



PROCOLOMBIA

EXPORTACIONES TURISMO INVERSIÓN MARCA PAÍS

OBSERVATORIO CT+I

INFORME DE ANÁLISIS SECTORIAL
INTERNET DE LAS COSAS

CRÉDITOS EDITORIALES

Concepción y dirección general:

- Víctor Tamayo Bustamante

Dirección técnica:

- Óscar Eduardo Quintero Osorio

Coordinación equipo de vigilancia:

- Alvaro Agudelo Arredondo

Vigías:

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

Dirección de diseño y diagramación:

- Santiago Córdoba Vasco

Apoyo en diseño:

- Luisa Fernanda González
- Juan David Vargas Torres

Corrección de estilo:

- Carlos Mauricio Botero Rico



INFORME DE ANÁLISIS SECTORIAL

La Cuarta Revolución Industrial se ha convertido en el mayor hito transformador de la sociedad en su conjunto, revolucionando empresas, gobiernos y la sociedad en general a partir del desarrollo de nuevas competencias, habilidades, mercados e incluso postulando nuevos modelos de interacción e intercambio de bienes y servicios.

Esta se considera una revolución del conocimiento, evidenciada por una parte en el crecimiento exponencial de la producción científica y tecnológica, y, por otra parte, en la explosión de soluciones prácticas para la sociedad en su conjunto, al aprovechar las potencialidades de las tecnologías.

Este documento presenta información sobre como Colombia está abordando estos desafíos a través de sus actores y la evolución de su economía. Se presenta información sobre la economía, las inversiones, el talento, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, los actores más importantes a tener en cuenta y los programas que las entidades de orden nacional y regional impulsan, para hacer de la cuarta revolución industrial el eje de crecimiento del país.

TABLA DE CONTENIDO

01 ELEMENTOS PRELIMINARES

Contenido

- 1.1. Introducción
- 1.2. Tecnologías priorizadas

02 INTERNET DE LAS COSAS

Internet de las cosas

- 2.0 Internet de las cosas
 - 2.1. Tendencias
 - 2.2. Mercado de la tecnología
 - 2.3. Actores relevantes
 - 2.4. Grupos de investigación de internet de las cosas a nivel nacional.
 - 2.6. Empresas de internet de las cosas a nivel nacional

03 ANÁLISIS ECONÓMICO INTERNACIONAL

Análisis económico internacional

- 3.0 ¿Cómo está Colombia frente al resto del mundo?: Análisis económico internacional

04 ANÁLISIS ECONÓMICO EN LAS REGIONES

Análisis económico nacional en las regiones

- 4.0 ¿Cómo está Colombia en sus regiones?: Análisis económico nacional

05 SECTORES ECONÓMICOS MÁS IMPORTANTES

Sectores económicos más importantes

- 5.0 ¿Cuáles son los sectores económicos más importantes en las regiones?
- 5.1 Peso relativo de los sectores de la economía en las regiones de Colombia.
- 5.2 Impacto esperado de las tecnologías en la estructura económica de las regiones

06 EL SECTOR DE LAS TIC'S EN COLOMBIA

El sector de las TIC's en Colombia

- 6.0. ¿Cómo está Colombia en el sector de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's)

07 CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN

Ciencia, tecnología e innovación en Colombia

- 7.0 ¿Cómo está Colombia en ciencia, tecnología e innovación?

08 EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA

Educación superior en Colombia

- 8.0 ¿Cómo está la educación superior en Colombia?

09 ACTORES MÁS IMPORTANTES

Actores más importantes

- 9.0 ¿Quiénes son los actores más importantes asociados a los sectores?

10 REFERENCIAS

Referencias

01

INTRODUCCIÓN

1.0. INTRODUCCIÓN

La Cuarta Revolución Industrial se ha convertido en una de las mayores fuentes de transformación actual, acelerando el crecimiento económico, revolucionando empresas, gobiernos y la sociedad en general, incrementando a su vez el bienestar de los ciudadanos. Las tecnologías asociadas a esta revolución están cambiando para bien las actividades humanas y virtuales en todos los sectores, en Colombia, para el uso efectivo de estas tecnologías por parte de la ciudadanía, las políticas públicas comienzan a intervenir para impulsar el emprendimiento, facilitar el acceso a financiación, apoyar la ciencia, el conocimiento y la investigación, entregar al público la información estatal y estimular la experimentación de nuevos esquemas y modelos de negocio.

Como lo veremos a lo largo de este informe, el papel del Gobierno es esencial en el marco de estas tecnologías, pues sus altos riesgos, incertidumbres, dilemas éticos y sociales, ponen de manifiesto el liderazgo que debe asumir en la búsqueda conjunta e interdisciplinaria con los demás actores de marcos regulatorios que se adapten a las necesidades y mejoren los procesos de transformación económica, política y social.

Por su parte, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, plantean metas para la agenda país de cara al año 2030, desde sus retos económicos, sociales y ambientales. Esto no se trata únicamente de un asunto de adaptabilidad y agilidad de las políticas públicas para responder a los avances de las tecnologías disruptivas, sino que además se refiere a cómo estas tecnologías se acoplan y rediseñan de acuerdo con las metas de sostenibilidad que el país plantea en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia. Pacto por la Equidad” y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible -Agenda 2030.

El desarrollo tecnológico puede tomar múltiples formas de disrupción que causan fenómenos de todo tipo, con la capacidad de transformar sectores, estructuras, modelos, retos sociales y económicos. Ahora bien, ¿por qué la inteligencia artificial, el blockchain y el internet de las cosas (IoT) en particular tienen estas características de ser transformadores para el país y la región al punto de ser motores esenciales de cambio social, económico y político?

La respuesta es que las tres tecnologías cuentan con características comunes: son de largo alcance, son la base para la implementación de otras tecnologías, dependen de grandes conjuntos de datos y de una variedad de tecnologías digitales y tienen un papel protagónico en el diseño de nuevas políticas públicas.

Es así como la vinculación de Colombia como sede para el Centro para la Cuarta Revolución Industrial -C4IR, ha venido generando conciencia conforme a que este cambio no implica solo inversión tecnológica, se requieren recursos dirigidos a cambios complementarios como capacitar a las personas en nuevas habilidades, cambios organizacionales, procesos de innovación, nuevos y modelos y sistemas de negocios.

1.1. ¿CUÁLES SON LAS TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS?

Desde el Centro para la Cuarta Revolución Industria -C4IR, con sede en Medellín, Colombia, se propende por la generación de proyectos que permitan el desarrollo de políticas relacionadas con las tecnologías de la cuarta revolución industrial, dentro de los cuales, para la vigencia 2019, Colombia eligió trabajar en las siguientes temáticas:



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

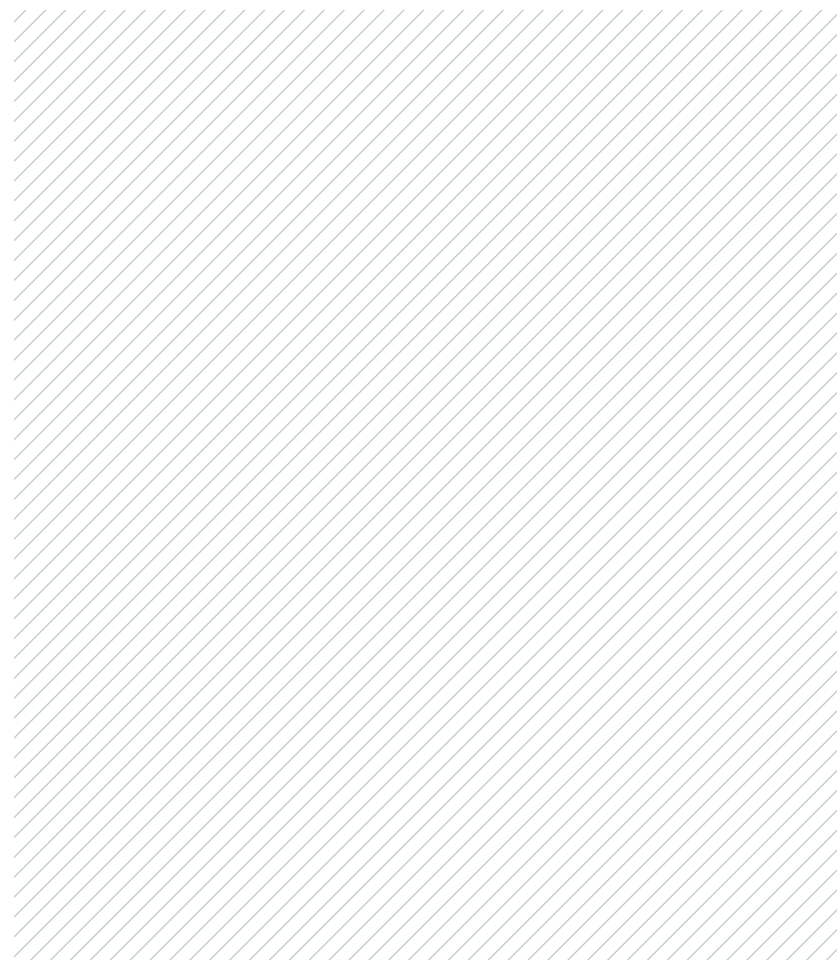


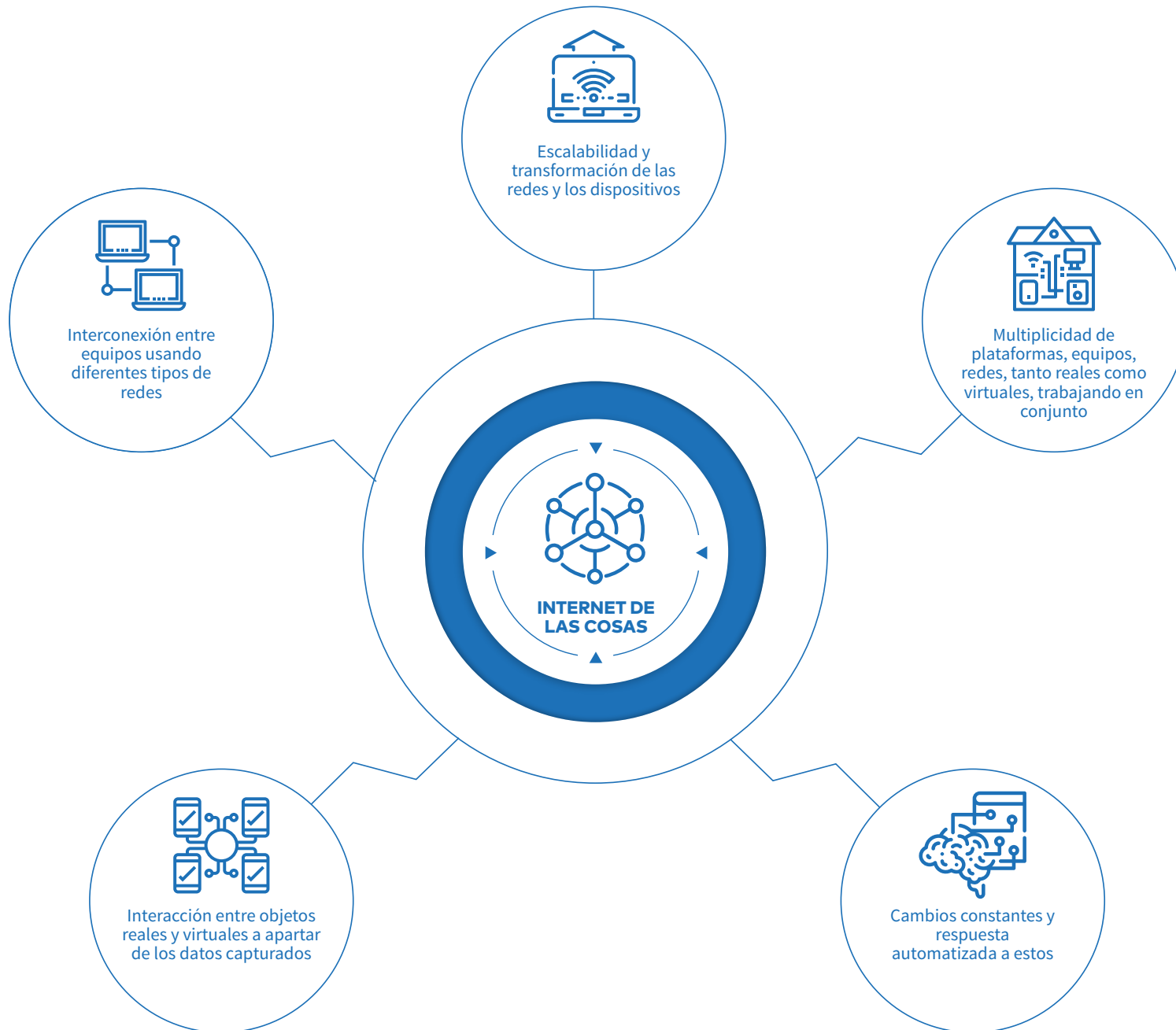
Internet de las cosas (IoT) y dispositivos conectados: Contempla el incremento que los aparatos tecnológicos conectados a la red. Ante tal panorama apremia otorgar más importancia y urgencia al trato de la propiedad y seguridad de datos, la seguridad cibernética y la privacidad. Para el año 2020 se espera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



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

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





02

LAS

INTERNET DE

COSAS

2.0. INTERNET DE LAS COSAS

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

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

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

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

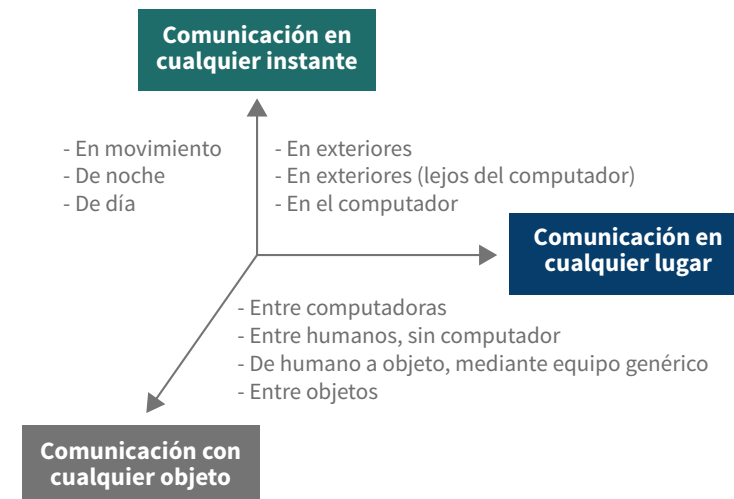


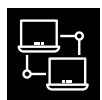
Gráfico 1 Ubicuidad, la nueva dimensión que introduce la Internet de las Cosas. Fuente ITU, 2012.

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

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

Características fundamentales

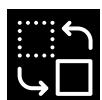
La tecnología IoT tiene formas de representación, dependiendo de los sistemas y herramientas que se integren y del propósito que se tenga con la aplicación, pero en general es posible diferenciar un sistema IoT de otros sistemas de captura de datos a partir de características esenciales de función y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



Interconectividad: en el contexto de IoT, los dispositivos que integran al sistema están interconectados (de manera directa o indirecta) con la infraestructura mundial de la información y la comunicación.



Servicios relacionados con objetos: IoT debe suministrar servicios relacionados con los objetos conectados, dentro de las restricciones propias de estos, como la protección de la privacidad y coherencia semántica entre los objetos físicos y sus correspondientes objetos virtuales.



Cambios dinámicos: el estado de los dispositivos varía dinámicamente, por ejemplo, del modo reposo al activo, conectado o desconectado, así como el contexto del dispositivo, referido a la ubicación y velocidad. Además, el número de dispositivos y su arquitectura puede cambiar dinámicamente.



Heterogeneidad: los dispositivos en IoT son heterogéneos, dado que se basan en diferentes plataformas, hardware y redes, sin embargo, esto no impide que los dispositivos puedan interactuar entre sí o con plataformas de servicios a través de diferentes redes.



Escalabilidad: el número de dispositivos u objetos que ha de gestionarse y que se comunican entre sí puede ser incluso un orden de magnitud mayor que el número de personas en el mundo. El nivel de comunicación e interconexión que requerirán estos dispositivos será muchísimo mayor que el generado por las comunicaciones entre humanos. Esto implica, a su vez, un elevado número de datos a obtener, guardar, analizar y gestionar en una escala nunca antes vista.

Teniendo en cuenta lo anterior, los elementos/componentes fundamentales de IoT se pueden condensar en tres categorías básicas basadas en sus relaciones de conectividad (Vyas, Bhatt, & Jha, 2016), estas son:

- Hardware
- Software o elementos intermedios (Middleware)
- Sistemas de visualización para el usuario final

El hardware se compone de varios tipos de sensores, actuadores, dispositivos integrados y otros dispositivos de comunicación. El middleware se compone de varias herramientas utilizadas para el almacenamiento bajo demanda de los datos recopilados por estos dispositivos sensores y que son procesados por dispositivos integrados y otras herramientas informáticas destinadas al análisis de datos.

Y, por último, los sistemas de visualización para el usuario final constan de varias herramientas que facilitan la visualización e interpretación de datos a las que se puede acceder desde varias plataformas diferentes, lo que ayuda al usuario final a realizar un seguimiento de múltiples eventos a partir de los datos recopilados por los sensores de hardware.

herramientas que facilitan la visualización e interpretación de datos a las que se puede acceder desde varias plataformas diferentes, lo que ayuda al usuario final a realizar un seguimiento de múltiples eventos a partir de los datos recopilados por los sensores de hardware.

Relación con AI y Blockchain

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

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

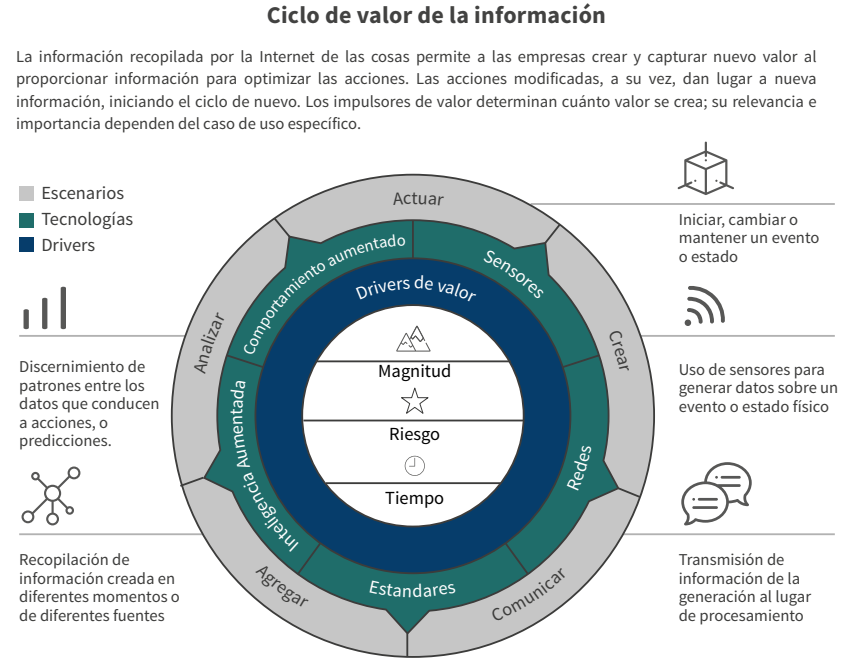


Gráfico 2 Ciclo de valor de la información desde el IoT. Fuente Deloitte Consulting LLP, 2015.

El inicio de este ciclo se da con las actividades cotidianas que generan datos, tales como actividades comerciales, de negocios o medioambientales, los cuales son capturados por **sensores** (conectados a dispositivos IoT) que obtienen información como resultado final. Dicha información se comunica a través de diversos tipos de **redes** que usan **protocolos y estándares** específicos de transmisión y tecnologías de consolidación, también de aseguramiento de calidad y pertinencia, relacionándose estrechamente con el Blockchain. Esta información luego se agrega y se analiza con herramientas de **Inteligencia Artificial**, o **Inteligencia Aumentada**, lo que conduce a la comprensión de las variables y su interacción.

Todo esto puede habilitar la acción automatizada o dar forma a las decisiones humanas a través de actuadores, generando el comportamiento aumentado, concepto que hace referencia a la capacidad del sistema IoT de intervenir en su ambiente y conducir a operaciones mejoradas y más competitivas, cuyos resultados serán identificados por la misma red de sensores para confirmar el nuevo estado del proceso, completando así el ciclo.

