de un administrador, la modalidad de acceso a la red y las reglas de validación de los bloques en la cadena. Con base en lo anterior, Blockchain se puede subdividir en **redes públicas**, **redes privadas** y **redes confederadas**.

Cuadro 9. Tipos de redes de Blockchain

Características	Tipos de redes de Blockchain				
	Públicas		Confederadas	Privadas	
	Validación por todos los nodos	Validación por determinados nodos		Validación por todos los nodos	Validación por determinados nodos
Representación gráfica*					
Acceso abierto	✓	✓	✗	✗	✗
Acceso restringido	✗	✗	✓	✓	✓
Mecanismo de consenso abierto a todos los nodos	✓	✗	✗	✗	✗
Mecanismo de consenso restringido a determinados nodos	✗	✓	✓	✗	✓
No administrador	✓	✓	✗	✗	✗
Administrador único	✗	✗	✗	✓	✓
Administrador en consorcio	✗	✗	✓	✗	✗

Fuente: Elaboración propia con información de BID (2018)¹⁴³ y CE (2019)¹⁴⁴.

Nota: La representación gráfica incluye lo siguiente:

- Nodos en color verde representan los nodos que ejecutan mecanismos de validación.
- Nodos en color gris pueden ejecutar transacciones, pero no ejecutan mecanismos de validación.
- La circunferencia que rodea a la red representa el acceso restringido.

Las **redes públicas** de Blockchain son las que se identifican con el modelo típico de Blockchain, en las cuales no hay un administrador que tome decisiones respecto al acceso a la red; el acceso es abierto y todos los participantes pueden visualizar el historial de transacciones. Un ejemplo de este tipo de redes son las criptomonedas.

¹⁴³ BID (2018). *Blockchain: Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*.

¹⁴⁴ CE (2019). *Blockchain now and tomorrow. Assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*.

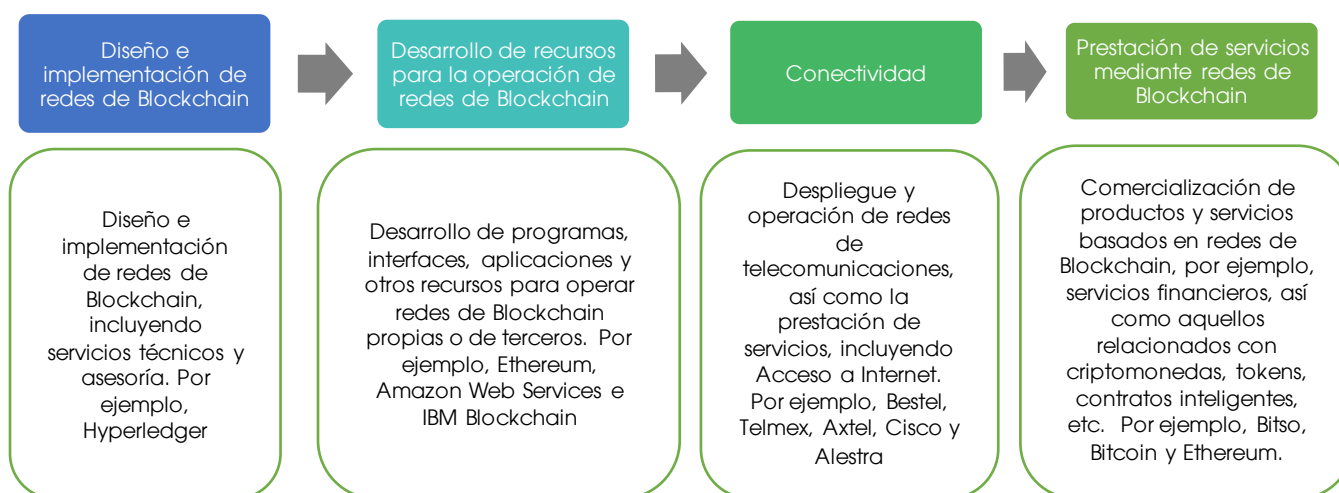
Por su parte, las **redes confederadas** de Blockchain involucran a un conjunto de organizaciones o empresas que operan en forma de consorcio para administrarla y sólo se permite el acceso a usuarios autorizados.¹⁴⁵ Un ejemplo podría ser el de una red que involucre instituciones de salud, las cuales compartirían entre sí la información de expedientes médicos.

Por último, las **redes privadas** de Blockchain son administradas por una única entidad que otorga permisos de acceso a los usuarios, además de decidir qué nodos pueden validar la información relativa a las transacciones;¹⁴⁶ se utilizan principalmente al interior de una organización, donde el administrador de la red decide qué información se comparte y con quién.¹⁴⁷ Un ejemplo de este tipo de redes sería una empresa que manufactura automóviles, para lo cual puede colocar sensores en cada una de las etapas del proceso de producción, que constituyan nodos que van generando la información a validarse.

5.3. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones

La **cadena de valor de Blockchain** se puede resumir en 4 grandes eslabones, los cuales pueden incluir diversos modelos de negocio, como se muestra a continuación.

Figura 35. Cadena de valor y modelos de negocio relacionados con Blockchain



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan algunas aplicaciones y servicios (actuales o potenciales) específicos basados en Blockchain que se utilizan o pueden utilizar en diversos sectores económicos.

¹⁴⁵ BID (2018). *Blockchain: Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social*.

¹⁴⁶ Deloitte (2018). *Blockchain & Ciberseguridad. Risk Advisory*. Disponible en: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Blockchain%20CiberseguridadESP%20\(1\).pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Blockchain%20CiberseguridadESP%20(1).pdf)

¹⁴⁷ Garagorri, M. (2017) *Análisis de tecnologías Bitcoin y Blockchain*. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/72606/6/mrgaragorriTFM1217memoria.pdf>

Cuadro 10. Aplicaciones y servicios basados en Blockchain

Aplicaciones y servicios	Descripción
Facturación	Servicios para la automatización de facturación entre proveedores, por ejemplo, para servicios de <i>roaming</i> entre operadores de telecomunicaciones. ¹⁴⁸
Identificación de usuarios	Verificación de la identidad de usuarios empleando esquemas de identificación única basado en criptografía, por ejemplo para usuarios de servicios de telecomunicaciones ¹⁴⁹ o financieros (a través de <i>tokens</i>).
Transacciones	Servicios para realizar transacciones seguras, sin posibilidades de falsificación de la información financiera y a prueba de manipulaciones, ya que la trazabilidad de las operaciones fortalece las funciones de auditoría y verificación.
Certificación	Servicios para identificar la procedencia de, por ejemplo, medicamentos y materiales médicos o insumos en cadenas productivas, así como de obras de arte o certificados académicos.
Registros	Registros de diversa índole, por ejemplo, de pacientes, de propiedad, entre otros.
Contratos inteligentes ¹⁵⁰	Contratos en, por ejemplo, el sector industrial o laboral, que permiten verificar mediante sensores la calidad e integridad de los insumos recibidos, despachando instantáneamente el pago a proveedores, ejecutar de forma automática sus cláusulas (incluyendo penalizaciones), siendo resistente a manipulaciones ya que la información puede ser fácilmente verificada por las partes y el cumplimiento de las cláusulas no está sujeto a interpretación, lo que permite acelerar las transacciones, eliminar riesgos de incumplimiento y eliminar costos al suprimir la necesidad de intermediarios; la firma física es remplazada por el uso de claves criptográficas que indican el consentimiento de los nodos respecto a los términos legales.

Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2019).¹⁵¹

5.4. Impacto económico

Los principales beneficios del uso de Blockchain están relacionados con la eliminación de intermediarios en diversas actividades económicas, con aplicaciones como las criptomonedas y los contratos inteligentes, así como incrementos en la seguridad y transparencia de transacciones, como se resumen en el cuadro siguiente.

¹⁴⁸ GSMA (2018). *Blockchain-Operator opportunities*. Disponible en: https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/IG.03-v1.0_Whitepaper.pdf; Nieto Galán, María Teresa (2019). *La huella de blockchain en el sector de las telecomunicaciones*. Think Big Empresas. Disponible en: <https://empresas.blogthinkbig.com/blockchain-en-telecomunicaciones-telefonica-lo-usa/> y Deloitte (2017). *Blockchain @ Telco*. Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/TMT_Blockchain_TelCo.pdf

¹⁴⁹ Ídem.

¹⁵⁰ La UIT define un Contrato inteligente como:

"program written on the distributed ledger system which encodes the rules for specific types of distributed ledger system transactions in a way that can be validated, and triggered by specific conditions."

UIT (2019). *Technical Specification FG DLT D1.1: Distributed ledger technology terms and definitions*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>

¹⁵¹ UIT (2019). *Distributed ledger technology use cases. Technical Report FG DLT D2.1*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d21.pdf>

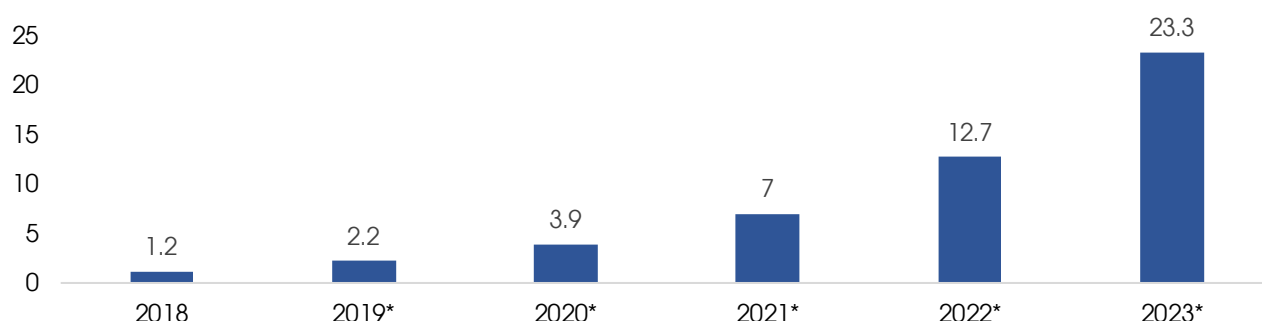
Cuadro 11. Principales beneficios del uso de Blockchain

Beneficios	Descripción
Incrementar la transparencia	Permite la trazabilidad, comprensibilidad y verificabilidad de las transacciones o el origen de recursos de diversa índole.
Incrementar la seguridad	Facilita la compartición de información de forma segura, ya que evita el robo o manipulación de los datos al involucrar procesos de encriptación. Permite el control de acceso a los registros, ya que aun cuando los registros pueden existir en múltiples nodos de la red, es posible habilitar un acceso restringido. Involucra datos a prueba de manipulaciones, ya que se requeriría una gran cantidad de recursos computacionales y/o colusión masiva entre las partes interesadas para modificar el registro, por lo que es prácticamente inmutable. Permite redundancia en la red por lo que se mitiga el riesgo de fallas. Permite la verificación de la identidad de los usuarios, que resulta especialmente útil para llevar a cabo transacciones económicas.
Incrementar la eficiencia	Reduce la complejidad y mejora la eficiencia de las transacciones, al acortar plazos y agilizar procesos.
Eliminar la intermediación	Habilita el intercambio sin necesidad de contar con intermediarios o autoridades centrales que requieran validar las transacciones e incrementen el costo de operación.

Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2019).¹⁵²

En cuanto al impacto económico de Blockchain, se espera que sea creciente en la medida que aumente su adopción.¹⁵³ Al respecto, el Foro Económico Mundial estima que, para 2027, las actividades relacionadas con Blockchain representarán 10% del PIB global¹⁵⁴ y Statista estima que los ingresos globales de Blockchain podrían pasar de 1.2 mil millones de USD en 2018 a 23.3 mil millones de USD para 2023, como se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 36. Valor de servicios basados en Blockchain, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2019).¹⁵⁵

*Cifras estimadas.

¹⁵² UIT (2019). *Distributed ledger technology use cases. Technical Report FG DLT D2.1.*

¹⁵³ Si bien desde 1991 ya existían los fundamentos teóricos de Blockchain, fue hasta 2008 cuando se implementó esta tecnología de manera notable mediante la criptomoneda Bitcoin. Años más tarde se habilitó la plataforma Ethereum, a partir de la cual se hizo posible la aplicación de Blockchain a nuevos usos, como los contratos inteligentes.

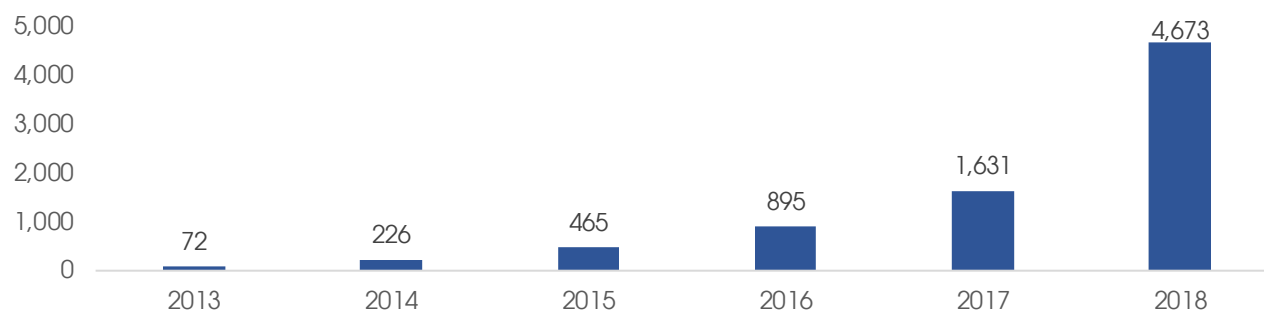
MIT Technology Review Editors (2018). *Explainer: What is a Blockchain?* Disponible en: <https://www.technologyreview.com/s/610833/explainer-what-is-a-blockchain/>

¹⁵⁴ Foro Económico Mundial (2015). *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impacts.* Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

¹⁵⁵ Statista (2019). *Size of the blockchain technology market worldwide from 2018 to 2023 (in billion U.S. dollars).* Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/647231/worldwide-blockchain-technology-market-size/>

La creciente adopción de Blockchain es motivada por los beneficios que trae aparejados, lo cual se refleja en el número de patentes relacionadas con Blockchain solicitadas a nivel mundial, que pasó de 72 en 2013 a 4,673 en 2018.

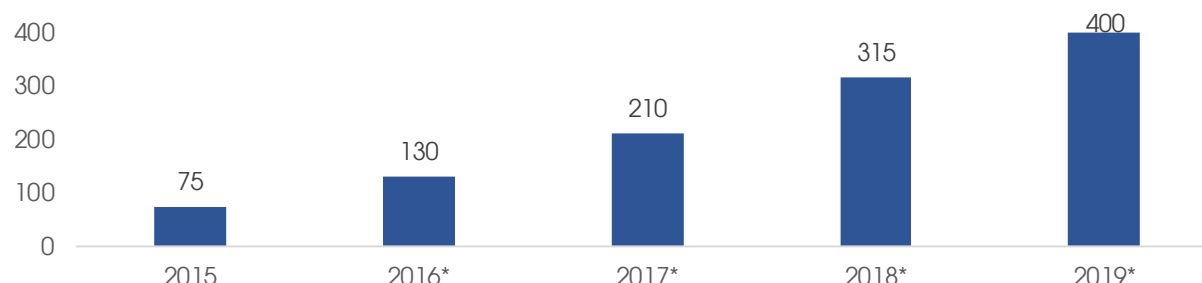
Figura 37. Número de patentes relacionadas con Blockchain, nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con información de IPLytics GmbH (2019).¹⁵⁶

Lo anterior resulta consistente con el creciente gasto de capital en estas tecnologías, que pasó de 75 millones de USD en 2015 a 400 millones de USD en 2019, como se observa en la figura siguiente.

Figura 38. Gasto de capital en Blockchain (millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Aite Group (2015).¹⁵⁷

* Cifras estimadas.

