



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**FACTORES TECNOLÓGICOS Y SOCIALES QUE AFECTAN LA  
IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CONTEXTO  
ECUATORIANO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: ROBERTO CARLOS FRANCO HERRERA

TUTOR: JOE FRAND LLERENA IZQUIERDO

Guayaquil – Ecuador

2023

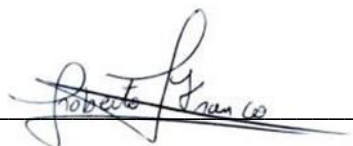
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Roberto Carlos Franco Herrera con documento de identificación N° 0930402714 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 1 de septiembre del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Franco', is written over a horizontal line.

Roberto Carlos Franco Herrera

0930402714

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Roberto Carlos Franco Herrera con documento de identificación No. 0930402714, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor(a) del Artículo Académico: “FACTORES TECNOLÓGICOS Y SOCIALES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA 5G EN EL CONTEXTO ECUATORIANO”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Roberto Carlos Franco Herrera

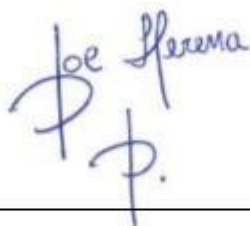
0930402714

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: FACTORES TECNOLOGICOS Y SOCIALES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA 5G EN EL CONTEXTO ECUATORIANO, realizado por Roberto Carlos Franco Herrera con documento de identificación No. 0930402714, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Joe Frand Llerena Izquierdo

0914884879

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres y mis hermanas que son el motor, apoyo y motivación para que todo esto sea posible a lo largo de estos años que, entre altos y bajos, también lo dedico para mí mismo por todo el esfuerzo que he realizado por todos los días y noches donde toco realizar un sobre esfuerzo, también quiere dedicar a mi familia los Herrera, los Chicas, los León y los Bajaña, finalmente agradecer a mis abuelos Esteban, Loli y Ana María.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero y más importante a Dios por darme la salud suficiente y los recursos para poder lograr este objetivo, segundo a mi Padre y Madre que nunca me dejaron de apoyar para lograr mis objetivos, a mis hermanas por el apoyo que me brindaron, a mis tíos, tías, primos, y mis padrinos y por sobre todo a mis Abuelos Esteban y Loli que todos ellos con alguna moneda, algún consejo o algún aliento que me brindaron para yo también poder conseguir el objetivo y para finalizar mi Abuelita Anita que desde el cielo siempre me ha cuidado.

## RESUMEN

La tecnología 5G se está implementando en forma gradual en varios países, Ecuador ha logrado pruebas exitosas y las operadoras de telecomunicaciones son los socios estratégicos para obtener las grandes velocidades y confiabilidad de esta quinta generación. El objetivo general es determinar los factores tecnológicos y sociales para la implementación de la tecnología 5G en el contexto ecuatoriano mediante la revisión de literatura relevante. Se identificaron factores asociados a la tecnología y que afecten a la sociedad, se determinaron las variables tecnológicas y sociales para la implementación de 5G, y se evaluó las pruebas e implementación de 5G en diferentes países de la América. En la revisión sistemática se obtuvieron 29 artículos científicos, además los factores principales y hallados en estos documentos son: en temática es modelos, en dominios es industria/agricultura/energía, en tecnológico es latencia, en social es velocidad, en Tecnologías de Información es Internet de las Cosas; además en América son 14 países que realizaron pruebas de 5G y entre estos, 7 países realizaron implementaciones. Se concluye que el desarrollo 5G ofrece excelentes mejorar en velocidad para que áreas estratégicas como salud, educación, comercio sean más eficientes y tener nuevas oportunidades en desarrollo personal y profesional que el país necesita.

**Palabras claves:** 5G, Redes 5G, Conectividad, 5G en América, Comunicación móvil.

## ABSTRACT

5G technology is being gradually implemented in several countries, Ecuador has achieved successful tests and telecommunications operators are the strategic partners to obtain the great speeds and reliability of this fifth generation. The general objective is to determine the technological and social factors for the implementation of 5G technology in the Ecuadorian context by reviewing relevant literature. Factors associated with the technology and that affect society were identified, the technological and social variables for the implementation of 5G were determined, and the testing and implementation of 5G in different countries of the Americas was evaluated. In the systematic review, 29 scientific articles were obtained, in addition the main factors found in these documents are: in theme it is models, in domains it is industry / agriculture / energy, in technology it is latency, in social it is speed, in Information Technology it is Internet of Things; Also in America there are 14 countries that carried out 5G tests and among these, 7 countries carried out implementations. It is concluded that 5G development offers excellent improvement in speed so that strategic areas such as health, education, trade are more efficient and have new opportunities in personal and professional development that the country needs.

**Key words:** 5G, 5G Networks, Connectivity, 5G in America, Mobile Communication.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Situación de la tecnología 5G en el ámbito ecuatoriano .....	11
2.2. Fortalezas y debilidades de la tecnología 5G .....	13
2.3. Resultados obtenidos en países de la región .....	16
3. METODOLOGÍA .....	17
4. RESULTADOS	
4.1. Identificar factores asociados a la tecnología y que afecten a la sociedad mediante una .....	18
revisión sistemática de trabajos relevantes previos para su respectivo análisis que permita determinar el estado actual de la tecnología 5G en el ámbito ecuatoriano .....	18
4.2. Determinar las variables tecnológicas y sociales para la implementación de la tecnología 5G, mediante el análisis de los distintos reportes técnicos gubernamentales y privados a nivel de rendimiento y efectividad en el contexto ecuatoriano en base a los factores identificados	19
4.3. Evaluar los resultados obtenidos para su contrastación mediante la revisión de trabajos de investigación similares sobre la implementación de 5G en diferentes países de la región .....	22
5. DISCUSIÓN .....	23
6. CONCLUSIÓN .....	25
REFERENCIAS.....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

La Tecnología 5G se caracteriza por su gran desempeño en transmitir datos a una alta velocidad y un alto volumen a nivel de capacidad de datos, esto para millones de dispositivos que están interconectados con un bajo nivel de latencia. El objetivo del 5G es desarrollar con mejor eficiencia las capacidades de los espectros radioeléctricos, aumentar la capacidad de la cobertura y permitir a las redes de telecomunicaciones tener un mejor desempeño y funcionalidad con mayor magnitud de tráfico de datos; el 5G tiene entre otros objetivos realizar su enfoque sea hacia la transmisión de muchos más datos en un pequeño periodo de tiempo, también se dirige a un mundo de posibilidades que engloba el Internet de las Cosas (IoT) (Rodríguez Pesantes, 2021). El 5G se destina a una hiperconectividad con respecto no sólo a nuestros teléfonos u ordenadores, aspira a una conectividad simultanea de bienes como autos, relojes, casas bajo la domótica, ciudades inteligentes, entre otros (J. Zhang et al., 2021).

Las características que posee esta tecnología permiten que varios productos o servicios online que hoy en día se gestionan y que requieren de una alta velocidad puedan tener respuestas en menor tiempo real (de la Nube Toral Sarmiento et al., 2018). Su facilidad del uso y sus grandes características superan con grandes creces todas las expectativas de la navegación actual. Los usuarios actuales tienen una mayor demanda de requisitos al momento de utilizar servicios inalámbricos debido a la automatización de las empresas (Montalvo E. & Morán V., 2012); entre sus características más principales es realizar una alta transferencia de datos ya que requieren un mejor rendimiento de velocidad y una disminución con respecto a la latencia, así se mejora la experiencia de comunicación inalámbrica que los usuarios han tenido hasta la actualidad (Ayala Carabajo & Llerena Izquierdo, 2017). Esta quinta generación de redes móviles comenzó su evolución gracias al gran avance que se viene desarrollando en las tecnologías de redes inalámbricas (Tipan, 2018).

Otras tecnologías como Industria 4.0 y vehículos autónomos necesitan una comunicación de baja latencia, inalámbrica, confiable bajo nuevos estándares de comunicación móvil, la quinta generación es la solución “todo en uno” para muchos escenarios con exigencias para la entrega fiable de paquetes de datos en línea (Rischke et al., 2021).

Otros factores que urgen de mayores velocidades de datos, es el crecimiento de residencias, el crecimiento económico, nuevas ciudades inteligentes, más sensores, más dispositivos portátiles,

más cámaras, actuadores, máquinas y aplicaciones informáticas conectadas a internet, luego estos datos masivos pueden ser monitoreados y analizados (Ayala et al., 2016); en el 2020 más de 50 mil millones de dispositivos estuvieron conectados, luego capturaron y transmitieron una amplia cantidad de datos, otros escenarios que generan datos son salud, edificios, transporte, medio ambiente, seguridad pública (Vo et al., 2018).