El IoT ocupa un lugar prominente en cuanto a las formas como se pueden transformar los negocios y las industrias, ya que permite la integración entre lo físico y lo digital, la información en tiempo real y la acción a distancia. Luego, estos elementos deben conjugarse con la estrategia empresarial para que, de esta forma, sea posible lograr impactar de manera contundente la transformación industrial. Es así como el IoT permite generar beneficios en diversas industrias mediante (IDC, 2019):

- **Generación de eficiencias operacionales:** mediante la optimización de procesos y la analítica, los dispositivos IoT aprovecharán las potencialidades de la data para lograr más eficiencia en los procesos y operaciones. Esto incluye la analítica predictiva para conocer el estado de dispositivos sin necesidad de parar las operaciones, la respuesta en tiempo real en procesos dispersos geográficamente, etc.
- **Mejoras en la productividad:** gracias a la capacidad de los dispositivos IoT de capturar grandes cantidades de información ambiental y de procesos, es posible analizar grandes paquetes de data para conocer mejor el estado real de los dispositivos y, de esta forma, adoptar acciones tendientes al mejoramiento de la productividad, esto, sumado a la generación de eficiencias operacionales, permite optimizar la cadena de producción y con ello mejorar la productividad.
- **Reducción de costos:** al implementar sistemas IoT, las empresas e industrias tienen un mayor control sobre insumos, procesos y cadenas de suministro, lo que permite la generación de ahorros al reducir redundancias y predecir de una manera más efectiva cómo será la operación.
- **Satisfacción del usuario:** la virtual omnipresencia del IoT permite llegar desde la cadena productiva hasta el usuario final, generando mayores niveles de satisfacción al capturar de una manera más eficiente las necesidades del cliente, procesarlas y adoptarlas de la manera más eficiente en la cadena logística y de producción.
- **Retorno sobre la Inversión (ROI):** pese a que instalar una infraestructura IoT en un sistema empresarial puede tener costo inicial elevado, al impactar de manera positiva en los anteriores elementos la tecnología permite obtener un retorno sobre la inversión que resultará atractivo a las industrias, pero esto dependerá específicamente de las aplicaciones que se asocien con la tecnología y la forma como sean aprovechados los datos generados.

2.1. TENDENCIAS

El Internet de las Cosas – IoT, es un área de la ciencia con varias décadas de desarrollo continuo, y que compone múltiples áreas del conocimiento en diferentes estados de madurez. A continuación, es posible relacionar los diferentes estados de estas áreas del conocimiento con el gráfico del Ciclo de Expectativa que ha desarrollado Gartner (2019), en este se puede observar cómo tecnologías como las relacionadas con servicios de conectividad gestionadas por IoT han alcanzado niveles de madurez lo suficientemente avanzados como para generar soluciones comerciales en múltiples sectores productivos, superando sesgos y barreras de implementación que otras tecnologías, como la de Gemelos digitales o la integración con AI, apenas está afrontando desde el pico de expectativa. También es importante identificar tecnologías como la integración con Blockchain y las nuevas oportunidades de Producto como Servicio (PaaS) que apenas están surgiendo y de las que todavía no se han identificado claramente sus potencialidades y barreras.

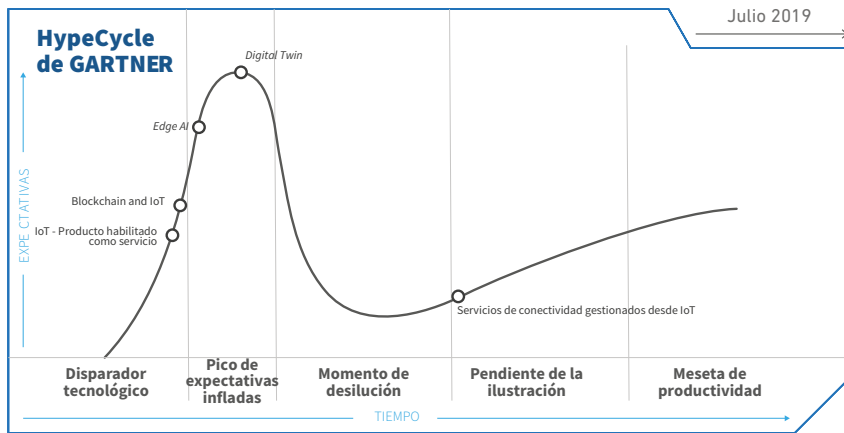


Gráfico 3 Ciclo de sobre expectativa para tecnologías IoT. Adaptada de la metodología Gartner HypeCycle (Gartner, 2019c).

Actualmente estos sistemas se han traducido en aplicaciones como servicios relacionados con vehículos, conductores y la seguridad de los pasajeros; además de comunicación del vehículo con otros vehículos (V2V) y con la infraestructura que le rodea (V2I). Monitoreo de la salud equipos y dispositivos, y optimización del rendimiento en planta basados en los datos recogidos de los sensores. Pero a futuro se espera encontrar soluciones como la recopilación y transmisión de datos de los dispositivos a los fabricantes originales (OEMs), gestión de costos de material, precio del producto, y las fluctuaciones de la demanda mediante el análisis de Big Data directamente en la cadena de producción, y mejora de las operaciones mediante el uso de sensores, para gestionar proactivamente las operaciones, basados en los conocimientos recopilados del sistema en su totalidad.

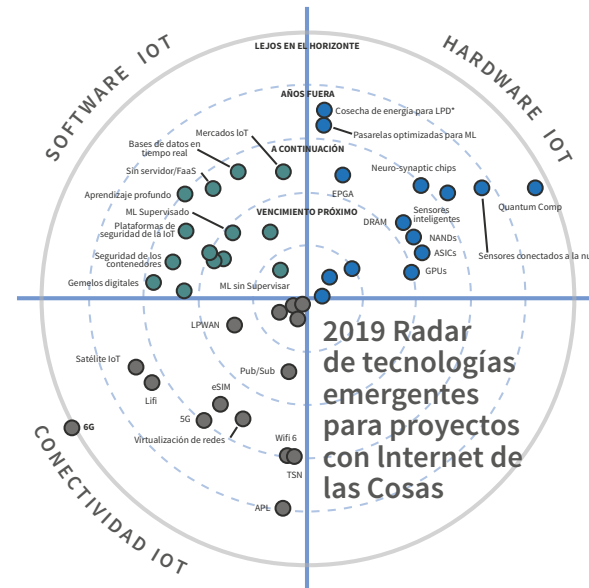


Gráfico 4 Radar de aproximación de las principales tecnologías emergentes en IoT. Adaptado de IoT Analytics (2019)

Por su parte, IoT Analytics (2019), en su radar de tecnologías emergentes, muestran el avance de las tecnologías a partir de su trasegar en emerger desde el concepto, como es el caso de aquellas que soportan IoT, que a menudo tardan más de una década en posicionarse como emergentes, pasando de aparecer en el horizonte lejano a ser calificadas como maduras y ampliamente adoptadas. La computación en la nube, por ejemplo, tardó aproximadamente 12 años hasta ser considerada como fundamental para la implementación de IoT (Nota: AWS se lanzó por primera vez en 2006). La investigación sobre 5G se inició en 2012 y era considerada una tecnología lejana de ser tomada como tecnología emergente, hasta 2019, cuando esta se ubica en la posición “Surgiendo” y se espera que su desarrollo la ubique como una de las principales tecnologías que apalancará las aplicaciones de IoT en el período 2024-2025. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunas tecnologías maduran más rápido que otras.

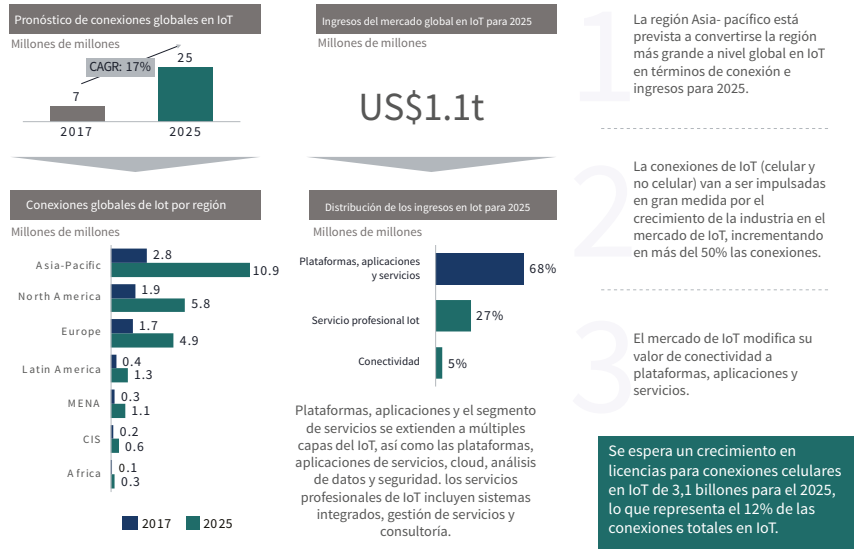
2.2. MERCADO DE LA TECNOLOGÍA

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

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

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

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

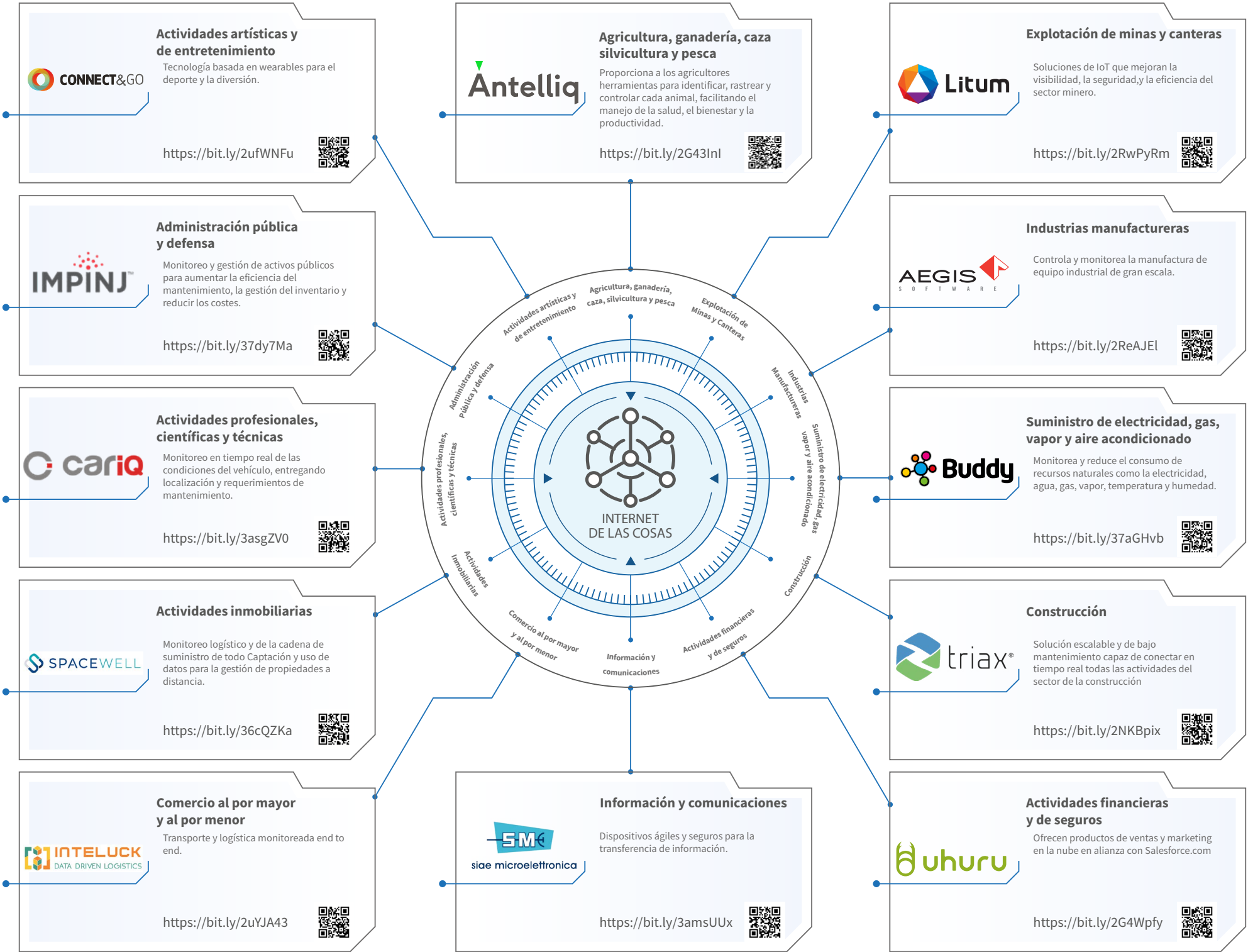


De igual manera, IDC predice que los ingresos del mercado global de IoT alcanzarán aproximadamente 1,1 miles de millones de dólares en 2025, esta cifra sumiendo que las conexiones globales de IoT aumenten con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 17%, de 7.000 millones a 25.000 millones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

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

Gráfico 5 Oportunidades que abre IoT en el ecosistema global empresarial. Gráfica adaptada de EY (2019)

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



2.3. ACTORES RELEVANTES

El IoT tanto en el mundo como en Colombia, tiene un nivel de madurez mayor que el Blockchain y la Inteligencia Artificial, es por esto que existen más empresas e iniciativas alrededor de esta tecnología. Dada su vocación agrícola, la Agricultura de Precisión es una de las aplicaciones que se están masificando en Colombia, y la cual según Colombia Digital (2018), está mejorando la rentabilidad de los cultivos y reduciendo los impactos negativos en el planeta. En Colombia, Identidad IoT es uno de los pioneros en apostarle a esta tecnología por medio de un desarrollo llamado Finca Conectada, que ya inició pruebas piloto en fincas cafetaleras de Chinchiná, Caldas. Luego, según El Espectador (2019), la multinacional Telefónica movistar lanzó recientemente una red de internet de las cosas en LTE para Colombia que, de acuerdo con la compañía, es la primera en este tipo de funcionar en el país.

Una de las iniciativas recientes es el primer Laboratorio de Internet de las Cosas (IoT) para emprendedores, creado por Telefónica Movistar y Wayra, en alianza con CEmprende, el campus para el desarrollo de emprendimiento e innovación de América Latina, iNNpulsa y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. El Thinx IoT lab de Telefónica es una iniciativa que es descrita por la entidad como uno de los entornos de IoT más avanzados y mejor equipados del mundo, con acceso de radio de última generación y tecnologías específicas, NB-IoT y LTE-M. Es un laboratorio abierto para que clientes, socios e instituciones puedan simular el funcionamiento en condiciones reales de cualquier proyecto de IoT antes de su implementación masiva.

Los tipos de pruebas que se realizan son las siguientes:

- Entorno realista de extremo a extremo proporcionado por los principales proveedores de equipos de red in situ.
- Amplia gama de escenarios de prueba.
- El Global Certification Forum (GCF) ha reconocido a The Thinx Lab de Telefónica como Red FTQN - Red Cualificada para Pruebas de Campo, por sus siglas en inglés).
- Conectividad con servidores externos y alojamiento opcional de servidores y aplicaciones cliente.

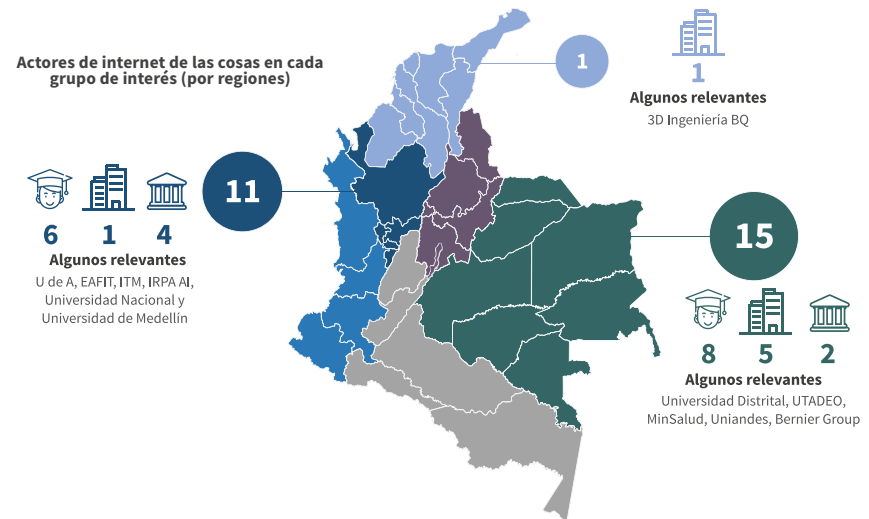


Gráfico 6 Actores IoT en cada grupo de interés (Por regiones). Elaboración propia.

Entre los cursos y diplomados que se ofrecen podemos encontrar el siguiente: “Tecnologías 4.0 para todos: Inteligencia Artificial, Análítica e Internet de las Cosas”, ofrecido por la Universidad privada antioqueña EAFIT, cuyo objetivo es que a partir de este se pueda identificar cómo se pueden usar los conocimientos de la Cuarta Revolución Industrial o también llamada “Industria 4.0” para la mejora de la industria de diferentes sectores.

2.4. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS A NIVEL NACIONAL.

Dada su conexión con la electrónica, la automatización y la sensórica, el internet de las cosas es una tecnología que se encuentra más difundida y con mayores frentes de acción a nivel de investigación.

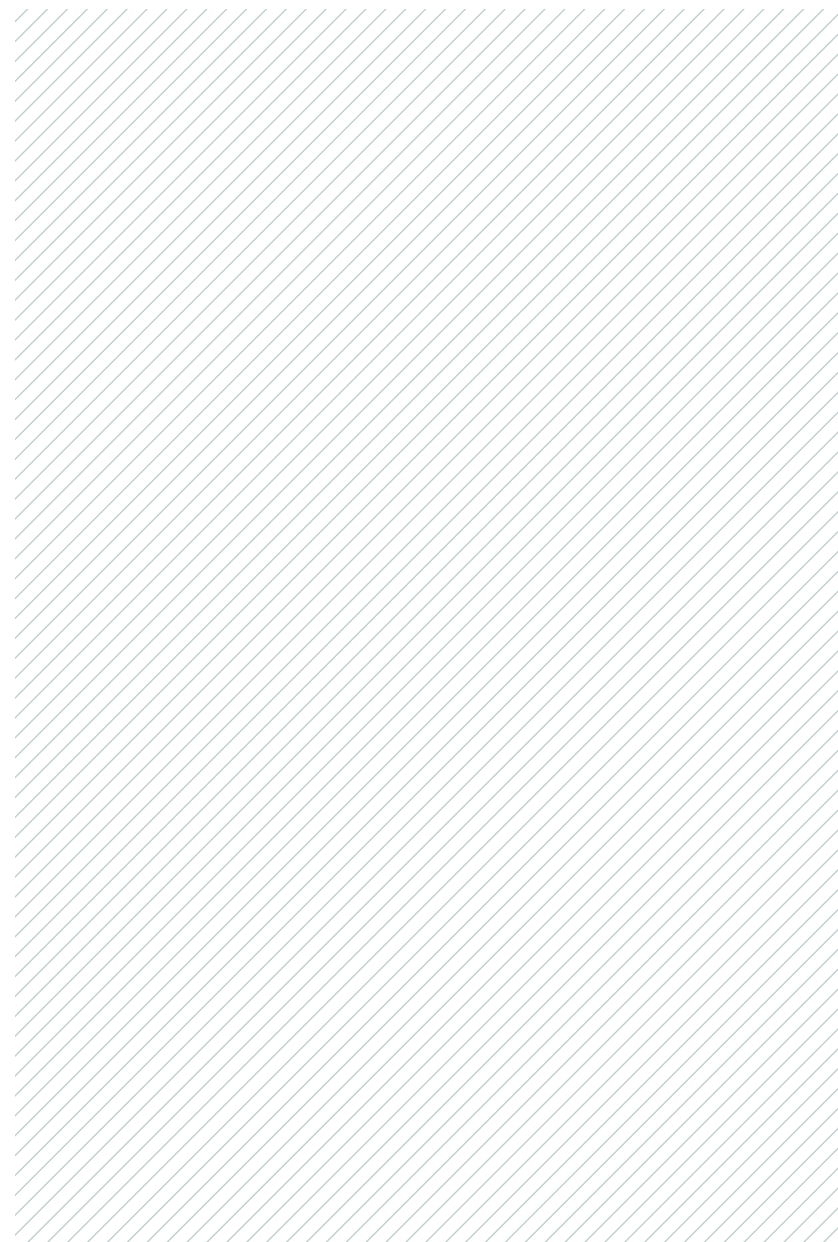


Gráfico 7 Principales cifras del estado de los grupos de investigación registrada en Colciencias. Fuente: Sistema de Información Colciencias. Elaboración propia