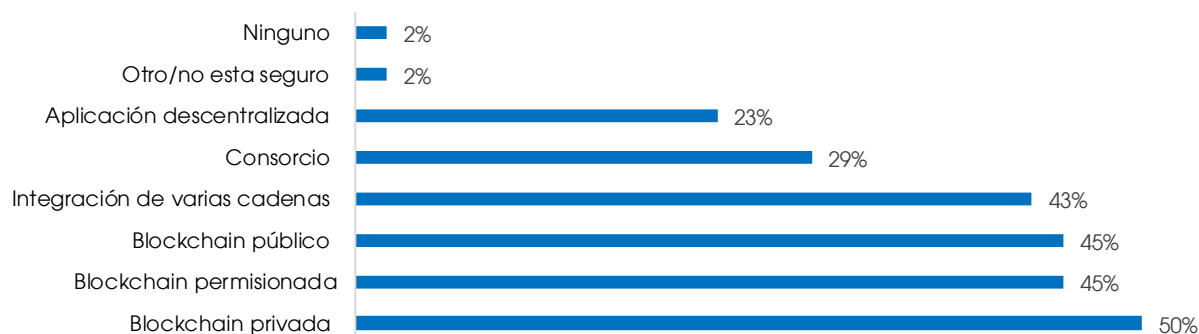
Respecto al interés por implementar redes de Blockchain en cadenas productivas, para el seguimiento de la cadena de valor de un producto o servicio, contratos inteligentes o gestión de los recursos humanos, una encuesta de Deloitte realizada a ejecutivos de empresas reveló que la mitad de ellos realizaron actividades relacionadas con redes privadas de Blockchain, mientras que 45% de ellos llevaron a cabo actividades relacionadas con redes permissionadas o públicas de Blockchain.¹⁵⁸

¹⁵⁶ IPLytics GmbH (2019). *Who are the patent leaders in Blockchain?* Disponible en: <https://www.iplytics.com/report/patent-leaders-blockchain/>

¹⁵⁷ Aite Group (2015). *Demystifying Blockchain in Capital Markets: innovation or Disruption?* Disponible en: <https://aitegroup.com/report/demystifying-blockchain-capital-markets-innovation-or-disruption>

¹⁵⁸ Deloitte (2019). *Deloitte's Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business.* Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf

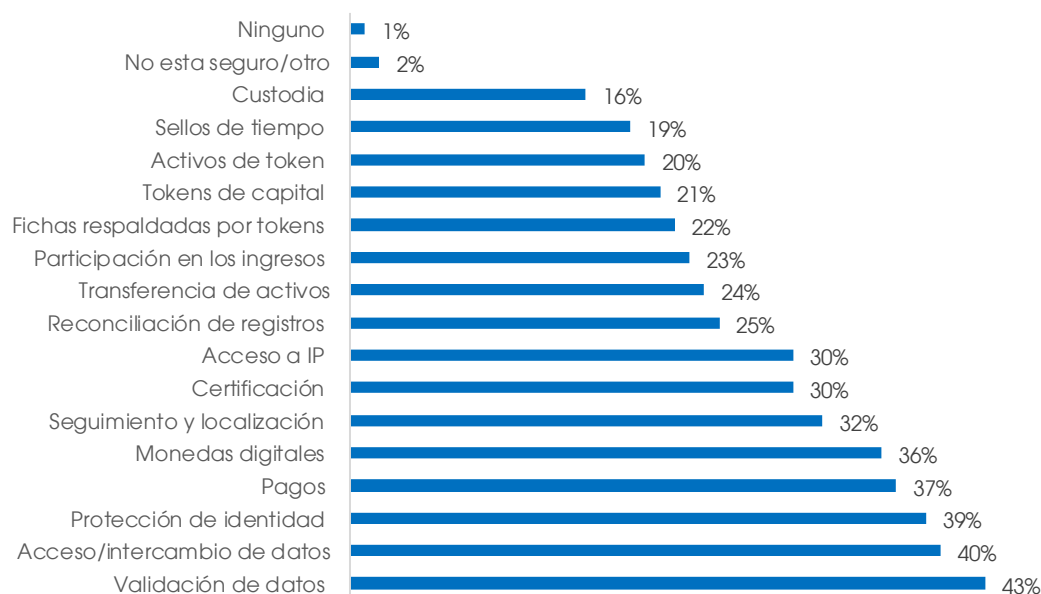
Figura 39. Modelos de Blockchain en los que se enfocan las empresas, nivel mundial, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Deloitte (2019).¹⁵⁹

Adicionalmente, la encuesta referida identifica una gran variedad de usos de Blockchain por parte de las empresas: 43% de los encuestados identificaron como caso de uso la validación de datos, 37% para pagos, 36% monedas digitales y 24% para transferencia de activos.

Figura 40. Uso de Blockchain por empresas, nivel mundial, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Deloitte (2019).¹⁶⁰

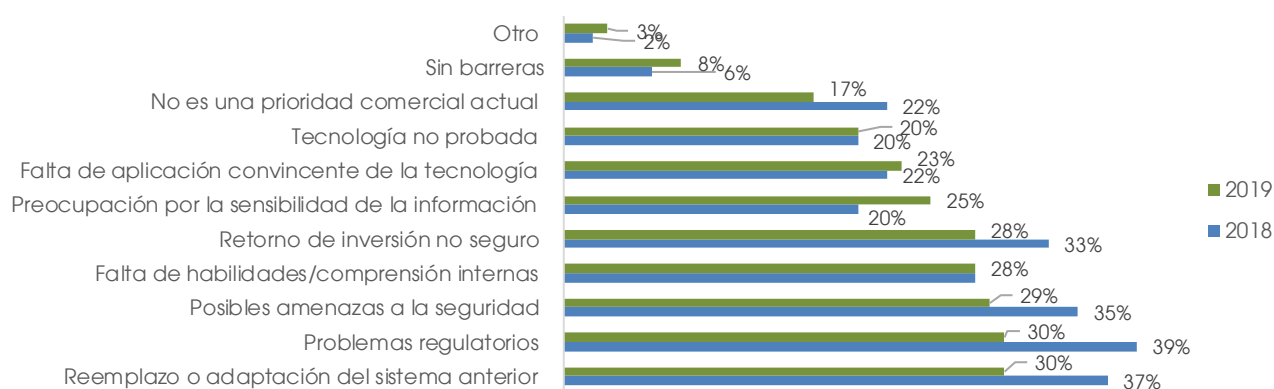
Si bien la adopción de Blockchain ha aumentado, existen factores que pueden estar limitando la velocidad de su adopción y uso. En particular, Deloitte reporta que 30% de las empresas encuestadas manifestaron que los problemas regulatorios limitan la inversión en Blockchain.¹⁶¹

¹⁵⁹ Deloitte (2019). *Deloitte's Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business.*

¹⁶⁰ Deloitte (2019). *Deloitte's Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business.*

¹⁶¹ Deloitte (2019). *Deloitte's Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business.*

Figura 41. Limitaciones para una mayor inversión en Blockchain según empresas, nivel mundial, en 2018 y 2019

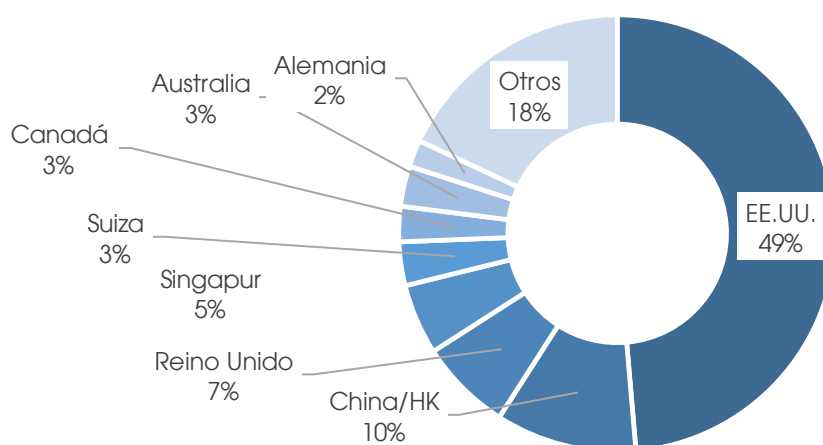


Fuente: Elaboración propia con información de Deloitte (2019).¹⁶²

Una de las principales aplicaciones de Blockchain son las criptomonedas, las cuales han presentado un incremento en su popularidad en años recientes, debido a las ventajas que representan en materia de eliminación de intermediarios financieros y cierto grado de anonimato. A modo de ejemplo, para los años 2017 y 2018 se lanzaron, respectivamente, 291 y 284 nuevos fondos de inversión en criptomonedas (denominados crypto-fondos), en contraste con los 46 observados en el año 2016.¹⁶³

De los 804 crypto-fondos identificados en 2018, 49% se ubicaron en Estados Unidos de América, 10% en China y 7% en el Reino Unido.

Figura 42. Crypto-fondos por país, 2018



Fuente: Elaboración propia con información de Crypto Fund Research (2018).¹⁶⁴

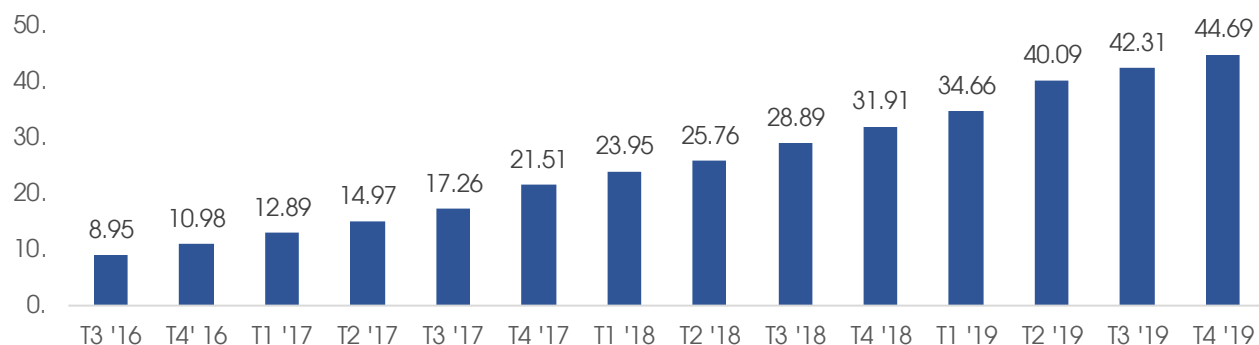
¹⁶² Deloitte (2019). *Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey*. Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/2019-global-blockchain-survey/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf

¹⁶³ Crypto Fund Research (2018). *Cryptocurrency Investment Fund Industry Graphs and Charts*. Disponible en: <https://cryptofundresearch.com/cryptocurrency-funds-overview-infographic/>

¹⁶⁴ Crypto Fund Research (2018). *Cryptocurrency Investment Fund Industry Graphs and Charts*.

El aumento en la popularidad de las criptomonedas también se refleja en el incremento del número de usuarios de billeteras de criptomonedas a nivel mundial, el cual ascendió de 8.95 millones de usuarios en el T3 2016, a poco más de 44 millones de usuarios para el T4 2019.

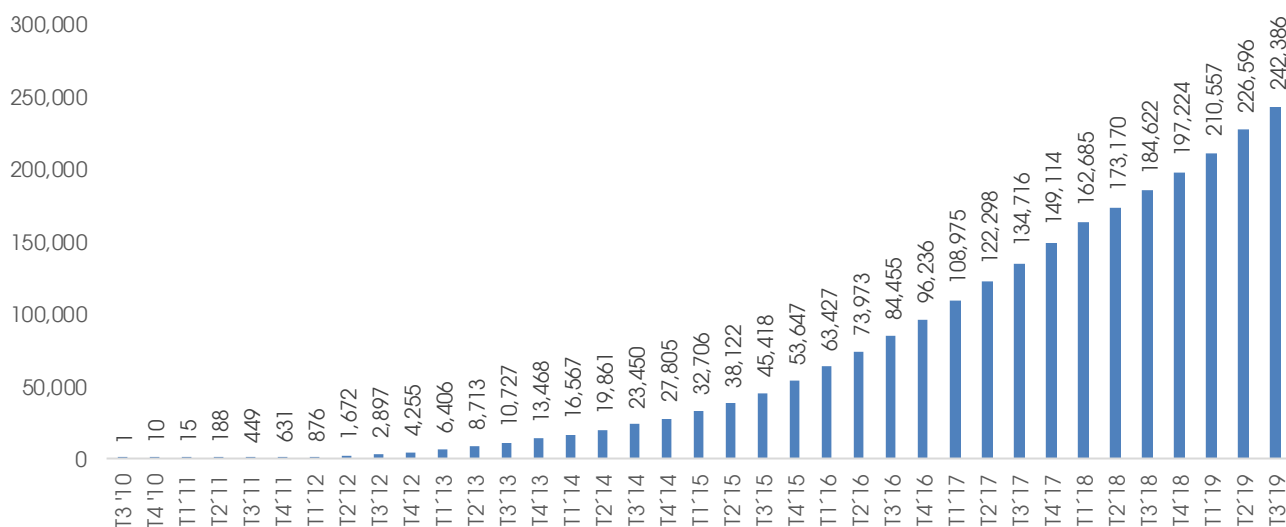
Figura 43. Número de usuarios de billeteras de criptomonedas, nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).¹⁶⁵

La criptomoneda más conocida es **Bitcoin**, la cual fue creada en 2009 y ha experimentado a partir de esa fecha un crecimiento pronunciado en su utilización. Esta criptomoneda se basa en una red pública de Blockchain para su funcionamiento, cuya cadena de bloques ha presentado niveles constantes de crecimiento, alcanzando 242,386 MB para el T3 2019.

Figura 44. Tamaño de la cadena de bloques de Bitcoin (MB)



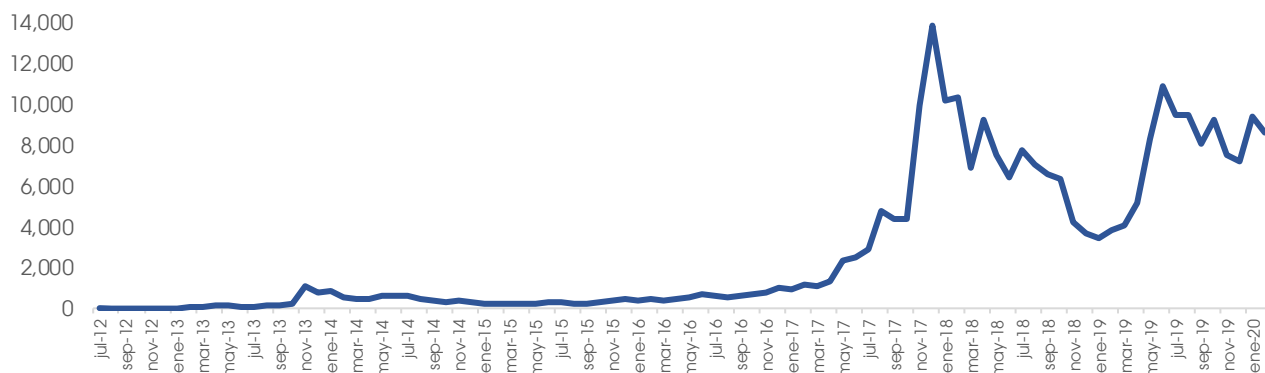
Fuente: Blockchain.com (2020).¹⁶⁶

¹⁶⁵ Statista (2020). *Number of Blockchain wallet users globally 2016-2019*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/647374/worldwide-blockchain-wallet-users/>

¹⁶⁶ Blockchain.com (2020). *Tamaño de Blockchain (MB)*.

En cuanto al precio valor de Bitcoin, para el 1T 2020, fue de aproximadamente 117 mil millones de USD¹⁶⁷ contando con aproximadamente 18.3 millones de Bitcoins en circulación.¹⁶⁸ El precio por unidad la criptomoneda ha presentado variaciones significativas, alcanzando su valor más alto en diciembre de 2017 en 13,860.14 USD por unidad.

Figura 45. Precio de Bitcoin (USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).¹⁶⁹

5.5. Retos y oportunidades

Si bien existe un amplio desarrollo y beneficios derivados de aplicaciones de Blockchain en múltiples actividades económicas, también es cierto que existen algunos retos asociados con su adopción y desarrollo, entre los que destacan los siguientes:

- **Regulación**, debido a la ausencia de un marco normativo que brinde certidumbre y promueva la adopción y uso generalizado de estas tecnologías y servicios.
- **Gobernanza**, debido a la falta de claridad respecto a las consecuencias de adoptar Blockchain y prescindir de intermediarios o autoridades centrales, sobre todo considerando que los mecanismos de gobernanza para estas tecnologías aún están en desarrollo.¹⁷⁰ Además, la eliminación de intermediarios mediante redes de Blockchain reduce también la capacidad de las autoridades para regular los flujos de información, lo que facilita los intercambios ilícitos y dificulta su sanción.¹⁷¹

¹⁶⁷ Dato al 30 de marzo de 2020. CoinMarketCap (2020). Bitcoin. Disponible en: <https://coinmarketcap.com/es/currencies/bitcoin>

¹⁶⁸ Statista (2020). Number of Bitcoins in circulation worldwide from 4th quarter 2012 to 1st quarter 2020. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/247280/number-of-bitcoins-in-circulation/>

¹⁶⁹ Statista (2020). Bitcoin Price Index from July 2012 to March 2020. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/326707/bitcoin-price-index/>

¹⁷⁰ UIT (2019). Distributed ledger technology use cases. Technical Report FG DLT D2.1.

¹⁷¹ Wright, A. y De Filippi, P. (2015). Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664.

- **Interoperabilidad**, debido a que todavía no se han desarrollado estándares ampliamente aceptados que aseguren la interoperabilidad entre redes de Blockchain.¹⁷²
- **Privacidad**, debido a que podría visualizarse las transacciones de un usuario e indagar su identidad a través de su dirección IP.¹⁷³
- **Competencia económica**, debido a que el uso de contratos inteligentes podría facilitar la implementación de acuerdos de colusión entre agentes económicos.¹⁷⁴ Adicionalmente, la falta de estándares de interoperabilidad entre plataformas basadas en Blockchain puede reducir la entrada al mercado y la competencia.¹⁷⁵

Con la finalidad de mitigar estos riesgos y reducir limitaciones al desarrollo de Blockchain, diversos organismos, como la OCDE, han identificado algunas medidas, entre ellas:

- Generar un entorno legal y regulatorio que brinde certidumbre respecto al uso de Blockchain.¹⁷⁶
- Exigir el acceso a las redes de Blockchain por parte de las autoridades si hay transacciones presuntamente ilícitas, y que se otorgue información suficiente en caso de identificar prácticas anticompetitivas.¹⁷⁷
- Promover la estandarización e interoperabilidad entre las distintas interfaces de Blockchain.¹⁷⁸
- Considerar el monitoreo o revisión de redes de Blockchain bajo escrutinio por parte de las autoridades competentes, a fin de disponer de información para la evaluación de concentraciones y prevenir o disuadir prácticas anticompetitivas.¹⁷⁹
- Utilizar contratos inteligentes para la aplicación y monitoreo del cumplimiento de medidas regulatorias y en materia de competencia económica.¹⁸⁰

¹⁷² Deloitte (2018). *Blockchain and the five vectors of progress*. Disponible en https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4600_Blockchain-five-vectors/DI_Blockchain-five-vectors.pdf

¹⁷³ Bernal, B., J. et al. (2019). *Privacy-Preserving Solutions for Blockchain: Review and Challenges*. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8888155>

¹⁷⁴ OCDE (2018). *Blockchain technology and competition policy - issues paper by the secretariat*. Disponible en: [https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD\(2018\)47/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD(2018)47/en/pdf) y Schrepel, T. (2019). *Is Blockchain the death of antitrust law? The blockchain antitrust paradox*. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3193576&download=yes

¹⁷⁵ Browne, R. (2018). *Five things that must happen for blockchain to see widespread adoption, according to Deloitte*. Disponible en: <https://www.cnbc.com/2018/10/01/five-crucial-challenges-for-blockchain-to-overcome-deloitte.html>

¹⁷⁶ CE (2019). *Legal and regulatory framework of blockchains and Smart contracts*. Disponible en: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/report_legal_v1.0.pdf

¹⁷⁷ OCDE (2018). *Blockchain technology and competition policy - issues paper by the secretariat*.