El objetivo general es determinar los factores tecnológicos y sociales para la implementación de la tecnología 5G en el contexto ecuatoriano mediante la revisión de literatura relevante.

Los objetivos específicos son:

- Identificar factores asociados a la tecnología y que afecten a la sociedad mediante una revisión sistemática de trabajos relevantes previos para su respectivo análisis que permita determinar el estado actual de la tecnología 5G en el ámbito ecuatoriano.
- Determinar las variables tecnológicas y sociales para la implementación de la tecnología 5G, mediante el análisis de los distintos reportes técnicos gubernamentales y privados a nivel de rendimiento y efectividad en el contexto ecuatoriano en base a los factores identificados.
- Evaluar los resultados obtenidos para su contrastación mediante la revisión de trabajos de investigación similares sobre la implementación de 5G en diferentes países de la región.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Situación de la tecnología 5G en el ámbito ecuatoriano

En el año 2020 el propósito del país era llegar a implementar la tecnología 5G y fue un anuncio realizado por el Ministro de Telecomunicaciones en el año 2019, esta propuesta parte de una iniciativa gubernamental que aspira a un Ecuador más digital. En el año 2019, las empresas que manejan el tema de las telecomunicaciones como Claro, Movistar y CNT procedieron a realizar demostraciones con respecto a la tecnología 5G en las ciudades de Quito y Guayaquil, para que los ciudadanos de estas ciudades tengan el conocimiento y en ciertos casos pueden tener una idea de la experiencia de Tecnología 5G. Se realizaron pruebas de juegos de realidad virtual,

también se realizaron test de velocidad en la navegación con esta tecnología (Anchundia Morales et al., 2020)(Mora-Alvarado & Llerena-Izquierdo, 2022).

En un informe de la valoración de la banda de 700 MHz y también sobre 2,5 MHz, realizado por UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), a partir de esta información se ha solicitado al mismo organismo la valoración de las bandas 3,5 GHz que equivale a la Tecnología 5G (Llerena et al., 2019). En un comunicado del Ministerio de Telecomunicaciones realizó por medio público, estas pruebas que se realizaron se proyectan hacia un proceso más competitivo y así negociar nuevos contratos con las operadoras, además dar paso a la nueva era de tecnología de comunicaciones 5G. Cabe recalcar, que aún se requieren nuevos pasos para llegar a la implementación de la Tecnología 5G. En el mismo comunicado de prensa el Ministerio de Telecomunicaciones expresa la realización de estudios en base de la UIT para la identificación de las tecnologías de esta quinta generación y su respectivo uso, también se procedió formular y realizar el levantamiento de la política de la Tecnología 5G en el Ecuador (Narváez Picón, 2021), y todo esto entre en la realidad que existe hoy por hoy sobre la Tecnología 5G en Latinoamérica (Sun et al., 2021).

Otros de los impedimentos que existe en no implementar esta tecnología, es el factor económico debido a consideración a niveles financieros se requiere una inversión billonaria con respecto a el espectro radioeléctrico, esto es un factor demasiado fundamental para ampliar toda la red actual, también en equipos tecnológicos y capacitación de profesionales, y esto se debe al despliegue total que se tenga que realizar la instalación de las infraestructuras de transmisión óptica en las ciudades del Ecuador, este proceso se realiza por medio de enlaces ópticos que a su vez están enrutados de manera óptima (Ayala Carabajo et al., 2014). Hay un aspecto en general, que las operadoras Movistar y Claro hacen énfasis y señalan que gracias a los altos costos que conlleva el uso del espectro radioeléctrico causarían un impedimento de poder aprovechar en su máxima eficiencia de esta quinta generación de tecnología de las telecomunicaciones.

En la Universidad Estatal del Sur de Manabí se realizaron encuestas a 223 estudiantes, la consulta preguntaba si deseaban la implementación de la Tecnología 5G, como resultado el 98% de estudiantes que opinaron SI y un 2% que opinaron NO, basándose en estas deducciones los usuarios consideran que la llegada del 5G nos ofrecerá mejoras en el país, además confían

en que el país tendrá los recursos necesarios para poder implementar esta tecnología (Zou et al., 2021).

## 2.2. Fortalezas y debilidades de la tecnología 5G

La Tecnología 5G ha llegado para revolucionar el mundo de las comunicaciones móviles, este viene integrado con respecto al uso de los sistemas de telecomunicaciones y también de sistemas informáticos (Llerena Izquierdo, 2014)(Ayala Carabajo et al., 2016). Con respecto a la arquitectura 5G, las redes móviles están en la implementación de una virtualización completa para los recursos del hardware (Conde-Zhingre et al., 2018).

El 5G nos permite tener una capacidad masiva del tráfico de datos e información, con una velocidad más alta a los 10Gbps, es una eficiencia mayor en el espectro y nuevos rangos con respecto al mismo para que el usuario tenga una mejor experiencia masiva (Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022).

Entre las ventajas que tiene la Tecnología 5G se destacan:

**Mayor velocidad de transmisión:** Esta tecnología puede aumentar 20 veces la velocidad de descarga en comparación a la 4G y disminuye su latencia, gracias a, esto nos brinda mejor experiencia en la navegación y facilita los procesos (Vasant et al., 2022).

**Hiperconectividad:** La 5G nos promete tener la posibilidad de tener un mejor entorno de interconexión para lograr implementar las Ciudades Inteligentes, gracias a su correcto desempeño puede depender las nuevas dinámicas del ancho de banda 5G y también del IoT (Y. Liu et al., 2021).

**Optimización de procesos:** Se aspira que esta tecnología revolucione áreas de trabajo como la medicina con respecto a las operaciones remotas, las gestiones de tráfico, los vehículos autónomos, en tema de construcción se espera optimizar los recursos y disminuir los riesgos (Khan et al., 2020).

El 5G también puede operar en 3 diferentes bandas de espectro que son bandas bajas, medias y altas. Esto ayuda a que la capacidad de la red no solo aumente, sino que también permiten que dispositivos más pequeños puedan realizar cálculos de alto nivel y puedan lograr una conectividad más rápida y eficiente (Hilario-Tacuri, 2021).

Las multinacionales como Ford Motor Company, Volvo Car, Volkswagen AG son algunas empresas que están realizando inversiones con respecto a la Tecnología 5G (Lopez Mendoza, 2021), por medio de la realización de aplicaciones industriales y comerciales enfocándose en el futuro cercano, estas empresas lo hacen con el fin de sacarle provecho a esta próxima generación de tecnología, y ubicarse en los mejores lugares del mercado, con esto competir con sus rivales directos, también están implementando la Tecnología 5G en autos automáticos y conectados (Arevalo & Gaudino, 2019).

La tecnología 5G a nivel de seguridad maneja NS (división de redes), las amenazas que esta tecnología puede sufrir incluyen una comunicación con una seguridad débil o inexistente que puede haber entre los segmentos de red y administrador, puede también tener una suplantación de identidad entre el host físico y el administrador de NS y en sus instancias (Ampuño Avilés & Chávez Cristóbal, 2015)(Ponce Larreategui, 2021)(Orozco Bonilla, 2021)(Narváez Picón, 2021)(Muñoz Campuzano, 2021), Ataques DDoS de componentes y estos a su vez pueden afectar a otros que tienen políticas y protocolos en cada uno de sus segmentos, en forma más específica las desventajas de la Tecnología 5G son:

**Obsolencia inmediata:** Esta tecnología requiere que los dispositivos tengan la capacidad de soportar su funcionamiento y los actuales equipos están diseñados para soportar la tecnología 4G (Cifuentes Rubio & Kukan Calderón, 2020).

**Exclusión de tecnología:** Este punto viene de la mano al nivel económico del Ecuador debido a que supone una falta de accesibilidad al usuario promedio, también a falta de su implementación por falta de recurso y medios de uso, hoy en el Ecuador solo el 50% de la población constan con Tecnología 4G (Tang et al., 2022).

**Infraestructura insuficiente:** Como se indicó en las variables sociales y económicos, se necesita una ambiciosa inversión con respecto a la infraestructura para poder ampliar el ancho de banda y también aplicar la cobertura total de esta tecnología, esto genera un retraso a su implementación y que funcione de manera correcta (Chávez Morán, 2021)(Escalante Quimis, 2021).