Tabla 1 Principales grupos de investigación en Internet de las cosas. Fuente: Sistema de Información Colciencias. Elaboración propia

| NOMBRE DEL GRUPO - UNIVERSIDAD | UBICACIÓN | LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN |
|---|-----------|--|
| Universidad Nacional de Colombia | Bogotá | <ol style="list-style-type: none"> 1. Procesamiento de señales de fenómenos electromagnéticos 2. Electrodo flotantes en el campo eléctrico 3. Materiales Aislantes higroscópicos 4. Física de la descarga en gases 5. Protección contra sobretensiones 6. Estudios de rayos como fuente de interferencia electromagnética 7. Estudios de exposición de seres vivos. 8. Sistemas de Puesta a Tierra 9. Compatibilidad electromagnética: antenas 10. Modelamiento Electromagnético 11. Sistemas Inteligentes de Transporte 12. Redes de Sensores (WSN) 13. Internet of Things (IoT) 14. Sistemas Distribuidos 15. Cloud Computing 16. Almacenamiento de Energía Eléctrica 17. Evolución de redes eléctricas 18. Vehículos eléctricos |
| Grupo I+D en Tecnologías de la Información - U del Cauca | Popayán | <ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión de la Información 2. Informática Educativa 3. Ingeniería de la Colaboración 4. Ingeniería de Software 5. Internet de las Cosas 6. Modelado y Simulación 7. Seguridad Informática 8. Sistemas Inteligentes 9. Tecnologías Internet |
| SIDRe - Sistemas de Información, Sistemas Distribuidos y Redes de Computadores - Pontificia Universidad Javeriana | Bogotá | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ciberseguridad 2. Computación de alto desempeño 3. IoT y Computación móvil 4. Sistemas Multiagente |

| NOMBRE DEL GRUPO - UNIVERSIDAD | UBICACIÓN | LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN |
|--|------------|---|
| GISSIC: Grupo de Investigación en Seguridad y Sistemas de Comunicaciones - U Nueva Granada | Bogotá | <ol style="list-style-type: none"> 1. Internet de las Cosas 2. Procesamiento de Señales 3. Seguridad Informática 4. Sistemas bioinspirados 5. Sistemas de comunicaciones |
| COMIT - Comunicaciones y Tecnología de Información - Universidad de los Andes | Bogotá | <ol style="list-style-type: none"> 1. Big Data y análisis de Información no estructurada (Big Data and unstructured information analysis) 2. Ciberseguridad. Plataformas emergentes, privacidad y educación ciudadana 3. Computación distribuida. Arquitecturas de hardware y software para computación de alto desempeño, computación en la nube e IoT 4. Diseño y arquitecturas de redes de próxima generación 5. Gestión de conocimiento (Knowledge management) 6. Minería de datos, analítica de negocios e inteligencia de negocios (Data Mining, Business Analytics, Business Intelligence) 7. Pervasive systems, Sistemas de recomendación y adaptación al contexto (Recommender Systems, Pervasive Solutions, Context-Aware and Adaptation) 8. Sistemas de información georreferenciados (Geographic information systems) |
| Grupo de óptica e informática - Universidad Popular del Cesar | Valledupar | <ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición, Análisis y Procesamiento de Información Óptica-Digital 2. Análisis y procesamiento de señales e imágenes digitales mediante el uso de circuitos lógicos programables (FPGA) y herramientas matemáticas relacionadas con números enteros. 3. Enseñanza de la Física 4. Explotación energética de recursos renovables y no renovables 5. Internet de las cosas-IOT 6.- Informática Educativa 6. Manejo inteligente de la energía en la generación, distribución y consumo. 7. Óptica Fraccional de Fourier 8. Procesado digital de imágenes 9. Robótica y cibernética 10. Sensores Ópticos 11. Óptica Cuántica |



2.5. EMPRESAS DE INTERNET DE LAS COSAS A NIVEL NACIONAL



1

| NETUX | |
|--|--|
| | Sector: Dispositivos electrónicos Sede principal ubicada en Medellín, y presencia a nivel nacional. https://www.netux.com/ |
| Descripción | Netux es una compañía de base tecnológica, que diseña y desarrolla soluciones basadas en Internet de las Cosas para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones de nuestros clientes, con sensores conectados y software. |
| Propuesta de valor de la solución | “Nuestras soluciones son diseñadas con la tecnología core de Netux, que ha sido desarrollada en nuestros laboratorios de investigación, durante los últimos años y las cuales tienen unas características altamente diferenciadoras en los protocolos de comunicación inalámbrico, cosecha energética, y procesamiento de señales, que permiten desplegar soluciones de plataforma que integran diferentes tipos de aplicaciones en una única solución en la nube.” |
| Estado Inicial | “Desde el inicio de la compañía, las tecnologías enfocadas en recopilar la información de nuestro entorno y entregarla a los usuarios en tiempo real, han sido claves para poder mejorar la eficiencia en los procesos de nuestros clientes, y las WSN (Redes inalámbricas de sensores) e IoT (Internet of Things), se han convertido en las herramientas fundamentales para avanzar en nuestro propósito y con el incremento exponencial en la capacidad computacional de los sistemas electrónicos y su respectiva reducción de costo y tamaño, los sensores inalámbricos y su despliegue en arquitecturas de IoT representan una oportunidad gigante en el mundo, y es ahí donde Netux quiere convertirse en un jugador de mercado representativo”. |
| Resultados e impacto | <p>“Actualmente contamos con más de 200 clientes corporativos en los cuales hemos implementado de manera exitosa nuestras soluciones, hemos desplegado más de 25.000 dispositivos, muchos de ellos operan con tecnología IoT. Contamos con presencia a nivel nacional, personal dedicado en las principales zonas del país y gracias a nuestra tecnología hemos logrado mejorar la operación del sector salud y la atención de las emergencias médicas.</p> <p>Hemos logrado hasta ahora resultados importantes, actualmente se monitorean en tiempo real con nuestra tecnología, ambulancias, monitores de signos vitales, neveras de medicamentos, pacientes y camas hospitalarias, en más de 200 Clínicas, Hospitales y ambulancias en todo Colombia. Por ejemplo con las neveras de almacenamiento de biológicos refrigerados que albergan medicamentos, vacunas, y bancos de sangre, se ha permitido que a través de nuestro sistema estas neveras generen alertas tempranas de forma automática y en tiempo real vía SMS y Email para identificar si un medicamento pudo haberse visto afectado por factores ambientales extremos y haberse dañado, de esta manera se pueden salvar vidas.</p> <p>Tenemos actualmente en nuestro portafolio, 2 Patentes de invención y más 25 productos de propiedad intelectual.”</p> |
| Obstáculos y aprendizajes | <p>“Durante estos años hemos tenido retos técnicos, comerciales y culturales. En el frente comercial, por ejemplo y debido a que en el momento en el que empezamos a trabajar en el tema, IoT era una tecnología naciente, inmadura y poco conocida; Esto nos ha implicado un trabajo de evangelización, cambiando paradigmas culturales y logrando abrir oportunidades para desplegar y validar la propuesta de valor de nuestras soluciones de objetos inteligentes, esta evangelización inicial es lo que nos ha permitido penetrar los mercados y atender a quienes son nuestros clientes actualmente.</p> <p>Durante estos años hemos entendido la importancia de las personas, de la creación de nuevas áreas y el desarrollo de las mismas, la necesidad de adaptarnos fácilmente al cambio y dejar de lado las jerarquías para trabajar por los objetivos comunes”</p> |
| Proyección a futuro | <p>“Desde hace tiempo uno de nuestros objetivos más importantes ha sido convertir las actividades de las empresas con las que trabajamos en procesos digitales. Con nuestro enfoque particular en el área de la salud esperamos poder orientar los servicios médicos al mejoramiento de la calidad de la atención a los pacientes, la prevención a través de tecnologías como la telemedicina, la reducción de la saturación de clínicas y hospitales, además de la atención oportuna de las emergencias.</p> <p>Desde un punto de vista prospectivo, creemos firmemente que en el futuro los sistemas de salud en el mundo lograrán ser sostenibles, sólo si hacen un uso apropiado de los recursos tecnológicos, logrando altas eficiencias, reduciendo costos y ampliando cobertura. Es aquí donde toman relevancia las tecnologías de vanguardia como IoT, A.I., Big Data y Analytics”</p> |
| Fuente: Sergio Marín, CEO Netux | |



2

| LYNKS INGENIERÍA S.A.S | | |
|--|--|---|
| | Sector: TI – Agrícola/Salud/Alimentos | Cali, Valle del Cauca, Colombia. http://lynks.com.co/ |
| Descripción | <p>“LYNKS está enfocada en mejorar el link- la conexión más importante, la del ser humano con el medio ambiente a través de tecnología. Nuestra línea principal está enfocada en el sector agrícola, en donde impactamos el uso sostenible del recurso hídrico, conectando AGUA, SUELOS y CLIMA a través del internet de las cosas, y a través de nuestra plataforma en la nube aplicamos inteligencia de negocios y analítica de datos para entregar información accionable que permite tomar mejores decisiones a nuestros clientes. Tenemos otra línea de negocios para el sector salud/alimentos, en donde buscamos disminuir el impacto ambiental de los activos de refrigeración, garantizando la cadena de frío de los insumos almacenados”.</p> | |
| Propuesta de valor de la solución | <p>“Nuestras soluciones generan tres propuestas de valor principales: 1. Uso sostenible de recursos; damos recomendaciones para impactar el uso de agua/energía/ACPM. 2. Maximizamos la eficiencia de activos involucrados en la labor, desde pozos, motobombas y motores en el sector agrícola, a refrigeradores y congeladores en el sector salud/alimentos. 3. Control efectivo de personal involucrado en las labores, generando indicadores de desempeño y seguimiento en tiempo real de labores”.</p> | |
| Estado Inicial | <p>“Somos spinoff de Cenicaña – Centro de investigación de la Caña. Creamos la empresa a partir de una primera etapa de producto mínimo viable en 2010, y el proyecto fue aprobada por el sector cañero del Valle del Cauca y cuyo desarrollo logró obtener una patente por modelo de utilidad en 2012. Iniciamos operación comercial en 2012, y logramos ganar tres premios ese año (Valle-E, Concurso Ventures, Premio Innova), lo cual nos permitió obtener capital semilla suficiente que ayudó en la primera fase comercial de la empresa”.</p> | |
| Resultados e impacto | <p>“En lo recorrido de la empresa contamos ya con más de 2.500 millones COP facturados entre 2012 y 2019. Contamos con clientes reconocidos en diversos sectores: En el sector agrícola estamos presentes en ocho de los once ingenios del sector azucarero colombiano (Manuelita, Incauca, Providencia, Riopaila Castilla, etc), y también tenemos fuerte presencia en distritos de riego, como Usocoello (distrito de riego más grande del país), Asorrecio, Usosaldaña, Usoguamo, AsoRUT etc. En nuestras soluciones para el sector salud/alimentos ya estamos en Red Salud Oriente, Clínica de Occidente, Hematooncólogos, entre otros clientes. Ya tenemos experiencias en el exterior: contamos con clientes en Panamá, Nicaragua y México. Debido a estas experiencias logramos encontrar un representante comercial para esta zona, la empresa Agricien, Agricultura Científica, quien nos está ayudando con el plan de expansión de la empresa. Contamos actualmente con dos patentes, una otorgada por modelo de utilidad, y una pendiente por invención. Finalmente, hemos ganado múltiples galardones en innovación y emprendimiento, como el Concurso Ventures, Concurso destapa Futuro, Premio Innova, Un nuevo agro – Expoagrofuturo y Latinamerican Ventures Summit 2019”.</p> | |
| Obstáculos y aprendizajes | <p>“En nuestra trayectoria inicial logramos solventar el tema de liquidez - uno de los obstáculos principales al iniciar cualquier emprendimiento, a través de programas y concursos de emprendimiento. La falta de estrategia comercial fue otro de los obstáculos iniciales, que logramos solventar gracias a los aliados iniciales del proceso: Cenicaña y Fedearroz.”</p> | |
| Proyección a futuro | <p>“Esperamos para los próximos tres años convertirnos en la plataforma de facto para el seguimiento en tiempo real de las operaciones de campo en la línea agrícola. Asimismo, queremos seguir generando soluciones de alto valor agregado aplicando el IOT y BI/Data analytics en el sector industria. Esperamos cerrar en el próximo año cerca de 1.500 Millones COP en facturación. Dada la alta escalabilidad de nuestras soluciones, esperamos llegar al mercado Latinoamericano el próximo año y el sudeste asiático en dos años”.</p> | |
| Fuente: Alejandro Pustowka, CEO Lynks Ingeniería S.A.S | | |



3

| AZIMUT ENERGÍA | | |
|---|---|--|
| Sector: Energía | Envigado, Antioquia, Colombia | www.azimutconsultores.com |
| Descripción | "Somos una plataforma digital que conecta empresas con oportunidades de ahorro de energía a partir de los datos." | |
| Propuesta de valor de la solución | Propuesta de valor de la solución ofrecida, factor diferencial: Gestión integral (del dato a los proyectos de ahorro). Eliminamos barreras de acceso (Modelos de negocio SAAS, renting, pago con ahorros, PPA, entre otros.) | |
| Estado Inicial | "El mundo de la energía está cambiando rápidamente. Actualmente existen muchas nuevas formas de generar energía y ahorrar en el consumo. Esto genera un reto para las empresas, pues no es fácil mantenerse al día en estas tecnologías e implementar las nuevas soluciones en sus negocios. Azimut encontró en las tecnologías de la revolución 4.0 una forma de masificar su experiencia en eficiencia energética alcanzando nuevos clientes y geografías." | |
| Resultados e impacto | "Crecimiento en ventas de 10x en los últimos 4 años. Contamos con más de 150 clientes para los cuales hemos ahorrado más de 60.000 millones de pesos reduciendo más de 35.000 toneladas de CO2 (equivalente a proteger 1.050 hectáreas de bosque). Nuestra plataforma digital ha crecido un 32% mes a mes durante el último año. En dos años pasamos de 14 a 50 colaboradores en nuestro equipo de trabajo. El último trimestre de 2019 cerramos ventas en 9 países de LATAM y comenzaremos facturación el primer trimestre de 2020." | |
| Obstáculos y aprendizajes | "Nuestra transición de empresa de eficiencia energética a plataforma digital de energía, requirió incorporar nuevas competencias en tecnologías como IoT, analítica de datos y desarrollo de software lo cual resultó ser un reto importante para nuestra empresa. Finalizando este año, contamos con equipos de trabajo en cada una de estas áreas y con logros que nos llenas de orgullo." | |
| Proyección a futuro | "En 5 años seremos la plataforma de gestión energética líder en América Latina con ahorros energía para nuestros clientes superiores a los 30 millones de USD." | |
| Fuente: Santiago Uribe V, Gerente Mercadeo y Ventas | | |

2.6. OTRAS EMPRESAS Y ACTORES IMPORTANTES

Tabla 2 Otras empresas a nivel nacional con productos o servicios basados en Internet de las Cosas.
Fuente, elaboración propia

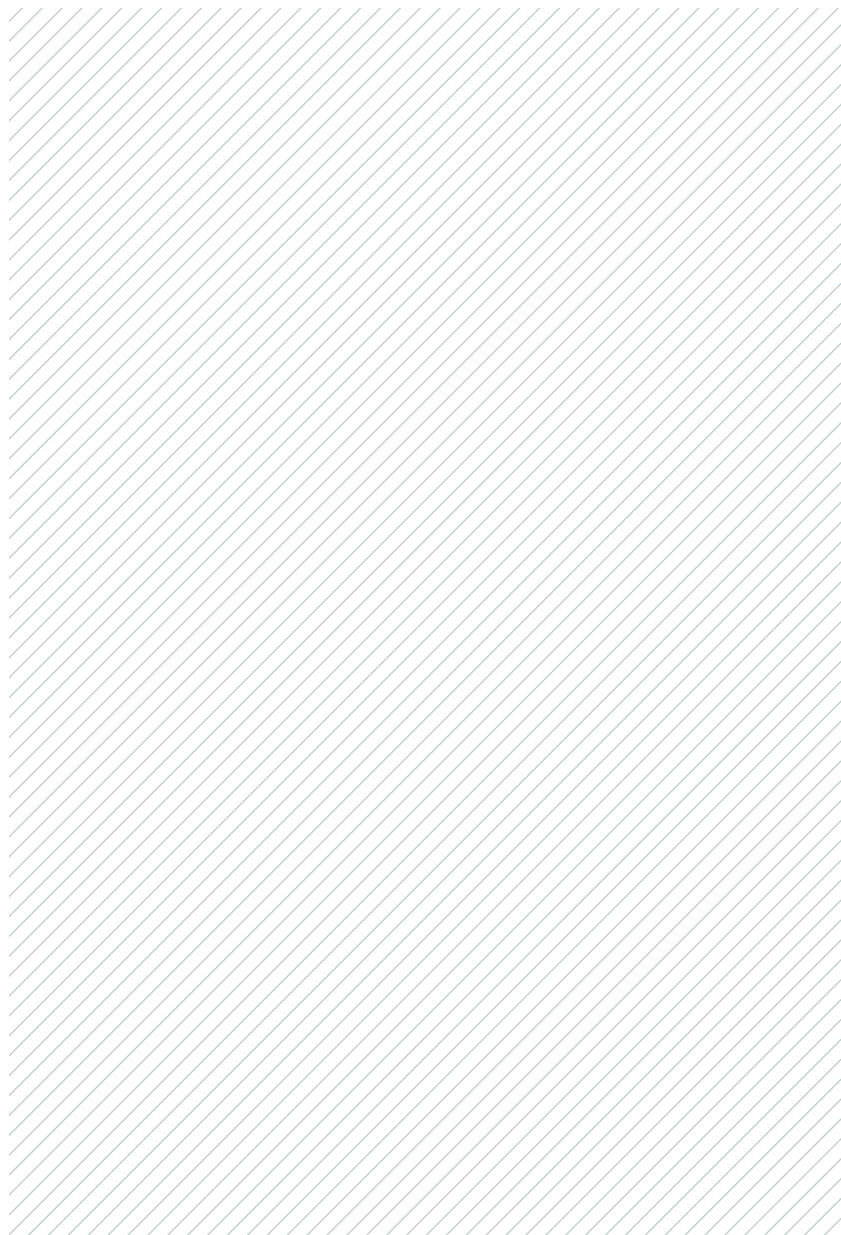
| NOMBRE DEL ACTOR | UBICACIÓN | ¿QUÉ HACE? |
|---|-----------|--|
|  | Bogotá | Es una empresa que se dedica a brindar servicios de consultoría relacionada con tecnología para mejorar eficiencia y eficacia de sus clientes; siendo su foco principal soluciones relacionadas con Internet de las Cosas ofreciendo asesoría, implementación y servicio técnico de la misma. |
|  | Bogotá | Bismark es una empresa de telecomunicaciones que ofrece soluciones completas de IoT que integran sensores, equipos, redes, plataformas, aplicaciones y analítica de datos, convirtiendo la información de valor en un recurso estratégico al servicio de los objetivos de negocio de sus clientes. |
|  | Medellín | Es una empresa que está especializada en diseño, desarrollo, implantación, comercialización y operación de soluciones de telemetría, automatización, instrumentación, monitoreo a distancia e Internet industrial de las Cosas (IIoT). |
|  | Bogotá | Claro Colombia es una compañía de telecomunicaciones que ofrece y distribuye servicios de telefonía celular, telefonía fija, televisión e Internet. Es actualmente el operador de servicios de telecomunicaciones móviles, internet, televisión, telefonía fija y soluciones corporativas con mayor cobertura en Colombia. |
|  | Bogotá | Es una empresa internacional ubicada en 18 países alrededor del mundo en Latinoamérica, Europa y Estados Unidos. Ofrece servicios de consultoría y de desarrollo tecnológico para cualquier tipo de economía y sector. |
|  | Sogamoso | Es una empresa dedicada a ofrecer servicios de tecnología con un enfoque flexible basado en la nube que permite sacar provecho del IoT mediante la recopilación, almacenamiento y procesamiento de cualquier tipo de variable que se requiera monitorear y medir. |

03

ANÁLISIS

ECONÓMICO

INTERNACIONAL



3. ¿CÓMO ESTÁ COLOMBIA FRENTE AL RESTO DEL MUNDO?: ANÁLISIS ECONÓMICO INTERNACIONAL

La innovación y los desarrollos en las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones se presentan a lo largo de todo el globo, pero es importante notar que, en cierta medida, el nivel y el alcance las anteriores también se ve afectado tanto por el nivel económico de los países, como por los programas de fomento e inversión (nivel de interés por la temática), y las tendencias pasadas en las variables relevantes. Por ejemplo, una economía que se encuentra estable y creciendo, tiene mayores posibilidades de que, tanto el sector público como el privado se interesen más por invertir en iniciativas y programas de fomento a la innovación (sin negar que existen países que se han sobrepuesto a las barreras de la pobreza para innovar); luego, si un país ha demostrado en los últimos años una tendencia cada vez mayor a la innovación, difícilmente cambiará tal disposición.

Las dinámicas del PIB corriente en el mundo en el año 2018, consisten en que los países miembros de la OECD fueron quienes tuvieron mayores ingresos nacionales, lo cual era de esperarse, dado que los países miembros

Es importante indicar que Colombia se encuentra en las etapas finales del proceso para volverse un miembro de la OECD. Lo que indica no sólo un mejoramiento de la imagen del país ante el mundo, sino también el surgimiento de oportunidades de inversión, por ejemplo. Según el DNP (2019), el proceso de ingreso a la OECD le ha permitido al país construir un sistema fiscal más eficiente, sostenible y redistributivo; un presupuesto nacional enfocado en la educación y la equidad; un Estado de derecho eficaz y confiable; un régimen laboral más moderno e incluyente; al igual que la creación de incentivos para promover la competencia y la innovación.

En cuanto a la perspectiva de la OECD (2019), en su trabajo Going digital sobre los desafíos en términos de conectividad y tecnologías de la información, se indica que, desde principios de la década de 2000, Colombia ha crecido rápidamente y está convergiendo hacia unos niveles de vida más elevados. Las tasas de crecimiento han sido de las más robustas de la región de América Latina y el Caribe, y muy superiores al promedio de la OCDE. Pero, a pesar de los notables resultados obtenidos, Colombia se enfrenta a una serie de desafíos importantes, como por ejemplo mejoras en la conectividad y la innovación. Teniendo en cuenta estas brechas, el Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante, MinTIC), logra la aprobación de la Ley 1978 del 25 de julio de 2019 que busca conectar las zonas más pobres del país y modernizar el sector (MinTIC, 2019).