¹⁷⁸ Deloitte (2018). *Blockchain and the five vectors of progress*.

¹⁷⁹ OCDE (2018). *Blockchain technology and competition policy - issues paper by the secretariat*.

¹⁸⁰ OCDE (2018). *Blockchain technology and competition policy - issues paper by the secretariat*.

6. Servicios y Plataformas OTT

6.1. Definiciones

Los Servicios OTT son aquellos que se proveen sobre Internet y, por tanto, para prestarlos y recibirlos se requiere de manera imprescindible del servicio de Acceso a Internet.¹⁸¹ La UIT señala que los operadores de redes de telecomunicaciones y los Servicios OTT son parte del mismo ecosistema y son interdependientes, por lo que la demanda de Servicios OTT puede dar lugar a un aumento en la demanda de Acceso a Internet.¹⁸²

Dentro de los Servicios OTT, existe un subconjunto de servicios que se denominan Plataformas OTT, los cuales tienen las siguientes características:¹⁸³

- Funcionan sobre Internet;
- Dan servicio a 2 (dos) o más grupos de usuarios;
- Los grupos de usuarios se necesitan uno al otro de alguna manera, y
- La plataforma genera valor a través de la interacción de los grupos de usuarios.

Las Plataformas OTT pueden entenderse como un conjunto de aplicaciones sobre Internet que permiten la interacción, comunicación y enlace por medios electrónicos de diferentes grupos de usuarios, dando lugar a mercados de múltiples lados.¹⁸⁴

En las Plataformas OTT las decisiones de un grupo afectan las del otro grupo, generalmente a través de una externalidad indirecta de red. Esta característica implica que la fijación de precios por parte de un proveedor de Plataforma OTT es diferente a la fijación de precios que realizan los proveedores de servicios tradicionales, pues no solo se debe fijar un precio para cada grupo de usuarios, sino también se debe determinar una proporción óptima entre dichos precios (estructura de precios) e incluso uno de los grupos podría subsidiar al otro que recibiría servicios gratuitamente (mercados de precio cero o negativo¹⁸⁵).

¹⁸¹ BEREC define los OTT como: "Service or an application that is provided to the end user over the public Internet". BEREC (2016). *BEREC Report on OTT services*. Disponible en: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/5751-berec-report-on-ott-services

¹⁸² UIT (2019). *Marco de Colaboración para los OTT*. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-D.262-201905-1!!PDF-S&type=items

¹⁸³ Evans, D. y Schmalensee, R. (2008). *Markets with two sided platforms*. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1094820&download=yes

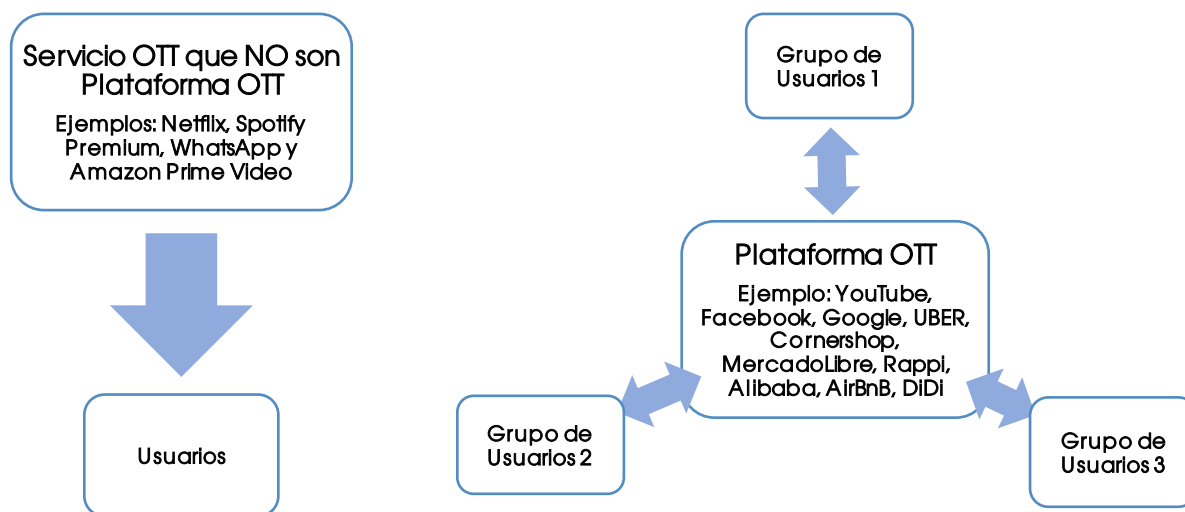
¹⁸⁴ La OCDE señala que "an online platform is defined as a digital service that facilitates interactions between two or more distinct but interdependent sets of users (whether firms or individuals) who interact through the service via the Internet". OCDE (2019). *An introduction to online platforms and their role in the digital transformation*. Disponible en: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/an-introduction-to-online-platforms-and-their-role-in-the-digital-transformation_53e5f593-en#page3

La CE señala que "Online platform" refers to an undertaking operating in two (or multi)-sided markets, which uses the Internet to enable interactions between two or more distinct but interdependent groups of users so as to generate value for at least one of the groups". CE (2015). *Public Consultation on the regulatory environment for platforms, online intermediaries, data and cloud computing and the collaborative economy*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/public-consultation-regulatory-environment-platforms-online-intermediaries-data-and-cloud>

¹⁸⁵ Por ejemplo, en el caso de los usuarios de tarjetas de crédito que liquidan completamente su saldo mensual, puede ser que el valor de los puntos que reciban por el uso de su tarjeta exceda a la comisión anual que deben pagar. En este caso la institución financiera les estaría pagando por usar la tarjeta.

Ejemplos de proveedores de **Servicios OTT que no son plataformas** son los de contenidos de audio o audiovisual generalmente basados en suscripción, como: **Netflix, Spotify Premium y Amazon Prime Video**. Ejemplos de **Plataformas OTT** son aquellos que permiten la interacción de dos o más grupos de usuarios y generalmente están basados en publicidad, venta de datos o cobro de comisiones, como: **YouTube, WhatsApp, Facebook, Google, UBER, Cornershop, MercadoLibre, Rappi, Alibaba, AirBnB, DiDi**, entre otros.

Figura 46. Servicios OTT y Plataformas OTT



Fuente: Elaboración propia.

Los proveedores de Servicios OTT, incluyendo Plataformas OTT, tienen varios elementos en común relacionados con servicios e infraestructura en el sector de telecomunicaciones:

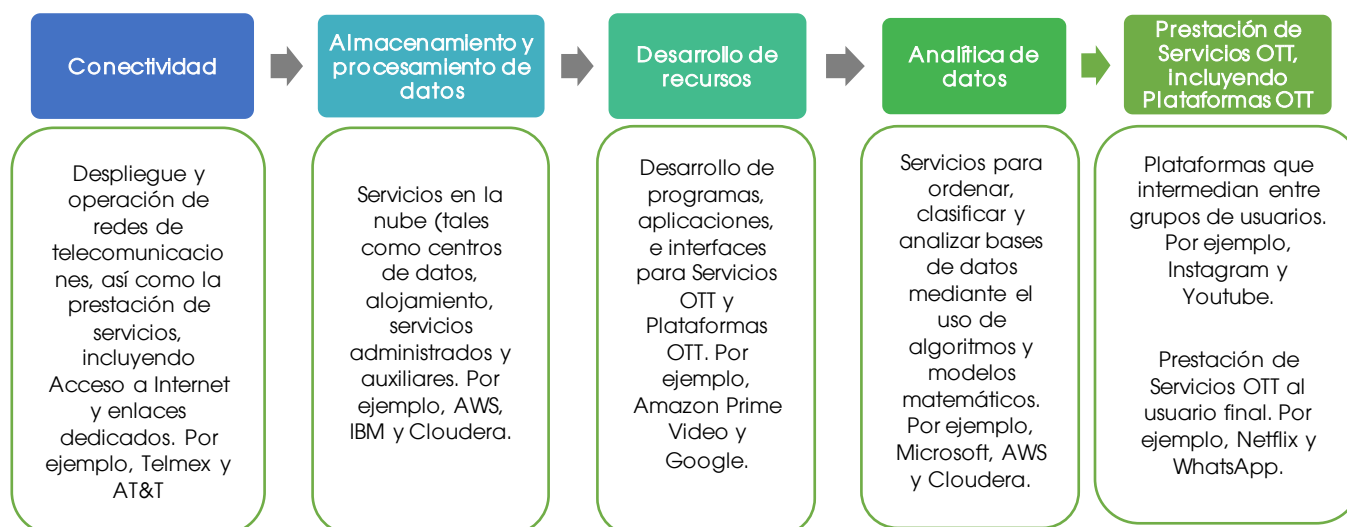
- i. Requieren conexión a Internet para ofrecer los servicios.
- ii. Necesitan desarrollar aplicaciones, programas, interfaces y contenidos digitales.
- iii. Emplean infraestructura de almacenamiento y procesamiento de datos, incluyendo centros de datos y servicios administrados que permiten respaldos automáticos de los servidores en los que almacenan y procesan los datos, planes de contingencia, redundancia y continuidad de las operaciones del negocio.
- iv. Realizan analítica de datos empleando algoritmos, Big Data y otros modelos matemáticos y de probabilidad.
- v. Sus usuarios requieren de un equipo terminal a través del cual puedan acceder a la interfaz del Servicio o Plataforma OTT, como un *Smartphone*, una *Tablet* o una computadora portátil o de escritorio.¹⁸⁶

¹⁸⁶ Adicionalmente, es común que los proveedores de Servicios OTT de contenidos audiovisuales desplieguen redes de distribución de contenidos (**Content Distribution Network** o CDN por sus siglas en inglés) con la finalidad de mejorar la experiencia del usuario, lo cual implica la instalación de múltiples servidores en las centrales o puntos de intercambio de tráfico.

6.2. Cadena de valor, modelos de negocio y aplicaciones

La **cadena de valor** de los Servicios OTT, incluyendo las Plataformas OTT, se puede resumir en 5 grandes eslabones, los cuales pueden incluir diversos modelos de negocio, como se muestra a continuación.

Figura 47. Cadena de valor asociada a los Servicios OTT, incluyendo Plataformas OTT



Fuente: Elaboración propia con información de GSMA (2018).¹⁸⁷

Los Servicios OTT, incluyendo las Plataformas OTT, pueden presentar una amplia variedad de modelos de negocio con diversas fuentes de ingresos, entre las que destacan:¹⁸⁸

- i) **Suscripción.** Los proveedores ofrecen el Servicio OTT a los usuarios a cambio de una suscripción, generalmente mensual.
- ii) **Venta de publicidad.** Los proveedores ofrecen el Servicio OTT a un grupo de usuarios de manera gratuita a cambio de estar expuestos a publicidad, y venden tiempos, espacios y *banners* publicitarios al otro grupo de la plataforma (los anunciantes);
- iii) **Venta de bases de datos** que generan los usuarios;
- iv) **Comisiones** por la gestión de demanda y oferta de algún bien o servicio. Los proveedores pueden identificar las transacciones que se realizan entre los distintos grupos de usuarios en la plataforma, por lo que tienen la capacidad de asignar una cuota/comisión por cada una de las transacciones realizadas entre ellos, o
- v) alguna combinación de las anteriores.

¹⁸⁷ GSMA (2018). *Data Value Chain*. Disponible en: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2018/06/GSMA_Data_Value_Chain_June_2018.pdf

¹⁸⁸ Ver tipologías de plataformas según su modelo de negocios en Parlamento Europeo (2015). *Challenges for competition policy in a digitalized economy*. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/26bb1b17-4715-4f3e-ac64-40a2f273cfbb> y en OCDE (2019). *An Introduction to Online Platforms and Their Role in the Digital Transformation*.

Respecto a la venta de bases de datos, la OCDE¹⁸⁹ señala que una característica fundamental de las Plataformas OTT es su exhaustiva recopilación, análisis y uso de los datos, lo cual permite a los proveedores, a través de algoritmos y técnicas estadísticas como la minería de datos, adaptar su oferta con mayor precisión, modificar su estrategia de fijación de precios e identificar la disponibilidad a pagar de los usuarios. Esto ha empezado a configurar un **mercado de datos**. Así, cuando el uso del Servicio OTT es gratuito, es muy probable que los datos que genera el usuario al conectarse sea el precio de acceso.

Asimismo, los usuarios se pueden beneficiar del procesamiento de los datos masivos que recolectan los proveedores de Servicios OTT, incluyendo Plataformas OTT, pues un volumen mayor de datos permite reducir el costo de búsqueda de información, identificar preferencias y proponer una variedad de productos o servicios deseables.

A continuación, se presentan algunas aplicaciones y servicios OTT (actuales o potenciales), incluyendo Plataformas OTT.

Cuadro 12. Ejemplos de Servicios OTT de acuerdo a su tipo y modelos de negocio

Servicio OTT	Modelo de negocio		
	Venta de publicidad y/o venta de bases de datos	Comisión por transacción	Suscripción
Contenido de audio o audiovisual	Spotify, YouTube, Facebook		YouTube Premium, Netflix, Amazon Prime Video, Spotify Premium, Disney+, Blim, Hulu
Redes sociales	Facebook, Twitch, Instagram, Snapchat, Twitter, Pinterest, Tinder	Ashley Madison	
Comunicación y Mensajería instantánea	WhatsApp, Telegram, Wechat, Facebook Messenger, Kakao Talk		
Información, incluyendo motores de búsqueda	Google, Bing, Yahoo, Baidu, DuckDuckGo, Yippy, Ecosia, Startpage y DogPile		
Matching para comercio en línea	Amazon, eBay, MercadoLibre, UberEats, Rappi, Postmates, Cornershop y Linio	Amazon, eBay, MercadoLibre, UberEats, Rappi, Postmates, Cornershop y Linio	
Economía compartida		UBER, Cabify, BEAT, DiDi, Airbnb	
Mano de obra y habilidades	TaskRabbit, Youpijob, Care, Upwork, Freelancer	TaskRabbit, Youpijob, Care, Upwork, Freelancer	
Crowdfunding (Préstamos)		Lending Club, Kickstarter, Angellist, Patreon	
Comparación y otras	Trivago	Trivago	

Fuente: Elaboración propia.

¹⁸⁹ OCDE (2018). *Plataformas digitales y competencia en México*. Disponible en: <http://www.oecd.org/daf/competition/esp-plataformas-digitales-y-competencia-en-mexico.pdf>

6.3. Impacto económico

Los principales beneficios de los Servicios OTT están relacionados con innovación, diversidad de servicios para los usuarios, mayor eficiencia y aprovechamiento de activos, entre otros, como se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 13. Principales beneficios de los Servicios y Plataformas OTT

Beneficio	Descripción
Incrementar la innovación y productividad	Permiten asignar y utilizar los recursos de forma más eficiente, al facilitar la interacción entre oferentes y demandantes de bienes y servicios.
Contar con mayor diversidad de servicios	Permiten a los usuarios tener una mayor diversidad de servicios, algunos de los cuales podrían satisfacer necesidades de comunicaciones o demanda de contenido de audio o audiovisual.
Ampliar la oferta de servicios	Permiten a productores ampliar los canales de distribución de sus bienes y servicios y generar nuevas oportunidades de negocio y emprendimiento.
Incrementar la eficiencia de los mercados	Facilitan el acceso a la información a oferentes y demandantes, permiten una fijación de precios más dinámica, reducen costos de transacción y promueven nuevos tipos de transacciones.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE (2019)¹⁹⁰ y UIT (2017).¹⁹¹

Research Dive estima que el mercado global de los Servicios OTT alcanzó 110.1 mil millones de USD en 2018, y pronostica que esa cifra ascenderá a 438.5 mil millones de USD en 2026, creciendo a una tasa anual de 19.1%.¹⁹²

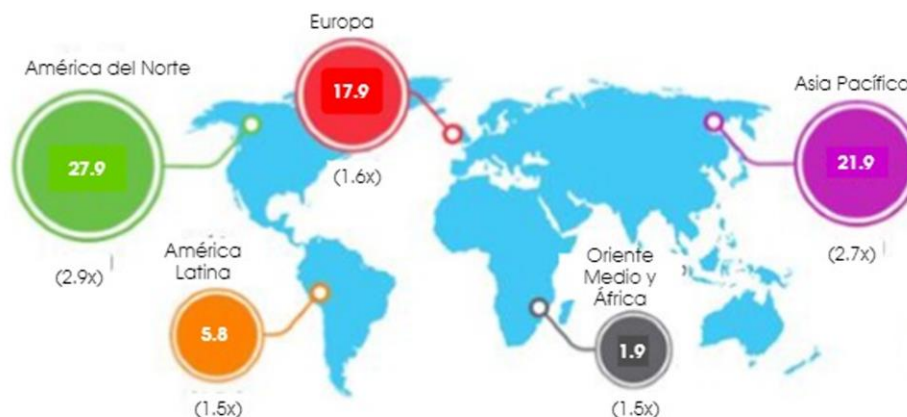
En cuanto a la inversión en Servicios OTT, se observa que ha pasado de 33.2 mil millones de USD durante 2011-2013 a 75.5 mil millones de USD durante 2014-2017. La inversión aumenta en todo el mundo, aunque a ritmos diferentes; por ejemplo, la inversión total anual media en América Latina en 2014-2017 fue de 1.5 veces la del período 2011-2013, mientras que en Asia Pacífico el factor fue de 2.7 veces.