**Riesgo en la seguridad y correcto manejo de datos:** Con respecto a este punto requieren una buena optimización de datos (Coello Ochoa, 2021)(Aguirre Sánchez, 2021), y aquí la parte que más conflicto se da es el manejo de la información, ya sea de una empresa como de usuarios naturales e incluso sea el Gobierno, no involucran temas como las técnicas del Big Data para

que sean estudiadas. La seguridad cibernética requiere que se realicen algunas mejoras muy necesarias para evitar riesgos de hackeo (Morán Maldonado, 2021)(Aguirre Sánchez, 2021). Todas estas preocupaciones son gracias a la propia red, porque tiene varios dispositivos que están conectados todos a la 5G, estos se exponen a peligro en muchos aspectos tanto a los consumidores, empresas y al gobierno (Caceres-Hidalgo & Avila-Pesantez, 2021).

Entre a sus principales preocupaciones tenemos:

**Seguridad descentralizada:** El 5G tiene menos cantidad de puntos de contacto con respecto al tráfico de los hardware, en este caso facilita mucho llevar un control de la seguridad y mantenimientos, a diferencia de los sistemas más dinámicos que son basados en el software estos tienen más cantidad de puntos de enrutamiento de los tráficos de datos, para obtener una protección total que abarque hardware y software se necesitan una supervisión que englobe ambas partes, ya que si alguna de las dos áreas no son cubiertas puede llegar a comprometer cualquier otra parte de la red (Coello Ochoa, 2021).

**Dispositivos IoT se fabrican con una brecha de seguridad:** Debido a la falta de normas con respecto a la seguridad para los dispositivos significarían una gran brecha que hay entre la red y un hackeo que puede ser descontrolado, esto debido a la cantidad de dispositivos que se fomentan con diversos niveles de seguridad, y esto a su vez significa miles de millones de posibles puntos de conexión de brechas que pueden ser aprovechadas por los hackers (Muñoz Campuzano, 2021)(Holguín Mendoza, 2021).

**Falta del cifrado en el principio de cada proceso de conexión:** Al haber la falta de los cifrados se puede revelar información que tiene aquel dispositivo y esta información puede ser utilizada para ataques hacia dispositivos en específicos del IoT (Orozco Bonilla, 2021)(Miranda Jiménez, 2021).

Toda esta información le brinda una gran ayuda al hacker y así poder visualizar que dispositivos están conectados en la red que brinda detalles como el sistema operativo que posee ese dispositivo o tipo de dispositivo como teléfonos, Smart Tv, routers, entre otros; con esta información los hackers pueden planear de mejor manera sus ataques con mayor precisión (Leite et al., 2020)(Guaranda Lara, 2021)(Moncayo Ronquillo, 2021).

### 2.3. Resultados obtenidos en países de la región

En la Tecnología 5G se observa como la quinta generación se va asentando en la región sudamericana entre algunos países que veremos resultados y en su proceso de implementación de dicha tecnología.

En Chile a finales del 2021 inició en las telecomunicaciones al implementar dicha tecnología 5G, en este inicio los operadores están obligados a tener que cubrir con esta nueva red el 90% de la población chilena, entre ellas incluyen 366 localidades que podrán recibir por primera vez el servicio de internet móvil de una alta velocidad, y a su vez también los 300.000 habitantes, además de eso también deben proveer la conectividad de los 199 hospitales y los 358 puntos de salud rural que tiene el país, también cubrir conectividad de organismos públicos (Haro-Baez et al., 2021). Esta nueva era de comunicaciones que se ha inaugurado en el país de Chile conlleva por ejemplo que puedan seguir desarrollándose muchos más las experiencias de telemedicina, también ayuda a seguir con la evolución de los sistemas públicos como el sistema de agua potable rural con 2118 sistemas que estarán conectados en su actualidad, junto a esto están los aeropuertos que son 17 en total, también ayuda a una mejora a nivel de educación son 28 instituciones de educación superior beneficiadas y 23 puertos marítimos. En aquel entonces el presidente de la república chilena aseguró que esta implementación llegara de la manera más pronta posible al 90% de los hogares. Chile se destaca por ser el primer país de la región en contar con Tecnología 5G a nivel nacional (Rosero Tejada, 2021).

En Brasil, precisamente en su capital en este 6 de julio del 2022 se acabó de implementar en su totalidad la Tecnología de quinta generación de internet móvil, esta ciudad fue elegida porque tiene un bajo número de cantidad de antenas parabólicas, y estas son las bandas que utiliza la nueva Tecnología 5G, aquí las antiguas antenas están ocupadas y operan en la señal analógica de la Banda C (Pereyra et al., 2021). En Septiembre del 2022 se tiene proyectado que llegue a otras ciudades como Sao Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte y Joao Pessoa, mientras que la proyección es para el año 2029 se tenga una cobertura total de todo el país. La llegada de esta tecnología permitirá que en Brasil debute el IoT, esto ayudara a potenciar y aumentar la productividad a nivel industrial, esto gracias a las comunicaciones directas entre las máquinas, y también se tiene previsto permitir las innovaciones como cirugías a distancia y un proyecto del transporte en autos sin necesidad del conductor (Wilhelmi et al., 2020)(Alvarado Zambrano, 2021).



En Colombia ya se han empezado a realizar pruebas piloto para la implementación de Tecnología 5G en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Barrancabermeja son las ciudades elegidas por la operadora Claro para realizar estas pruebas durante 6 meses en la banda de espectro de 3500 MHz. Argentina y Uruguay también se encuentran con estudios y pruebas para poder implementar esta tecnología y pertenecer a la nueva era de conectividad 5G; las operadoras de Movistar y la empresa Ericsson realizaron las primeras pruebas en el 2019 en las ciudades de Buenos Aires y Córdoba junto con la compañía Huawei. En el caso de Uruguay realizaron las pruebas en la localidad balnearia de la Barra y en el municipio de Nueva Palmira localidad de Colonia (Padmashree & Nayak, 2020).

### 3. METODOLOGÍA

Se desarrolló una investigación empírica analítica sobre la tecnología de quinta generación de las telecomunicaciones en el contexto ecuatoriano y los posibles beneficios que esta tecnología posee y nos podría brindar al ser implementada en nuestro país.

La lectura previa nos ayuda a entender las ventajas y desventajas de 5G, además se conoce los distintos trabajos en países de Latino América en su avance sobre 5G.

Para identificar los factores asociados a la tecnología y que afecten a la sociedad, se realiza una revisión sistemática de artículos científicos, se revisan bibliotecas virtuales, se recolectan documentos, se clasifican o seleccionan, se revisa en forma detallada los documentos seleccionados, y se realiza su respectivo análisis en una hoja electrónica para obtener los factores.

Para determinar las variables tecnológicas y sociales para la implementación de la tecnología 5G, se realiza un análisis de los factores y sub factores, conocer su posible rendimiento y efectividad en el contexto ecuatoriano en base a los factores identificados.

Para evaluar los resultados obtenidos se realiza una contrastación de los artículos de la revisión sistemática versus los trabajos de implementación en 5G en diferentes países de la región.

#### 4. RESULTADOS 4.1. Identificar factores asociados a la tecnología y que afecten a la sociedad mediante una

revisión sistemática de trabajos relevantes previos para su respectivo análisis que permita determinar el estado actual de la tecnología 5G en el ámbito ecuatoriano

En la revisión sistemática se obtuvieron 29 artículos científicos para conocer los factores asociados a la tecnología ver tabla 1, estos documentos fueron tabulados en una hoja electrónica dentro de 4 grandes factores como temática, dominio, características, propuestas y tecnologías de información. Estos factores tienen sus variables tecnológicas y sociales que se explican en detalle en las siguientes figuras.

*Tabla 1. Artículos científicos identificados en la revisión sistemática*

<b>Año</b>	<b>Documento</b>	<b>Cant.</b>
<b>2018</b>	(Fang et al., 2018), (Vo et al., 2018), (Dalla Cia et al., 2018), (Alzahrani & Ejaz, 2018), (Gong et al., 2016)	5
<b>2019</b>	(Ghosh et al., 2019), (Lin et al., 2019), (Hsu et al., 2019)	3
<b>2020</b>	(Nahum et al., 2020), (Y. Zhang et al., 2020), (Kumar et al., 2020), (S. Zhang et al., 2020), (Li & Li, 2020), (F. Liu et al., 2020), (Humayun et al., 2020)	7
<b>2021</b>	(Rischke et al., 2021), (Qureshi et al., 2021), (Ali et al., 2021), (Lins et al., 2021), (Kizilkaya et al., 2021), (Smith et al., 2021), (Sedik et al., 2021), (J. Zhang et al., 2021), (Khujamatov et al., 2021)	9
<b>2022</b>	(Tang et al., 2022), (Kim et al., 2022), (Ogawa, 2022), (Chien et al., 2022), (Tan et al., 2022)	5
		29

Fuente: Autor.