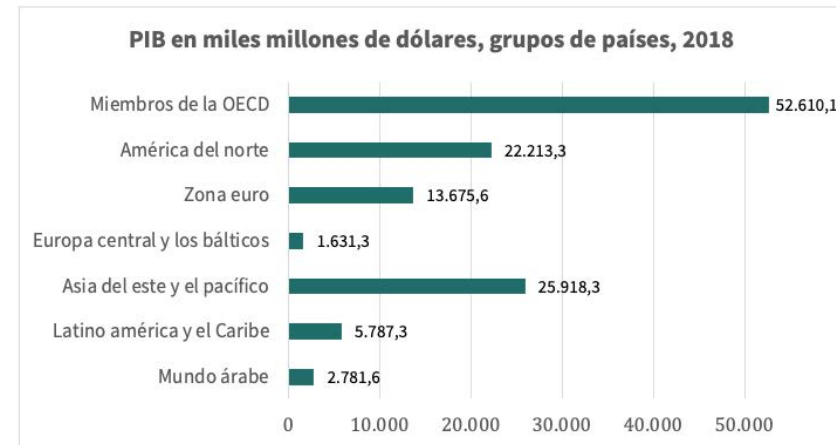
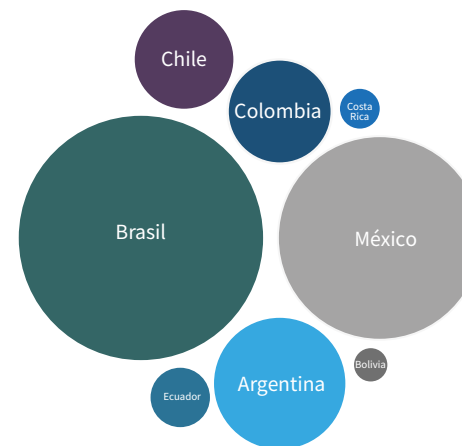


Gráfico 7 Producto interno bruto de varios grupos internacionales de países del año 2018, en millones de dólares corrientes. Fuente: Banco Mundial, elaboración propia.

Colombia frente a varios países latinoamericanos que presentan desempeño económico notable, ocupa en el 2018 el cuarto lugar, dejando al país en una posición intermedia relativa.



| | |
|------------|----------|
| Costa Rica | 601,26 |
| Colombia | 330,22 |
| Chile | 2982,31 |
| Brasil | 18686,26 |
| Bolivia | 402,88 |
| Argentina | 5184,75 |
| Ecuador | 1083,98 |
| México | 12238,09 |

Gráfico 8 Producto interno bruto en millones de dólares Corrientes del año 2018, la posición de Colombia frente a países latinoamericanos. Fuente: Banco Mundial, elaboración propia

En comparación con las tasas de crecimiento de los países latinoamericanos, encontramos que la gran mayoría son muy variables, pero tienen una tendencia a estabilizarse entre el uno por ciento y el cinco por ciento al final del período analizado, a excepción de Argentina, la cual está atravesando por una crisis económica. En el caso de Colombia se ha tenido una tendencia relativamente decreciente a lo largo del período similar a los demás países de la región, con un aumento para el año 2018, es decir, el país está entrando en una época de relativa recuperación.

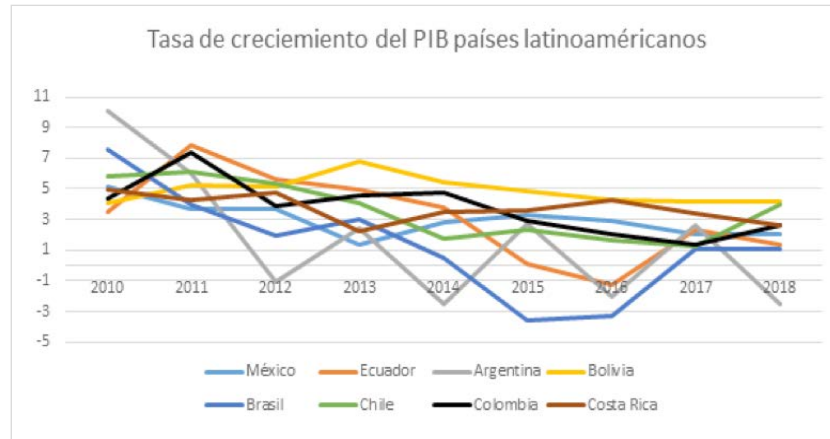


Gráfico 9 Tasa de crecimiento de varios países latinoamericanos relevantes, 2010-2018. Fuente: Banco Mundial. Fuente: Banco Mundial, elaboración propia.

Otra variable que es relevante al análisis de la economía es la inversión extranjera directa, ya que se aproxima al nivel de confianza en el potencial económico de la zona y en su desarrollo reciente. Entre los países Latinoamericanos que se destacan encontramos a Brasil y a México, quienes tienen el mayor volumen relativo; Colombia por su parte, tiene un nivel intermedio, por encima de países como Chile y Costa Rica, y más estable que Argentina.



Gráfico 10 Inversión extranjera directa de países latinoamericanos destacados, información de la balanza de pagos. Fuente: Banco Mundial, elaboración propia.

04 ANÁLISIS ECONÓMICO EN LAS REGIONES

4. ¿CÓMO ESTÁ COLOMBIA EN SUS REGIONES?:

ANÁLISIS ECONÓMICO NACIONAL

A partir de un análisis económico de cada departamento a nivel nacional, es posible identificar el estado de competencia e influencia de actores regionales en el crecimiento de la economía. Esto indica que no sólo se reconocen los puntos nucleares que catalizan y catapultan el alza de los indicadores económicos, sino que se visibilizan los puntos críticos que requieren atención y la generación de una propuesta de acercamiento y trabajo para mejorar sus competencias y fortalezas de cara a un contexto económico dinámico, caracterizado por la inclusión de nuevos valores y potenciales antes no valorados. De esta manera, identificando el impacto de actividades económicas sobre el PIB, matizando su aporte de acuerdo los tributos generados por cada departamento, abre la puerta para indagar sobre las problemáticas que ciertas regiones tienen para integrarse a sólidos flujos económicos y la manera en que las tecnologías promovidas por el Centro de la Cuarta Revolución Industrial (C4RI) posibilitan su inserción y crecimiento.



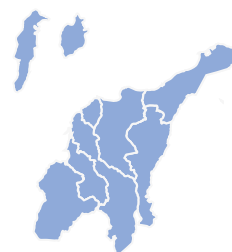
Región 1: Eje Cafetero
Antioquia, Caldas,
Risaralda, Quindío



Región 2: Centro-Oriente
Bogotá, Cundinamarca,
Boyacá, Santander, Norte de
Santander



Región 3: Pacífico
Chocó, Valle del Cauca, Cauca,
Nariño



Región 4: Caribe
San Andrés, Guajira,
Magdalena, Atlántico, Bolívar,
Cesar, Sucre, Córdoba



Región 5: Centro-Sur
Tolima, Huila, Putumayo,
Caquetá, Amazonas



Región 6: Llanos
Arauca, Casanare, Guainía,
Vichada, Meta, Guaviare,
Vaupés

Gráfico 11 Distribución de Colombia por Regiones y Departamentos. Elaboración propia.

Colombia ocupó el cuarto puesto a nivel latinoamericano en crecimiento económico y competitivo para el año 2018, obteniendo un Producto Interno Bruto (PIB) por un total de 978.477 miles de millones de pesos (m.m.p.), un crecimiento de 2.7% frente al año inmediatamente anterior. En general, Colombia es un país destacado en términos económicos en la región latina, lo que se refleja no sólo en las gráficas anteriormente mostradas, sino también en el hecho que calificadoras de riesgo internacionales como Standard & Poor's mantengan la calificación de Colombia, lo que se debe según la revista Dinero, a que la calificadora vea expectativas de crecimiento del PIB, y de mejoras graduales en el perfil externo del país. Luego, según el índice global de competitividad del Foro Económico Mundial, Colombia es el cuarto país más competitivo de la región latinoamericana.

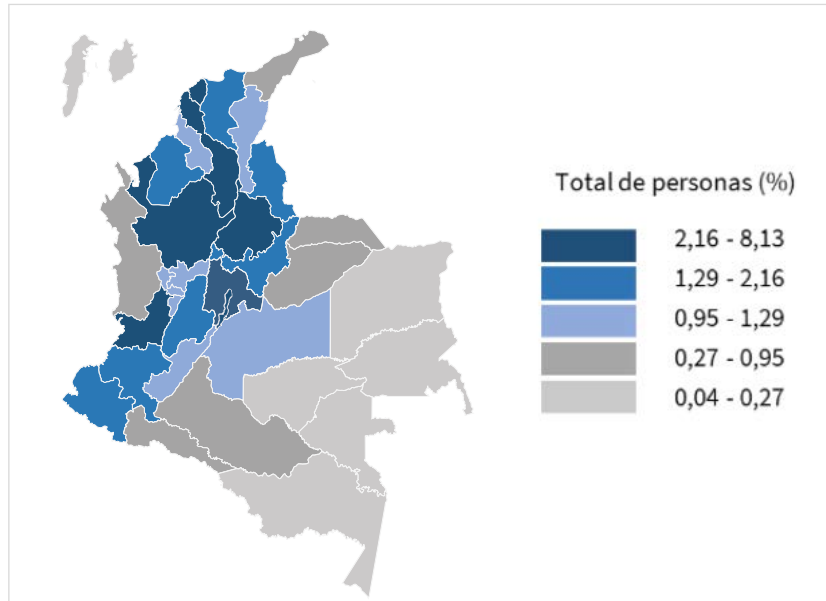


Gráfico 12 Total de personas por departamentos, 2018. Fuente: Elaboración proANE-Geovisor CNPV 2018.

Un indicador socio-económico importante es la densidad poblacional, la cual indica no solamente una alta fertilidad o baja mortandad, también es una aproximación a la calidad de vida de los territorios, un buen sistema de salud, por ejemplo, y de una capacidad de atraer emigrantes. Es decir, las ciudades mejor desarrolladas suelen tener una gran densidad poblacional. Para entender la distribución administrativa del país se analizan por regiones y por departamentos la información de sectores económicos y población.

Es cuánto a la concentración empresarial de los departamentos, lo cual es un indicador tanto de un buen ambiente de emprendimiento como

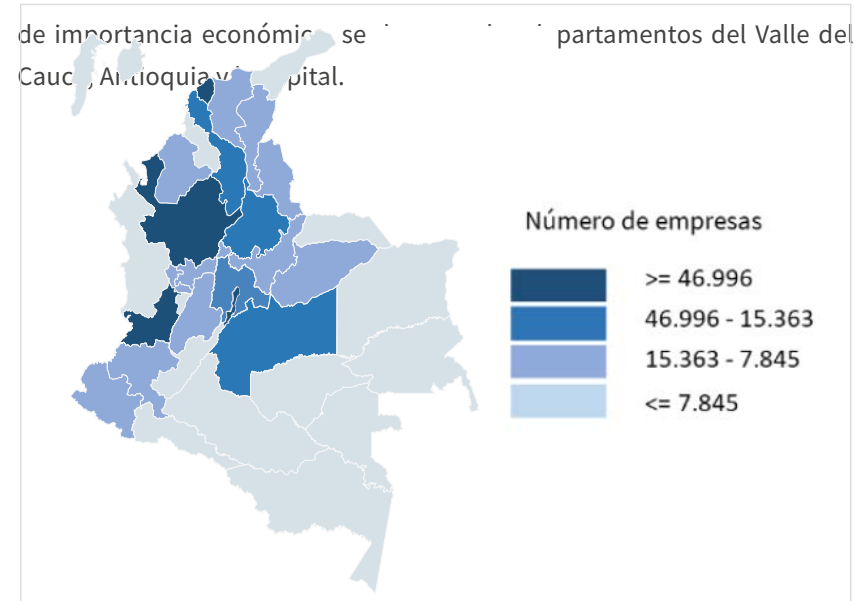


Gráfico 13 Gráfico de densidad empresarial de los departamentos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DANE- Geovisor Directorio Estadístico de Empresas

Es importante notar las diferencias departamentales de desempeño económico: En informes preliminares presentados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019), la economía nacional durante el año 2018 mantuvo un crecimiento tendencial esperado, sosteniendo una constante frente a años anteriores donde una reducida cantidad de departamentos han jalonado el crecimiento económico y representan la mayor cantidad de aportes al PIB. Tan sólo 4 regiones (entre departamentos y un distrito especial) aportan más del 50% al PIB, mientras que los otros 29 departamentos aportan el 43.7%, lo que significa un serio reto nacional para cerrar brechas de desenvolvimiento económico y desempeño productivo para impulsar y dinamizar el indicador de cara

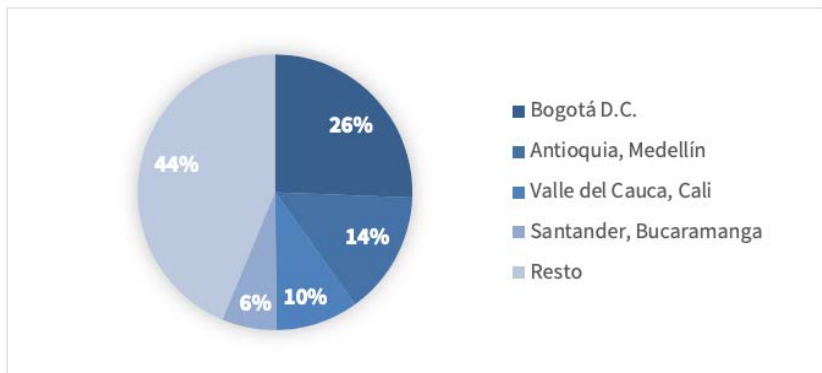


Gráfico 14 Distribución del aporte al PIB (2018pr.) según regiones colombianas. Elaboración propia a partir de datos de acceso abierto del DANE.

El distrito de Bogotá y los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Santander aportan el 56.3% al PIB, con una participación respectiva de 250.575 m.m.p., 141.756 m.m.p., 95.031 m.m.p. y 63.233 m.m.p.; lo que se traduce en cuatro regiones sumamente competitivas y eficaces para el crecimiento económico de la nación. Adversamente, los aportes generados por departamentos como Vaupés, Guainía, Vichada y Amazonas no representan ni el 1 % del PIB nacional, alcanzando un dramático 0,2 % frente al aporte que hacen al indicador nacional. Lo anterior se puede constatar en la gráfica distribución del aporte al PIB por regiones, según los datos recolectados por el DANE.

Al profundizar en las actividades económicas que permiten el desarrollo económico y generan un aporte significativo al PIB, se encuentra que hay 6 actividades lo suficientemente sólidas que dinamizan el indicador para cada departamento.

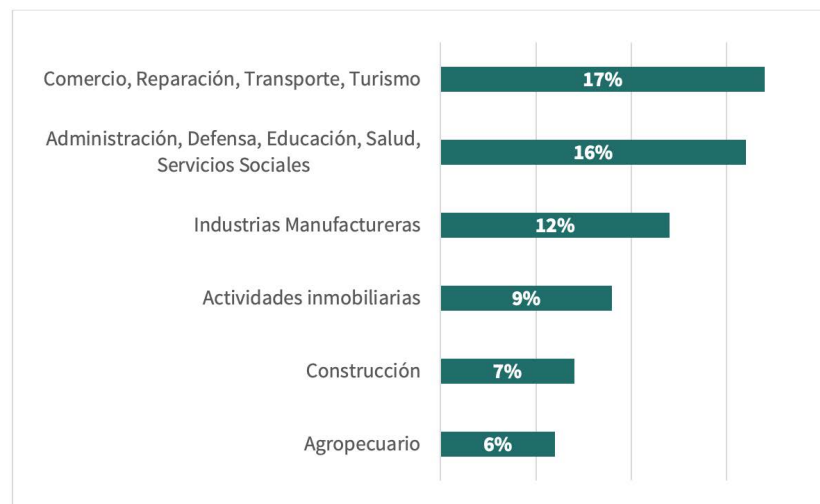


Gráfico 15 Sectores económicos de mayor peso sobre el PIB (2018pr.). Elaboración propia a partir de datos del DANE.

05 SECTORES
ECONÓMICOS
MÁS IMPORTANTES

5. ¿CUÁLES SON LOS SECTORES ECONÓMICOS MÁS IMPORTANTES EN LAS REGIONES?

Los siguientes sectores son una clasificación del DANE de la producción de la economía colombiana. Se busca visualizar en contexto el valor relativo de los sectores asociados a las tecnologías de la información y las comunicaciones, y de las Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo, quienes a grandes rasgos son el sector oferta por excelencia de las tecnologías asociadas a la cuarta revolución. (Ver tabla 3)

Por su parte, cada uno de estos sectores cuenta con diferentes aportes a la economía colombiana tal como aparece en la siguiente figura, donde las actividades relacionadas con “Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida”, con un aporte del 19,5 %, aparece como el principal sector económico colombiano; “Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales”, con el 16,5 %; “Industrias manufactureras”, con 12,4 %; y “Actividades inmobiliarias”, con 9,5 %, aportaron en 2018 más del 50 % del PIB nacional. Por su parte, “Información y comunicaciones” y “Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo”, cuentan con un aporte combinado de 10,8 %.

Tabla 3 Clasificación de los Sectores económicos según el DANE

| IDENT. SECTOR | NOMBRE DEL SECTOR | TIPO DE SECTOR FRENTE A LAS TECNOLOGÍAS DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL |
|---------------|--|--|
| 1 | Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca | Sector demanda |
| 2 | Explotación de minas y canteras | Sector demanda |
| 3 | Industrias manufactureras | Sector demanda |
| 4 | Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental | Sector demanda |
| 5 | Construcción | Sector demanda |
| 6 | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida | Sector demanda |
| 7 | Información y comunicaciones | Sector oferta |
| 8 | Actividades financieras y de seguros | Sector demanda |
| 9 | Actividades inmobiliarias | Sector demanda |
| 10 | Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo | Sector oferta |
| 11 | Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales | Sector demanda |
| 12 | Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio | Sector demanda |

Aporte sectorial a la economía Colombiana

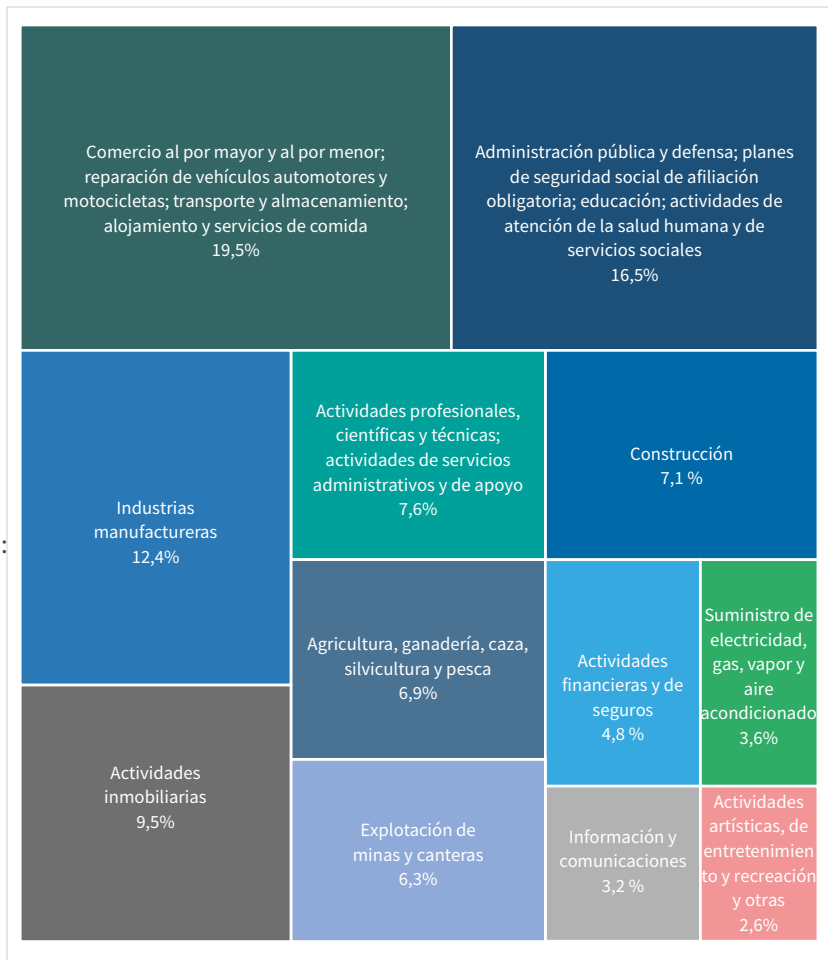


Gráfico 16 Aporte de los diferentes sectores al PIB Nacional. Fuente, Cuentas Nacionales Departamentales, DANE 2018

5.1. PESO RELATIVO DE LOS SECTORES DE LA ECONOMÍA EN LAS REGIONES DE COLOMBIA

Teniendo en cuenta los sectores de interés, es importante evidenciar como es el aporte regional al PIB Nacional (desde todos los sectores), de esta forma, es posible dimensionar el peso que cada uno de los sectores priorizados tiene. De esta forma se encuentra que la Región Centro Oriente es aquella que mayor aporte genera al PIB Nacional, con 41,6 %, marcadamente superior al resto de regiones, tal como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

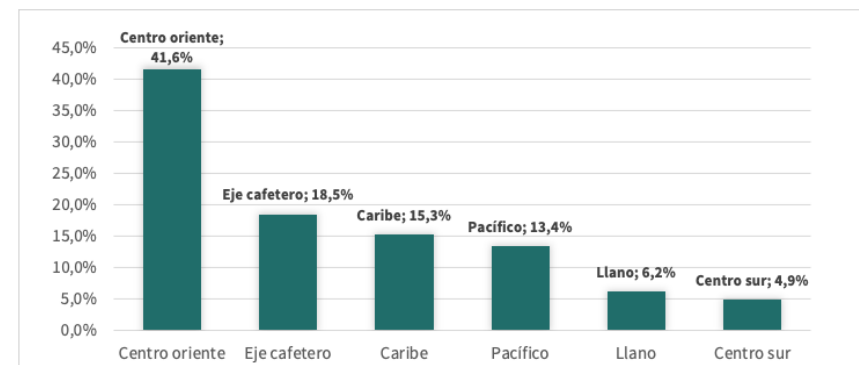


Gráfico 17 Aporte regional al PIB Nacional. Fuente, Cuentas Nacionales Departamentales, DANE 2018

Es también importante evidenciar como este esquema de contribución presenta algunas variaciones para el sector Información y Comunicaciones, donde la estructura de aporte al PIB muestra nuevamente a la región Centro Oriente aportando más de la mitad del peso total del sector, seguida del Eje Cafetero, que en este caso supera con creces la región caribe y pacífico, llegando a ser cercana al doble de estas.