¹⁹⁰ OCDE (2019). *An Introduction to Online Platforms and their Role in the Digital Transformation*. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/53e5f593-en.pdf?expires=1597786440&id=id&accname=guest&checksum=1720A27306AFE61BB7E2EA7E8951C032>

¹⁹¹ UIT (2017). *Economic impact of OTTs: Technical Report*. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ECOPO-2017-PDF-E.pdf

¹⁹² Research Dive (2020). *Impact analysis of COVID-19 on Over-The-Top (OTT) market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019-2026*. Disponible en: <https://www.researchdive.com/covid-19-insights/310/over-the-top-market>

Figura 48. Inversión anual media en Servicios OTT en 2014-2017, por región (miles de millones de USD)

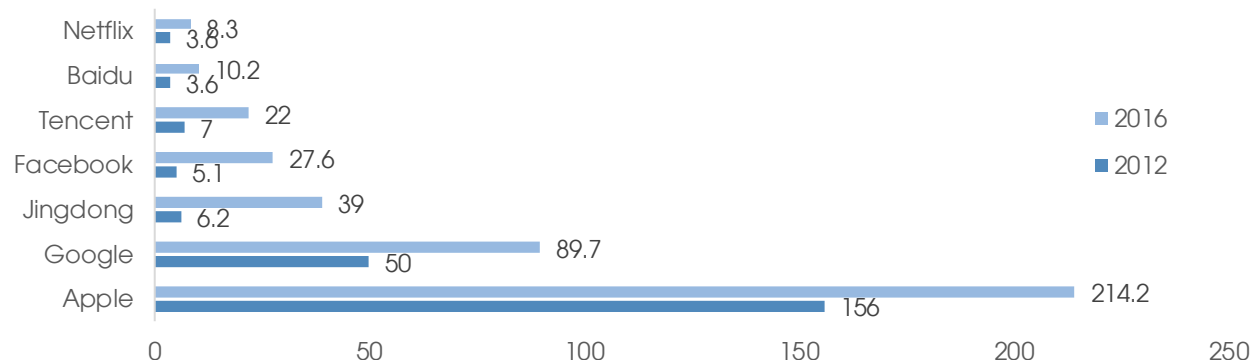


Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2019).¹⁹³

En cuanto a los principales proveedores de Servicios y Plataformas OTT, se encuentra Google con más de 90% de participación en motores de búsquedas en Internet; Facebook es la principal Plataforma OTT de redes sociales en más de 90% de los países; Amazon cuenta con una participación cercana a 40% en ventas minoristas en línea del mundo y en servicios en la nube; y WeChat (Tencent) tiene más de 1,000 millones de usuarios activos.¹⁹⁴

En ese sentido, los ingresos anuales a nivel mundial de las principales empresas relacionadas con Servicios y Plataformas OTT se ha incrementado significativamente en los últimos años, como se observa en la figura siguiente.

Figura 49. Ingresos de los principales proveedores de Servicios OTT, incluyendo Plataformas OTT, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2016).¹⁹⁵

¹⁹³ UIT (2019). *Repercusiones económicas de los servicios OTT en los mercados nacionales de telecomunicaciones/TIC*. Disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Study-Groups/2018-2021/Documents/2020/470102_Question3-1and4-1S.pdf

¹⁹⁴ UNCTAD (2019). *Digital Economy Report: value creation and capture: implications for developing countries-overview*. Disponible en: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_overview_en.pdf

¹⁹⁵ Statista (2017). *Digital platforms are eating the world*. Disponible en: <https://www.statista.com/study/47649/digital-platforms-are-eating-the-world/>

El ritmo de crecimiento de proveedores de Plataformas OTT supera significativamente al de empresas en sectores tradicionales. Por ejemplo, para el año 2018, el valor de capitalización de Facebook prácticamente triplicó al de Walt Disney y Airbnb ha alcanzado un valor similar al de Marriot, pero un periodo de operación mucho más corto.

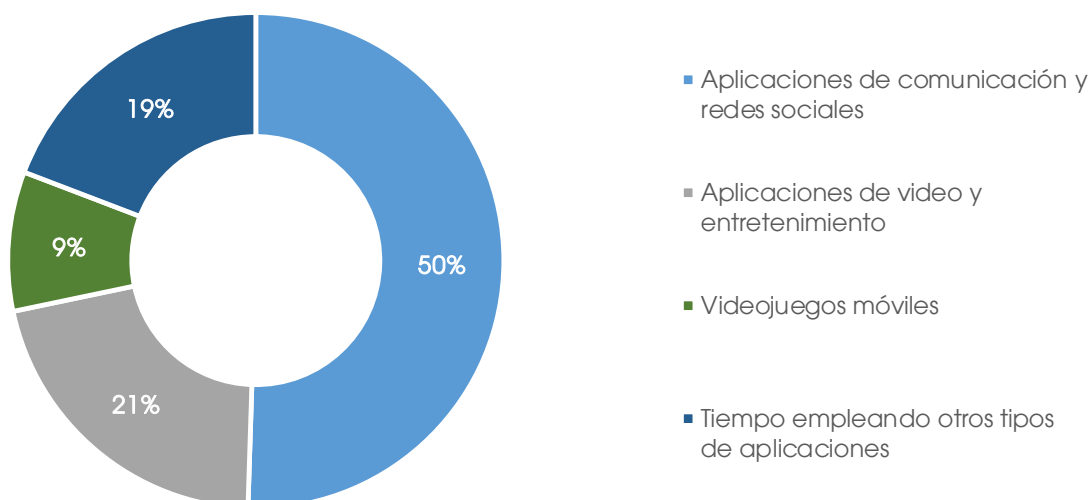
Cuadro 14. Valores de mercado a nivel mundial de Plataformas OTT vs empresas tradicionales, 2018

Empresa	Año de inicio	Empleados	Capitalización de mercado (miles millones de USD)
Airbnb	2008	10,000	38
Marriot	1927	177,000	39
Facebook	2004	35,000	473
Walt Disney	1923	199,000	163

Fuente: Elaboración propia con información de Foro Económico Mundial (2019).¹⁹⁶

En cuanto a la distribución del tiempo que destinan los usuarios a Servicios OTT, se observa que en mayor medida lo dedican a servicios relacionados con comunicación y redes sociales.

Figura 50. Distribución del tiempo destinado a Servicios OTT, por categoría, nivel mundial, enero 2020



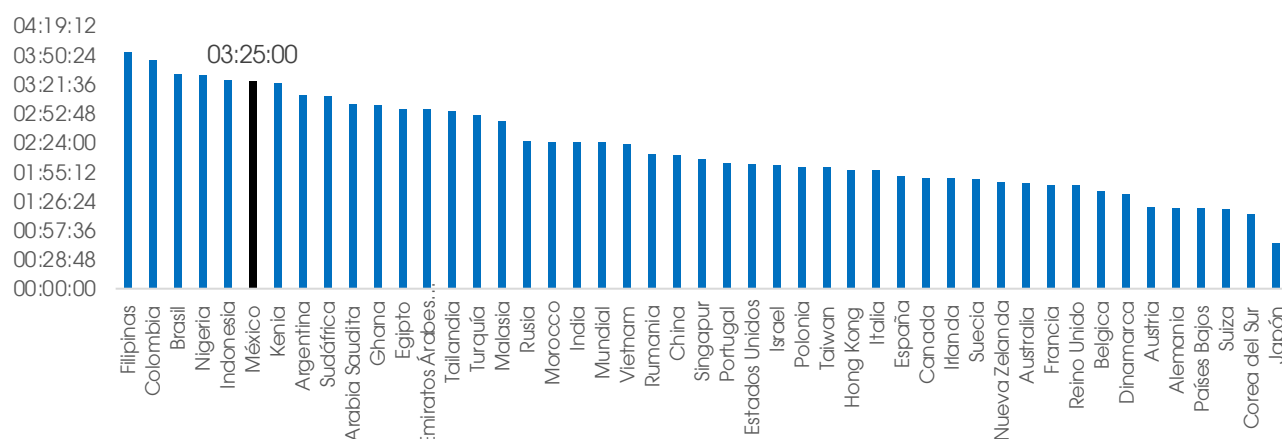
Fuente: Elaboración propia con información de Datareportal (2020).¹⁹⁷

El tiempo promedio diario que dedican a las redes sociales los usuarios de Internet (que tienen entre 16 y 64 años), a nivel mundial, es de 2 horas con 24 minutos; en el caso de México, el tiempo promedio diario es de 3 horas 25 minutos.

¹⁹⁶ Foro Económico Mundial (2019). *Platforms and Ecosystems: Enabling the Digital Economy*. Disponible en: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/digital-platforms-and-ecosystems-february-2019.pdf>

¹⁹⁷ DATAREPORTAL (2020). *Digital 2020: Global Digital Overview*. Disponible en: <https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview>

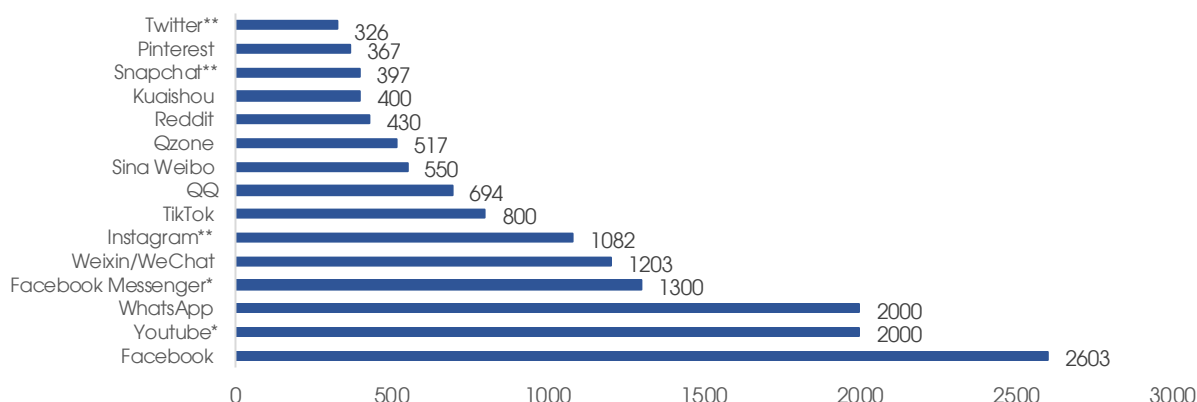
Figura 51. Tiempo promedio diario que los usuarios de Internet de entre 16 y 64 años dedican a redes sociales, por país (en horas y minutos), 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Datareportal (2020).¹⁹⁸

Considerando el número de usuarios activos en julio de 2020, Facebook fue el Servicio OTT más importante con más de 2 mil 600 millones de usuarios activos a nivel mundial, seguido de YouTube y WhatsApp, ambas con aproximadamente 2 mil millones.

Figura 52. Número de usuarios activos de Servicios OTT, nivel mundial, julio de 2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).¹⁹⁹

Notas:

*No han publicado cifras de usuarios actualizadas en los últimos 12 meses.

**No publican estos datos, las cifras de usuarios son de informes de terceros.

En América Latina, para 2019, las Plataformas OTT de redes sociales contaron con 294 millones de usuarios, mientras que los Servicios OTT de video contaron con 91 millones de usuarios. En particular, México contó con 26 millones de usuarios de Servicios OTT de video y 62 millones de usuarios de Plataformas OTT de redes sociales.

¹⁹⁸ DATAREPORTAL (2020). *Digital 2020: Global Digital Overview*.

¹⁹⁹ Statista (2020). *Global Social Networks ranked by number of users*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>

Cuadro 15. Usuarios de Servicios y Plataformas OTT, América Latina, 2019

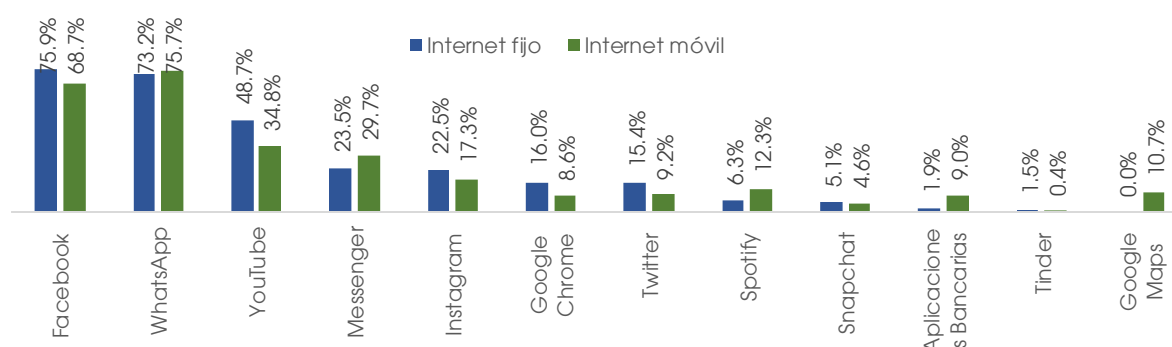
Concepto	Unidad	Brasil	México	Argentina	Colombia	Chile	Perú	Otros	Total
Usuarios de Internet	Millones	138	76	35	30	13	17	76	385
Usuarios de Plataformas OTT de redes sociales	Millones	115	62	25	24	10	12	46	294
Usuarios de Servicios OTT de video	Millones	36	26	9	8	7	5	N.D.	91/24

Fuente: Elaboración propia con información de Socialbakers (2019).²⁰⁰

Nota: N.D. No disponible.

En México, con base en la Primera Encuesta 2020 a Usuarios de Telecomunicaciones realizada por el Instituto, se observa que los usuarios de Internet tanto fijo como móvil utilizaron en mayor proporción la red social Facebook y el servicio de comunicación WhatsApp.

Figura 53. Porcentaje de usuarios de Internet fijo y móvil en México que utilizan Servicios OTT, por servicio, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de Instituto (2020).²⁰¹

Asimismo, de la encuesta referida, se observa que los usuarios de 18 a 49 años de edad utilizan en mayor proporción la red social Facebook, mientras que los usuarios de 50 años y más manifestaron utilizar en mayor proporción WhatsApp (59.2%).

Cuadro 16. Porcentaje de usuarios de Internet en México que utilizan Servicios OTT, por servicio, por rango de edad, 2019

Servicio OTT	18 a 24 años	25 a 34 años	35 a 49 años	50 años y más
Facebook	91.7%	82.8%	78.1%	51.5%
WhatsApp	76.3%	79.0%	77.4%	59.2%
YouTube	54.8%	50.1%	50.1%	39.7%
Messenger	31.8%	26.6%	25.0%	10.6%
Instagram	42.5%	26.1%	17.5%	7.0%
Google Chrome	21.5%	19.1%	15.5%	8.6%
Twitter	20.8%	17.8%	15.9%	7.4%
Spotify	14.9%	6.9%	4.2%	0.5%
Snapchat	11.2%	5.9%	3.5%	0.8%

²⁰⁰ Socialbakers (2019). *State of social media in Mexico 2019*.

²⁰¹ Instituto (2020). *Primera Encuesta 2020 Usuarios de Telecomunicaciones*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/usuarios-y-audencias/primera-encuesta-2020-usuarios-de-servicios-de-telecomunicaciones>

Servicio OTT	18 a 24 años	25 a 34 años	35 a 49 años	50 años y más
Aplicaciones Bancarias	2.3%	1.8%	2.9%	0.5%
Tinder	3.5%	1.8%	0.8%	0.2%
Amazon Prime	2.2%	0.6%	0.7%	0.4%
No sabe/No contestó	0.7%	0.6%	2.6%	13.6%

Fuente: Elaboración propia con información de la Primera Encuesta IFT 2020.²⁰²

6.4. Retos y oportunidades

Si bien los Servicios OTT, incluyendo las Plataformas OTT, ofrecen beneficios y oportunidades de negocio como los que se han señalado, es importante tomar en cuenta los siguientes retos que representa su adopción y desarrollo:

- **Competencia económica**, debido a la existencia de múltiples lados, lo cual implica retos para la determinación de los mercados relevantes; asimismo, las externalidades indirectas de red y la acumulación de grandes volúmenes de datos pueden generar barreras a la entrada y favorecer la concentración del mercado (fenómeno conocido en inglés como *Winner-Takes-All*).²⁰³
- **Privacidad**, debido a las asimetrías de información entre los proveedores de Servicios OTT y los usuarios, pues estos últimos no siempre disponen de toda la información relativa a los potenciales usos y manejo del análisis de sus datos y las implicaciones respecto a su privacidad.²⁰⁴
- **Seguridad y ciberseguridad**, debido a que los Servicios OTT podrían utilizarse como medios para el fraude, la difusión de malware, el robo de información y el sabotaje a infraestructura pública o privada, entre otros aspectos.²⁰⁵
- **Derechos del consumidor**, debido a que los Servicios OTT pueden vulnerar los derechos del consumidor a través de, por ejemplo, publicidad engañosa²⁰⁶ o el uso abusivo de la información confidencial.²⁰⁷

²⁰² Instituto (2020). *Primera Encuesta 2020 Usuarios de Telecomunicaciones*.

²⁰³ La probabilidad de este escenario se acentúa cuando existen:

- Altos costos de cambio entre plataformas o limitaciones al *multi-homing*;
- Acceso limitado de los rivales a insumos difícilmente replicables, como grandes volúmenes de datos;
- Alta sofisticación en la analítica de datos y el desarrollo de algoritmos; y
- Elevados niveles de capitalización, concentración de recursos tecnológicos especializados y talento.

APEC (2019). *Competition policy for regulating online platforms in the APEC Region*. México. Disponible en: <https://www.apec.org/Publications/2019/08/Competition-Policy-for-Regulating-Online-Platforms-in-the-APEC-Region>

²⁰⁴ OCDE (2019). *An introduction to online platforms and their role in the digital transformation*.