La mayor cantidad de documentos son del año 2021 con 32%, luego 2020 con 24% luego año 2022 con 17%, luego año 2018 con 17% y 2019 con 10%. Se considera que aún es medio año del 2022.

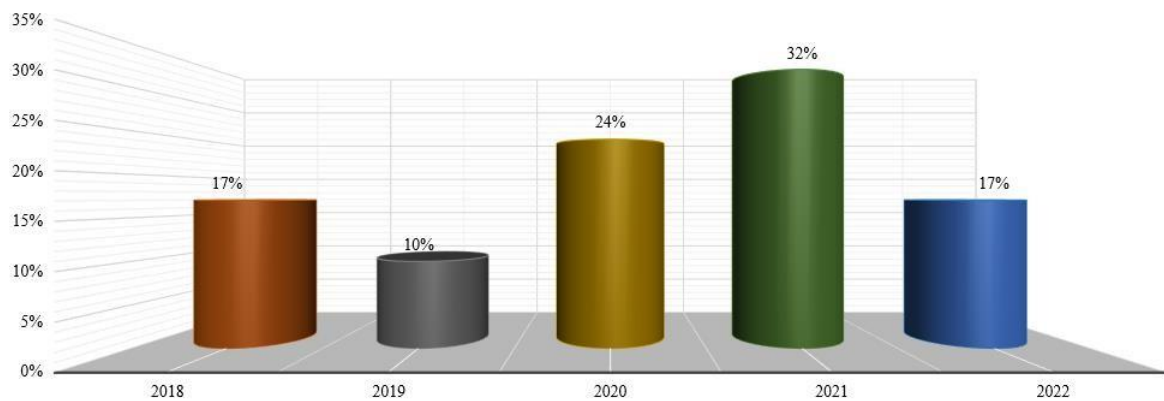


Figura 1. Porcentaje de artículos por año

4.2. Determinar las variables tecnológicas y sociales para la implementación de la tecnología 5G, mediante el análisis de los distintos reportes técnicos gubernamentales y privados a nivel de rendimiento y efectividad en el contexto ecuatoriano en base a los factores identificados

En la revisión sistemática se obtuvieron 4 grandes factores y cada uno con sus variables tecnológicas y sociales en la utilización de tecnología 5G, en la tabla 2 se presentan aquellos factores.

Tabla 2. Clasificación de factores de acuerdo con las variables tecnológicas y sociales identificadas

<b>Factor</b>	<b>Variable tecnológica o social</b>
<b>Temática</b>	Modelo Arquitectura Red
<b>Dominio</b>	Salud Educación Comercio Gobierno Industria Ciudad Inteligente Vehículo Agricultura Energía
<b>Características</b>	Velocidad Infraestructura Seguridad Latencia Download Perdida de paquetes Batería Dispositivos
<b>Propuestas</b>	Teórico Simulaciones Implementado

<b>Tecnologías de la Información</b>	IoT Inteligencia Artificial Blockchain
	Big Data Realidad Aumentada

Fuente: Autor.

El primer factor es *Temática*, se encontraron tres variables como presentación de *Modelos 5G* en 45%, luego *Arquitecturas para 5G* en 29%, por último, presentación de *Redes* en 26%; esto significa que la mayoría de los documentos se concentran en el diseño, unos son en capas otros son en niveles, ver Fig. 2.

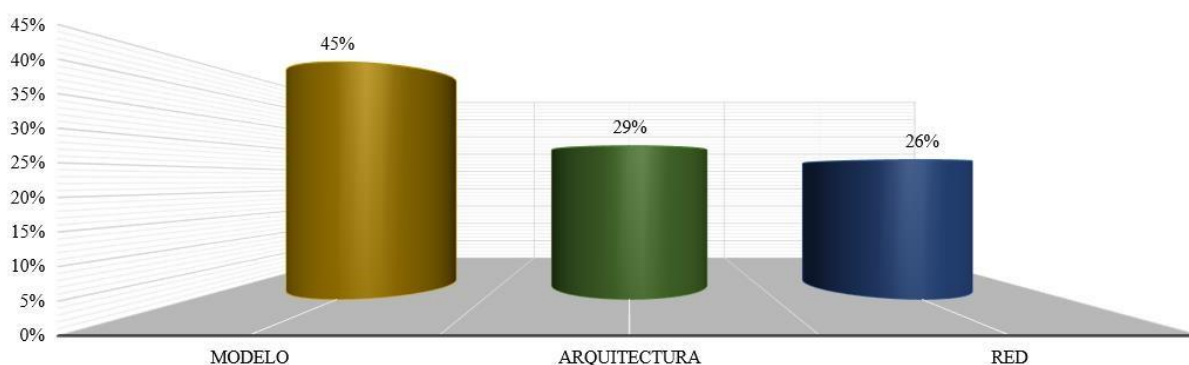


Figura 2. Porcentaje de variables de acuerdo con una temática identificada

El segundo factor es *Dominio*, en las áreas que concentran las propuestas en 5G, se encontraron nueve variables como *Industria, Agricultura y Energía* en 18% cada uno, luego *Ciudad Inteligente y Salud* en 14% cada uno, luego aplicación en *Gobierno* 7%, por último, *Educación, Comercio y Vehículos* en 4% cada uno; esto significa que la industrialización (*Industria, Agricultura y Energía*) abarca mucha la atención de 5G, ver Fig. 3.

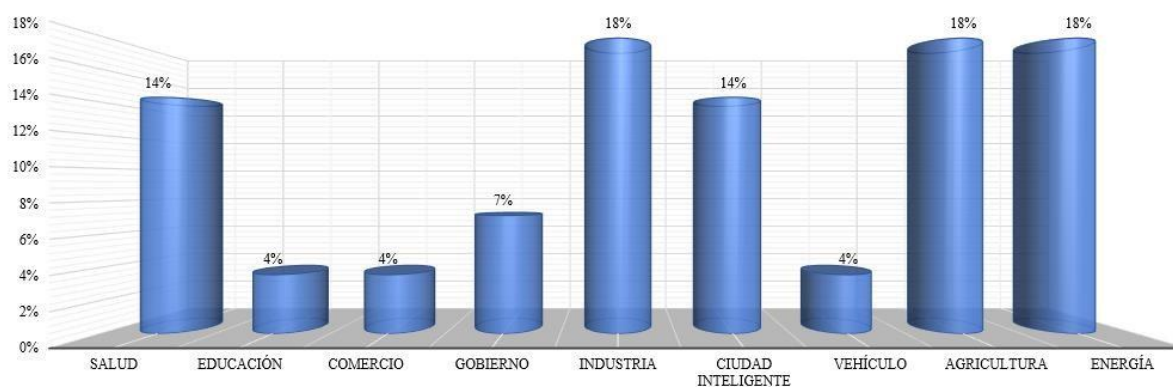


Figura 3. Porcentaje de variables por dominio identificado

El tercer factor son *Características*, propiedades de la tecnología 5G que la sociedad técnica o común consideran como sociales para la implementación en nuestro contexto ecuatoriano, se encontraron ocho variables como *Latencia* en 24%, luego *Velocidad* en 21%, luego *Dispositivos* en 19%, *Infraestructura* en 13%, *Seguridad* en 10%, *Batería* en 6%, *Download* en 5%, por ultimo *Perdida de paquetes* en 2%; esto significa que la *Latencia/Infraestructura* es muy considerada por la sociedad técnica, y la *Velocidad/Dispositivos* es considerada por la sociedad común, ver Fig. 4.