Es también de resaltar la baja contribución relativa en este sector por parte de la región Centro Sur y Llanos, comparada con la contribución total al PIB de las mismas regiones.

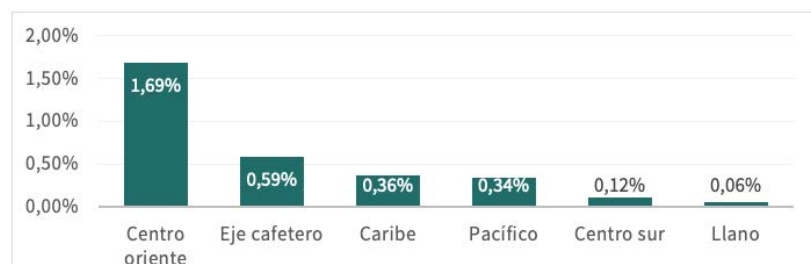


Gráfico 18 Comparativo del aporte regional del sector de la información y las comunicaciones al PIB nacional. Fuente, Cuentas Nacionales Departamentales, DANE 2018

Para el caso del sector Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo es importante evidenciar que la contribución regional es un poco más pareja, teniendo nuevamente al Centro Oriente como protagonista y a las regiones Eje Cafetero, Pacífico y Caribe con un aporte combinado de más del 50 %, nuevamente las regiones Centro Sur y Llanos son las de menor aporte en el sector específico.

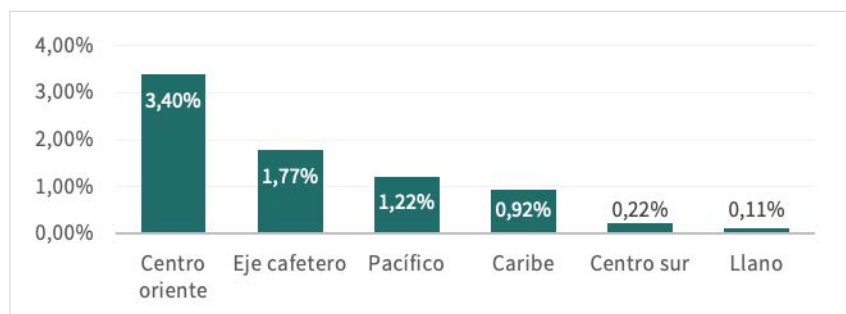


Gráfico 19 Comparativo del aporte regional del sector de Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo, al PIB nacional. Fuente, Cuentas Nacionales Departamentales, DANE 2018

Por último, el objetivo de las siguientes gráficas, además de mostrar qué tanto porcentaje ocupan del total del PIB nacional en los sectores de la economía, también busca evidenciar su importancia en los demás sectores. Lo que se puede analizar de la siguiente forma, qué tan importante es la economía regional respecto a la producción del país, y en qué sectores se muestran fortalezas respecto a las demás regiones.

La región llanera de Colombia muestra un fuerte en valor agregado en explotación de minas y canteras debido a grandes yacimientos de petróleo, similar que la región Caribe. Para las actividades relacionadas con la agricultura, se puede observar una distribución más equitativa del valor agregado entre las regiones.

La región Centro-Oriente muestra un gran aporte al PIB en la mayor parte de sectores, principalmente por la influencia del distrito de Bogotá D.C. Una de sus grandes fortalezas es la actividad manufacturera y financiera.

La región del eje cafetero tiene los siguientes fuertes: Manufacturas, información y comunicaciones, y suministro de servicios públicos. Esta es la segunda región que más se destaca en términos de participación de los sectores de interés. En el caso de las actividades de información y comunicaciones es notable el aporte de la región Centro-Oriente en el total del valor agregado Nacional.

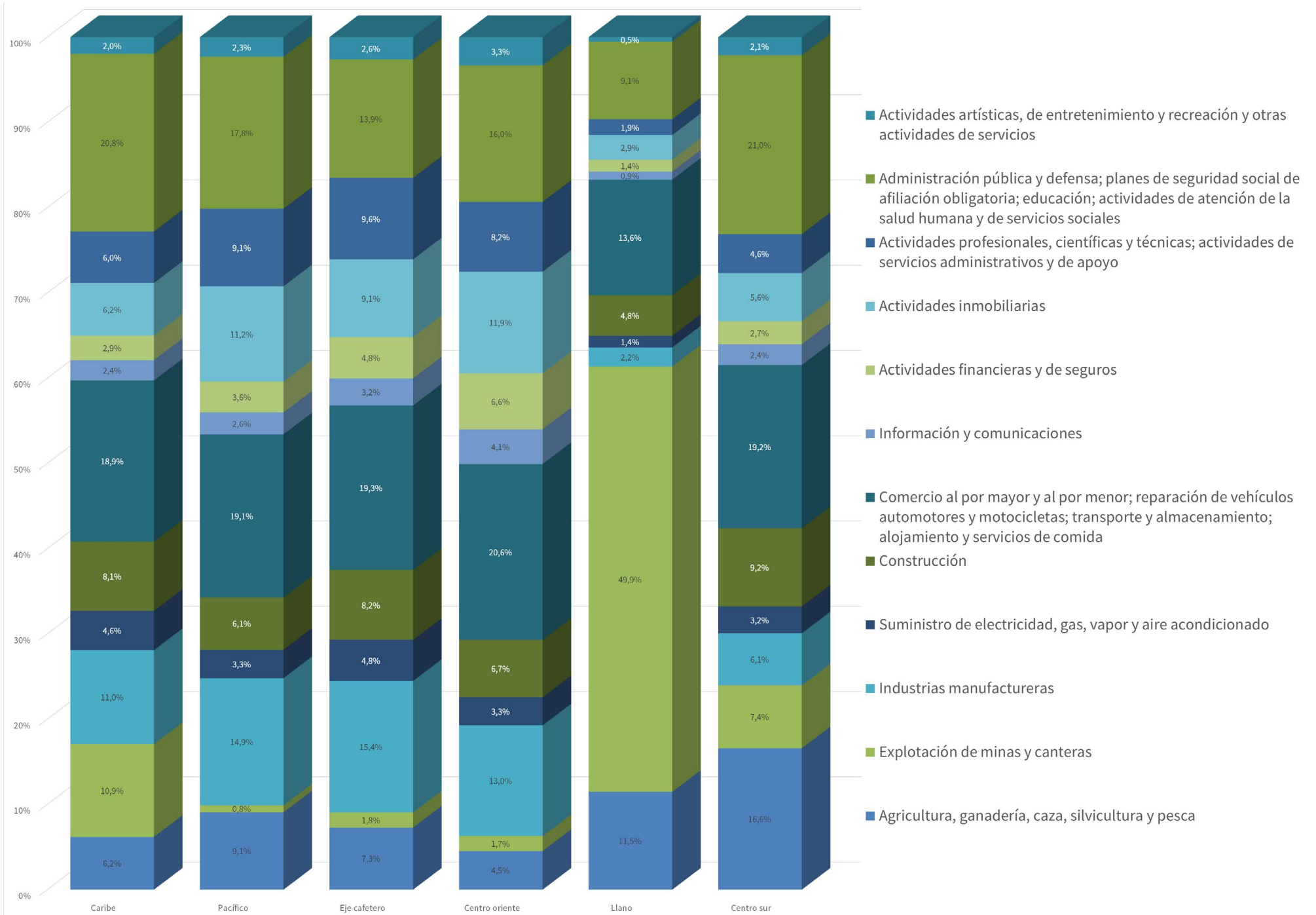


Gráfico 20 Peso de los sectores en proporción al PIB de cada una de las regiones, Fuente: DANE, elaboración propia.

5.2. IMPACTO ESPERADO DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA ESTRUCTURA ECONÓMICA DE LAS REGIONES

Tomando como punto de partida un benchmarking realizado a nivel nacional y el análisis de información secundaria sobre tendencias globales para las tres tecnologías 4IR priorizadas, se valoró el impacto de estas en cada uno de los sectores económicos definidos en el país, lo cual arrojó el resultado que se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Es así como, teniendo en cuenta la información del capítulo anterior, fue posible identificar los sectores económicos principales de cada una de las regiones, lo cual, contrastado con el potencial impacto de la tecnología en términos de crecimiento económico, permitió identificar en que sectores se espera que la tecnología tenga mayor potencial.

Impacto de las tecnologías en los Sectores Económicos Nacionales

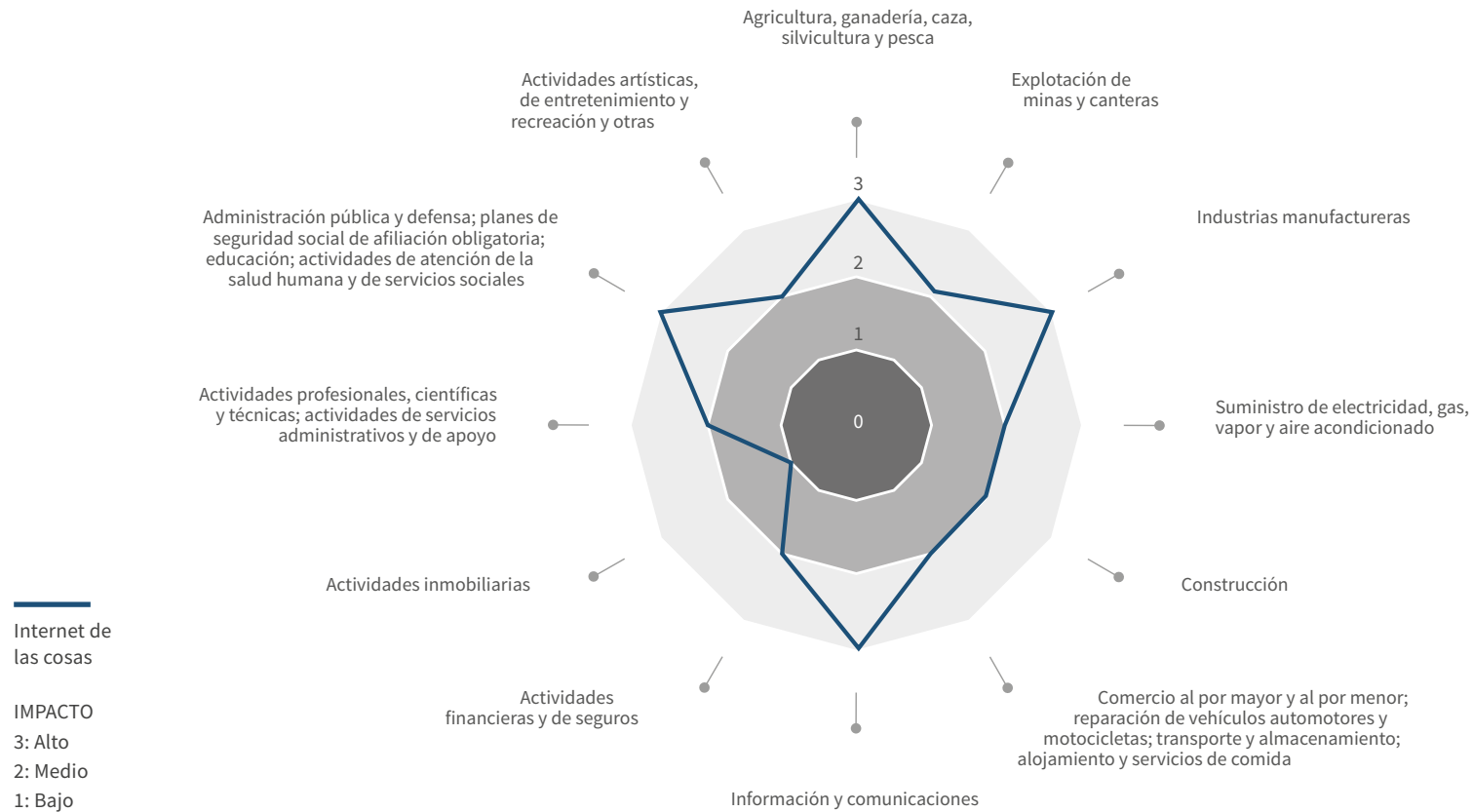


Gráfico 21 Matriz de impacto de las tecnologías 4IR en los diferentes sectores económicos nacionales. Fuente elaboración propia

Tomando como referente la matriz de impacto de las tecnologías anteriormente presentada, se procedió a realizar un análisis por cada una de las regiones del país, tomando como base las 3 actividades económicas que más aportan al PIB regional, estas actividades se cruzaron con el impacto de las tecnologías, con el fin de resaltar las potencialidades y áreas de oportunidad de implementación de las tecnologías para la economía regional. El orden en el que se encuentran listadas es el orden de importancia porcentual del valor agregado de dicha actividad económica para la región analizada, de mayor a menor importancia.

De esta forma se encontraron las regiones en las cuales la Internet de las Cosas se espera que tenga el mayor impacto, estas son:

| EJE CAFETERO | | | |
|---|---|--|---------------------------|
| MATRIZ DE IMPACTO TECNOLÓGICO (TECNOLOGÍAS VS. ACTIVIDADES ECONÓMICAS) | | | |
| | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores [...] | Administración pública y defensa; planes de seguridad social; educación[...] | Industrias manufactureras |
| IOT | Nivel alto | Nivel alto | Nivel alto |
| Blockchain | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |
| I. Artificial | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |

| REGIÓN PACÍFICO | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| MATRIZ DE IMPACTO TECNOLÓGICO (TECNOLOGÍAS VS. ACTIVIDADES ECONÓMICAS) | | | |
| | Administración pública y defensa; planes de seguridad social; educación[...] | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores [...] | Industrias manufactureras |
| IOT | Nivel alto | Nivel alto | Nivel alto |
| Blockchain | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |
| I. Artificial | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |

Cabe resaltar el impacto que la tecnología IoT tendrá en las regiones Caribe y Centro Sur, donde se espera que, aunque no aparece priorizado, si impacte en el principal sector económico identificado.

| REGIÓN CARIBE | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| MATRIZ DE IMPACTO TECNOLÓGICO (TECNOLOGÍAS VS. ACTIVIDADES ECONÓMICAS) | | | |
| | Administración pública y defensa; planes de seguridad social; educación[...] | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores [...] | Industrias manufactureras |
| IOT | Nivel alto | Nivel medio | Nivel alto |
| Blockchain | Nivel alto | Nivel medio | Nivel alto |
| I. Artificial | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |

| REGIÓN CENTRO SUR | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| MATRIZ DE IMPACTO TECNOLÓGICO (TECNOLOGÍAS VS. ACTIVIDADES ECONÓMICAS) | | | |
| | Administración pública y defensa; planes de seguridad social; educación[...] | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores [...] | Industrias manufactureras |
| IOT | Nivel alto | Nivel medio | Nivel alto |
| Blockchain | Nivel alto | Nivel medio | Nivel medio |
| I. Artificial | Nivel alto | Nivel alto | Nivel medio |

LEYENDA

- Nivel alto
- Nivel medio
- Nivel bajo

06

EL SECTOR
DE LAS TIC'S
EN COLOMBIA

6. ¿CÓMO ESTÁ COLOMBIA EN EL SECTOR DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICS)

Dentro del análisis del sector de las TICs es primordial analizar el uso de la internet en los países, lo que es también un proxy del nivel de penetración general de las tecnologías de la información y las comunicaciones. De acuerdo con datos del Banco Mundial de personas que están usando la red en el año 2017 como porcentaje de la población, América Latina presenta una mayor penetración que Asia del Este y pacífico.

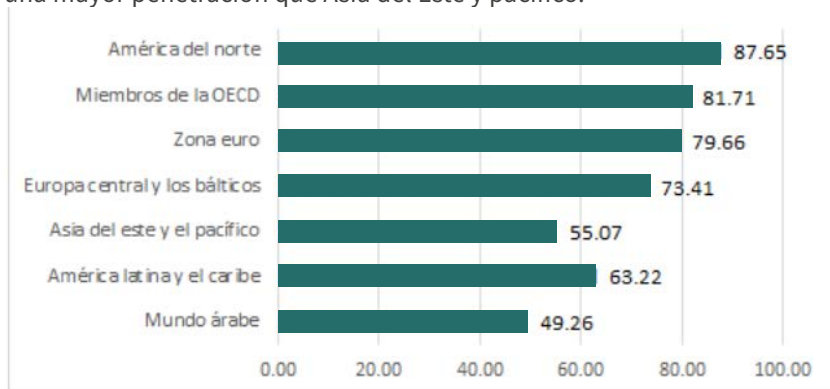


Gráfico 22 Personas que usan la internet en proporción de la población, 2017. Fuente: Banco Mundial

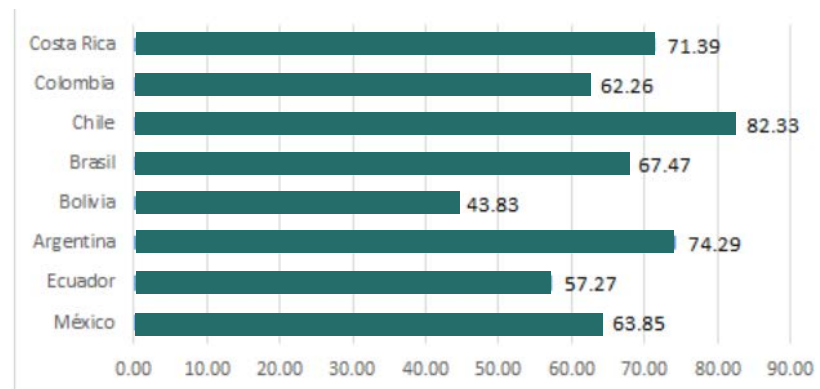


Gráfico 23 Personas que usan la internet, comparación entre Colombia y varios países latinoamericanos, 2017. Fuente: Banco Mundial.

Por su lado, Colombia para el 2017 presentó un porcentaje de la población usando internet inferior al de México y por encima de Ecuador y Bolivia. A nivel de Gobierno existen diferentes programas que se describirán más adelante en este informe y que promueven el uso y adopción de las TIC.

Si desagregamos a nivel de Regiones, podemos identificar lo referente a la penetración de la internet en el último trimestre del 2018 (promedio de la región). Las regiones más destacadas son las del eje cafetero y la región de centro oriente. Luego, las regiones que tienen menor penetración son la región llanera y la de centro sur.

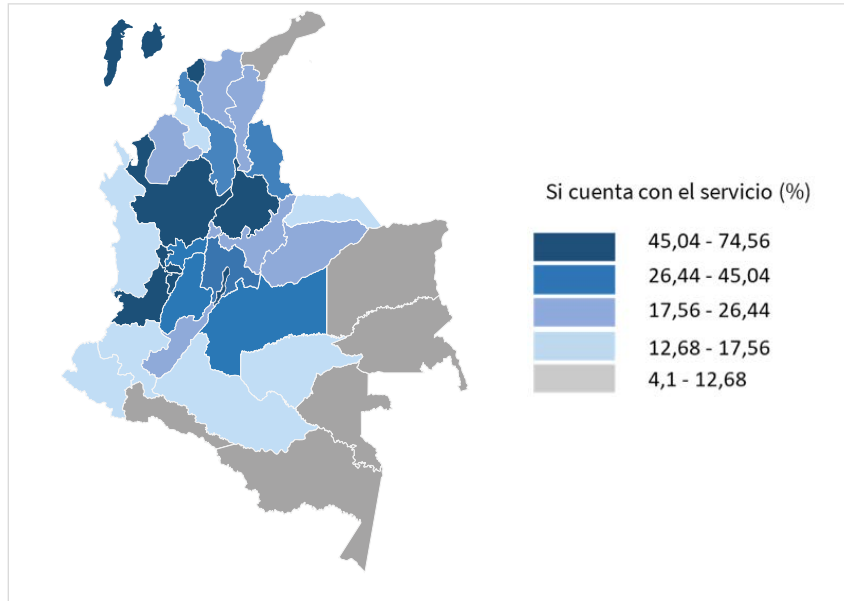


Gráfico 24 Personas que cuentan con el servicio de internet por departamentos, 2018. Fuente: DANE-Geovisor CNPV 2018.