²⁰⁵ Nepal, S. y Jang-Jaccard, J. (2014). *A survey of emerging threats in cybersecurity*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022000014000178>

²⁰⁶ Ver por ejemplo un caso de publicidad engañosa por parte de Uber en FTC (2017). *Uber Agrees to Pay \$20 Million to Settle FTC Charges That It Recruited Prospective Drivers with Exaggerated Earnings Claims*. Disponible en: <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2017/01/uber-agrees-pay-20-million-settle-ftc-charges-it-recruited>

²⁰⁷ Ver por ejemplo el comunicado del Bundeskartellamt sobre las cláusulas que implicaban un uso abusivo de la información comercial que los usuarios de Amazon entregaban a la plataforma. Bundeskartellamt (2019). *Bundeskartellamt obtains far-reaching improvements in the terms of business for sellers on Amazon's online marketplaces*. Disponible en: https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/EN/Pressemitteilungen/2019/17_07_2019_Amazon.html?nn=3599398

- **Contenidos nocivos y noticias falsas**, debido a que a través de Plataformas OTT de video y de redes sociales pueden difundirse noticias falsas, discursos nocivos,²⁰⁸ acoso,²⁰⁹ o reproducirse de forma ilegal contenidos con derechos de autor.²¹⁰
- **Discriminación**, debido a que los algoritmos empleados por los Servicios OTT pueden presentar sesgos discriminatorios en términos de raza o de género en contra de algunos usuarios.

Diversos organismos, como la CE, la ONU y la OCDE, han publicado documentos donde se identifican algunas medidas para mitigar los riesgos asociados con los Servicios y Plataformas OTT, entre las que se encuentran:

- Disponer de herramientas y políticas que atiendan los fenómenos de concentración de grandes volúmenes de datos, barreras a la entrada y otros aspectos que podrían causar afectaciones a la competencia económica,²¹¹ ²¹² así como poner énfasis en adquisiciones que involucren la eliminación de potenciales competidores.²¹³
- Establecer normativas que incrementen el grado de control de los usuarios con respecto al uso de sus datos personales por parte de proveedores de Servicios OTT.²¹⁴
- Establecer estrategias y protocolos de prevención y respuesta a amenazas de seguridad y ciberseguridad.
- Establecer reglamentos de protección de los derechos del consumidor, principalmente los relacionados con el comercio electrónico.²¹⁵
- Establecer reglamentos, protocolos y sanciones para limitar la difusión de contenidos nocivos, discriminatorios y de odio.²¹⁶

²⁰⁸ CE (2018). *Survey requested by the European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content & Technology and co-ordinated by the Directorate-General for Communication*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/82798>

²⁰⁹ Unicef. *Cyberbullying: What is it and how to stop it: 10 things teens want to know about cyberbullying*. Disponible en: <https://www.unicef.org/end-violence/how-to-stop-cyberbullying>

²¹⁰ CE (2016). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Online Platforms and the Digital Single Market Opportunities and Challenges for Europe*. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1466514160026&uri=CELEX:52016DC0288>

²¹¹ ONU (2019). *Data Economy: Radical transformation or dystopia?*

²¹² OCDE (2018). *Rethinking antitrust tools for multisided platforms*. Disponible en: <https://www.oecd.org/daf/competition/Rethinking-antitrust-tools-for-multi-sided-platforms-2018.pdf>

²¹³ APEC (2019). *Competition policy for regulating online platforms in the APEC Region*. México.

²¹⁴ OCDE (2019). *An introduction to online platforms and their role in the digital transformation*.

²¹⁵ OCDE (2016). *Consumer protection in E-Commerce: OECD recommendation*. Disponible en: <https://www.oecd.org/internet/consumer/ECommerce-Recommendation-2016.pdf>

²¹⁶ Ver *Code of conduct on countering illegal hate speech online* de la Unión Europea, el cual obliga a las plataformas a vigilar y suprimir contenidos de odio. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/policies/justice-and-fundamental-rights/combating-discrimination/racism-and-xenophobia/eu-code-conduct-countering-illegal-hate-speech-online_en; https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/aid_development_cooperation_fundamental_rights/assessment_of_the_code_of_conduct_on_hate_speech_on_line_-_state_of_play_0.pdf

7. Redes y servicios en el sector de telecomunicaciones

El incremento exponencial en el tráfico de datos impulsado por el Big Data, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial, el Blockchain y los Servicios y Plataformas OTT, requiere de una infraestructura de soporte adecuada, que involucra, entre otros aspectos, la necesidad de incrementar la cobertura y capacidad de las redes tanto fijas como móviles, con la finalidad de atender la demanda de una mayor velocidad de transferencia de datos, bajas latencias²¹⁷ (retardo mínimo) y alta disponibilidad²¹⁸.

Asimismo, para habilitar la adopción y desarrollo de servicios que involucren Internet de las Cosas, Big Data, Blockchain, Inteligencia Artificial y los Servicios y Plataformas OTT, es fundamental la disponibilidad de servicios de acceso a Internet y otros recursos que permiten el adecuado funcionamiento de Internet, como son los IXP y las direcciones IP.

7.1. Internet

Internet es el conjunto descentralizado de redes de telecomunicaciones en todo el mundo, interconectadas entre sí, que proporciona diversos servicios de comunicación y que utiliza protocolos y direccionamiento coordinados internacionalmente para el enrutamiento y procesamiento de los paquetes de datos de cada uno de los servicios. Los protocolos y direccionamiento garantizan que las redes físicas que en conjunto componen Internet funcionen como una red lógica única.²¹⁹

El Internet ha permitido una conectividad ubicua, es decir, la posibilidad de estar conectado en cualquier lugar y en todo momento con múltiples dispositivos que actúan como interfaces entre personas, organizaciones, objetos y sistemas. Esta situación ha promovido una transformación digital sin precedentes en la sociedad, la economía y muchas otras dimensiones de la vida de las personas, organizaciones e instituciones.

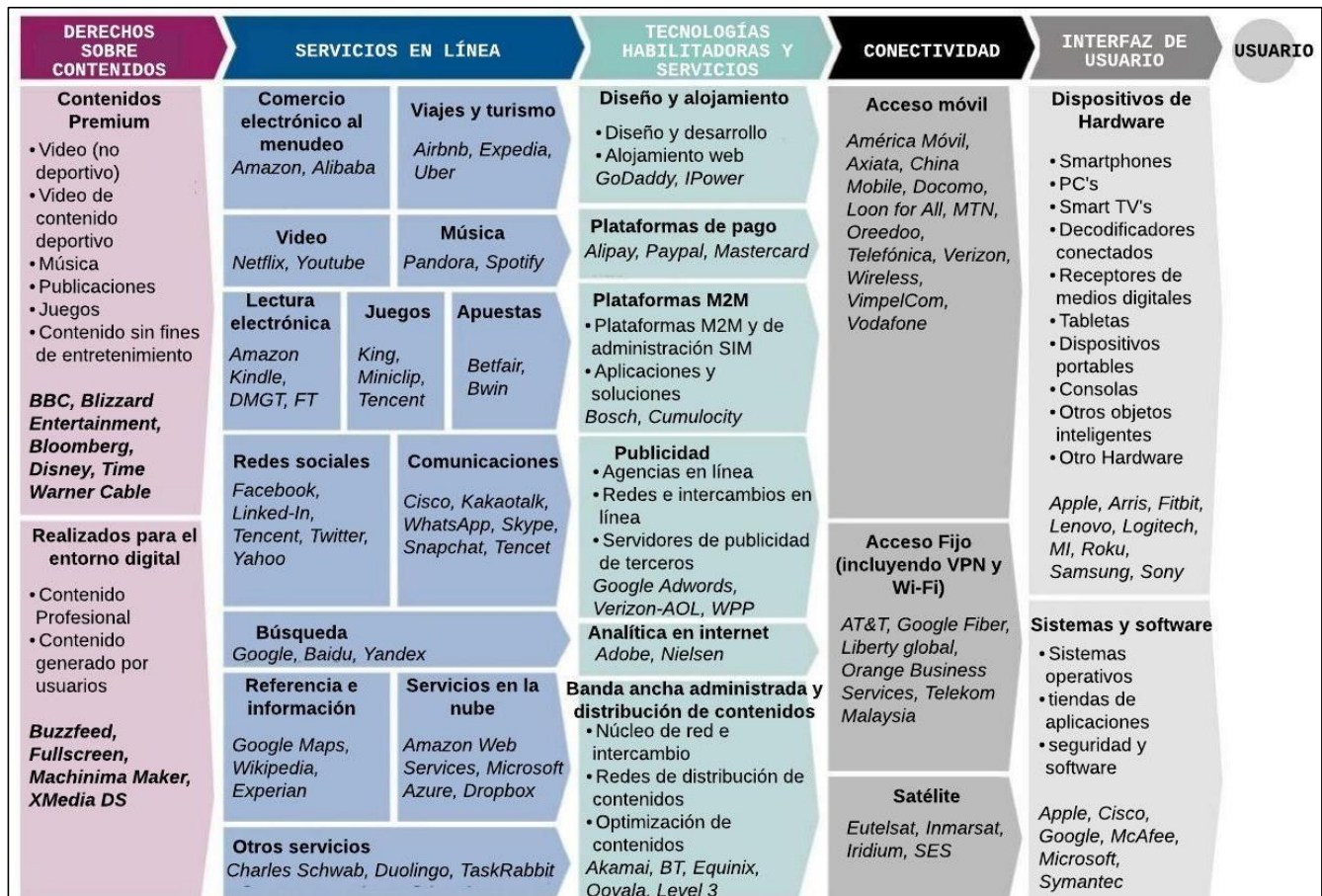
La transformación digital tuvo un impulso extraordinario a medida que más personas se encontraban conectadas a Internet, y se desplegó el potencial de tecnologías y servicios innovadores en los más diversos ámbitos de la actividad económica y de la sociedad. En este sentido, el incremento en los accesos a Internet permitió trasladar buena parte de la actividad de las personas, empresas y gobiernos al ámbito digital. Es por ello que los elementos y recursos de Internet, incluyendo las redes y servicios de telecomunicaciones, constituyen una infraestructura de soporte necesaria para el desarrollo adecuado y pleno de las tecnologías y servicios sobre Internet. En la siguiente figura se presenta la cadena de valor de Internet.

²¹⁷ Hace referencia al retardo en la transmisión. UIT (2012). *Calidad del servicio y Neutralidad de Red*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/wcit-12/Documents/WCIT-background-brief11-S.pdf>

²¹⁸ Hace referencia a la disponibilidad de un elemento para hallarse en estado de realizar una función requerida en un instante determinado o en cualquier instante de un intervalo de tiempo dado, suponiendo que se facilitan, si es necesario, los recursos externos. UIT (2008). *Definiciones de términos relativos a la calidad de servicio*. Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.800-200809-1!!PDF-S&type=items

²¹⁹ Ver definición contenida en el Artículo 3, fracción XXXII de la LFTTR.

Figura 54. Cadena de valor de Internet



Fuente: Elaboración propia con información de GSMA (2016).²²⁰

Como se mencionó anteriormente, Internet es una red conformada por múltiples redes, que recurre para su funcionamiento a una serie de protocolos, los cuales son un conjunto de reglas comúnmente aceptadas que se establecen para la comunicación entre dos o más sistemas. De esta forma, Internet puede considerarse, en esencia, como un medio de transmisión que amplifica y generaliza el uso y aprovechamiento de la información digitalizada.

Para soportar las actividades realizadas sobre Internet se requiere de recursos (infraestructura y servicios) de Internet, entre los que se encuentran:

- Redes y servicios de telecomunicaciones,
- IXP,
- Direcciones IP, y
- Nombres de dominio.

²²⁰ GSMA (2016). *The Internet Value Chain. A study on the economics of the Internet*. Disponible en: <https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2016/05/GSMA-The-Internet-Value-Chain-WEB.pdf>

Estos recursos de Internet son los que permiten el desarrollo pleno de las nuevas tecnologías y servicios sobre Internet como los que se han descrito en este documento. Como se ha señalado, su funcionamiento depende de la disponibilidad de un amplio volumen de datos que se genera a través de las conexiones a Internet, por lo cual resulta de vital importancia contar con la infraestructura y servicios adecuados en términos de cobertura y calidad para la recolección, almacenamiento, transporte y análisis de dichos datos.²²¹

7.2. Redes y servicios de telecomunicaciones

Las redes de telecomunicaciones son las que permiten transportar los datos y se definen como sistemas integrados por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario.²²²

De acuerdo con la OCDE, para habilitar la adopción y desarrollo del Big Data, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial, el Blockchain y los Servicios y Plataformas OTT, es deseable que la infraestructura de redes de telecomunicaciones cumpla con las siguientes características específicas:²²³

- **Interoperabilidad:** Permitir la interconexión de diversas fuentes de datos a través de una infraestructura global.
- **Escalabilidad:** Brindar altas capacidades y rendimiento con arquitecturas capaces de escalar y actualizarse a medida que aumenta el número de usuarios de la red.
- **Rápido despliegue:** Permitir el veloz despliegue de mejoras y nuevas soluciones.
- **Robustez:** Proporcionar garantías de disponibilidad incluso en condiciones extremas.
- **Limitado consumo de energía:** Tener un impacto ambiental limitado y bajo consumo de energía para reducir costos de operación y gestión.
- **Latencia baja:** Garantizar que sea reducido el tiempo que transcurre para que la información que se genera en un punto de origen de la red llegue a un punto de destino, en función de las necesidades del servicio.²²⁴
- **Alta velocidad.** Transmitir grandes cantidades de información entre puntos específicos de la red (velocidad de transferencia de datos).²²⁵

²²¹ Banco Mundial (2016). *World Development Report 2016: Digital dividends*. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016>

²²² Artículo 3, fracción LVII, de la LFTR.

²²³ OCDE (2018). *IOT Measurement and Applications*. OECD Digital Economy Papers, no. 271.

²²⁴ Ver, por ejemplo, *Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo*. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587373&fecha=25/02/2020

²²⁵ Ver, por ejemplo, *Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil y se abroga el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicado el 30 de agosto de 2011, así como la metodología de mediciones del Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicada el 27 de junio de 2012*. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510754&fecha=17/01/2018

7.2.1. Redes fijas

Anteriormente, los servicios de telecomunicaciones dependían de la tecnología específica que los proveía. Por ejemplo, hace décadas el par de cobre se asociaba al servicio de telefonía analógica fija, mientras el cable coaxial se vinculaba con el servicio de televisión restringida. Sin embargo, el hecho de que los protocolos y direccionamiento garanticen que las redes físicas que en conjunto componen Internet funcionen como una red lógica única, hace posible separar las funciones relacionadas de un servicio específico con respecto a la tecnología sobre la que se transporta o se presta.

Las redes de nueva generación se caracterizan por, entre otros aspectos, brindar soporte a una amplia variedad de aplicaciones y servicios, ofreciendo capacidad de banda ancha con calidad de servicio de extremo a extremo, así como por permitir la convergencia de servicios, la provisión de interfaces abiertas y la movilidad generalizada mediante el acceso por parte de los usuarios a diferentes proveedores de servicios.

En este sentido, la migración hacia las redes de nueva generación ha sido un elemento fundamental para el desarrollo de la economía digital. Por ejemplo, las redes ópticas pasivas (*Gigabit-capable Passive Optive Networks*, GPON por sus siglas en inglés) alcanzan capacidades de transmisión de datos que se miden en Gbps²²⁶ y ofrecen un incremento significativo en el desempeño de las redes fijas, como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 17. Tiempos de descarga con ADSL 5 Mbps y GPON-1 Gbps

Contenido	ADSL 5 Mbps	GPON-1 Gbps
4 minutos de música (4 MB)	5 segundos	0.003 segundos
Vídeo de 5 minutos (30 MB)	40 segundos	0.2 segundos
Audiolibro de 9 horas (110 MB)	2 minutos	0.9 segundos
Programa de TV de 45 minutos (200 MB)	5 minutos	1.7 segundos
Programa de TV de 45 minutos en alta definición (600 MB)	15 minutos	5 segundos
Película de 2 horas (1 a 1.5 GB)	24 minutos	8 segundos
Película de 2 horas en alta definición (3 a 4.5 GB)	72 minutos	25 segundos
Descarga de archivos (10 GB)	Tiempo excesivo	1 minuto 20 segundos

Fuente: Xataka, (2018).²²⁷

Notas: MB: Megabytes, GB: Gigabyte.

Como se observa, el despliegue de fibra óptica es fundamental para contar con redes con la capacidad necesaria para transportar los datos utilizando el protocolo IP, incrementando el ancho de banda y dando lugar a una infraestructura común que permite satisfacer las necesidades de conectividad.²²⁸

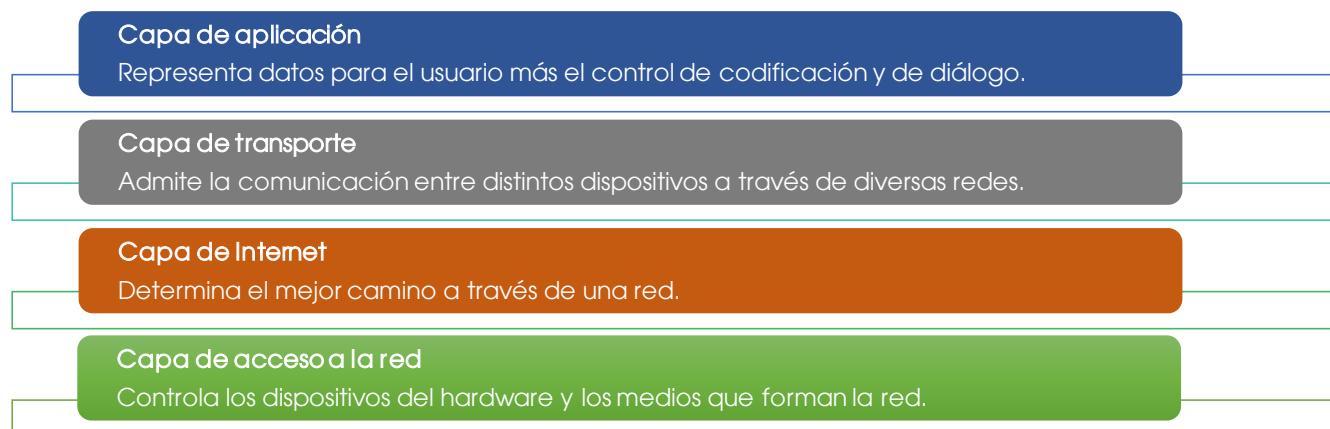
²²⁶ Las redes GPON presentan una velocidad de transmisión mayor o igual a 1.2 Gbps (Gigabits por segundo) mientras que redes más evolucionadas como la XG-PON cuenta con una capacidad asimétrica de 10 Gbps y la red XGS-PON presenta una capacidad simétrica de 10 Gbps; estas redes presentan mayor confiabilidad y aumento en el ancho de banda.