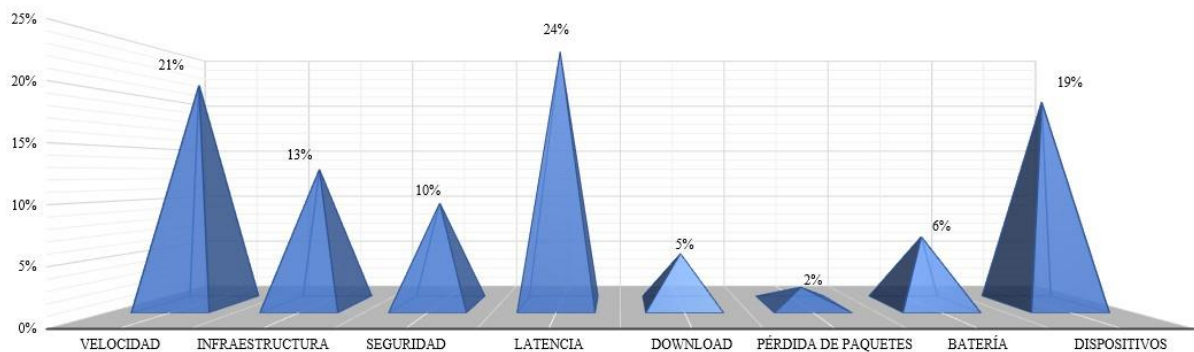


Figura 4. Porcentaje de variables de acuerdo con características identificadas

El cuarto factor son *Propuestas*, representaciones de las ideas realizadas por los autores con respecto a la tecnología 5G, se encontraron tres variables como *Simulaciones* en 54%, luego propuestas *Teóricas* en 40%, por último, solo 6% llegaron a *implementarse*; esto significa que no toda propuesta es implementada porque 5G requiere mucho dinero y tiempo para plasmar cualquier proyecto, ver Fig. 5.

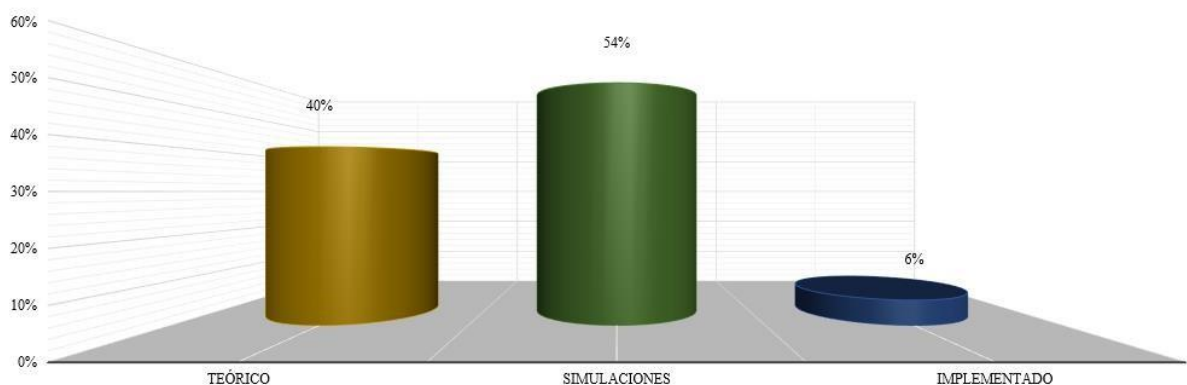


Figura 5. Porcentaje de variables por propuesta identificada

El quinto factor es *Tecnologías de Información*, son las distintas tecnologías que los documentos aplicaron para diseñar y simular la tecnología 5G, se encontraron cinco como *Internet of Things IoT* en 45%, luego *Inteligencia Artificial* en 30%, luego *Realidad Aumentada* en 10%, luego *Big Data* en 10%, por ultimo *Blockchain* en 5%; esto significa que la mayoría de las propuestas utilizaron *IoT* para capturar/transportar/procesar los datos en forma rápida a través de la red 5G; además utilizaron *Inteligencia Artificial* para análisis de los datos, ver Fig. 6.

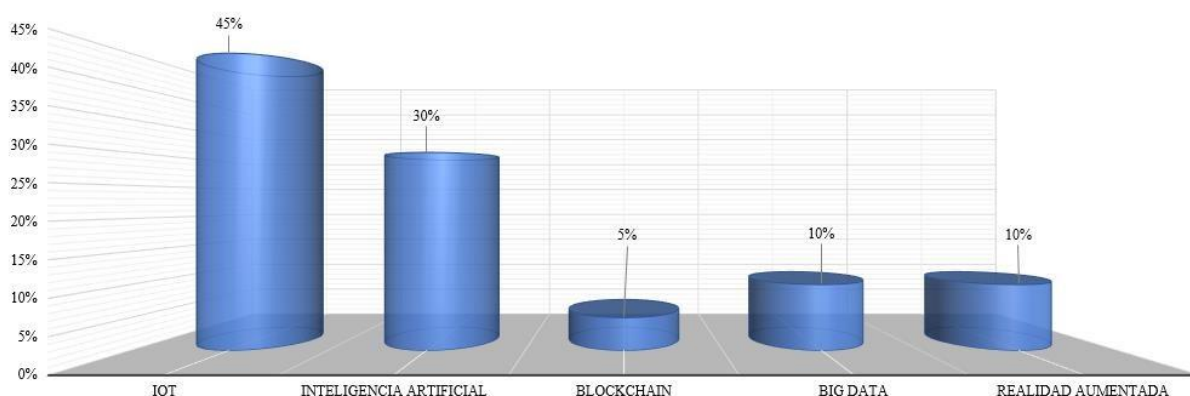


Figura 6. Porcentaje de variables en Tecnologías de la Información

4.3. Evaluar los resultados obtenidos para su contrastación mediante la revisión de trabajos de investigación similares sobre la implementación de 5G en diferentes países de la región

Revisamos distintos trabajos de investigación para verificar las implementaciones de 5G en los países de América, además se contrastó con dos artículos (Mayorga-Bohórquez et al., 2021), (Mayorga et al., 2021) que analizaron los avances de 5G en los mismos países, en cada país que se presenta en la tabla 3 los gobiernos realizaron pruebas o simulaciones y algunos países realizaron implementaciones exitosas como Canadá, Chile, Colombia, Honduras, Surinam, Uruguay y USA, estos últimos países utilizan en pocas áreas el 5G.

Tabla 3. Implementaciones de 5G

No	Año de pruebas	País	Documento	Teórico	Simulaciones	Implementado
1	2019	Argentina	(Peliza et al., 2018)		SI	
2	2019	Bolivia	(Peliza et al., 2018)		SI	
3	2020	Canadá	(Minango et al., 2022)		SI	SI
4	2019	Caribe	(Balbo, 2022)		SI	
5	2018	Chile	(Walbaum et al., 2020)		SI	SI
6	2020	Colombia	(Cama-Pinto et al., 2021)		SI	SI
7	2019	Costa rica	(Dixit et al., 2022)		SI	

<b>8</b>	2019	Ecuador	(Campos & Cavada, 2021)		SI	
<b>9</b>	2019	Honduras	(Intriago Cedeño, 2019)		SI	SI
<b>10</b>	2019	México	(Lopez-Lopez et al., 2020)		SI	
<b>11</b>	2019	Perú	(Nuñez-Tapia, 2021)		SI	
<b>12</b>	2019	Surinam	(Zamrodah, 2020)		SI	SI
<b>13</b>	2019	Uruguay	(Mayorga et al., 2021)		SI	SI
<b>14</b>	2019	USA	(Gonzalo & Haro Sly, 2021)		SI	SI
			<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>7</b>

Fuente: Autor.

La tecnología 5G no está implementada en muchos países por sus altos costos financieros, reemplazo de equipos, capacitaciones al personal, entre otros. Presentamos en forma gráfica la concentración de las pruebas/simulaciones en 67% y las implementaciones en 33%, ver Fig. 7.

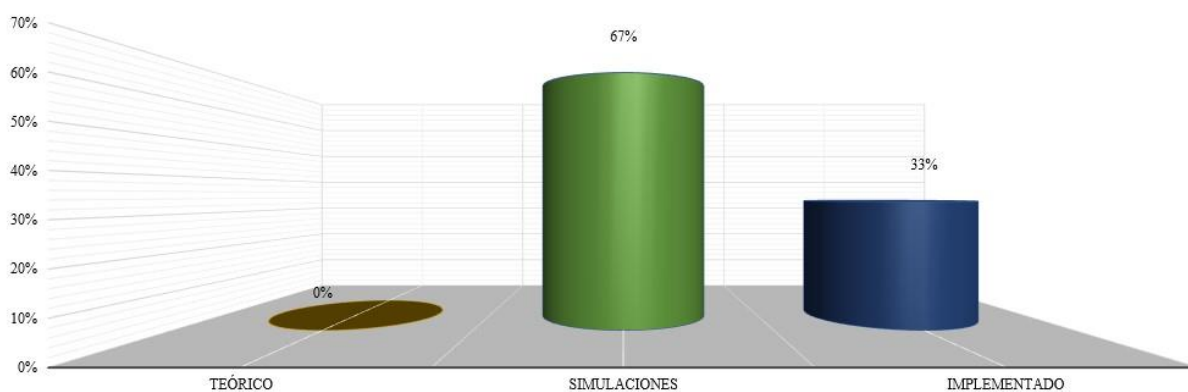


Figura 7. Porcentaje de desarrollo de la tecnología 5G en América

Esta comparación del factor Propuesta es relacionada a los 29 artículos del resultado 4.1 que presenta propuestas teóricas/simulaciones/implementado en la Fig. 5, destacamos que los gobiernos o ministerios o proveedores de conexión en cada país realizaron las simulaciones y en algunos casos las implementaciones.