Actualmente, la conexión a internet de gran parte de los ciudadanos es a partir de su dispositivo móvil. Dado que se analizan ciudades, la velocidad puede verse definida tanto por la infraestructura para la telefonía móvil, como por la calidad del servicio y la presencia de empresas (demanda). Es decir, el patrón es que las ciudades con mayor velocidad media, son las ciudades con un valor agregado más alto y una infraestructura más desarrollada.

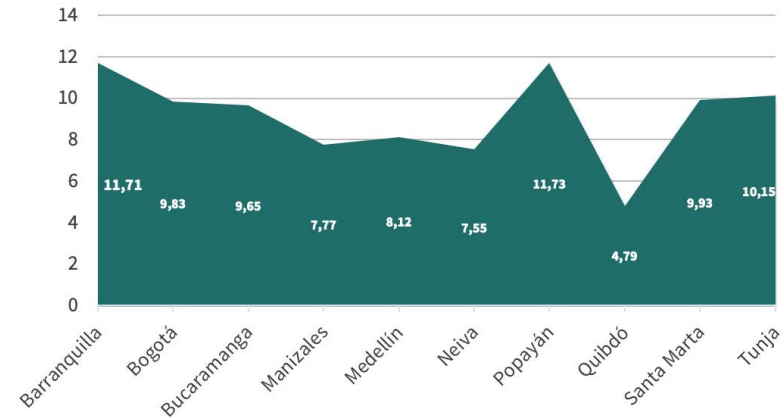


Gráfico 25 Velocidad media de la telefonía móvil en Colombia (varios departamentos), 2018. Fuente: Posdata.gov.co, Elaboración propia.

También es importante analizar el uso de la red en el sector empresarial (Consumidor principal de las TICS). Aunque esencialmente el servicio es el mismo en el caso de la internet (a excepción de la potencia, por ejemplo), las empresas requieren una mayor eficiencia y eficacia de las tecnologías y las redes.

De acuerdo con la matriz de producción de las cuentas Satélite TIC del DANE, la actividad de telecomunicaciones tiene un tamaño considerablemente mayor a las demás del Sector, y el que menos produce es el de infraestructura TIC. El segundo sector en relevancia es el de servicios de TI seguido por Contenido y media.

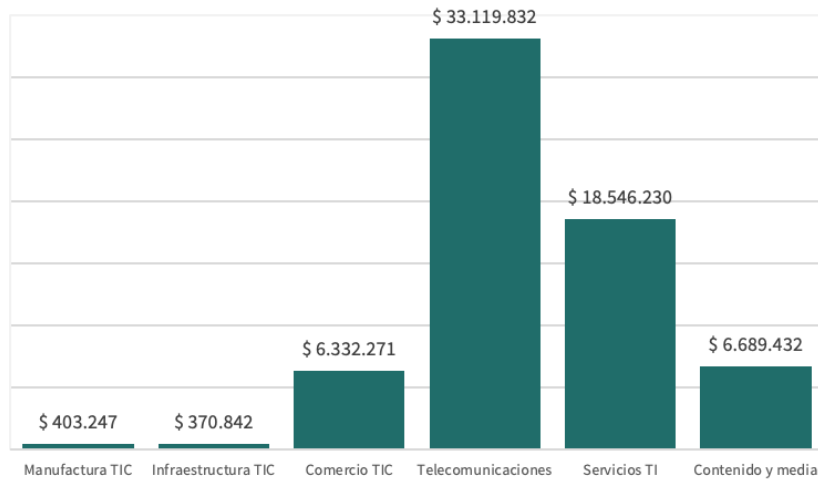


Gráfico 26 Producción actividades características 2017 TIC. Fuente: Cuenta satélite TIC-DANE, Elaboración propia

En lo concerniente al tipo de conexiones más usadas por las empresas, es posible identificar la disponibilidad de diferentes tecnologías usadas en el segmento Corporativo y las velocidades disponibles en las diferentes regiones

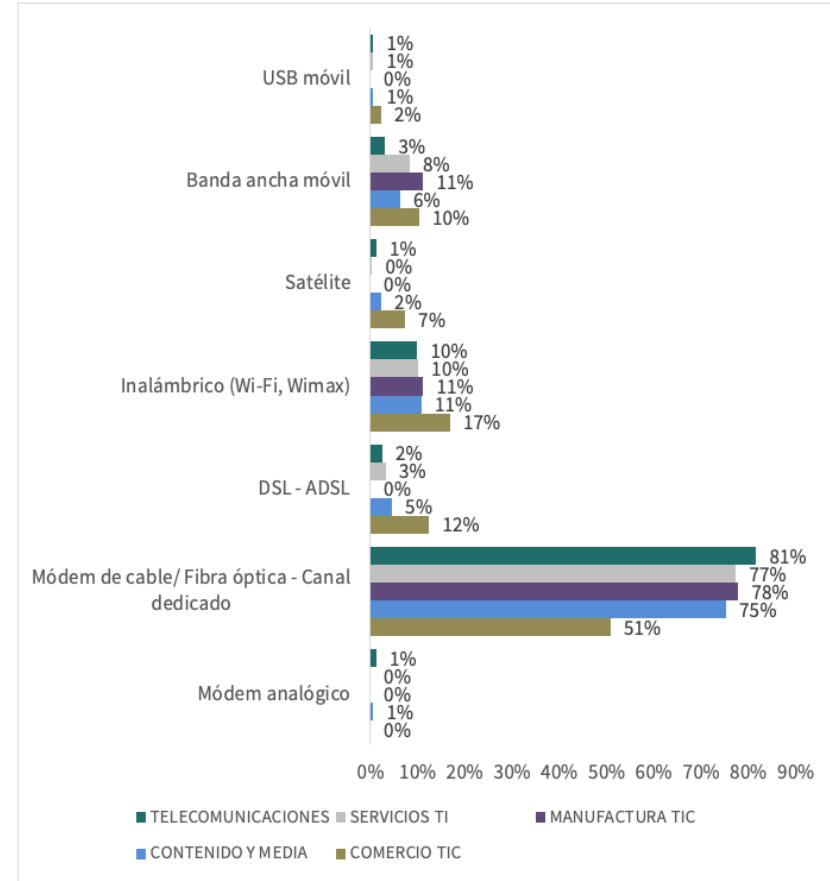


Gráfico 27 Tipo de conexiones usadas por las empresas colombianas, 2017. Fuente: Cuenta satélite TIC - DANE, Elaboración propia.

Para el segmento corporativo Colombia presenta diferentes velocidades de conexión de acuerdo con la tecnología disponible y la región. En el siguiente gráfico se identifican las velocidades máximas disponibles en las diferentes regiones del país, al cual las empresas pueden acceder.

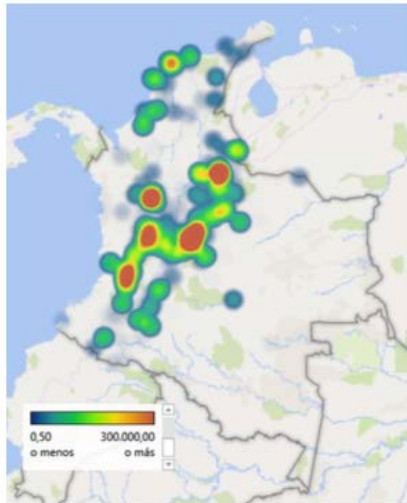


Gráfico 28 Velocidades máximas de subida para el segmento corporativo en Mbps en el 2017. Fuente: Cuenta satélite TIC – DANE, Elaboración propia.

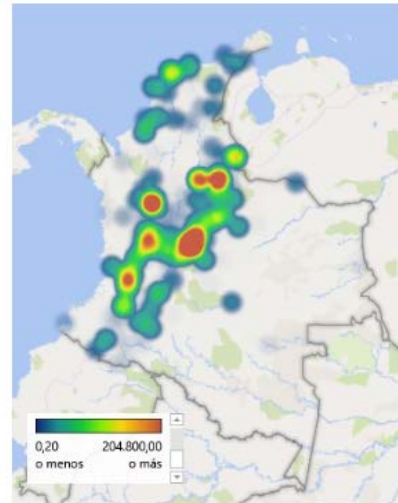


Gráfico 29 Velocidades máximas de bajada para el segmento corporativo en Mbps en el 2017. Fuente: Cuenta satélite TIC – DANE, Elaboración propia.

Entre los usos que tienen las empresas de las tecnologías de la información y las comunicaciones, se encuentra el comercio electrónico, que sirve para agilizar transacciones y atraer secciones del mercado inaccesibles de otra forma. En las gráficas siguientes podemos identificar el nivel de uso de este canal por parte de las empresas del sector.

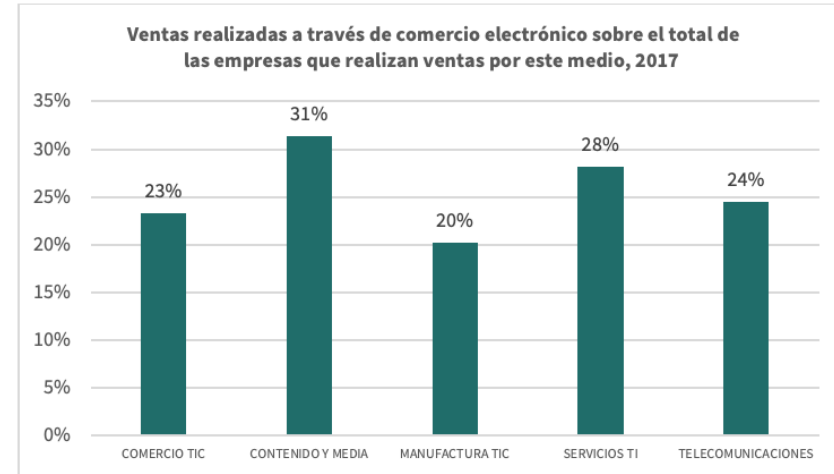


Gráfico 30 Porcentaje de ventas electrónicas sobre el total de ventas en las empresas por sector TIC, 2017. Fuente: Cuenta satélite TIC – DANE.

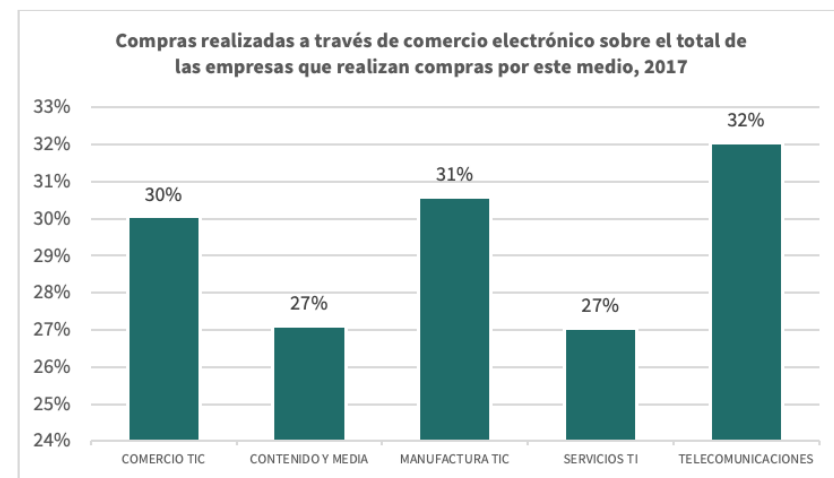


Gráfico 31 Porcentaje de compras electrónicas sobre el total de ventas en las empresas por sector TIC, 2017. Fuente: Cuenta satélite TIC – DANE.

07

CIENCIA,
TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN EN
COLOMBIA

7. ¿CÓMO ESTÁ COLOMBIA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN?

A partir de la información de RICYT de Gasto realizado dentro de cada país en Actividades Científico-Tecnológicas, tanto por el sector público, como por el sector privado expresado en dólares corrientes; encontramos que Colombia ha buscado mantener sus niveles de inversión durante los últimos años.

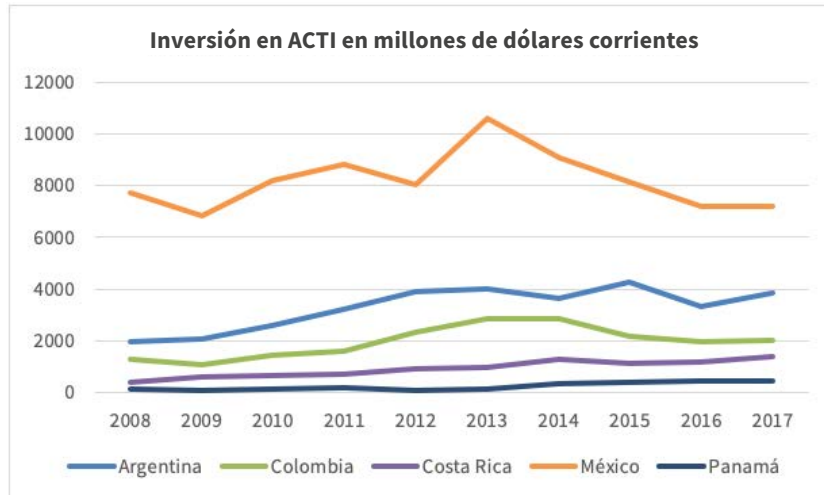


Gráfico 32 Inversión en ACTI en millones de dólares corrientes de países latinoamericanos, 2008-2017. Fuente: Ricyt, Elaboración propia.

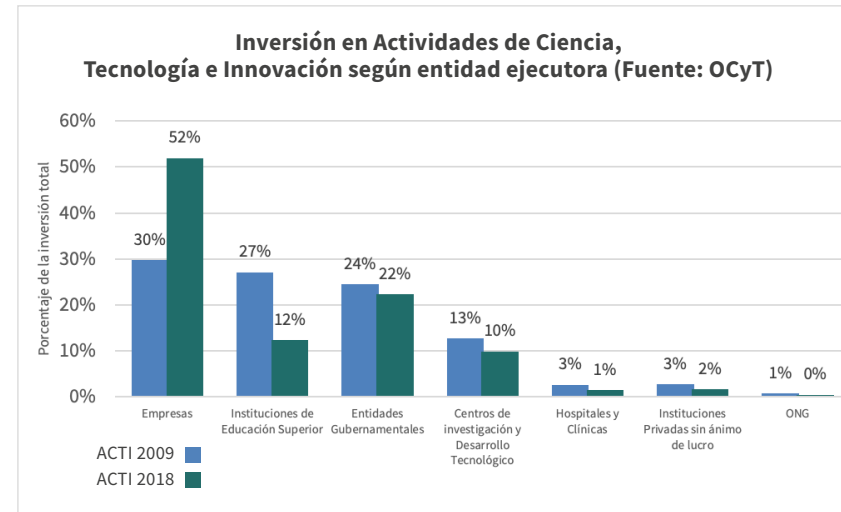


Gráfico 33 Inversión en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación según la entidad ejecutora para los años 2009 y 2018. Fuente: OCyT, 2019. Elaboración propia.

Si se analiza, el país ha cambiado la estructura de su inversión en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación durante los últimos 10 años. Las empresas han encontrado un ambiente propicio para la innovación y han asumido un rol importante en la inversión del país, pasando del 30% al 52% del total. La política de incentivos tributarios en Ciencia y Tecnología ha tenido un gran impacto, por esto se aumentó durante el 2019 a \$ 1 MM de pesos, \$360.000 millones más que durante el 2018 (Colciencias, 2018).

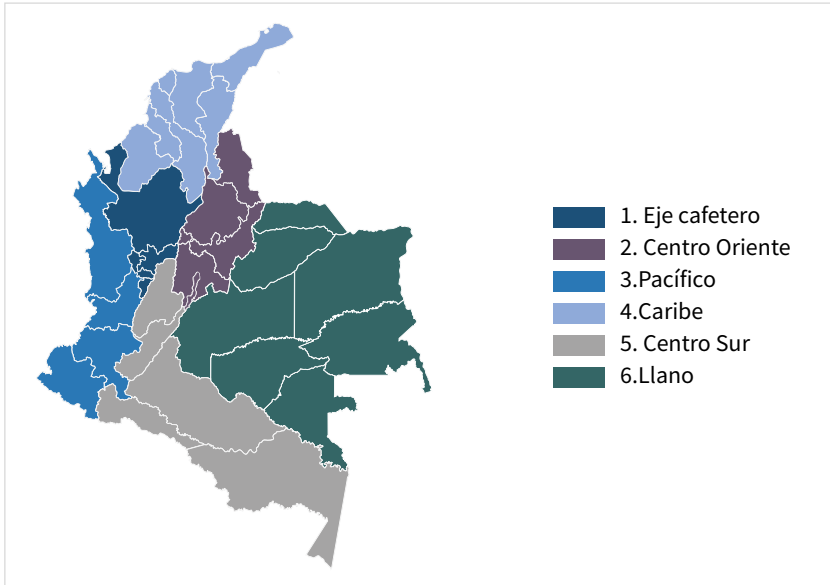


Gráfico 34 Ranking de Regiones de acuerdo con el promedio ponderado (por el PIB del departamento relativo al de la región) del índice departamental de innovación. Fuente: Ocyt, elaboración propia.

Para entender las dinámicas regionales, se analiza el índice departamental de innovación, una iniciativa desarrollada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). Al ponderar los indicadores de los departamentos de cada Región, se observa que las regiones más destacadas son el eje cafetero (destacándose Antioquia), y centro oriente (siendo el primer puesto Cundinamarca a nivel departamentos).

En Colombia, el 10% de las Regalías recibidas por el Estado derivadas de la explotación de recursos no renovables, se destina para Ciencia, Tecnología e Innovación a través del Sistema General de Regalías (SGR). A partir de la información disponible de los proyectos aprobados, se identificaron aquellos con mayor relación a las tecnologías de la cuarta revolución industrial, especialmente, Blockchain, Inteligencia Artificial e Internet de las Cosas.

Los proyectos seleccionados son en su mayoría relacionados a la construcción y continuidad de centros de innovación regionales, soluciones tecnológicas a temas agropecuarios y el fortalecimiento de capacidades digitales y enseñanza de tecnología en la población de las regiones. Para el período de análisis (2018-2021) se seleccionaron 76 proyectos dentro de todo el territorio nacional.

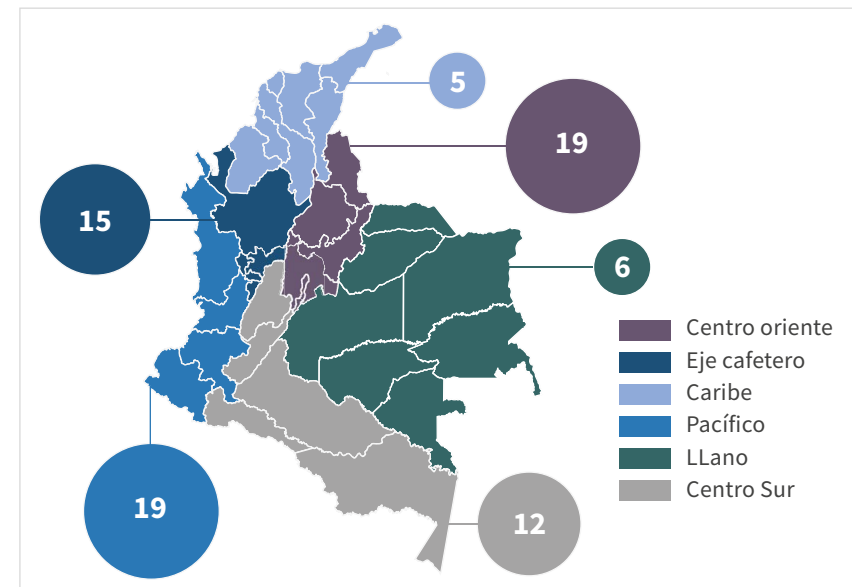


Gráfico 35 Mapa de regalías por región, 2019. Fuente: Mapa de regalías, elaboración propia.



Gráfico 36 Proporción de los montos por región. Fuente: Mapa de regalías SGR, elaboración Propia.

Apesar de que Pacífico es la región con mayor número de proyectos aprobados, los de Centro Oriente y Eje Cafetero tienen mayor presupuesto.

08

EDUCACIÓN

SUPERIOR EN

COLOMBIA

8. ¿CÓMO ESTÁ LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA?

El sistema educativo colombiano ofrece, después de finalizada la formación básica, diferentes niveles educativos en formación técnica y tecnológica, pregrado y posgrado.