²²⁷ Xataka (2018). *Fibra óptica a 1 Gbps: qué nos aporta, cómo lo hace y que vendrá después*. Disponible en: <https://www.xataka.com/otros/fibra-optica-a-1-gbps-que-nos-aporta-como-lo-hace-y-que-vendra-despues>

²²⁸ Fuentes, L. y Rodríguez, I. (2013). *Redes de próxima generación*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259312180_Redes_de_proxima_generacion

A continuación, se describe la arquitectura de los protocolos TCP/IP, que permite la prestación de servicios de forma independiente a las tecnologías.

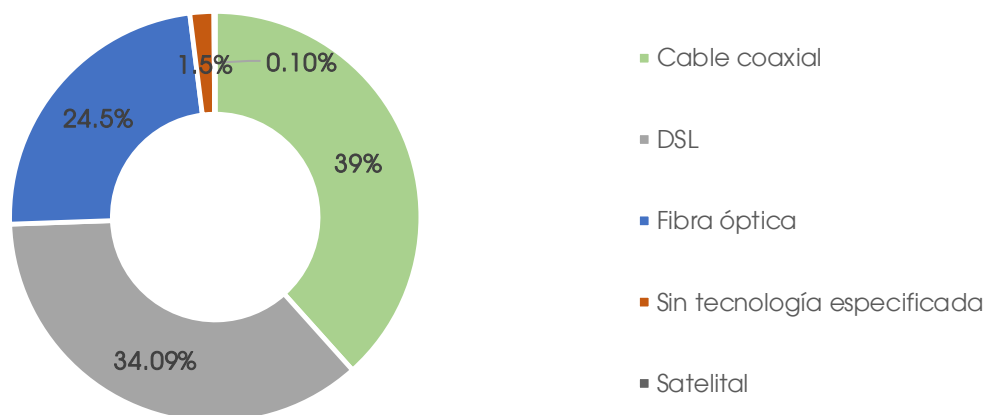
Figura 55. Arquitectura TCP/IP



Fuente: Elaboración propia con información de Cisco (2016).²²⁹

Es de señalar que, si bien la fibra óptica constituye uno de los medios que ofrece las velocidades de Acceso a Internet más elevadas, esta no suele estar disponible para toda la población ni en todas las zonas geográficas. Para el caso específico de México, al T4 2019, la principal tecnología de Acceso a Internet era el cable coaxial (39%), mientras que el porcentaje de usuarios de Acceso a Internet con fibra óptica fue de 24.5%.

Figura 56. Distribución de Accesos a Internet fijo en México, por tecnología, T4 2019



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto (2020).²³⁰

²²⁹ Cisco (2016). Capítulo 3: Protocolos y comunicaciones de red. Disponible en: http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter3_Protocolos%20y%C2%A0comunicaciones%20de%20red.pdf

²³⁰ Instituto (2020). Distribución de accesos al Servicio fijo de internet por tecnología en México. Disponible en: https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer_quest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Informaci%C3%B3n%20estad%C3%ADstica%20trimestral&reportPath=/Shared+Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true

7.2.2. Redes móviles

La evolución de las redes móviles ha sido impulsada por el aumento en el número de suscriptores y dispositivos conectados a estas redes. Al respecto, GSMA (2015) menciona que *“los avances en la tecnología de redes móviles están permitiendo a los consumidores acceder a aplicaciones multimedia que no habrían sido posibles con las redes móviles de primera y segunda generación”*,²³¹ las cuales sólo permitían servicios de voz y mensajes; con las redes de tercera generación (3G) fue posible el Acceso a Internet, mientras que las redes de cuarta generación (4G) permitieron a los usuarios el Acceso a Internet con mayor velocidad.²³²

Además, es importante destacar que el despliegue de redes inalámbricas se encuentra en evolución hacia la quinta generación (5G), que es una tecnología que ha presentado un desarrollo significativo en los últimos años y se espera su uso generalizado para poder ofrecer múltiples servicios relacionados con el Internet de las Cosas, incluyendo aplicaciones para ciudades inteligentes,²³³ gracias a que permite velocidades de navegación hasta 100 veces mayores que las redes 4G (descargas pico >20 Gbps), con retrasos y latencia imperceptibles (de 1 a 4 milisegundos) y una mayor densidad de conexiones (1 millón por Km²),²³⁴ creando nuevas oportunidades de acceso a los usuarios y a las diferentes necesidades de comunicación que surjan de las nuevas tecnologías y servicios sobre Internet.

Cuadro 18. Comparativo de 3G, 4G y 5G

	3G	4G	5G
Velocidad de descarga	56 Mbps	1 Gbps	10 Gbps
Latencia	212 milisegundos	60-98 milisegundos	<1 milisegundo

Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2018).²³⁵

Por lo anterior, el despliegue de redes 5G permitirá catalizar el desarrollo de la economía digital, al constituir una infraestructura común para la incorporación y prestación de servicios sobre Internet. Es de señalar que para el caso mexicano, al 4T 2019 no se cursaba tráfico por 5G o era muy reducido, mientras que la mayor cantidad de tráfico se cursó por 4G y 3G con 319,168 y 82,930 terabytes, respectivamente.²³⁶

²³¹ GSMA (2015). *Aclaraciones sobre la demanda de datos*. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2014/07/GSMA-Data-Demand-Explained-SPANISH-Nov14.pdf>

²³² GSMA (2014). *LTE: Tecnología y Salud. 4G y Banda Ancha Móvil*. Disponible en: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2014/06/GSMA-LTE-tecnologia-salud.pdf>

²³³ OCDE (2017). *Perspectivas de la OCDE sobre la Economía Digital 2017*. Disponible en: <https://economicon.mx/ec0n0/wp-content/uploads/2018/06/libro-perspectivas-ocde-economia-digital-2017.pdf>

²³⁴ ANATEL (2018). *Ciudadanos y Telecomunicaciones en Tránsito a la Nueva Economía Digital*. Disponible en: <http://www.anatel.org.mx/ciudadanos-telecomunicaciones-resumen-ejecutivo2018.pdf>

²³⁵ UIT (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf

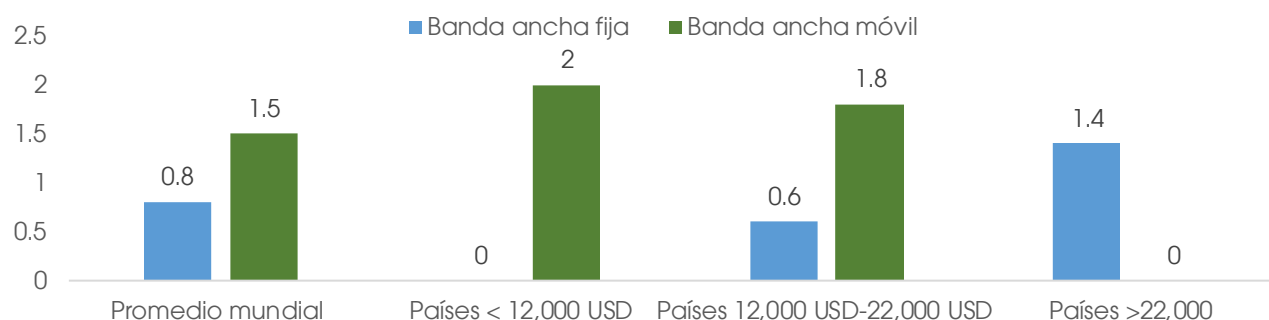
²³⁶ BIT (2020). *Tráfico de datos del Servicio de acceso móvil a Internet en México*.

Con respecto al impacto económico del despliegue de redes 5G, se considera que será un factor clave para la atracción de inversiones, empleo y para la competitividad industrial,²³⁷ así como para el desarrollo de la denominada industria 4.0, la cual involucra las tecnologías y servicios descritos en el presente documento.²³⁸ En particular, fuentes especializadas estiman que el despliegue de redes 5G podría añadir a la economía mundial hasta 13.2 mil millones de USD en 2035, y generar hasta 22.3 millones de empleos.²³⁹

7.2.3. Acceso a Internet

Uno de los principales servicios para el funcionamiento y desarrollo pleno del ecosistema digital es el Acceso a Internet de banda ancha.²⁴⁰ La UIT señala que un aumento de 10% en la penetración de Acceso a Internet fijo produce un aumento de 0.8% en el PIB mundial y de 0.6% en países de desarrollo medio (como México), mientras que un aumento de 10% en la penetración de Acceso a Internet móvil produce un aumento de 1.5% en el PIB mundial y de 1.8% en países de desarrollo medio (como México), como se muestra a continuación.

Figura 57. Impacto en el PIB de un aumento de 10% en la penetración de Acceso a Internet



Fuente: Elaboración propia con información de UIT (2019).²⁴¹

En cuanto a la contribución de la economía digital al PIB, para el caso particular de México, Accenture Research y Oxford Economics estiman que la contribución en 2021 será de 18%.

²³⁷ Mauro, I. (2019). *5G for the Fourth Industrial Revolution*. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/05/1-Isabelle-Mauro-Director-Head-of-Telecoms-Digital-Communications-Industry-WEF.pdf>

²³⁸ UNIDO (2018) define la Industria 4.0 en los términos siguientes:

"Industry 4.0 includes concepts, tools and applications that complement a smart embedded system of machines able to communicate with each other and people and perform autonomous tasks in industrial production processes".

UNIDO (2018). *Industry 4.0 – the opportunities behind the challenge*. Disponible en: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO_GC17_Industry40.pdf

²³⁹ IHS Markit (2019). *The 5G economy: How 5G will contribute to the global economy-november 2019*. Disponible en: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/ihs-5g-economic-impact-study-2019.pdf>

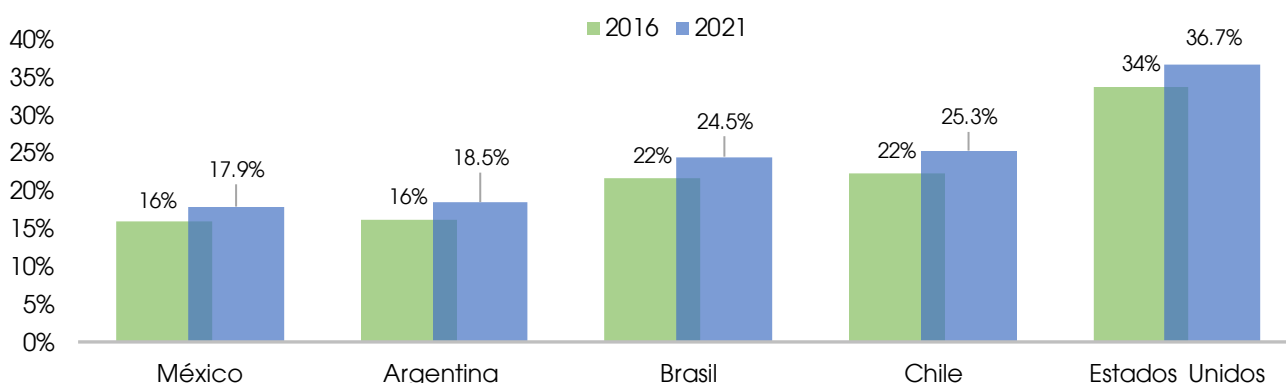
²⁴⁰ De acuerdo al Artículo 3, fracción V, de la LFTR, Banda Ancha es el

"acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas, cuyos parámetros serán actualizados por el Instituto periódicamente".

UIT (1997). *Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados*. Recomendación UIT-T I.113. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-I.113-199706-I/es>

²⁴¹ UIT (2019). *The State of Broadband: Broadband as a Foundation for Sustainable Development*. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-BROADBAND.20-2019-PDF-E.pdf

Figura 58. Contribución de la economía digital al PIB, 2016 y 2021*

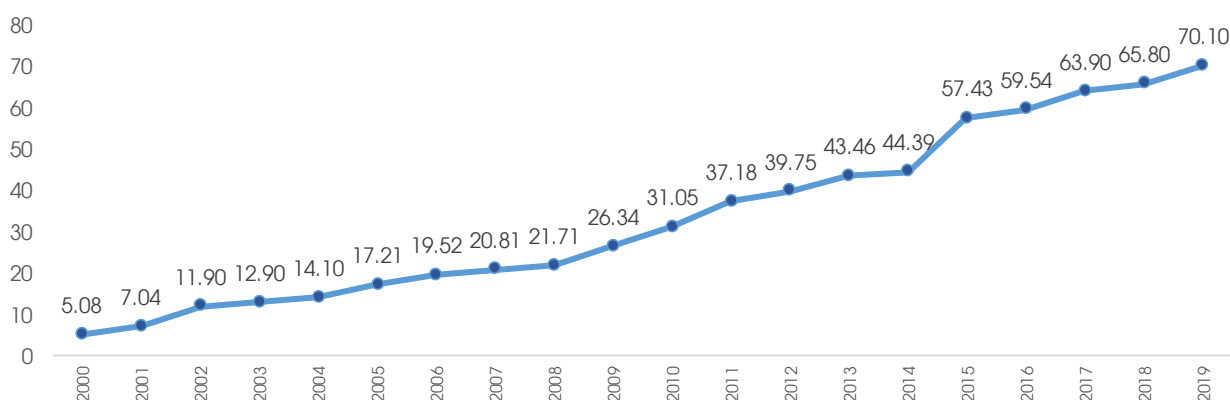


Fuente: Elaboración propia con información de Accenture Research y Oxford Economics (2018).²⁴²

* Cifras estimadas.

En cuanto a la penetración y uso del servicio de Acceso a Internet en México, el porcentaje de población que usa Internet ha presentado un incremento considerable a partir de 2014, pasando de 44.39% en ese año a 70.1% en 2019.

Figura 59. Porcentaje de la población mayor a 6 años que usa Internet, México



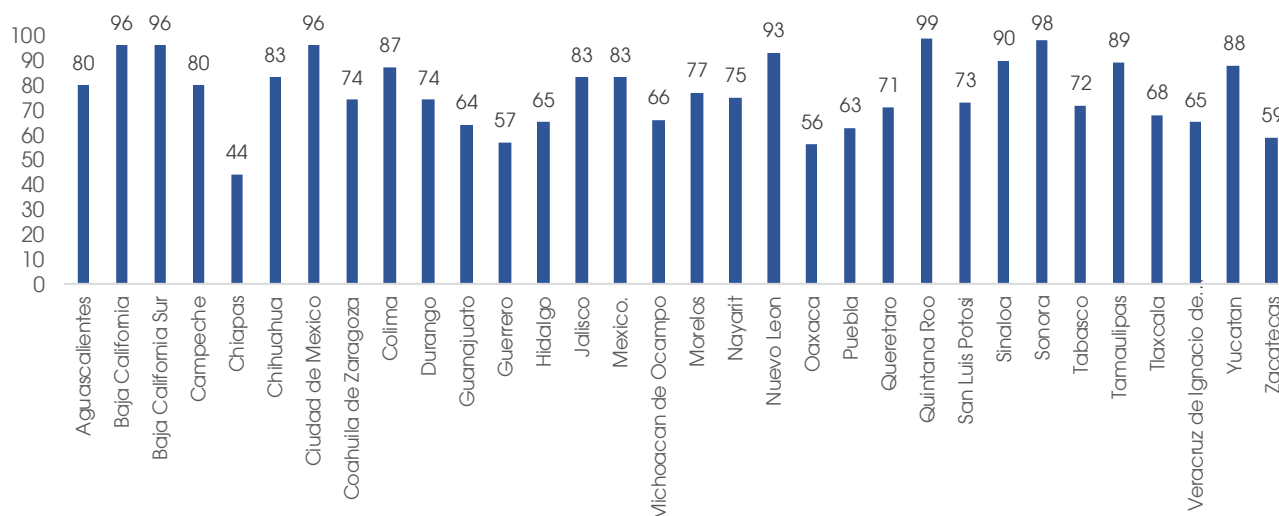
Fuente: Elaboración propia con información de ENDUTIH (2019).²⁴³

En términos desagregados, la penetración del Acceso a Internet móvil para 2019 alcanzó una media nacional de 77 líneas por cada 100 habitantes, destacando entidades como Baja California y Baja California Sur (96), Quintana Roo (99) y Sonora (98) que se encuentran por encima de la media nacional, mientras que Guerrero (57), Oaxaca (56) y Chiapas (44) se encuentran por debajo de la media nacional.

²⁴² Accenture Research y Oxford Economics (20187). *El avance de la economía digital en Chile*. Disponible en: https://www.accenture.com/t00010101T0000007_w/_cl-es/_acnmedia/PDF-71/Accenture-Digital-Index-Chile.pdf

²⁴³ INEGI (2019). ENDUTIH TICS Hogares. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>

Figura 60. Penetración de Acceso a Internet móvil, por entidad federativa, T4 2019 (líneas por cada 100 habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del BIT.