## 5. DISCUSIÓN

Otros hallazgos son: en el factor Temática el 24% de los documentos (7) presentan arquitecturas con redes; en el factor Propuesta el 7% de los documentos (2) realizaron simulación e implementación en 5G, además el 18% de los documentos (5) presentaron diseños teóricos y simulaciones; en el factor Tecnologías de Información el 7% de los documentos (2) utilizaron IoT e Inteligencia Artificial; en el factor Característica el 28% de los documentos (8) analizaron la velocidad y latencia, además el 10% de los documentos (3) analizaron la velocidad e

infraestructura, además el 21% de los documentos (6) analizaron la latencia y dispositivos conectados; además la sociedad técnica analiza la velocidad, latencia, pérdida de paquetes e infraestructura, mientras que la sociedad general le interesa la duración de batería, seguridad, dispositivos conectados y bajada de datos.

Los 29 documentos del resultado 4.1 son propuestas de 5G realizadas por académicos, mientras que los 14 documentos del resultado 4.3 son simulaciones e implementaciones realizadas por las compañías de conexión celular en colaboración con los gobiernos locales.

Los factores y variables tecnológicas/sociales fueron determinados durante las lecturas detalladas de los artículos científicos, existen grandes cantidades de artículos que tratan sobre 5G, pero por razones de tiempo y logísticos no es posible abarcar más documentos y muchos documentos son pago por ver, por esta razón la búsqueda se redujo de manera significativa.

Estamos seguros que existen más factores y variables tecnológicas/sociales que no son consideradas en esta investigación, pero para ello se necesitarían al menos 200 artículos y validar esas variables mediante encuestas a expertos y consumidores de internet.

En Canadá y Estados Unidos existen las conexiones a 5G en bandas de 3.5 GigaHertz; México realizó simulaciones exitosas con la misma banda de frecuencia.



## 6. CONCLUSIÓN

La Tecnología 5G tiene excelentes y mejoradas características como rendimiento, compatibilidad, funciones, ultra velocidad, baja latencia, disminución de tiempo y amplia confiabilidad; el cambio no es sencillo por los altísimos costos. Las nuevas tecnologías, como IoT, dispositivos móviles, dispositivos inalámbricos, redes sociales y otras, tienen impactos en muchos escenarios de las personas y empresas, la conectividad digital es el sustento o articulación de los negocios o servicios; de acuerdo a las pruebas de terceros 5G tiene buenos rendimientos en latencia y confiabilidad.

De acuerdo con las pruebas en Ecuador, una sugerencia de expertos en telecomunicaciones es utilizar tecnología 4G LTE para disminuir costos en las implementaciones de infraestructuras 5G, otro aspecto es la venta del nuevo espectro radioeléctrico y promover IoT. Las operadoras del país están en capacidad de un despliegue progresivo desde 4G a 5G.

5G en Ecuador está lejano pero es importante prepararnos para este nuevo escenario por las nuevas oportunidades en salud y negocios, además de obtener más beneficios en otras tecnologías como IoT o Big Data. Otra clase de oportunidades con las mejoras en seguridad de la información en 5G desde el ámbito de la investigación.

La conectividad de alta velocidad nos entrega nuevos desafíos en desarrollo académico, por su baja latencia las sesiones remotas pueden ser casi reales con datos enviados desde el nodo fuente, las universidades pueden estudiar y obtener más beneficios para las carreras de ingeniería.

## REFERENCIAS

- Aguirre Sánchez, M. J. (2021). *Tecnologías de Seguridad en Bases de Datos: Revisión Sistemática*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20566>
- Ali, A. J., Khalily, M., Sattarzadeh, A., Massoud, A., Hasna, M. O., Khattab, T., Yurduseven, O., & Tafazolli, R. (2021). Power budgeting of LEO satellites: An electrical power system design for 5G missions. *IEEE Access*, 9, 113258–113269. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3104098>
- Alvarado Zambrano, J. B. (2021). *Medios de comunicación virtual en la educación durante la pandemia: un mapeo sistemático*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20736>
- Alzahrani, B., & Ejaz, W. (2018). Resource Management for Cognitive IoT Systems With RF Energy Harvesting in Smart Cities. *IEEE Access*, 6, 62717–62727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2874134>
- Ampuño Avilés, A. R., & Chávez Cristóbal, M. M. (2015). *Diseño y simulación de una red de Datacenters basada en topología FAT-TREE en un ambiente de redes definidas por software (SDN)*.
- Anchundia Morales, J. W., Anchundia Morales, J. C., & Chere Quiñonez, B. F. (2020). La tecnología 5G en el Ecuador. Un análisis desde los requerimientos 5G. *Polo Del Conocimiento*, 5(02), 805–822. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1313>
- Arevalo, G. V., & Gaudino, R. (2019). Optimal Dimensioning of the 5G Optical Fronthaulings for Providing Ultra-High Bit Rates in Small-Cell, Micro-Cell and Femto-Cell Deployments. *2019 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2019.8840412>
- Ayala Carabajo, R., & Llerena Izquierdo, J. (2017). *Tercer Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14450>
- Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J., Parra, P., Vega Ureta, N., Hernández, A., Romero, I., Silva, J., Rojas, T., Pérez Gosende, P., Yaguana, T., Cueva, J., Sumba, N., Gonzaga Acuña, A., López Chila, R., Caballero, E., Portugal, D., Medina, F., Mendieta, N., Caamaño, L., ... Parra, P. (2016). *Segundo Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad Memoria académica*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>
- Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J., Rocha, J. J., Andrade, C., Torres, J. C., Torres, S., López, A., Franco, E., Naranjo, A., Balás, J., & others. (2014). *Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria Académica*.
- Ayala, R., Llerena, J., Parra, P., Vega Ureta, N., Hernández, A., Romero, I., & Cueva, J. (2016). *Segundo Congreso Salesiano de Ciencia. Tecnología e Innovación Para La Sociedad*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>
- Balbo, G. (2022). 5G en Latinoamérica. La implicancia geopolítica de la nueva tecnología de comunicaciones móviles. *Instituto de Relaciones Internacionales*, 96(4), 597–601. <https://doi.org/10.31857/s0044453722040264>
- Caceres-Hidalgo, J., & Avila-Pesantez, D. (2021). Cybersecurity Study in 5G Network Slicing Technology: A Systematic Mapping Review. *2021 IEEE Fifth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ETCM53643.2021.9590742>
- Cama-Pinto, D., Damas, M., Holgado-Terriza, J. A., Gómez-Mula, F., Calderin-Curtidor, A. C., Martínez-Lao, J., & Cama-Pinto, A. (2021). 5G Mobile Phone Network Introduction in Colombia. *Electronics (Switzerland)*, 10(8), 1–16. <https://doi.org/10.3390/electronics10080922>
- Campos, N. O., & Cavada, J. C. (2021). Análisis para la implementación de la tecnología 5g basados en el modelo GSMA y su interacción con el internet de las cosas en Ecuador. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 43, 38–54. <https://doi.org/10.17013/risti.40.38-54>
- Chávez Morán, M. J. (2021). *Estudio de los patrones de seguridad para la atenuación de las irregularidades, las debilidades y amenazas en empresas de servicios de telecomunicaciones*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20568>
- Chien, W.-C., Hassan, M. M., Alsanad, A., & Fortino, G. (2022). UAV-Assisted Joint Wireless Power