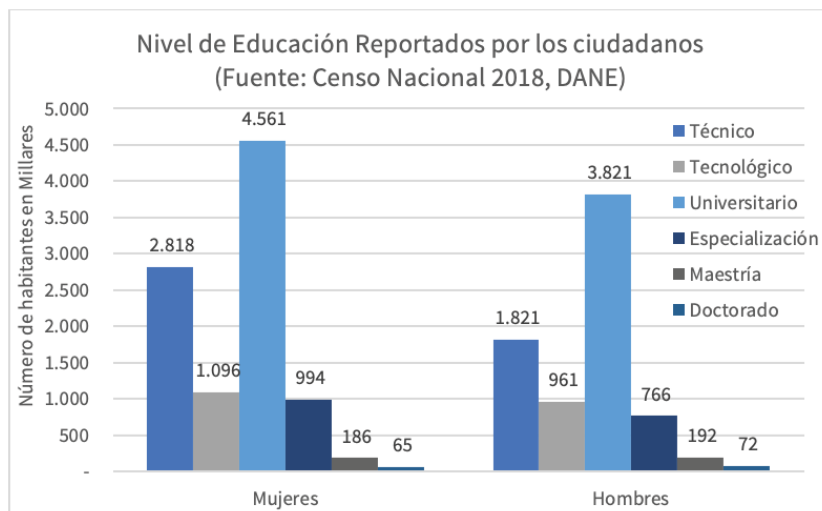


Gráfico 46 Población en educación superior en Colombia. Fuente: DANE. Elaboración propia

En el país, el 56 % de la población que reporta estudios de educación superior corresponde a mujeres, sin embargo, este porcentaje varía, siendo más alto en los niveles más bajos de formación, en donde el 61 % reporta un nivel técnico, y el 48 % nivel de doctorado (DANE, 2018).

A nivel de áreas afines a la ingeniería de sistemas, se puede observar que la región Eje Cafetero es líder en la formación de doctores en estas áreas, mientras que, a nivel de especialización y profesional, Centro-Oriente, claramente genera la mayor cantidad de graduados.

Áreas afines a la ingeniería de sistemas corresponde a aquellas áreas del conocimiento que comparten núcleo básico y/o elementos profundos de matemáticas y estadística. Estas son Ingeniería de Sistemas y afines, Ingeniería Eléctrica y afines, Ingeniería Electrónica y afines, Ingeniería Mecánica y afines, Ingeniería Industrial y afines, Matemática y estadística

* Estas cifras pueden cambiar ligeramente dependiendo del tratamiento y depuración de datos que se genere de posteriormente.

En niveles similares en la formación de profesionales podemos encontrar la región pacífico y caribe, siendo Pacífico más fuerte a nivel de maestría.

Tabla 4 Número de Graduados en áreas afines a la ingeniería de Sistemas según la Región que oferta el programa en el periodo 2001 - 2018. Fuente: SNIES. Elaboración Propia (*)

| Nivel del Programa | Caribe | Centro Oriente | Centro Sur | Eje cafetero | Llanos | Pacífico | Total |
|--------------------------------------|--------|----------------|------------|--------------|--------|----------|-------|
| DOCTORADO | 10 | 83 | | 100 | | 23 | 216 |
| ESPECIALIZACION | 689 | 3237 | 80 | 1697 | 37 | 813 | 6553 |
| FORMACION TECNICA PROFESIONAL | 621 | 2732 | 176 | 358 | 3 | 239 | 4129 |
| MAESTRIA | 238 | 1276 | 29 | 669 | | 310 | 2522 |
| TECNOLOGICA | 1175 | 13731 | 422 | 3104 | 1 | 2119 | 20552 |
| UNIVERSITARIA | 2613 | 15790 | 640 | 5131 | 268 | 2684 | 27126 |
| Total por región | 5346 | 36849 | 1347 | 11059 | 309 | 6188 | 61098 |

Para el año 2018, se graduaron en total 6.565 profesionales en áreas afines a Sistemas en el país, 429 Magíster y 41 doctores. Desde el año 2009, donde se graduaron 3.048 profesionales, de los que 100 correspondieron a Magíster y 5 Doctores, esto representa un crecimiento del 115 % en el nivel profesional, de 329 % en maestría y de 720 % en Doctorado. Es decir, el país le está apostando a aumentar el número de graduados que responda a la demanda creciente por parte de las empresas. Para el segmento Tecnologías el crecimiento es notable, graduando 2.387 nuevos tecnólogos en 2018, creciendo en 238 % desde el 2009.

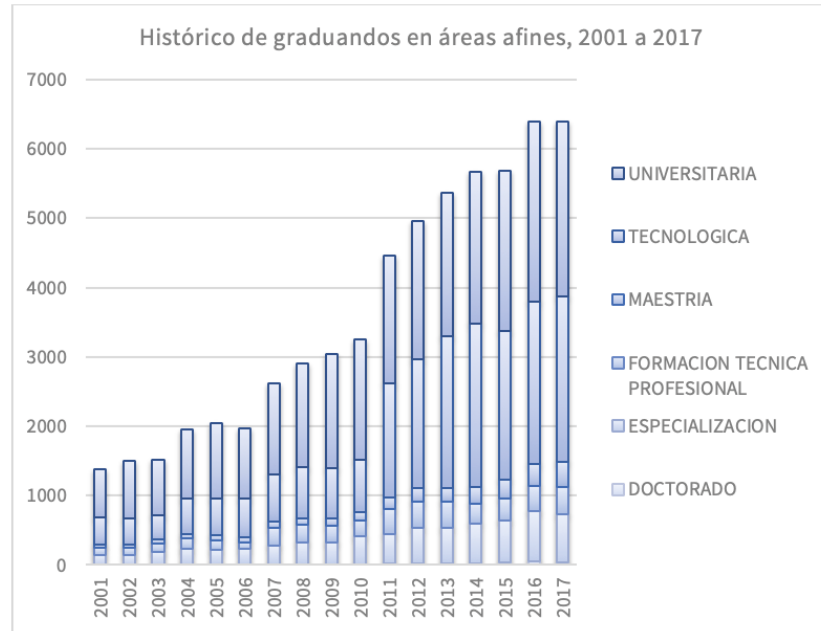


Gráfico 47 Histórico de graduandos entre 2001 y 2017 para áreas afines a ingeniería de sistemas. Fuente elaboración propia con datos SNIES. (*)

Por su parte, en la distribución departamental de estudiantes y graduandos de pre y post grado, se identifica que la región referida a la ciudad de Bogotá es la que mayor cantidad de personas está congregando respecto a programas relacionados con Software, Ingeniería y Ciencia de Datos, agrupando a más del 50 % de los estudiantes en las temáticas a nivel nacional, presentándose en segundo lugar el departamento de Antioquia

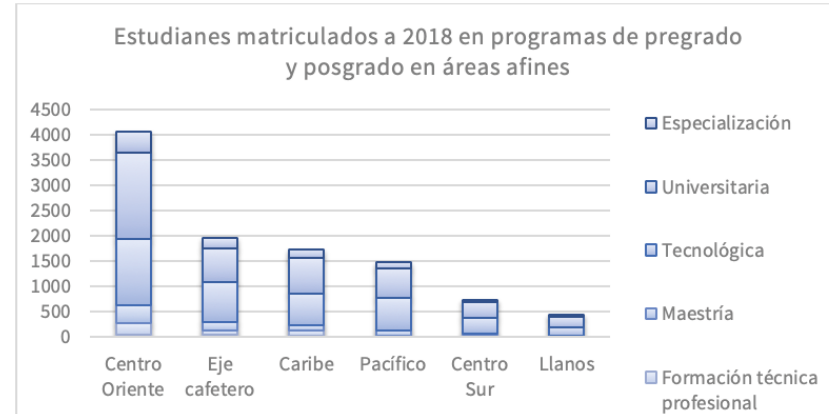


Gráfico 48 Total de estudiantes actualmente matriculados en programas de pregrado y posgrado relacionados con el núcleo básico de conocimiento en Ingeniería de sistemas, eléctrica, electrónica, industrial, mecánica y afines; y Matemática, Estadística y afines. Fuente, Elaboración propia con datos SNIES (*)

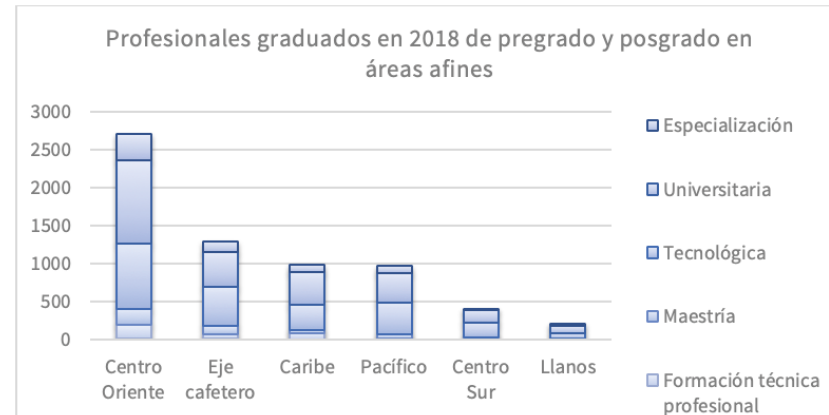


Gráfico 49 Total de estudiantes egresados en 2018 de programas de pregrado y posgrado relacionados con el núcleo básico de conocimiento en Ingeniería de sistemas, eléctrica, electrónica, industrial, mecánica y afines; y Matemática, Estadística y afines. Fuente, Elaboración propia con datos SNIES (*)

09

ACTORES MÁS

IMPORTANTES

9. ¿QUIÉNES SON LOS ACTORES MÁS IMPORTANTES ASOCIADOS A LOS SECTORES?

En el orden nacional, es importante resaltar el rol de cuatro entidades: El Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Innpulsa y Colciencias. Estas cuatro entidades fomentan gran parte de los programas y políticas del sector de las TIC y de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Adicional, es importante el rol a nivel regional que juegan otras entidades, que además de las Gobernaciones y Alcaldías, promueven el desarrollo y apropiación de nuevas tecnologías. Entre los actores relevantes, es importante tomar en cuenta las organizaciones encargadas de ayudar y asesorar a las empresas, como es el caso de las cámaras de comercio, que entre sus funciones según Confecámaras (s.f) encontramos: Representar los intereses generales del comercio ante el gobierno y los comerciantes mismos; Adelantar investigaciones económicas sobre aspectos o ramos específicos del comercio interior y exterior; Llevar el registro mercantil y certificar sobre los actos y documentos en él inscritos; Servir de tribunales de arbitramento para resolver las diferencias que les defieran los contratantes, en cuyo caso el tribunal se integrará por todos los miembros de la junta; entre otras funciones. Estas organizaciones no sólo funcionan como un organismo representativo o de las empresas y emprendimientos, sino que sirven también como facilitadores e impulsores de la innovación y el crecimiento de las empresas.

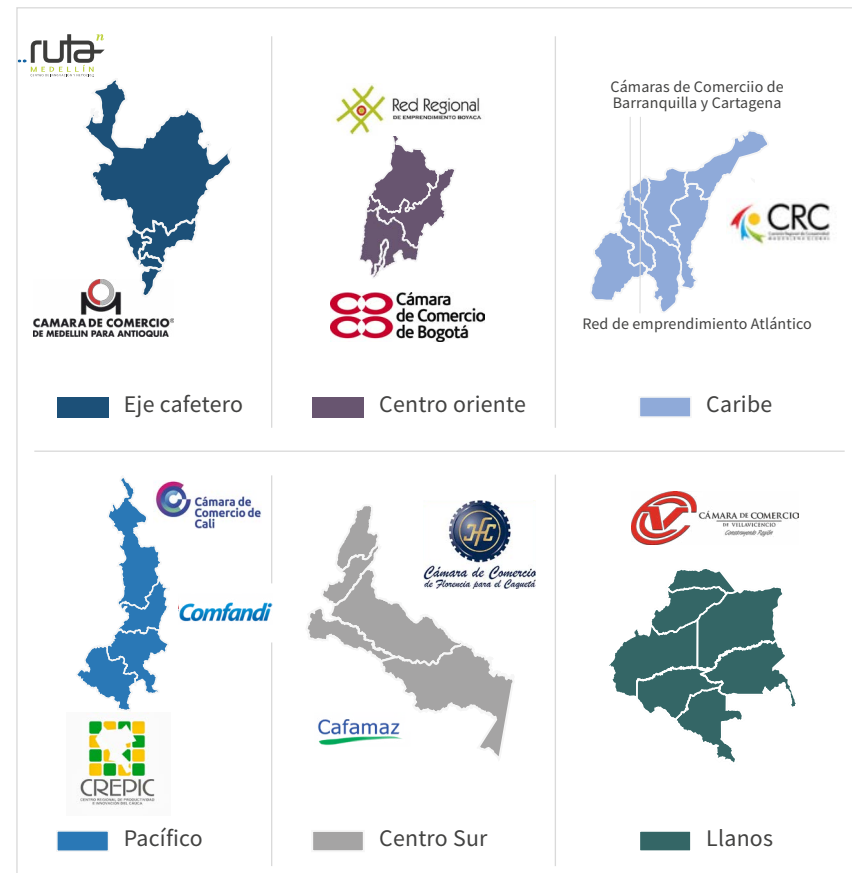
Tabla 5 Otros actores importantes para el desarrollo de tecnologías 4IR en Colombia.
Fuente, elaboración propia.

| NOMBRE DEL ACTOR | TIPO | NOMBRE DEL ACTOR | TIPO |
|---|---|---|----------|
| Universidad De Antioquia | Academia | Bpro | Empresas |
| Eafit | Academia | Accenture Colombia | Empresas |
| Universidad Nacional | Academia | Grupo Konecta Colombia | Empresas |
| Uniandes | Academia | Identidad lot | Empresas |
| Universidad De Medellín | Academia | Netux | Empresas |
| Utadeo | Academia | Lynks Ingeniería S.A.S | Empresas |
| Universidad Distrital | Academia | Solutek Informática Sas | Empresas |
| Blockchain Academy Colombia | Academia-Consultoría | Bismark Colombia Sas | Empresas |
| Blockchain Center Colombia | Academia-Consultoría | Telemetria Industrial Telemetrik S.A.S. | Empresas |
| Digital Americas Pipeline Initiative (Dapi) | Alianza Con Organismos Multilaterales | Claro Colombia | Empresas |
| Colombia Fintech | Asociación De Empresas | Siot Ingeniería S.A.S | Empresas |
| Blockchain Colombia | Comunidad De Emprendedores, Académicos, Desarrolladores Y Entusiastas | Ecoregistry | Empresas |

| NOMBRE DEL ACTOR | TIPO |
|--|----------|
| Fourier | Empresas |
| Enterdev | Empresas |
| Cognitiva | Empresas |
| Clinica Oftalmologica Del Caribe Sas | Empresas |
| ldata | Empresas |
| Moonblock | Empresas |
| Sistemas Inteligentes En Red Sas | Empresas |
| Bogohack | Empresas |
| BVC | Empresas |
| Grupo Bancolombia | Empresas |
| Qubit | Empresas |
| Mvm Ingeniería De Software S.A.S | Empresas |

| NOMBRE DEL ACTOR | TIPO |
|--|--|
| Min Salud | Gobierno |
| 3d Ingeniería Bq | Iniciativas privadas-Empresas |
| Alianza Caoba | Iniciativas público-privadas |
| Centro De Inteligencia Artificial Aplicada | Iniciativas público-privadas |
| Centros Cemprede | Iniciativas público-privadas |
| Intergrupo | Organismos multilaterales |
| OECD | Organismos multilaterales |
| Everis An Ntt Data Company | Organismos multilaterales (Empresa inter.) |
| Mintic | Gobierno |
| Superfinanciera | Gobierno |
| Unidad De Delitos Informáticos | Gobierno |
| Ruta N | Iniciativa público-privada por la innovación |
| El Thinx lot Lab De Telefónica | Iniciativas privadas-Empresas |

También se encuentran otras entidades públicas, privadas o mixtas de importancia regional como son las agencias de innovación, las cajas de compensación familiar y los centros de productividad, competitividad e innovación.



9.1. POLÍTICAS PÚBLICAS ASOCIADAS A LAS TICS

En cuanto a las iniciativas de política pública destacadas en el país, podemos encontrar las siguientes: Computadores Para Educar, Kioscos Vive Digital, Puntos Vive Digital, Talento TI, Vive Digital Regional, ViveLabs, Proyecto Nacional de Fibra Óptica, Ciudadanía Digital, Conectividad de Alta Velocidad-PNCAV y distintas Zonas WiFi a lo largo del país. En general los objetivos de estas iniciativas, que están en continuo monitoreo por parte del MINTIC, es expandir la cobertura y el uso de la internet, y la investigación y uso continuo de las TICS en el país.

Las iniciativas según el MINTIC consisten en:

- ▶ La iniciativa Talento TI del MinTIC es una de las apuestas del Plan Vive Digital para la Gente, que busca promover la formación de los colombianos en carreras TI para impulsar la competitividad, la investigación, la innovación y la proyección internacional del sector TI del país.
- ▶ Los Kioscos Vive Digital son puntos de acceso comunitario a Internet para los niños, jóvenes y adultos en zonas rurales de más de 100 habitantes, ubicados en las zonas más alejadas de Colombia, donde pueden conectarse a internet y recibir capacitaciones gratuitas en uso y apropiación de las TIC.
- ▶ El Proyecto Nacional de Fibra Óptica busca promover la ampliación de la infraestructura de fibra óptica existente en el país, para así llevar Internet a un mayor número de colombianos con mejores servicios, condiciones técnicas y económicas.
- ▶ Las Zonas Wi-Fi son puntos de acceso gratuito a Internet disponibles las 24 horas del día, los 7 días a la semana. Cada zona cubre un área aproximada de 7.800 M2, en la que pueden navegar simultáneamente 200 personas, durante 60 minutos con la oportunidad de reconexión.
- ▶ El proyecto de Conectividad de Alta Velocidad-PNCAV busca conectar 28 cabeceras municipales y 19 corregimientos departamentales a través del despliegue de redes de alta velocidad, satelitales y/o terrestres, beneficiando aproximadamente 441.000 personas ubicadas en la selva colombiana.
- ▶ Computadores para Educar-CPE es el programa del Gobierno Nacional de mayor impacto social que genera equidad a través de las TIC, fomentando la calidad de la educación bajo un modelo sostenible.
- ▶ La Ciudadanía Digital consiste en asesorías a los ciudadanos en temas TICs, con el fin de impulsar la transformación digital del país.
- ▶ Los ViveLabs son espacios donde se facilitan herramientas tecnológicas y se brindan capacitaciones para realizar actividades de emprendimiento digital enfocadas en la formación de desarrollo de aplicaciones y contenidos digitales. Busca continuar con la estrategia nacional para el fortalecimiento y promoción de contenidos digitales.
- ▶ La iniciativa Apps.co fue diseñada desde MinTIC para promover y potenciar la creación de negocios a partir del uso de las TIC, poniendo especial interés en el desarrollo de aplicaciones móviles, software y otros contenidos digitales.

Por otra parte, para el caso de Inteligencia Artificial, el Concejo Nacional de Política Económica y Social reconoce la AI, en el documento CONPES 3975 – “Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial”, como una tecnología clave para acelerar la transformación digital y que permitirá generar valor económico y social, a través del uso conjunto con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Esta política tiene como objetivo potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial.

De igual manera, se espera que la implementación del CONPES ayude a:

- ▶ Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público, para facilitar la transformación digital del país
- ▶ Crear condiciones habilitantes para la innovación digital en los sectores público y privado, con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital
- ▶ Fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la 4RI, con el fin de asegurar el recurso humano requerido
- ▶ Desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la IA e impulsar otras tecnologías de la 4RI

En cuanto a política exterior, el hecho de Colombia ya se encuentre en proceso de formar parte de la OECD, le permite asistir, por ejemplo, al Consejo Ministerial de la OCDE para representar al país en el debate sobre cómo aprovechar la transición digital para el desarrollo sostenible. Por medio del cual, según El Espectador (2019), el gobierno se adhirió a un acuerdo internacional, en el que hay un compromiso por adelantar buenas prácticas en materia económica y social, con el fin de tener en cuenta ciertos puntos al momento de desarrollar políticas públicas, y demás desarrollos, que integren las tecnologías priorizadas por el C4IR.