7.2.4. Cloud computing

Como parte de la infraestructura necesaria para las tecnologías y servicios sobre Internet destaca el *cloud computing* o **computación en la nube**, el cual puede entenderse como un modelo de servicios que permiten el acceso en línea a recursos físicos o virtuales (tales como centros de datos, servidores y software), con la ventaja de que dichos recursos se ofrecen de forma flexible, bajo demanda, escalable y con un bajo esfuerzo administrativo.²⁴⁴

La importancia de estos servicios se ha incrementado conforme se eleva el volumen de tráfico de datos que circula en las redes y proliferan las aplicaciones y servicios sobre Internet que a su vez demandan recursos como centros de datos, servidores y servicios administrados. En consecuencia, las empresas que proveen servicios en la nube ven incrementados sus ingresos año con año. Por ejemplo, Statista estima que los ingresos de las empresas que ofrecen aplicaciones en la nube ascenderá a 101 mil millones de USD en 2022.

²⁴⁴ UIT define el cómputo en la nube como un

"paradigma para dar acceso a la red a un conjunto elástico y ampliable de recursos físicos o virtuales, compatibles con administración y configuración en autoservicio previa solicitud".

UIT (2014). *Tecnología de la información - Computación en la nube - Descripción general y vocabulario*. Recomendación UIT-T Y.3500. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3500-201408-I/es>

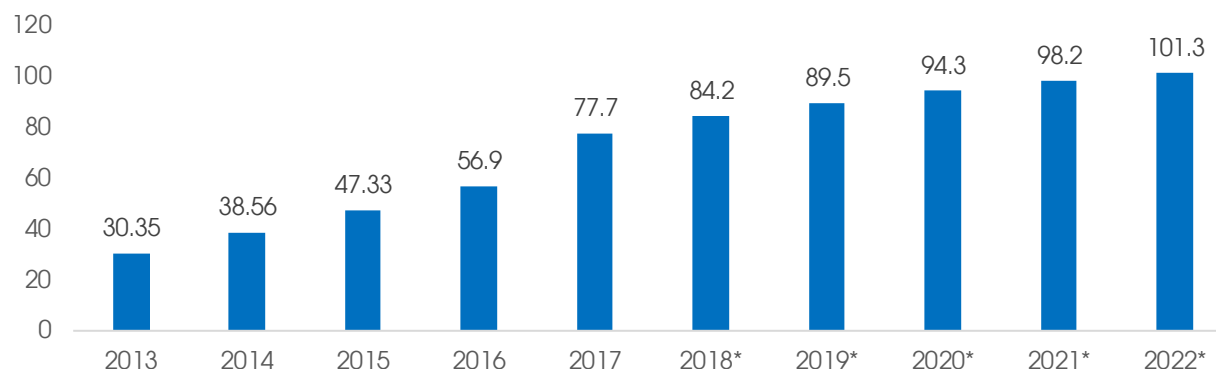
La OCDE define cómputo en la nube como:

"a service model for computing services based on a set of computing resources that can be accessed in a flexible, elastic, on-demand way with low management effort".

OCDE (2014). *Cloud Computing: The Concept, Impacts and the Role of Government Policy*. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jxzf4lcc7f5-en.pdf?expires=1589473218&id=id&accname=guest&checksum=3CB0D3EB0C37B6DB56CE68DF35A354E7>

Instituto (2020). *Estudio de Cloud Computing en México*. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/dgci.estudio-cloud.computing.pdf>

Figura 61. Ingresos de servicios en la nube, nivel mundial (mil millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).²⁴⁵

* Cifras estimadas.

Los servicios en la nube pueden clasificarse en las siguientes categorías, las cuales no son excluyentes entre sí, pues un proveedor puede ofrecer combinaciones de servicios:²⁴⁶

- **Infraestructura como servicio:** Ofrecen de forma flexible y escalable recursos de computación enfocados a brindar capacidades de procesamiento, almacenamiento y red a sus usuarios. Ejemplos: los centros de datos Cloud Drive de Alestra²⁴⁷ y los centros de datos de Amazon Web Services.²⁴⁸
- **Plataforma como servicio:** Ofrecen plataformas para que los usuarios desarrollen en ellas sus propias aplicaciones y servicios, delegando en el proveedor la administración y control de la infraestructura subyacente a dichas plataformas. Algunos ejemplos son las plataformas de Microsoft Azure, IBM Cloud y AWS Elastic Beanstalk.²⁴⁹
- **Software como servicio:** Los usuarios acceden a las aplicaciones del proveedor, delegando en éste la gestión de la infraestructura subyacente y el desarrollo de las capacidades de la aplicación. Ejemplos: Dropbox, G Suite Apps y Salesforce.²⁵⁰

Cabe señalar que uno de los recursos de infraestructura más importante para *Cloud Computing* son los **centros de datos**, que pueden entenderse como construcciones destinadas al resguardo seguro de equipo de cómputo (como servidores) y de red pertenecientes a proveedores de alojamiento y de servicios en la nube, donde los datos se procesan y almacenan. Dichos espacios incluyen también infraestructura para dotar de energía y mantener a una temperatura adecuada al equipo allí albergado, el cual se mantiene en funcionamiento las 24 horas del día.

²⁴⁵ Statista (2020). *Global cloud applications market size 2013-2022*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/475670/cloud-applications-market-size-worldwide/>

²⁴⁶ OCDE (2014). *Cloud Computing: The Concept, Impacts and the Role of Government Policy*.

²⁴⁷ Alestra. *Nube: Cloud Drive*. Disponible en: <https://www.alestra.mx/soluciones/cloud-drive>

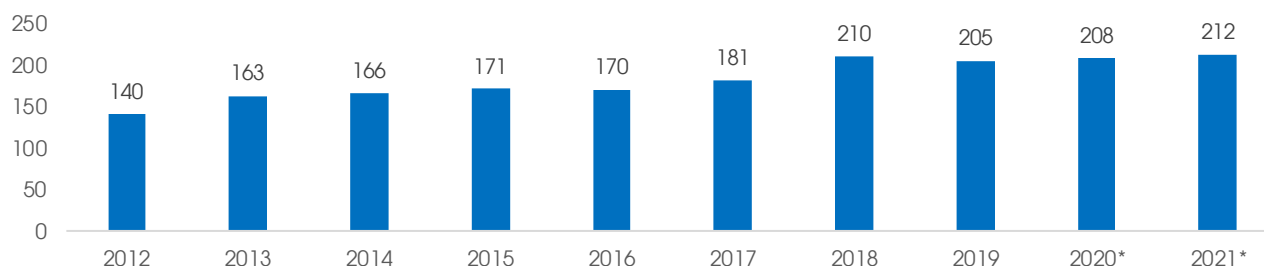
²⁴⁸ Amazon Web Services. *Nuestros Centros de datos*. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/compliance/data-center/>

²⁴⁹ Watts, S. y Raza, M. (2019). *SaaS vs PaaS vs IaaS: What's The Difference and How To Choose*. Disponible en: <https://www.bmc.com/blogs/saas-vs-paas-vs-iaas-whats-the-difference-and-how-to-choose/>

²⁵⁰ Watts, S. y Raza, M. (2019). *SaaS vs PaaS vs IaaS: What's The Difference and How To Choose*.

Los centros de datos surgen como una alternativa para que los proveedores de servicios sobre Internet gestionen el amplio volumen de datos que generan sus usuarios, de forma que esto estimula el gasto en esta infraestructura, el cual se incrementó de 140 mil millones de USD en 2012 a 205 mil millones de USD en 2019, como se muestra a continuación.

Figura 62. Gasto en infraestructura de centros de datos, nivel mundial (miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia con información de Statista (2020).²⁵¹

* Cifras estimadas.

Aunque muchas empresas pueden optar por desplegar sus propios centros de datos, las ventajas que genera el acceder a estos recursos de infraestructura a través de la nube radica en que estos últimos pueden escalar su capacidad conforme a las necesidades de la empresa a un menor costo, aunque con la contraparte de que la empresa ceda parte del control sobre sus datos a un tercero.²⁵²

Además de los centros de datos, debido a los crecientes requerimientos de personal y conocimiento altamente especializado para la implementación de las nuevas tecnologías digitales, algunas empresas recurren a los denominados **servicios administrados**, que pueden definirse como servicios que involucran una relación entre el usuario y un proveedor, donde el primero delega al segundo la responsabilidad de operaciones.²⁵³

Estos servicios brindan beneficios a las empresas como la mejora en el desempeño de sus operaciones y la reducción de riesgos y costos, y sus proveedores pueden ofrecer actividades como la implementación de servicios en la nube, soluciones basadas en centros de datos, seguridad y herramientas, así como respaldo automático de servidores, planes de contingencia y continuidad de negocio, acceso remoto, infraestructura de procesamiento y gestión de correos electrónicos.²⁵⁴

²⁵¹ Statista (2020). *IT data center systems total worldwide spending 2012-2021*. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/314596/total-data-center-systems-worldwide-spending-forecast/>

²⁵² Wen, H. (2019). *Cloud vs. Data Center: What to Consider*. Business News Daily. Disponible en: <https://www.businessnewsdaily.com/4982-cloud-vs-data-center.html>

²⁵³ Deloitte (2017). *Managed services: A catalyst for transformation in banking*. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mm/Documents/risk/mm-risk-managed-services-in-banking.pdf>

²⁵⁴ Ver, por ejemplo, *Resolución mediante la cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones autorice que se realice la concentración radicada bajo el expediente No. UCE/CNC-004-2014*. Disponible en http://apps.ift.org.mx/publicdata/P-IFT_011014_332_Version_Publica_UCE.pdf

7.3. Otros recursos necesarios para el funcionamiento de Internet

7.3.1. IXP

Los IXP constituyen un recurso necesario para la operación de Internet y se refieren a un sitio donde los proveedores de Internet se interconectan, permitiendo que las redes intercambien el tráfico de datos entre sí.

Cabe señalar que no todo el tráfico de datos entre operadores necesariamente tiene que pasar por un IXP, ya que también existen acuerdos de *peering* que habilitan el intercambio de tráfico entre dos operadores de forma directa.²⁵⁵

En México, se identifica sólo un IXP, localizado en la Ciudad de México, el cual inició operaciones en 2014 y se encuentra bajo la administración del Consorcio para el Intercambio de Tráfico A.C.; además, en 2018 se firmó el acta constitutiva para la creación del segundo IXP en el país que estará ubicado en el estado de Yucatán.²⁵⁶

Respecto al intercambio de tráfico de datos, se identifican operadores que administran redes con diversos niveles de cobertura, desde un nivel local, nacional y hasta internacional, con la siguiente clasificación:^{257,258}

- **Operadores de redes Tier 1:** Operadores de redes globales con tendidos de fibra óptica por al menos dos continentes, estas redes permiten acceder a cualquier punto de Internet, gracias a que todas se encuentran conectadas entre sí. Se puede decir que estas redes forman el actual “*backbone*” o red troncal de todo Internet, además cuentan con cables submarinos, enlaces y routers capaces de transmitir una cantidad muy elevada de datos al mismo tiempo, manteniendo la accesibilidad global.
- **Operadores de redes Tier 2:** Operadores de redes nacionales que necesitan conectarse a un operador de red Tier 1 para el intercambio de tráfico a nivel internacional. También se conectan a otros operadores de red Tier 2 mediante acuerdos de *peering* y ofrecen servicios de conectividad a los operadores de red Tier 3.
- **Operadores de redes Tier 3:** generalmente son operadores de redes locales orientados a prestar Acceso a Internet residencial o comercial, administran tráfico local y se conectan a redes Tier 2 para intercambiar el tráfico de Internet.

²⁵⁵ Internet Society (2016). *Puntos de intercambio de Internet: Informe de políticas*. Disponible en: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-PolicyBrief-IXPs-20151030-es.pdf>

²⁵⁶ IXP CITI (2020). Disponible en: <https://ixp.mx/>

²⁵⁷ SYSCOM (2016). *Arquitectura del Internet*. Disponible en: <https://www.syscomblog.com/2016/06/arquitectura-del-internet.html>

²⁵⁸ Pozo, R. (2015). *Rol de los proveedores internacionales*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Documents/EVENTS/2015/0910-PA-IXP/7%20Jueves%20REDCA%20Pozo%20Rol%20Proveedores%20Internacionales.pdf>

7.3.2. Direcciones IP

Las direcciones IP son otro de los recursos necesarios para la operación de Internet, y se refieren a una dirección numérica única relativa al Protocolo de Internet que consiste en una serie de números que permiten la identificación de una interfaz concreta dentro de la red.²⁵⁹ La ICANN es el organismo responsable de asignar el espacio de direcciones numéricas, y éstas son proporcionadas a los usuarios por los proveedores de Acceso a Internet.²⁶⁰

La cantidad de direcciones IP es limitada y se encuentra en función de la versión del protocolo de Internet vigente, que es **IPv4**, en el que las direcciones cuentan con una longitud de 32 bits. Debido al creciente número de conexiones a Internet por parte de personas, máquinas, objetos y organizaciones, estos recursos se encuentran en proceso de agotamiento,²⁶¹ lo que puede comprometer el desarrollo de las aplicaciones de Internet de las Cosas que requieren conectar a múltiples dispositivos, cada uno de los cuales con su propia numeración IP.

La solución radica en promover la transición hacia una versión superior de protocolo de Internet, denominado **IPv6**, en el cual las direcciones cuentan con una longitud de 128 bits, incrementando la disponibilidad de direcciones IP en más de 7.9×10^{28} veces.

A continuación, se presentan cifras e indicadores relacionados con la adopción de IPv6 en una muestra de 8 países, incluido México.

Cuadro 19. Indicadores de la adopción del IPv6 en diversos países

País	Despliegue de IPv6 (índice)	Prefijos IPv6 (% de prefijos IPv6 enrutables respecto al total de prefijos IPv6)	Tránsito IPv6 (% de sistemas autónomos que transitan en IPv6 respecto a los que transitan en IPv4)	Contenido IPv6 (% de páginas disponibles en IPv6 respecto a las 500 páginas más recurridas en Web)	Usuarios IPv6 (% en búsquedas de usuarios Google)
Alemania	60.80	46.63	85.80	60.62	45.40
EE.UU.	49.98	33.69	67.68	56.66	34.30
India	51.97	22.29	60.97	62.62	38.30
Japón	49.77	45.83	83.52	47.88	31.00
Brasil	50.92	39.81	73.38	63.09	29.90
Canadá	47.20	41.37	75.89	59.76	23.7
México	53.00	22.04	70.11	70.33	31.8
China	23.71	5.18	81.67	21.95	0.88

Fuente: Elaboración propia con datos de ólab.²⁶²

En la siguiente figura se muestra la evolución de los navegadores Web habilitados para IPv6 en México, el mundo y Estados Unidos de América, de 2012 a 2020.

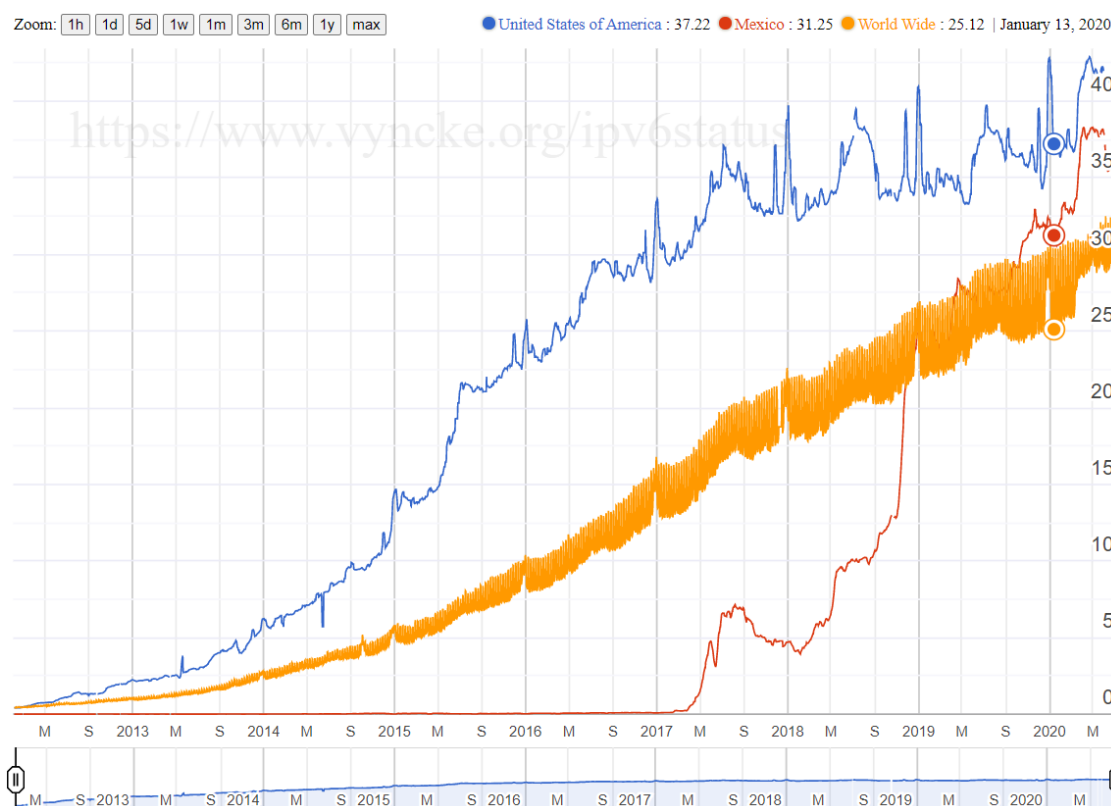
²⁵⁹ ICANN (2010). *Nombres de dominio*. Disponible en: <https://www.icann.org/en/system/files/files/domain-names>

²⁶⁰ UIT (2005). *Manual sobre redes basadas en el protocolo de Internet (IP) y asuntos conexos*. Disponible en: <https://www.itu.int/ITU-T/special-projects/ip-policy/final/IPPolicyHandbook-S.pdf>

²⁶¹ UIT (2013). *IPv4 and IPv6 Issues. World Telecommunication/ICT Policy Forum: Background Series*. Disponible en: <https://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/backgroundunder-wtpf-13-ipv4-ipv6-en.pdf>

²⁶² ólab Cisco. *Página consultada el 12 de diciembre de 2019*. Datos disponibles en <https://ólab.cisco.com/stats/index.php?option=all>

Figura 63. Navegadores Web habilitados para IPv6, en México, Estados Unidos de América y nivel mundial



Fuente: Google (13 enero 2020).²⁶³

En ese sentido, resulta de particular importancia que se promueva la adopción del IPv6, a fin de poder ofrecer suficientes recursos de numeración para el óptimo funcionamiento de Internet y que permita soportar el desarrollo de las tecnologías y servicios que conforman el ecosistema digital.

7.3.3. Nombres de dominio y World Wide Web (WWW)

La forma más frecuente en la que un usuario realiza una consulta de una página web es a través de su **nombre de dominio**,²⁶⁴ el cual es un nombre único que se asocia a la dirección IP física de un sitio web y es un componente de la URL de dicho sitio. Por ejemplo, la URL del sitio web del Instituto es <http://www.ift.org.mx/>, mientras que su nombre de dominio es ift.org.mx. De esta forma, el nombre de dominio pasa a ser la dirección de una persona, empresa u organización en Internet.²⁶⁵

²⁶³ Disponible en: <https://www.vyncke.org/ipv6status/compare.php?metric=p&countries=us,mx,ww>

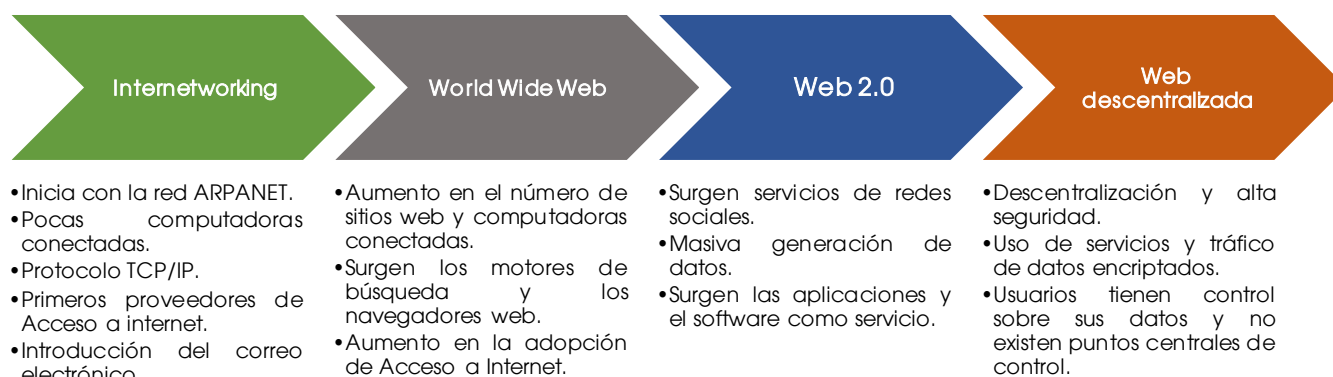
²⁶⁴ Google. Conceptos básicos de los nombres de dominio. Disponible en: <https://support.google.com/a/answer/2573637?hl=es>

²⁶⁵ ICANN (2010). Nombres de dominio. Disponible en: <https://www.icann.org/en/system/files/files/domain-names-beginners-guide-06dec10-es.pdf>

A la correspondencia entre direcciones IP y nombres de dominio se le denomina **sistema de nombres de dominio**, y es gestionado por la ICANN, la cual a su vez delega el registro de los nombres de dominio en centros de información de red en cada país.²⁶⁶

El conjunto de páginas web conectadas entre sí a través de hipervínculos en Internet se conoce como World Wide Web (WWW o **Web**),²⁶⁷ la cual ha evolucionado a través del tiempo, como se presenta en el siguiente esquema.

Figura 64. Evolución de la World Wide Web



Fuente: Elaboración propia con información de Campbell (2018).²⁶⁸

La Web emplea para su funcionamiento tres componentes:²⁶⁹

- Un **protocolo HTTP** (siglas de *Hypertext Transfer Protocol*), el cual permite la transferencia de datos entre un usuario de la Web y un servidor que atiende la solicitud del usuario de acceso a una página web;
- Localizadores uniformes de recursos (*Uniform Resource Locator* o **URL**, en inglés), que se refieren a claves únicas identificadoras universales de las páginas web, y
- Un **protocolo HTML** (siglas de *Hypertext Markup Language*), que es el formato más habitual en el que se publican las páginas web.

Para localizar, acceder y visualizar la información contenida en la Web, los usuarios deben recurrir a un **navegador**. De esta forma, cuando un usuario quiere acceder a una página web, puede escribir en un navegador la URL o el nombre de dominio de la página web, su navegador realiza la petición a un servidor empleando el protocolo HTTP, el servidor envía una respuesta en formato HTML, el navegador la interpreta y presenta en pantalla al usuario la página web solicitada.

²⁶⁶ ICANN. Conociendo la Corporación para la Asignación de Nombres y Números en Internet (ICANN). Disponible en: <https://www.icann.org/es/system/files/files/getting-to-know-icann-quicklook-30apr20-es.pdf>

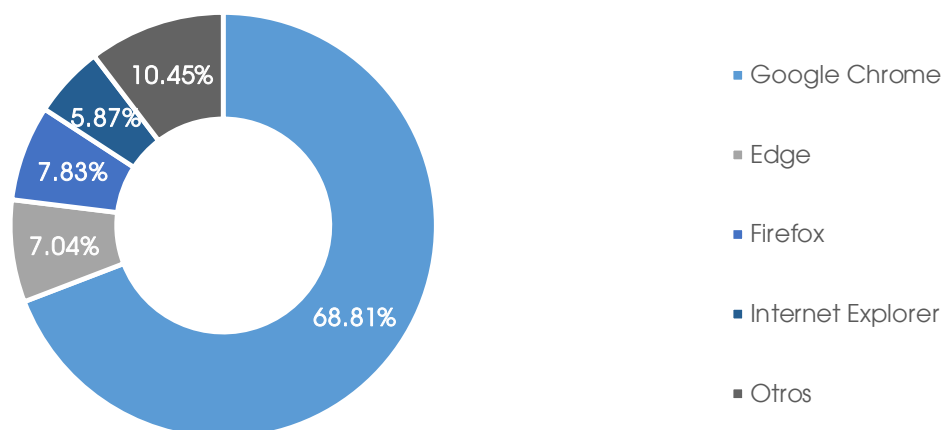
²⁶⁷ Mozilla (2020). World Wide Web. Disponible en: https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/World_Wide_Web

²⁶⁸ Campbell, D. (2018). Why The Internet Needs to Evolve (Again). Disponible en: <https://www.dugcampbell.com/why-internet-needs-to-evolve-again/>

²⁶⁹ Mozilla (2020). World Wide Web.

De acuerdo con información de Net Marketshare, para julio de 2020, el principal navegador en computadoras de escritorio era Google Chrome (68.81%), seguido de Firefox (7.83%), Microsoft Edge (7.04%), Internet Explorer (5.87%) y otros.

Figura 65. Participación de navegadores en términos de su uso en computadoras de escritorio, nivel mundial, julio de 2020 (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con información de Net Marketshare (2020).²⁷⁰

7.4. Retos y oportunidades

A continuación, se identifican algunos retos y oportunidades relacionados con los recursos de telecomunicaciones, asociados con la adopción y desarrollo de las tecnologías y servicios sobre Internet:

- **Despliegue de infraestructura**, debido a que se requiere incrementar la capacidad de las redes, a través de, por ejemplo:
 - Regulación y promoción de la compartición de infraestructura.²⁷¹
 - Asignación eficiente de espectro radioeléctrico para redes móviles.²⁷²
 - Promoción de la competencia económica y la libre concurrencia, incluyendo el establecimiento de límites a la concentración del espectro radioeléctrico.

²⁷⁰ Net Marketshare (2020). *Browser Market Share*.

²⁷¹ El Agente Económico Preponderante en el sector de telecomunicaciones tiene la obligación de compartir su infraestructura pasiva con otros concesionarios; el resto de concesionarios pueden compartir su infraestructura conforme a los *Lineamientos para el Despliegue, Acceso y Uso Compartido de Infraestructura de Telecomunicaciones y Radiodifusión*, disponibles en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5583940&fecha=15/01/2020; y los Lineamientos para la entrega, inscripción y consulta de información para la conformación del Sistema Nacional de Información de Infraestructura, disponibles en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5576710&fecha=28/10/2019.

²⁷² El Instituto ha asignado, a través de licitaciones, 362 MHz en el periodo 2013-2019. Instituto (2019). *IMT en México: más espectro para aplicaciones de banda ancha móvil*. Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt_en_mexico_febrero_2019.pdf.

Asimismo, en el estudio *Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación*, se identifican bandas de frecuencias que considera factibles para el despliegue de sistemas móviles 5G en México. Disponible en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadelespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>.

- **Cobertura e inclusión**, debido a que alrededor de la mitad de la población mundial no tiene Acceso a Internet; en México, en 2019, 43.6% de los hogares no cuenta con Acceso a Internet.²⁷³
- **Protocolo IPv6**, debido al creciente número de conexiones a Internet de personas, máquinas, objetos y organizaciones, los recursos de direcciones IP del protocolo IPv4 se encuentran en proceso de agotamiento. Se requiere promover la transición hacia el protocolo IPv6 para incrementar la disponibilidad de direcciones IP.²⁷⁴
- **Neutralidad o gestión de red**, debido a que la falta de regulación clara en torno a este principio puede generar incertidumbre con relación a la gestión del tráfico cuando el volumen rebasa la capacidad de las redes de los proveedores de Acceso a Internet.²⁷⁵
- **Competencia económica**, debido a que pueden existir agentes económicos con capacidad de controlar recursos, infraestructura o insumos necesarios para el funcionamiento de Internet y del ecosistema digital en general. En consecuencia, dichos agentes pueden aprovechar esas ventajas para establecer barreras a la entrada a nuevos competidores, reduciendo con ello los beneficios de la economía digital para la población.

Destaca la provisión de servicios especializados y diferenciados (incluyendo la práctica de *zero rating*²⁷⁶), en la cual los proveedores de Acceso a Internet dan un tratamiento particular a los contenidos y aplicaciones a los que acceden los usuarios finales; estas prácticas comerciales podrían dar lugar a un trato discriminatorio por parte de los proveedores de Acceso a Internet hacia los diferentes proveedores de aplicaciones y contenidos sobre Internet, y los potenciales problemas de competencia económica se exacerban en presencia de integraciones verticales de proveedores de Acceso a Internet con proveedores de aplicaciones y contenidos sobre Internet.²⁷⁷

²⁷³ El porcentaje de hogares que cuenta con conexión a Internet en México, para 2019, es de 56.4%. INEGI (2019). *Hogares con conexión a Internet como proporción del total de hogares*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>

²⁷⁴ El Instituto publicó un micrositio informativo sobre IPv6, disponible en <http://ipv6.ift.org.mx/>, así como una serie de recomendaciones generales disponibles en <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/politica-regulatoria/recomendacionesipv6.pdf>

²⁷⁵ Ver consulta pública del anteproyecto de *Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/consulta-publica-sobre-el-anteproyecto-de-lineamientos-para-la-gestion-de-trafico-y-administracion>

²⁷⁶ CE (2017). *Report on zero-rating practices in broadband markets*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0217687enn.pdf>

²⁷⁷ Instituto (2019). *Anteproyecto de Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/consulta-publica-sobre-el-anteproyecto-de-lineamientos-para-la-gestion-de-trafico-y-administracion>

8. Conclusiones

La transformación digital ha cambiado y seguirá cambiando la forma en que los servicios públicos y privados son ideados, planificados, diseñados, implementados, operados y ofrecidos, por ejemplo, eliminan o reducen el uso de papel y efectivo, son remotos y pueden ser personalizados.

En este Estudio se ofrece un acercamiento a cinco de las principales tecnologías y servicios que conforman el ecosistema digital: Big Data, Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Blockchain y Servicios y Plataformas OTT; se ofrecen definiciones y se abordan cuestionamientos en relación a cómo funcionan, cómo se integran sus cadenas de valor, qué modelos de negocios se basan en ellas, qué impacto tienen en la economía y qué riesgos y oportunidades representa su adopción y desarrollo, principalmente por su estrecha relación e interdependencia con redes y servicios de telecomunicaciones.

Entre los beneficios que generan las tecnologías referidas y los modelos de negocio basados en ellas, se encuentran principalmente ganancias en la productividad y ahorros en costos de transacción y búsqueda, haciendo más fácil la vida de las personas. Por ejemplo, los servicios basados en Big Data han permitido personalizar la publicidad; el Internet de las Cosas permite simplificar tareas y desarrollar ciudades inteligentes; Blockchain permite la eliminación de intermediarios con aplicaciones como las criptomonedas y los contratos inteligentes; la Inteligencia Artificial mejora los procesos de toma de decisiones; y los Servicios y Plataformas OTT han permitido la innovación y diversidad de servicios para los usuarios.

De la descripción de las tecnologías y servicios referidos, se identifica que tienen elementos en común, tales como: i) requerimientos de conectividad y transporte de datos, ii) el uso y aprovechamiento de datos como insumo para operar y generar valor; y iii) el empleo de algoritmos y programación para el procesamiento y/o análisis de datos.

Asimismo, a partir de la identificación de las cadenas de valor de las tecnologías y servicios abordados, se observa que las redes y servicios de telecomunicaciones y otros recursos de Internet como las direcciones IP y los nombres de dominio, conforman la base de la arquitectura del ecosistema digital, y constituyen una herramienta necesaria para que la población tenga acceso a las tecnologías y servicios sobre Internet.

En ese sentido, el desarrollo y adopción de los servicios basados en las tecnologías descritas representa retos y oportunidades, entre los que destacan i) incrementar la cobertura y capacidad de las redes de telecomunicaciones con mayor velocidad de transferencia de datos, bajas latencias, mayor confiabilidad y alta disponibilidad; ii) incrementar la disponibilidad de Acceso a Internet para la población y empresas; iii) incrementar la disponibilidad de direcciones IP; iv) ofrecer certidumbre en relación con la neutralidad de red, y v) prevenir y, en su caso, atender posibles problemas de competencia económica relacionados con, por ejemplo, integraciones verticales, la concentración de datos y la falta de interoperabilidad.

En relación con lo anterior, se identifican acciones del Instituto encaminadas a i) promover la adopción de tecnologías 4G y 5G, mediante licitaciones y asignaciones de espectro radioeléctrico, ii) garantizar niveles aceptables de calidad, a través de la publicación de los índices y parámetros de calidad para los prestadores de Acceso a Internet fijo y móvil, iii) brindar certidumbre sobre la neutralidad de la red, con el anteproyecto de lineamientos correspondientes, e iv) informar sobre el IPv6, con la publicación de un micrositio.

También es de señalar que en México todavía hay un importante porcentaje de hogares que no tiene Acceso a Internet (43.6%), lo cual no solamente depende de la cobertura de las redes (componente de acceso), sino también de las condiciones socioeconómicas que permitan contratar los servicios (componente de asequibilidad) y de la alfabetización digital (componente de adopción).

Respecto a la cobertura de Acceso a Internet, se han realizado acciones para ampliarla, como i) la emisión de los Lineamientos para el Despliegue, Acceso y Uso Compartido de Infraestructura de Telecomunicaciones y Radiodifusión, ii) las medidas impuestas al Agente Económico Preponderante en el sector de telecomunicaciones para compartir su infraestructura pasiva con otros concesionarios, y iii) la emisión de los Lineamientos para la entrega, inscripción y consulta de información para la conformación del Sistema Nacional de Información de Infraestructura. También se han implementado políticas públicas orientadas a incrementar la cobertura de las redes y el Acceso a Internet para la población a través de la red compartida mayorista y el proyecto de CFE Telecomunicaciones Internet para Todos.

En relación con el riesgo de afectar la competencia, se identifica que los datos pueden jugar un papel relevante en el análisis de competencia, toda vez que las empresas que cuenten con una mayor capacidad para concentrar y analizar datos, podrían tener ventajas competitivas e incentivos para desplazar a sus competidores o inhibir la entrada de los competidores potenciales. Por lo tanto, el análisis de competencia debe tomar en cuenta aspectos como integraciones verticales, la existencia (o no) de portabilidad de datos y la interoperabilidad entre aplicaciones, plataformas y servicios.

Si bien se han realizado acciones necesarias para el desarrollo del ecosistema digital como las descritas, se considera necesario continuar realizando esfuerzos para catalizar y concretar todos los beneficios que ofrecen las tecnologías y servicios sobre Internet. Además, las tecnologías abordadas también comparten riesgos asociados con la transparencia, privacidad y seguridad de los datos, derechos humanos, gobernanza y la falta de conocimiento y habilidades digitales para su aprovechamiento por parte de la población. En este sentido, se considera relevante promover la coordinación entre las autoridades públicas que tienen facultades en los distintos ámbitos del ecosistema digital, así como con los agentes que forman parte de las cadenas de valor de estas tecnologías y servicios, tales como usuarios, operadores de redes de telecomunicaciones, proveedores de servicios de telecomunicaciones, proveedores de equipo, desarrolladores y proveedores de aplicaciones, contenidos y servicios sobre Internet.