- Transfer and Data Collection Mechanism for Sustainable Precision Agriculture in 5G. *IEEE Micro*, 42(1), 25–32. <https://doi.org/10.1109/MM.2021.3122553>
- Cifuentes Rubio, V. M., & Kukan Calderón, M. G. (2020). *Diseño e implementación para un servidor IOT de bajo costo utilizando STM 32 para el monitoreo de consumo eléctrico residencial*.
- Coello Ochoa, I. N. (2021). *Análisis de ciberataques en organizaciones públicas del Ecuador y sus impactos administrativos*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20738>
- Conde-Zhingre, L. E., Quezada-Sarmiento, P. A., & Labanda, M. (2018). The new generation of mobile networks: 5G technology and its application in the e-education context. *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018-June*, 1–4. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399404>
- Dalla Cia, M., Mason, F., Peron, D., Chiariotti, F., Polese, M., Mahmoodi, T., Zorzi, M., & Zanella, A. (2018). Using Smart City Data in 5G Self-Organizing Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2), 645–654. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2752761>
- de la Nube Toral Sarmiento, A., Loaiza Martínez, M. de L., Llerena Izquierdo, J., Ayala Carabajo, R., Torres Toukoumidis, A., Romero-Rodríguez, L. M., Aguaded, I., Vega Ureta, N. T., Fuentes Espinoza, P. G., Peñafiel Caicedo, J. A., & others. (2018). *4to. Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria académica*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16318>
- Dixit, S., Bhatia, V., Khanganba, S. P., & Agrawal, A. (2022). *Key Considerations to Achieve 5G and B5G Connectivity in Rural Areas*. 17–23. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0339-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0339-7_2)
- Escalante Quimis, O. A. (2021). *Prototipo de sistema de seguridad de base de datos en organizaciones públicas para mitigar ataques cibernéticos en Latinoamérica*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20576>
- Fang, D., Qian, Y., & Hu, R. Q. (2018). Security for 5G Mobile Wireless Networks. *IEEE Access*, 6, 4850–4874. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2779146>
- Ghosh, A., Maeder, A., Baker, M., & Chandramouli, D. (2019). 5G Evolution: A View on 5G Cellular Technology beyond 3GPP Release 15. *IEEE Access*, 7(March), 127639–127651. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939938>
- Gong, X., Ning, Z., Guo, L., Wei, X., & Song, Q. (2016). Location-recommendation-aware virtual network embedding in energy-efficient optical-wireless hybrid networks supporting 5G models. *IEEE Access*, 4, 3065–3075. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2580615>
- Gonzalo, M., & Haro Sly, M. J. (2021). Emergencia del 5G en el sur global: India y Brasil entre Estados Unidos de América y China. *Oasis*, 35, 255–277. <https://doi.org/10.18601/16577558.n35.13>
- Guaranda Lara, S. N. (2021). *Modelo de gestión para el alineamiento de estrategias corporativas en pymes mediante las tecnologías de la información y comunicación*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20911>
- Haro-Baez, R., Motoche, B. P., Rosero, C. I., Villamarin, D. A., & Benitez, D. S. (2021). Comparison between the physical layer of the 4G and 5G standards. *2021 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CHILECON54041.2021.9702888>
- Hilario-Tacuri, A. (2021). Computational Tool for the Evaluation of Waveform Candidates of Beyond 5G and 6G Systems. *2021 IEEE XXVIII International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON52678.2021.9532648>
- Holguín Mendoza, J. D. (2021). *Categorización de protocolos de seguridad en criptomonedas para mitigar ataques informáticos: una revisión sistemática*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20915>
- Hsu, C.-K., Chiu, Y.-H., Wu, K.-R., Liang, J.-M., Chen, J.-J., & Tseng, Y.-C. (2019). Design and Implementation of Image Electronic Fence with 5G technology for Smart Farms. *2019 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/VTSAPWCS.2019.8851659>

- Humayun, M., Jhanjhi, N. Z., Alruwaili, M., Amalathas, S. S., Balasubramanian, V., & Selvaraj, B. (2020). Privacy protection and energy optimization for 5G-aided industrial internet of things. *IEEE Access*, 8, 183665–183677. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3028764>
- Intriago Cedeño, M. L. (2019). *Comparativa entre herramientas de monitoreo de red de computadoras aplicadas a la empresa puerto atún*.
- Khan, W. A., Das, P., Ghosh, S., Chowdhury, M. R., Tripathi, S., Kaur, S., Chatterjee, S., & De, S. (2020). Smart IoT Communication: Circuits and Systems. *2020 International Conference on COMMunication Systems & NETWORKS (COMSNETS)*, 699–701. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS48256.2020.9027430>
- Khujamatov, K. ., Toshtemirov, T. K., Lazarev, A. P., & Raximjonov, Q. T. (2021). IoT and 5G technology in agriculture. *2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICISCT52966.2021.9670037>
- Kim, D., Ko, M., Kim, S., Moon, S., Cheon, K. Y., Park, S., Kim, Y., Yoon, H., & Choi, Y. H. (2022). Design and Implementation of Traffic Generation Model and Spectrum Requirement Calculator for Private 5G Network. *IEEE Access*, 10, 15978–15993. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149050>
- Kizilkaya, B., Zhao, G., Sambo, Y. A., Li, L., & Imran, M. A. (2021). 5G-Enabled Education 4.0: Enabling Technologies, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*, 9, 166962–166969. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3136361>
- Kumar, A., Albreem, M. A., Gupta, M., Alsharif, M. H., & Kim, S. (2020). Future 5g network based smart hospitals: Hybrid detection technique for latency improvement. *IEEE Access*, 8, 153240–153249. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3017625>
- Leite, C., Barreto, P. S., Caetano, M. F., & Amaral, R. (2020). A Framework for Performance Evaluation of Network Function Virtualisation in 5G Networks. *2020 XLVI Latin American Computing Conference (CLEI)*, 314–321. <https://doi.org/10.1109/CLEI52000.2020.00043>
- Li, T., & Li, D. (2020). Prospects for the application of 5G technology in agriculture and rural areas. *Proceedings - 2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering, ICMCCE 2020*, 2176–2179. <https://doi.org/10.1109/ICMCCE51767.2020.00472>
- Lin, D., Hu, S., Gao, Y., & Tang, Y. (2019). Optimizing MEC Networks for Healthcare Applications in 5G Communications With the Authenticity of Users' Priorities. *IEEE Access*, 7, 88592–88600. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2922442>
- Lins, S., Cardoso, K. V., Both, C. B., Mendes, L., De Rezende, J. F., Silveira, A., Linder, N., & Klautau, A. (2021). Artificial intelligence for enhanced mobility and 5g connectivity in UAV-Based critical missions. *IEEE Access*, 9, 111792–111801. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3103041>
- Liu, F., Lv, Y., Yang, P., Liu, Y., Xu, Z., & Luo, J. (2020). Innovation of Business Model for Electrical Household Appliance Enterprises to Deploy IoT+AI and IoT+5G. *2020 International Conference on E-Commerce and Internet Technology (ECIT)*, 245–247. <https://doi.org/10.1109/ECIT50008.2020.00063>
- Liu, Y., Kong, L., Chen, G., Xu, F., & Wang, Z. (2021). Light-weight AI and IoT collaboration for surveillance video pre-processing. *Journal of Systems Architecture*, 114, 101934. <https://doi.org/10.1016/J.SYSARC.2020.101934>
- Llerena Izquierdo, J. (2014). *Presentación. Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria Académica*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10961>
- Llerena, J., Mendez, A., & Sanchez, F. (2019). Analysis of the Factors that Condition the Implementation of a Backhaul Transport Network in a Wireless ISP in an Unlicensed 5 GHz Band, in the Los Tubos Sector of the Durán Canton. *Proceedings - 2019 International Conference on Information Systems and Computer Science, INCISCOS 2019*, 15–22. <https://doi.org/10.1109/INCISCOS49368.2019.00012>

- Lopez-Lopez, L., Matinmikko-Blue, M., Cardenas-Juarez, M., Stevens-Navarro, E., Aguilar-Gonzalez, R., & Katz, M. (2020). Spectrum Challenges for Beyond 5G: The case of Mexico. *2020 2nd 6G Wireless Summit (6G SUMMIT)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/6GSUMMIT49458.2020.9083837>
- Lopez Mendoza, L. F. (2021). Propuesta de mejora en base a la ingeniería de métodos en el proceso productivo textil para incrementar la rentabilidad de una empresa textil de la ciudad de Lima [Universidad Privada del Norte]. In *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27115>
- Mayorga-Bohórquez, M. Á., Estupiñán-Cuesta, E. P., & Martínez-Quintero, J. C. (2021). *Diagnostic of the current situation of 5G technology : South America Diagnóstico de la situación actual de la tecnología 5G : Suramérica*. 15(2).
- Mayorga, M., Estupiñán, E., & Martínez, J. (2021). 5G en América: Antecedentes y análisis de despliegue. *Universidad Militar Nueva Granada*, 2, 12.
- Melendrez-Caicedo, G., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Secure Data Model for the Healthcare Industry in Ecuador Using Blockchain Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 252, 479–489. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8\\_43](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_43)
- Minango, P., Iano, Y., Chuma, E. L., Vaz, G. C., de Oliveira, G. G., & Minango, J. (2022). *Revision of the 5G Concept Rollout and Its Application in Smart Cities: A Study Case in South America*. 229–238. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9_21)
- Miranda Jiménez, J. N. (2021). *Mapeo sistemático de metodologías de Seguridad de la Información para el control de la gestión de riesgos informáticos*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20966>
- Moncayo Ronquillo, K. C. (2021). *Seguridades de la información bases de datos distribuidas: Un mapeo sistemático*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21701>
- Montalvo E., A., & Morán V., P. (2012). *Propuesta de un Sistema de Gestión del conocimiento para el Departamento de Tecnología de la Información y la incidencia Económica para el Grupo MAVESA*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3653>
- Mora-Alvarado, M., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Mobile Application of Registry Information for Urban Planning Context with Augmented Reality and QR Codes. *International Conference on Smart Technologies, Systems and Applications*, 30–43. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/9783-030-99170-8\\_3](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/9783-030-99170-8_3)
- Morán Maldonado, N. M. (2021). *Estado de la Ciberseguridad en las Empresas del Sector Público del Ecuador: Una Revisión Sistemática*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20243>
- Muñoz Campuzano, P. S. (2021). *Modelos de seguridad para prevenir riesgos de ataques Informáticos: Una revisión sistemática*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20932>
- Nahum, C. V., De Novoa Martins Pinto, L., Tavares, V. B., Batista, P., Lins, S., Linder, N., & Klautau, A. (2020). Testbed for 5G Connected Artificial Intelligence on Virtualized Networks. *IEEE Access*, 8(MI), 223202–223213. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043876>
- Narváez Picón, E. A. (2021). *Las tecnologías de la información y comunicación orientadas a la calidad del servicio en la gestión empresarial: una revisión sistemática*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20929>
- Núñez-Tapia, L. (2021). Regulation Proposal for the Implementation of 5G Technology in Peru. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(2), 93–96. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120212>
- Ogawa, H. (2022). The research and development of advanced optical communication technology towards a Beyond 5G and green society by the Japanese Government. *2022 27th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) and 2022 International Conference on Photonics in Switching and Computing (PSC)*, 01–02. <https://doi.org/10.23919/OECC/PSC53152.2022.9850015>
- Orozco Bonilla, C. A. (2021). *Estrategias algorítmicas orientadas a la ciberseguridad: Un mapeo sistemático*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20933>

- Padmashree, T., & Nayak, S. S. (2020). 5G technology for e-health. *Proceedings of the 4th International Conference on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, ISMAC 2020*, 211–216. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC49090.2020.9243403>
- Peliza, C., Roca, J. L., Dufour, F., Serra, A., & Micieli, G. (2018). Redes 5G y Virtualización de funciones de red en Argentina. *Congreso Argentino de Ciencias de La Computación*, 683–694.
- Pereyra, G., Rattaro, C., & Belzarena, P. (2021). Py5cheSim: a 5G Multi-Slice Cell Capacity Simulator. *2021 XLVII Latin American Computing Conference (CLEI)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CLEI53233.2021.9640086>
- Ponce Larreategui, J. G. (2021). *Indicadores de compromiso (IOC) para detección de amenazas en la seguridad informática con enfoque en el código malicioso*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20937>
- Qureshi, H. N., Manalastas, M., Zaidi, S. M. A., Imran, A., & Al Kalaa, M. O. (2021). Service Level Agreements for 5G and Beyond: Overview, Challenges and Enablers of 5G-Healthcare Systems. *IEEE Access*, 9, 1044–1061. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3046927>
- Rischke, J., Sossalla, P., Itting, S., Fitzek, F. H. P., & Reisslein, M. (2021). 5G Campus Networks: A First Measurement Study. *IEEE Access*, 9, 121786–121803. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3108423>
- Rodríguez Pesantes, R. P. (2021). *Seguridad en dispositivos IOT en Organizaciones de América Latina*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20970>
- Rosero Tejada, L. F. (2021). *El Phishing como riesgo informático, técnicas y prevención en los canales electrónicos: Un mapeo sistemático*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21699>
- Sedik, A., Tawalbeh, L., Hammad, M., El-Latif, A. A. A., El-Banby, G. M., Khalaf, A. A. M., El-Samie, F. E. A., & Iliyasu, A. M. (2021). Deep learning modalities for biometric alteration detection in 5g networks-based secure smart cities. *IEEE Access*, 9, 94780–94788. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3088341>
- Smith, R., Freeberg, C., Machacek, T., & Ramaswamy, V. (2021). An O-RAN Approach to Spectrum Sharing Between Commercial 5G and Government Satellite Systems. *MILCOM 2021 - 2021 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)*, 739–744. <https://doi.org/10.1109/MILCOM52596.2021.9653140>
- Sun, X., Zhang, F., Wang, C., & Lv, B. (2021). Application of 5G Mobile Communication Technology in Specific Environment of Power System. *2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, 648–651. <https://doi.org/10.1109/IWCMC51323.2021.9498631>
- Tan, R., Shi, Y., Fan, Y., Zhu, W., & Wu, T. (2022). Energy Saving Technologies and Best Practices for 5G Radio Access Network. *IEEE Access*, 10, 51747–51756. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174089>
- Tang, Q., Ermis, O., Nguyen, C. D., Oliveira, A. De, & Hirtzig, A. (2022). A Systematic Analysis of 5G Networks with a Focus on 5G Core Security. *IEEE Access*, 10, 18298–18319. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3151000>
- Tipan, M. (2018). Techno-Economics for Optimal Deployment of Optical Fronthauling for 5G in Large Urban Areas. *2018 20th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2018.8473801>
- Vasant, P., Munapo, E., Thomas, J. J., & Gerhard-Wilhelm, W. (2022). Artificial Intelligence in Industry 4.0 and 5G Technology. In *Artificial Intelligence in Industry 4.0 and 5G Technology*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119798798.fmatter>
- Vo, N. S., Duong, T. Q., Guizani, M., & Kortun, A. (2018). 5G optimized caching and downlink resource sharing for smart cities. *IEEE Access*, 6, 31457–31468. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2839669>
- Walbaum, C., Carlos, J., Pérez, V., & Casadei, L. (2020). Evaluación De Desplazamientos En Edificios De Hormigón Armado Para El Funcionamiento De Antenas 5G En Chile Assessment of Displacements in Reinforced Concrete Buildings for the Operation of 5G Antennas in Chile.

- Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.*  
<https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13378.81609>
- Wilhelmi, F., Barrachina-Munoz, S., Bellalta, B., Cano, C., Jonsson, A., & Ram, V. (2020). A Flexible Machine-Learning-Aware Architecture for Future WLANs. *IEEE Communications Magazine*, 58(3), 25–31. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.1900637>
- Zamrodah, Y. (2020). *Análisis regulatorio sobre el despliegue de la tecnología móvil 5G en América*. 15(2), 1–23.
- Zhang, J., Zhang, R., Yang, Q., Hu, T., Guo, K., & Hong, T. (2021). Research on Application Technology of 5G Internet of Things and Big Data in Dairy Farm. *2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, 138–140. <https://doi.org/10.1109/IWCMC51323.2021.9498643>
- Zhang, S., Lu, C., Jiang, S., Shan, L., & Xiong, N. N. (2020). An Unmanned Intelligent Transportation Scheduling System for Open-Pit Mine Vehicles Based on 5G and Big Data. *IEEE Access*, 8, 135524–135539. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3011109>
- Zhang, Y., Zhang, H., Cosmas, J., Jawad, N., Ali, K., Meunier, B., Kapovits, A., Huang, L.-K., Li, W., Shi, L., Zhang, X., Wang, J., Koffman, I., Robert, M., & Zarakovitis, C. C. (2020). Internet of radio and light: 5G building network radio and edge architecture. *Intelligent and Converged Networks*, 1(1), 37–57. <https://doi.org/10.23919/icn.2020.0002>
- Zou, Z., Chen, T., Chen, J., Hou, Y., & Yang, R. (2021). Research on Network Security Risk and Security Countermeasures of 5G Technology in Power System Application. *2021 IEEE 5th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)*, 102–105. <https://doi.org/10.1109/IAEAC50856.2021.9390826>