Desde el gobierno nacional se han planteado una serie de estrategias que apuntan al plan de desarrollo nacional y que impulsarán la innovación y productividad en el país. Algunos de estos son:

| PLAN 1 | |
|--|--|
| Pacto por el transporte y la logística | |
| Entidad / Sector encargado: | MINTRANSPORTE |
| Descripción: | MinTransporte adoptará estrategias para la automatización de trámites y la implementación y consolidación de nuevas tecnologías en sistemas inteligentes de transporte (Tales como recaudo y control de flota en transporte público, recaudo electrónico vehicular con aplicación a peajes electrónicos y servicios asociados, minería de datos, internet de las cosas, inteligencia artificial, cadena articulada de datos (blockchain), automatización, reconocimiento de imágenes y las demás tecnologías que identifique el sector). |
| Relevancia: | El ingreso de Colombia y su transporte a la era digital y la congruencia de las estrategias de promoción de las “Ciudades Inteligentes”, para hacer de los servicios más eficientes y adaptados a las necesidades del mercado. |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial Y Block Chain |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |

| PLAN 2 | |
|---|--|
| Pacto por el emprendimiento la formalización y la productividad | |
| Entidad / Sector encargado: | MINAGRICULTURA, MINTIC |
| Descripción: | Implementará una estrategia de transformación digital rural que permita: la conectividad rural digital; la adopción de nuevas tecnologías, de manera transversal, en la cadena de valor agropecuaria, y de aplicaciones móviles que faciliten la comercialización de productos agropecuarios; y la promoción de empresas orientadas a promover servicios complementarios que, entre otros, incluyan el internet de las cosas (IoT), el análisis de big data, los drones y la inteligencia artificial (IA). |
| Relevancia: | Promover las actividades FinTech, uno de las aplicaciones estrella de la tecnología Blockchain |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |

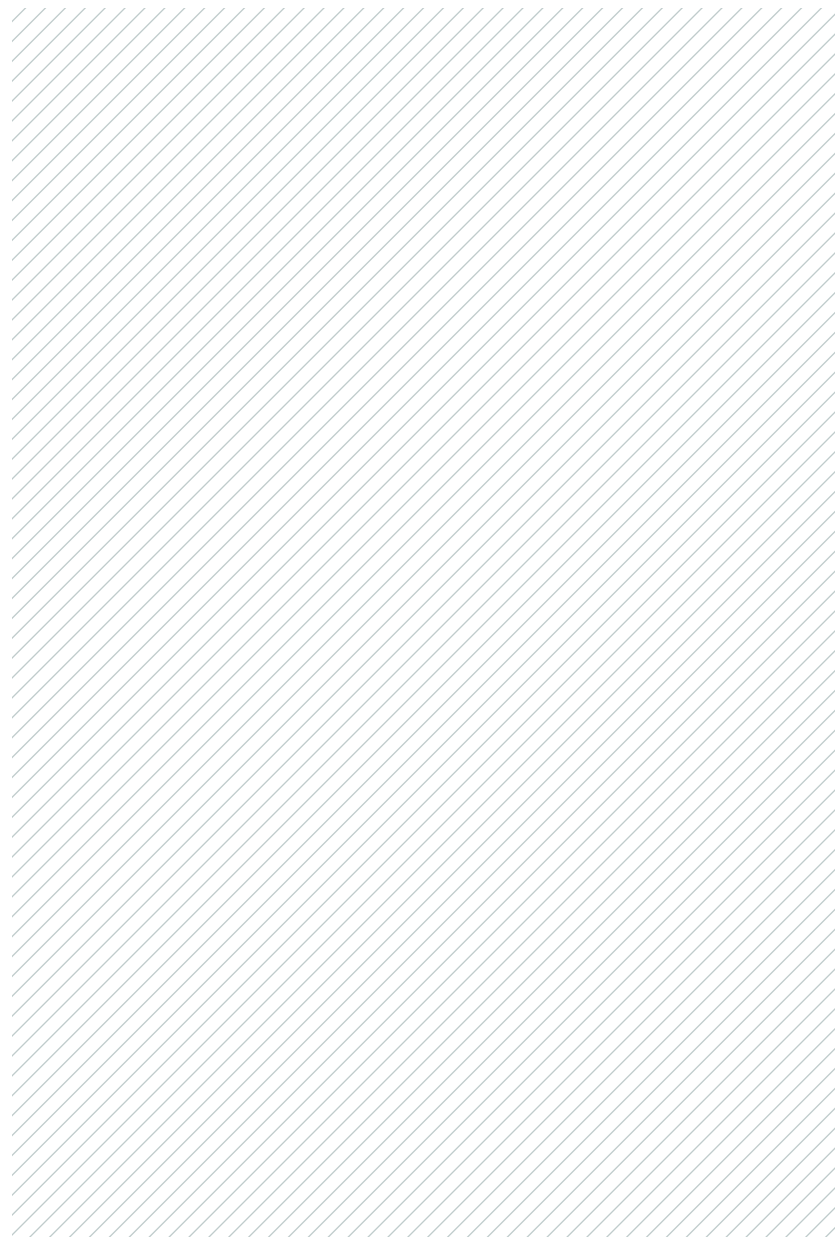
| PLAN 3 | |
|---|--|
| Pacto por el emprendimiento la formalización y la productividad a nivel nacional. | |
| Entidad / Sector encargado: | MINCIT, INNPULSA, MINTIC, SENA, COLCIENCIAS. |
| Descripción: | Liderarán el programa manufactura avanzada que busca desarrollar las tecnologías asociadas a las industrias 4.0 y que brindará servicios a empresas de todos los sectores. |
| Relevancia: | Liderarán el programa manufactura avanzada que busca desarrollar las tecnologías asociadas a las industrias 4.0 y que brindará servicios a empresas de todos los sectores. |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial e Internet de las cosas |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |

| PLAN 4 | |
|------------------------------------|---|
| Pacto por la legalidad | |
| Entidad / Sector encargado: | CONTRALORÍA, FISCALÍA |
| Descripción: | Con el propósito de robustecer la prevención de la materialización de riesgos de corrupción: Un componente de analítica que incorpore diferentes fuentes de datos estructurados, semiestructurados y no estructurados que permitan enriquecer la comprensión del fenómeno de la corrupción. |
| Relevancia: | Esto se puede lograr por medio de: la incorporación de herramientas de análisis descriptivo, diagnóstico, predictivo y prescriptivo que usen técnicas de aprendizaje de máquinas e inteligencia artificial para apoyar la toma de decisiones y la formulación de políticas anticorrupción. |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |

| PLAN 5 | |
|--|---|
| Política Nacional para la transformación digital e Inteligencia Artificial | |
| Entidad / Sector encargado: | CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL (DNP) |
| Presupuesto: | \$124.071.000.000 |
| Descripción: | CONPES permitirá a las empresas alcanzar mayores niveles de productividad y competitividad a través de la innovación digital y en el sector público generará mayor bienestar social mejorando la interacción entre los ciudadanos y el Estado. (MinTIC, 2019) |
| Relevancia: | Impulso tributario y fiscal para incentivar a los empresarios al desarrollo de soluciones enfocadas en tecnologías 4.0 |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial, Internet de las cosas y Block Chain |
| Fuente: | https://bit.ly/2u8XBvC - https://bit.ly/2SNolw8 |

| PLAN 6 | |
|---|---|
| Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación | |
| Entidad / Sector encargado: | COLCIENCIAS |
| Descripción: | Colciencias y el Consejo de Beneficios Tributarios modificarán el documento de la tipología de proyectos para otorgar un mayor puntaje a las empresas que desarrollen proyectos de CTel que pertenezcan a las industrias 4.0. |
| Relevancia: | Impulso tributario y fiscal para incentivar a los empresarios al desarrollo de soluciones enfocadas en tecnologías 4.0 |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial, Internet de las cosas |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |

| PLAN 7 | |
|------------------------------------|---|
| C Emprende | |
| Entidad / Sector encargado: | INNpulsa Colombia, MinComercio, MinTIC, Consejería de la Transformación Digital. |
| Descripción: | Campus de emprendimiento de América Latina, que conecta al Gobierno Nacional e iniciativas como los centros Sacúdete, con grandes inversionistas internacionales, líderes empresariales y actores clave para cerrar brechas y dar el paso hacia la transformación digital. |
| Relevancia: | El fondo de inversión japonés Softbank, quien ve en Colombia y en Latinoamérica un futuro para las empresas con base tecnológica en el campo de la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y el blockchain, decidió sentar una base de operaciones en la sede de C Emprende en Bogotá. (MinTIC,2019). |
| Tecnología: | Inteligencia Artificial, Internet de las cosas y Block Chain |
| Fuente: | Plan TIC 2018-2022 Gobierno de Colombia |



9.2. GRUPOS CON LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADAS CON LA TECNOLOGÍA IOT

A continuación, se presenta el listado completo de los grupos de investigación identificados para la tecnología, con si información de contacto.

| | |
|--|---|
| G13 GRUPO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERIA | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.bitcol.com.co |
| | Correo electrónico: director@bitcol.com.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| GRUPO DE ÓPTICA E INFORMÁTICA | Área del conocimiento: CIENCIAS NATURALES |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://loi.unicesar.edu.co/ |
| | Correo electrónico: cesartorres@unicesar.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, CESAR, VALLEDUPAR |
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN NETUX LAB | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.netux.com |
| | Correo electrónico: sergiomarin@netuxtecnologia.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, ANTIOQUIA, MEDELLIN |

| | |
|--|---|
| GISSIC GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://gissic.umng.edu.co |
| | Correo electrónico: gissic@unimilitar.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| GRUPO I+D EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN | Área del conocimiento: CIENCIAS NATURALES |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://facfiet.unicauca.edu.co:/gti/ |
| | Correo electrónico: gti.unicauca@gmail.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, CAUCA, POPAYAN |
| TELECOMUNICACIONES Y SEÑALES | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://www.uninorte.edu.co/investigacion/infogrupos.aspfcd |
| | Correo electrónico: mcalle@uninorte.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ATLANTICO, BARRANQUILLA |
| GI FOURIER | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.uan.edu.co |
| | Correo electrónico: jonathan.fabregas@uan.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ATLANTICO, PUERTO COLOMBIA |

| | |
|---|---|
| GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA APLICADA (GUIAS) | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: B |
| | Página Web: http://guias.me/ |
| | Correo electrónico: Inmedinav@libertadores.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| COMERCIO ELECTRÓNICO EN COLOMBIA - GICOECOL | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://comunidad.udistrital.edu.co/gicoecol/ |
| | Correo electrónico: gicoecol.ud@gmail.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ELECTRÓNICA Y REDES (LIDER) | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://comunidad.udistrital.edu.co/grupolider/ |
| | Correo electrónico: lider@udistrital.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| GIDIA: GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://www.unal.edu.co |
| | Correo electrónico: jwbranch@unal.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ANTIOQUIA, MEDELLIN |

| | |
|--|---|
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN DEL CARIBE - GIGETIC | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.pca.edu.co |
| | Correo electrónico: dhurtado@pca.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ATLANTICO, BARRANQUILLA |
| INTEROPERABILIDAD TECNOLÓGICA Y SEMÁNTICA | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: B |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: juliobaron@gmail.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| UNITCOM | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: martin.bravo@usco.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, HUILA, NEIVA |
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO- GICAV | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.uts.edu.co |
| | Correo electrónico: gicav@correo.uts.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, SANTANDER, BUCARAMANGA |

| | |
|---|---|
| GRUPO DE TRATAMIENTO DE SEÑALES Y TELECOMUNICACIONES | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: albecor@usco.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, HUILA, NEIVA |
| GIAUNARVI | Área del conocimiento: CIENCIAS SOCIALES |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.aunarvillavicencio.edu.co |
| | Correo electrónico: hector.avila@aunarvillavicencio.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, META, VILLAVICENCIO |
| MEMPHIS | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: memphis@softwareestrategico.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, ANTIOQUIA, SABANETA |
| GITUD | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: B |
| | Página Web: http://comunidad.udistrital.edu.co/gitud/ |
| | Correo electrónico: gitud@udistrital.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |

| | |
|--|---|
| SIDRE - SISTEMAS DE INFORMACION, SISTEMAS DISTRIBUIDOS Y REDES DE COMPUTADORES | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://sophia.javeriana.edu.co/sidre/ |
| | Correo electrónico: sidre@ingenieria.javeriana.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| GIDIA: GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://www.unal.edu.co |
| | Correo electrónico: jwbranch@unal.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ANTIOQUIA, MEDELLIN |
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN DEL CARIBE - GIGETIC | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.pca.edu.co |
| | Correo electrónico: dhurtado@pca.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, ATLANTICO, BARRANQUILLA |
| INTEROPERABILIDAD TECNOLÓGICA Y SEMÁNTICA | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: B |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: juliobaron@gmail.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |

| | |
|---|---|
| UNITCOM | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: martin.bravo@usco.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, HUILA, NEIVA |
| GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CONTROL AVANZADO-GICAV | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.uts.edu.co |
| | Correo electrónico: gicav@correo.uts.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, SANTANDER, BUCARAMANGA |
| GRUPO DE TRATAMIENTO DE SEÑALES Y TELECOMUNICACIONES | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: albecor@usco.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, HUILA, NEIVA |
| GIAUNARVI | Área del conocimiento: CIENCIAS SOCIALES |
| | Clasificación: C |
| | Página Web: http://www.aunarvillavicencio.edu.co |
| | Correo electrónico: hector.avila@aunarvillavicencio.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, META, VILLAVICENCIO |

| | |
|---|---|
| MEMPHIS | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Página Web: sin pagina registrada |
| | Correo electrónico: memphis@softwareestrategico.com |
| | Ubicación: COLOMBIA, ANTIOQUIA, SABANETA |
| GITUD | Área del conocimiento:: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: B |
| | Página Web: http://comunidad.udistrital.edu.co/gitud/ |
| | Correo electrónico: gitud@udistrital.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |
| SIDRE - SISTEMAS DE INFORMACION, SISTEMAS DISTRIBUIDOS Y REDES DE COMPUTADORES | Área del conocimiento: INGENIERIA Y TECNOLOGIA |
| | Clasificación: A |
| | Página Web: http://sophia.javeriana.edu.co/sidre/ |
| | Correo electrónico: sidre@ingenieria.javeriana.edu.co |
| | Ubicación: COLOMBIA, BOGOTA D C, BOGOTA D C |

10

REFERENCIAS

10. REFERENCIAS

- Accenture (2017). How artificial intelligence can drive south Americas growth. Accenture. Recuperado de: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-49/accnture-how-artificial-intelligence-can-drive-south-americas-growth.pdf
- Accenture (2018). Una explosión de productividad. Integración y Comercio # 44, Julio 2018, BID. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/en/integration-and-trade-journal-volume-22-no-44-july-2018-planet-algorithm-artificial-intelligence>
- Accenture (2019). En Accenture Colombia inauguramos el primer Nanolab de la región. Recuperado de: <https://www.accenture.com/co-es/services/technology/nanolab-colombia>
- ACS (2018). Artificial Intelligence- a starter guide to the future of business. Recuperado de <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS%20Artificial%20Intelligence%20Starter%20Guide.pdf>
- Australian Computer Association. (2018). Artificial Intelligence- a starter guide to the future of business.
- Banco mundial (2019). Indicadores. Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador>
- Bastardo (2019). MinTIC respecto a blockchain: “Colombia tiene una oportunidad única de convertirse en un referente en la región”. Colombia Fintech. Recuperado: <https://www.colombiafintech.co/novedades/mintic-respecto-a-blockchain-colombia-tiene-una-oportunidad-unica-de-convertirse-en-un-referente-en-la-region>
- Colciencias (2018). Gobierno aumenta cupo en beneficios tributarios e invita a los empresarios del país a innovar. Recuperado de: https://colciencias.gov.co/sala_de_prensa/gobierno-aumenta-cupo-en-beneficios-tributarios-e-invita-los-empresarios-del-pais
- Confecámaras (s.f.). Funciones de la cámara de comercio. Recuperado de: <http://www.confecamaras.org.co/representacion-de-la-red/funciones-de-las-cameras-de-comercio>
- Corporación Colombia Digital (2018). Internet de la Cosas ofrece alternativas de crecimiento eco sostenibles para el agro colombiano. Recuperado de: <https://colombiadigital.net/actualidad/bytes/item/10022-internet-de-la-cosas-ofrece-alternativas-de-crecimiento-eco-sostenibles-para-el-agro-colombiano>
- DANE (2018). Geovisor CNPV 2018. Recuperado de: <http://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=5>
- DANE. (2017) Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic>
- DANE (2019). PIB por departamento. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- DANE. (2019). Exportaciones – Históricas. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones/exportaciones-historicos>
- DATLAS. (2018) Acerca de los datos. Recuperado de: <http://datlascolombia.com/#/downloads>
- Deloitte. (2015). The more things change: Value creation, value capture, and the Internet of Things. Obtenido de Deloitte Review 17: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-17/value-creation-value-capture-internet-of-things.html>
- Deloitte. (2017). Bullish on the business value of cognitive Leaders in cognitive and AI weigh in on what’s working and what’s next. 1–25.
- Deloitte (2018a). Artificial Intelligence. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-analytics/deloitte-nl-data-analytics-artificial-intelligence-whitepaper-eng.pdf>
- Deloitte. (2018f). Estado de la inteligencia artificial en la empresa, 2a. Edición. Re-

- trieved from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/technology/IA%20en%20la%20empresa.pdf>
- Deloitte (2019b). Blockchain: visión tecnológica. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/blockchain-vision-tecnologichtml>
 - Deloitte (2019). Reporte Global de Competitividad 2019 (octubre de 2019). Recuperado de: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/finance/docs/191009-Deloitte-Reporte-Global-Competitividad.pdf>
 - Dinero. (2019). Standard & Poor's mantiene la calificación de Colombia. Recuperado de: <https://www.dinero.com/pais/articulo/standard--poors-mantiene-la-calificacion-de-colombia/278436>
 - DNP (2019). Colombia da otro paso para el ingreso a la OCDE. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Colombia-da-otro-paso-para-el-ingreso-a-la-OCDE.aspx?z>
 - DNP (2019). Cundinamarca y Antioquia lideran el tercer Índice Departamental de Innovación de Colombia del DNP. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Cundinamarca-y-Antioquia-lideran-el-tercer-Indice-Departamental-de-Innovacion-de-Colombia-del-DNP.aspx>
 - Drescher, D. (2017). Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. In Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9>
 - El espectador (2019). Colombia se adhiere al acuerdo de la OCDE sobre Inteligencia Artificial. Recuperado de : <https://www.elespectador.com/transformacion-digital/colombia-se-adhiere-al-acuerdo-de-la-ocde-sobre-inteligencia-artificial>
 - IDC (2019). Worldwide Artificial Intelligence Market Shares. Recuperado en noviembre 7, 2019, de: <https://www.themspub.com/app/uploads/2019/09/Worldwide-Artificial-Intelligence-Market-Shares-2018-IDC-Report.pdf>
 - ImpactoTic (2019). ¿Qué es C Emprende y para qué les servirá a los emprendedores? Recuperado de: <https://impactotic.co/c-emprende-emprendimiento-todo-en-uno/>
 - Ernst & Young LLP. (2019). Emerging Technologies: Changing how we live, work and play. 1–68. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/\\$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf)
 - Gartner. (2018). Gartner dice que el valor comercial global de inteligencia artificial alcanzará los \$ 1.2 mil millones en 2018. Recuperado en November 12, 2019, de: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018>
 - Gartner. (2019). Gartner Says AI Technologies Will Be in Almost Every New Software Product by 2020. Retrieved October 31, 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-07-18-gartner-says-ai-technologies-will-be-in-almost-every-new-software-product-by-2020>
 - IDC. (2019). Worldwide Artificial Intelligence Market Shares. Retrieved November 7, 2019, from <https://www.themspub.com/app/uploads/2019/09/Worldwide-Artificial-Intelligence-Market-Shares-2018-IDC-Report.pdf>
 - McKinsey. (2017). ARTIFICIAL INTELLIGENCE THE NEXT DIGITAL FRONTIER? Retrieved from www.mckinsey.com/mgi.
 - McKinsey Global Institute (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. (January). Retrieved from <http://www.gmw.rug.nl/~stud099/Marius/Home01.html>
 - McKinsey (2017a). A future that works: automation, employment, and productivity. (January). Recuperado de: <http://www.gmw.rug.nl/~stud099/Marius/Home01.html>
 - McKinsey Global Institute. (2017). Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. (December), 1–160. <https://doi.org/10.1002/lary.20616>
 - McKinsey (2018). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>

- McKinsey Global Institute. (2018). Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitization. *International Productivity Monitor*, 34(February).
- Ministerio de la educación (2018). El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Recuperado de: <http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/ubicacion-geografica>
- MINTIC (2018). Boletín trimestral del sector TIC - Cifras cuarto trimestre de 2018. Recuperado de: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-100444.html>
- MINTIC (2018). Presidente Duque sancionó la Ley de Modernización del sector TIC. Noticia publicada el 25 de Julio de 2019. Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-101905.html?_noredirect=1
- Naciones Unidas. (n.d.). Sigs.. Sustainable Development Knowledge Platform. Retrieved November 7, 2019, from <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>
- National Bureau Of Economic Research. (2019). The Economics of Artificial Intelligence.
- Portafolio (2019). Bogotá tiene el primer centro de CEmprende de Colombia. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/negocios/emprendimiento/bogota-tiene-el-primer-centro-de-cemprende-de-colombia-536210>
- Posdata. (2019). Catálogos de información. Recuperado de: <https://www.postdata.gov.co/landing/indehttps://www.mineduacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (n.d.). Background of the Sustainable Development Goals | UNDP. Retrieved November 7, 2019, from [https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/background.html#:~:targetText=The Sustainable Development Goals \(SDGs, economic challenges facing our world.](https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/background.html#:~:targetText=The Sustainable Development Goals (SDGs, economic challenges facing our world.)
- Ricyt. (2019). Comparaciones. Recuperado de: <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>
- SDG Compass. (2016). The guide for business action on the SDGs. Retrieved from www.sdgcompass.org
- Telefónica (2019). Internet of Things. Recuperado de: <https://iot.telefonica.com/es/about-us/the-thinx-iot-lab/>
- World Economic Forum. (2017). Fourth Industrial Revolution for the Earth Series
- WIPO. (2019). WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence. In Geneva: World Intellectual Property Organization. Retrieved from https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf



PROCOLOMBIA

EXPORTACIONES TURISMO INVERSIÓN MARCA PAÍS

OBSERVATORIO CT+I

PARA:



Colombia
CENTRE FOR THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

OPERA:

rutaⁿ
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS

