

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**INNOVACIÓN CON LA TECNOLOGÍA 5G: ESCENARIOS AL  
2030 EN PERÚ**

Tesis para optar el grado académico de Magíster en Gestión y Política de  
la Innovación y la Tecnología

Autor:

José Renato Córdova Lui

Asesor:

Dr. Carlos Guillermo Hernández Cenzano

Lima – Perú

2021

## RESUMEN

Se realiza un análisis de prospectiva tecnológica, con su componente de vigilancia e inteligencia, aplicada a las telecomunicaciones y la nueva tecnología 5G en el Perú para el 2030 con la finalidad de identificar las principales variables de cambio y comprender los posibles efectos del 5G, sus servicios y aplicaciones según escenario ideal para este horizonte.

En el capítulo uno se presenta la teoría relacionada con los principales conceptos de Vigilancia e Inteligencia y Prospectiva, la que expone su proceso, evolución y los modelos o herramientas pertinentes. Así mismo, se expone los conceptos de la red móvil 5G, su evolución y aplicaciones, para luego pasar a las telecomunicaciones. Por su parte, en el capítulo dos se describen los detalles de la metodología mixta, el estudio de caso y la metodología de Vigilancia y Prospectiva seleccionada para realizar el estudio. En el capítulo tres se desarrolla el estudio de Prospectiva, con su componente integrado de Vigilancia, de acuerdo al modelo base de Ortega (2014) y la norma UNE 166006:2018 (2018). En el capítulo cuatro se desarrolla el análisis y discusión de resultados obtenidos del capítulo anterior. Por último, se presentan en el capítulo cinco las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

Los resultados revelaron que las alianzas estratégicas tecnológicas son el driver clave para las telecomunicaciones en el Perú y el escenario a futuro ideal es donde el estado promueve activamente la penetración de los servicios de telecomunicaciones, las nuevas tecnologías y las alianzas para fomentar la calidad de vida de las personas e impactar positivamente la economía del Perú. De igual manera, mediante el uso de la herramienta de '*backcasting*', se generan recomendaciones durante el periodo de 2020 a 2025 para facilitar la convergencia hacia el escenario ideal.



*"I believe now that we are greater than the sum of our parts".*

John Green



A mi mamá.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	ii
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
SIGLAS Y ABREVIATURAS .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
1. Capítulo 1. Marco Teórico.....	2
1.1. Vigilancia e Inteligencia.....	2
1.1.1. La Vigilancia Tecnológica.....	2
1.1.2. Sistema de Vigilancia e Inteligencia.....	4
1.1.3. Modelos de Vigilancia e Inteligencia.....	6
1.2. Prospectiva.....	7
1.2.1. Pensamiento del futuro y orígenes.....	7
1.2.2. Prospectiva Tecnológica.....	8
1.2.3. Herramientas de Prospectiva.....	11
1.2.4. Vinculación entre Vigilancia Tecnológica y Prospectiva Tecnológica..	14
1.3. Red móvil 5G.....	14
1.3.1. ¿Qué es el 5G?.....	15
1.3.2. Tecnologías habilitadoras y aplicaciones del 5G.....	18
1.3.3. Las telecomunicaciones.....	21
1.4. Investigaciones similares asociadas al estudio.....	24
2. Capítulo 2. Metodología.....	28
2.1. Metodología Mixta.....	28
2.1.1. El pragmatismo.....	29

2.1.2. Usos y pretensiones.....	30
2.1.3. Proceso mixto .....	31
2.2. Estudio de Caso .....	33
2.2.1. Diseño, componentes y criterios .....	34
2.2.2. Tipos de Estudio de Caso .....	36
2.3. Metodología de Vigilancia y Prospectiva .....	38
3. Capítulo 3. Metodología aplicada y resultados .....	43
3.1. Planteamiento general.....	43
3.1.1. Planificación del estudio.....	43
3.1.2. Preparación de la ecuación de búsqueda .....	44
3.2. Búsqueda y análisis de la información .....	45
3.2.1. Análisis bibliométrico.....	45
3.2.2. Análisis de las actividades patentamiento.....	51
3.2.3. Análisis de tendencias.....	56
3.3. Identificación de drivers.....	57
3.4. Validación de drivers – Ejecución del Delphi.....	59
3.5. Identificación de los drivers clave.....	63
3.6. Construcción de escenarios .....	64
3.7. Validación de escenarios.....	67
3.8. Escenarios.....	69
3.9. Mercado de las empresas de servicios móviles peruanas .....	75
4. Capítulo 4. Análisis y discusión de resultados .....	77
5. Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones .....	79
6. Referencias Bibliográficas .....	81
ANEXOS .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide informacional.....	4
Figura 2. Porcentaje de uso de herramientas en investigaciones .....	12
Figura 3. Servicios de 5G.....	20
Figura 4. Principales enfoques mixtos.....	29
Figura 5. Tipos base de Estudio de Caso (Matriz 2x2).....	36
Figura 6. Escaneo, Vigilancia y Monitoreo .....	41
Figura 7. Resultados de la búsqueda del término '5G' en Carrot2 .....	44
Figura 8. <i>Word Cloud</i> de los artículos .....	45
Figura 9. Diagrama de red de autores de los artículos.....	46
Figura 10. Diagrama de red de países de los artículos .....	46
Figura 11. Diagrama de red de las palabras de los artículos .....	47
Figura 12. Diagrama de red de la búsqueda de aplicaciones y servicios.....	49
Figura 13. Primer Clúster .....	50
Figura 14. Grupos de aplicaciones y servicios .....	50
Figura 15. Número de patentes/registros vs IPC por año .....	52
Figura 16. IPC con mayor cantidad de patentes/registros.....	52
Figura 17. Países con mayor cantidad de patentes/registros.....	52
Figura 18. Empresas con mayor cantidad de patentes/registros.....	53
Figura 19. Registrantes con mayor cantidad de patentes/registros.....	53
Figura 20. Análisis de correspondencia de IPC vs Empresas .....	55
Figura 21. Distribución de las tendencias identificadas.....	56
Figura 22. Plano importancia – incertidumbre .....	64
Figura 23. Análisis de estructural .....	65
Figura 24. Participación de mercado móvil en Perú (%) .....	75
Figura 25. Estados de resultados netos por empresas (en miles de Soles).....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Vigilancia .....	3
Tabla 2. Normas de vigilancia de la UNE .....	5
Tabla 3. Modelos de Vigilancia e Inteligencia.....	6
Tabla 4. Herramientas de prospectiva.....	13
Tabla 5. Requerimientos y valores del 5G .....	17
Tabla 6. Pretensiones básicas del enfoque mixto .....	31
Tabla 7. Procesos fundamentales mixtos.....	32
Tabla 8. Condiciones de estrategias de investigación.....	33
Tabla 9. Etapas del estudio a partir de la metodología planteada.....	39
Tabla 10. Resultados de términos relevantes .....	44
Tabla 11. Grupos y Subgrupos de los artículos.....	48
Tabla 12. Grupo de Tendencias .....	56
Tabla 13. Lista y descripción de los drivers.....	57
Tabla 14. Descripción de los drivers .....	60
Tabla 15. Resultados principales de la encuesta Delphi .....	63
Tabla 16. Análisis de dependencia.....	65
Tabla 17. Ejes de incertidumbre.....	66
Tabla 18. Análisis de consistencia .....	67



## SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>1G</b>	Primera Generación
<b>2G</b>	Segunda Generación
<b>3G</b>	Tercera Generación
<b>3GPP</b>	3rd Generation Partnership Project
<b>4G</b>	Cuarta Generación
<b>5G</b>	Quinta Generación
<b>BTPUCP</b>	Bolsa de Trabajo PUCP
<b>D2D</b>	Device to device
<b>EDGE</b>	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
<b>EFMN</b>	European Foresight Monitoring Network
<b>eMBB</b>	Enhanced Mobile Broadband
<b>FITEL</b>	Fondo de Inversión en Telecomunicaciones
<b>FTTH</b>	Fiber to the Home
<b>GB</b>	Gigabits
<b>GHz</b>	Gigahertz
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>GSM</b>	Global System for Mobile communications
<b>CONCYTEC</b>	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
<b>I+D+i</b>	Investigación, desarrollo e innovación
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>IPAE</b>	Instituto Peruano de Administración de Empresas
<b>IPC</b>	International Patent Classification
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>KHz</b>	Kilohertz
<b>KPI</b>	Key Performance Indicator
<b>LTE</b>	Long Term Evolution
<b>MIMO</b>	Multiple-Input-Multiple-Output
<b>Mipymes</b>	Micro, pequeña y mediana empresas

<b>mMTC</b>	Massive Machine Type Communications
<b>mm-Wave</b>	Millimeter Wave
<b>MTC</b>	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
<b>NFV</b>	Network Function Virtualization
<b>NOMA</b>	Non-Orthogonal Multiple Access
<b>NR</b>	New Radio
<b>OSIPTEL</b>	Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno
<b>PCT</b>	Patent Cooperation Treaty
<b>PUCP</b>	Pontificia Universidad Católica del Perú
<b>RF</b>	Radio Frecuencia
<b>SDMN</b>	Software Defined Mobile Networks
<b>SDN</b>	Software Defined Networks
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SUNAT</b>	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y Comunicación
<b>TX</b>	Transmission
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>UNE</b>	Una Norma Española
<b>URLLC</b>	Ultra-Relieable Low-Latency Communication
<b>VI</b>	Vigilancia e Inteligencia
<b>VIU</b>	Universidad Internacional de Valencia
<b>WIPO</b>	World Intellectual Property Organization

## INTRODUCCIÓN

La Vigilancia e Inteligencia, y la Prospectiva Tecnológica permiten identificar oportunidades y amenazas para actuar ante futuros cambios, siendo las telecomunicaciones un sector próximo a sufrir la introducción de la red móvil 5G, junto con sus servicios y aplicaciones, donde destaca principalmente el Internet de las Cosas y su desarrollo hacia la Industria 4.0. Sin embargo, las telecomunicaciones, que tienen sus comienzos desde el uso del telégrafo y el teléfono, presentan un crecimiento exponencial de avances si se considera la telefonía móvil, siendo el 5G la primera en poder ofrecer diferentes características que permitirían establecer nuevos servicios y aplicaciones que cambiarían las vidas de las personas y de las empresas. En el Perú, el sector de telecomunicaciones se encuentra en un proceso de adaptación para las nuevas tecnologías del 5G, donde se visualiza una cultura de reactividad ante los avances y falta de comunicación entre los responsables claves del sector, además de que la población cuenta con una enorme brecha de desigualdad y desinformación que afecta el despliegue de nuevas tecnologías y servicios.

Por estas razones, el objetivo del presente estudio es identificar las principales variables de cambio y comprender los posibles efectos de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, el 5G, sus servicios y aplicaciones en el Perú al 2030. Tomando en consideración la visión de expertos del sector de telecomunicaciones empleando la metodología de Prospectiva Tecnológica, con su componente integrado de Vigilancia e Inteligencia basado en la norma UNE 166006:2018 (2018), de acuerdo al modelo base de Ortega (2014).

Con los resultados obtenidos, se espera contribuir brindando información relevante a las telecomunicaciones y 5G, que permitan identificar las principales variables de cambio y comprender los posibles efectos en el Perú, así mismo, establecer un lineamiento de recomendaciones que contribuyan a la rápida adopción de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.

## **1. Capítulo 1. Marco Teórico**

En este capítulo se definen los principales conceptos planteados para el desarrollo del marco teórico. Los principales son el de Vigilancia e Inteligencia y Prospectiva, la descripción de su proceso, evolución y los modelos o herramientas pertinentes. Así mismo, se expone los conceptos de la red móvil 5G, su evolución y aplicaciones, para luego pasar a las telecomunicaciones. Finalmente, se describe el estado de las investigaciones asociadas a las telecomunicaciones.

### **1.1. Vigilancia e Inteligencia**

A lo largo de las décadas, se han planteado diferentes descripciones acerca del concepto de Vigilancia, siendo el de Vigilancia e Inteligencia el más reciente y relevante para el estudio realizado. De igual manera, la evolución de la Vigilancia, que comprende desde sus comienzos hasta la reciente normalización de la UNE 166006:2018 (UNE, 2018), las clases y modelos metodológicos de Vigilancia, comprende un punto inicial para entender el concepto global y específico de la Vigilancia.

#### **1.1.1. La Vigilancia Tecnológica**

La globalización y la aceleración tecnológica ha logrado entregar un aumento de producción científica que ofrece un reto para manejar, es por eso que la Vigilancia Tecnológica irrumpe como una solución para emplear la información relevante en un estudio. A lo largo de los años se han elaborado y contrastado diferentes conceptos de vigilancia, se habla solo de vigilancia ya que, si se toma en consideración el contexto del campo específico o general en el que se quiere realizar el estudio, dependiendo de sus características, se pueden dividir en diferentes categorías. A partir del modelo de Porter (1979), del cual Martinet, B. y Ribault, J. (1989) se basaron, Palop y Vicente (1999) clasifican dentro de cuatro tipos la vigilancia, como se puede observar en la Tabla 1, siendo estas: i) tecnología, ii) competitiva, iii) comercial y iv) entorno, siendo el desarrollo el enfoque principal del primer tipo.

Así mismo, Palop y Vicente definen la vigilancia como “el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico,

tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ésta” (1999, pág. 22). Para Jakobiak la vigilancia debe planificarse sobre unos factores críticos de competitividad que varían según de la estrategia, posición y cultura de la empresa (1991), así como también del entorno (1992), que “seguido de una divulgación bien orientada de las informaciones seleccionadas y procesadas que sean de utilidad para la toma de decisiones” (1995, pág. 28).

**Tabla 1. Tipos de Vigilancia**

Tipo de Vigilancia	Definición
Tecnológica	Centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de la tecnología y de las oportunidades / amenazas que genera.
Competitiva	Implica un análisis y seguimiento de los competidores actuales, potenciales y de aquellos con producto sustitutivo.
Comercial	Dedica la atención sobre los clientes y proveedores.
Entorno	Centra la observación sobre el conjunto de aspectos sociales, legales, medioambientales, culturales, que configuran el marco de la competencia.

Fuente: Elaborado a partir de Palop y Vicente (1999)

En desarrollos de Vigilancia Tecnológica más recientes, se encuentran Vargas y Castellanos que establecen que “la esencia de la vigilancia es ser un sistema organizado de observación y análisis del entorno, seguido de una correcta circulación y utilización de la información en los sistemas productivos y en las empresas (...) que le permita ajustar el rumbo y esclarecer el camino hacia la consecución de sus objetivos” (2005, pág. 33), lo que básicamente pone a la vigilancia con un método de observación de los entes externos en un campo específico o general en el cual se recopila y usa la información para poder obtener estrategias, políticas, sistemas, entre otros, que permitirán realizar ajustes y cambios hacia un rumbo competitivo. Según lo indicado por Fernández Fuentes, Pérez Álvarez, y del Valle Gastaminza, la Vigilancia Tecnológica es “un proceso sistémico de búsqueda, detección, análisis y comunicación de información científico-tecnológica que sirva de ayuda a la toma de decisiones anticipándose a amenazas y oportunidades externas” (2009, pág. 150), presenta un modelo basado en seis pasos: identificación de objetivos, selección de

fuentes, búsqueda de fuentes, almacenamiento de la información, análisis de la información, y producción de informes.

La vigilancia tecnológica es la de mayor importancia si se considera los procesos orientados a la innovación y desarrollo, se presenta como una herramienta para realizar análisis y selección de información proveniente de fuera de la institución que realiza el estudio, con la finalidad de poder contar con conocimiento para realizar la toma de decisiones con poco riesgo y con miras al horizonte adelantándose a las variaciones (Palop & Vicente, 1999). De esta manera, la vigilancia tecnológica permite recopilar gran cantidad de datos, procesarlos y tratarlos hasta convertirlos en información, lo que genera conocimiento, para luego transformarlo en inteligencia, como se puede observar la Figura 1 que es un modelo propuesto por Ponjuán (1998).



**Figura 1. Pirámide informacional**

Fuente: Elaborado a partir de Ponjuán (1998)

### 1.1.2. Sistema de Vigilancia e Inteligencia

En relación a la Asociación Española de Normalización o UNE por sus siglas en inglés, cuyo objetivo es “contribuir al desarrollo de los sectores de actividad, a través de las normas técnicas, orientando los esfuerzos de todas las partes interesadas” (UNE, 2019), normalizó el concepto asociado a los Sistemas de Vigilancia Tecnológica para luego evolucionar a los Sistemas de Vigilancia e Inteligencia.

Como se describe en la Tabla 2, la primera edición de la norma UNE se publicó en 2006 bajo el nombre de ‘UNE 166006:2006 EX’ cuyo principal concepto era

el ‘Sistema de Vigilancia Tecnológica’ como herramienta para las actividades de gestión de la I+D+i o investigación, desarrollo e innovación (UNE, 2006); en el 2011 se publicó la norma ‘UNE 166006:2011’ que trajo la introducción del concepto de ‘Inteligencia Competitiva’ para poder englobar el proceso total en el que la información se convierte en inteligencia para luego usarla en la toma de decisiones (UNE, 2011); y en el 2018 se actualiza la norma en la ‘UNE 166006:2018’, con el objetivo de unificar el concepto a no solo tecnología, ya que el impacto que se genera con este tipo de métodos repercute en diferentes ámbitos, además de ayudar a las organizaciones a anticiparse a los cambios y aprovechar oportunidades que permitiría identificar mejoras, nuevas ideas, nuevos proyectos de I+D+i o investigación, desarrollo e innovación, para así descubrir rutas puedan marcar un cambio significativo mediante el uso de herramientas en un sector que evoluciona cada vez más rápido (UNE, 2018).

**Tabla 2. Normas de vigilancia de la UNE**

Norma	Descripción	Fecha Edición	Fecha anulación
UNE 166006:2006 EX	Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica	2006-05-03	2011-03-16
UNE 166006:2011	Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	2011-03-16	2018-04-18
UNE 166006:2018	Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia	2018-04-18	Vigente

Fuente: Elaborado a partir de UNE (UNE, 2018) (UNE, 2011) (UNE, 2006)

De acuerdo a Utrilla (2018), las principales novedades que son introducidas en la actualización de la norma UNE denominada ‘UNE 166006:2018’ son: i) se habla del cambio mencionado de ‘Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva’ a ‘Vigilancia e Inteligencia’; ii) se estructura su relación con las normas de los sistemas de gestión; iii) nuevas definiciones para la organización, los roles y competencias de los actores, vigilancia, prospectiva, previsión y visualización; iv) requerimientos sobre la externalización; v) descripción detallada de los procesos; y vi) se reorganiza los requisitos para los tipos de producto. De igual manera, Utrilla (2018) destaca las bases y relaciones adaptadas de la estructura de alto nivel de ISO que, como se menciona en el

punto 'ii', toma en consideración los sistemas de gestión para facilitar el despliegue y uso por parte de los usuarios con el fin que se desarrolle de manera eficiente y rápida.

### 1.1.3. Modelos de Vigilancia e Inteligencia

Existen diferentes modelos base acerca de la Vigilancia Tecnológica, cuyo concepto reciente ha evolucionado hacia Vigilancia e Inteligencia, por lo general los modelos cuentan con elementos similares entre los procesos de sus respectivas propuestas. Los modelos presentan etapas, que en base a lo propuesto por Degoul (1992), Guevara (2017) y luego Rivera (2018) realizan una recopilación y clasificación donde las etapas principales se muestran en la Tabla 3, que a su vez realiza un comparativo de los principales modelos.

**Tabla 3. Modelos de Vigilancia e Inteligencia**

Degoul (1992)	Bernhardt (1994)	Palop y Vicente (1999)	Porter (2005)	Vargas y Castellanos (2005)	Fernández, Pérez y del Valle (2009)	Norma UNE166006 (2018)
Identificar	Planificación, gestión y dirección inicial	Planificación/ Identificación de necesidades	Define FCV Identifica recurso de inf. / define plan de VT	Planeación / Preparación búsqueda	Identificación de objetivos	Control de fuentes de inf.
Buscar	Obtención y análisis de información	Búsqueda y captura	Búsqueda y captación	Búsqueda	Selección de fuentes / Búsqueda de fuentes	Búsqueda
Analizar	Procesamiento de información	Analiza y organiza/ trata y almacena	Tratamiento y análisis	Depuración, procesamiento y análisis e interpretación	Almacenamiento y análisis de la información	Tratamiento
Valorizar		Inteligencia / estrategia	Valida/ explota			Puesta en valor
Difundir	Difusión de resultados	Comunica / transfiere conocimiento		Diseño de estrategias	Producción de informes	Distribución y almacenamiento de la inf.
Orientar	Toma de acciones			Impactos		

Fuente: Elaborado a partir de Guevara (2017) y Rivera (2018)

Se puede determinar que los modelos recopilados presentan modelos afines a los planteado por Degoul (1992), siendo los de Bernhardt (1994), Palop y Vicente (1999), Vargas y Castellanos (2005) y norma 'UNE 166006:2018' (2018) los que cuentan con mayor parecido a las etapas planteadas. De igual manera, existen procesos intermedios que pueden caer entre dos etapas o en su transición, como



el caso de la etapa de 'Depuración, procesamiento y análisis e interpretación' de Vargas y Castellanos (2005) que explícitamente cae en la etapa de 'Analizar' y tácitamente cae en la de 'Valorizar'. Al comparar el modelo base de Degoul con la reciente norma 'UNE 166006:2018', se observa que las etapas cumplen en cinco de los seis totales, siendo la parte de 'Orientar' la única que no se encuentra fuera.

## **1.2. Prospectiva**

La prospectiva estratégica permite identificar oportunidades y amenazas para actuar ante futuros cambios, se inicia con una revisión histórica del pensamiento futuro y se exponen las escuelas de la prospectiva. Luego, para profundizar en la prospectiva tecnológica se explica su definición y características. Por último, se hace la revisión de las herramientas disponibles que se utilizan en un estudio de prospectiva.

### **1.2.1. Pensamiento del futuro y orígenes**

Las bases de la prospectiva provienen desde que uno se pregunta y preocupa por el futuro, es así que Moura (1994) establece que la idea de pensamiento sobre el futuro aparece en la historia cuando se consideraba fatalismo o desciframiento; siendo el primero en el que es Dios quien plantea el futuro y por lo tanto no puede ser conocido ni abordado por los hombres, y el segundo se establecen los oráculos o personas que se encargan de poder ver el futuro; pero en ambos casos comparte la idea de que el destino, y por tanto el futuro, se encuentra escrito.

Con el paso del tiempo aparecen nuevas corrientes de pensamiento, siendo el humanismo una de las más influyentes para la idea del pensamiento sobre el futuro, es así que Medina (2000) indica que la idea de la sociedad utópica, publicada por Moro en 1516 en 'Del estado ideal de una república en la nueva isla de Utopía', sirvió como base para plantear la cobertura total de las necesidades básicas de la sociedad y repercutió en Rousseau, que a su vez inspiró la revolución francesa que buscaba la construcción de un futuro mejor. Luego de la invención de la máquina a vapor en 1769, Ortega (2014) indica que se creó una corriente de mejorar la calidad de vida de las personas a través de la ciencia y tecnología que abarcó a distintos países.

A partir del final Primera Guerra Mundial, el mundo entró en un pensamiento presente donde se preocupaban más por el ahora y no tanto por el futuro (Ortega, 2014). Sin embargo, pese al pensamiento presente, se logra establecer el primer plan a largo plazo de negocios en 1923 con el fin de proyectar los estados financieros (De Geus, 2004) y en 1937 se establece en Estados Unidos un documento con el fin de fusionar la estadística con la previsión o pronóstico (Ortega, 2014).

Luego de la Segunda Guerra Mundial, se forman las bases para reconstruir los países e identificar las variables que generarían los cambios a futuro. Es ahí donde aparece la primera escuela científica de la prospectiva, fundada por Bertrand de Jouvenel en Francia por los años 1960, cuyo enfoque principal es el denominado 'voluntarista', la segunda es la fundada por Michel Godet por los años 1980 la cual se tiene como base el humanismo para indicar que el futuro puede ser creado o modificado por distintos factores (Díaz & Ospina, 2014).

Es importante mencionar que al aparecer Godet, la prospectiva se desprende para dar a conocerse como prospectiva estratégica; no obstante, el concepto de especificar un cierto tipo de prospectiva o sectorizarla no es la primera vez que aparece, ya que en 1972 se establece el estudio 'Los límites del crecimiento del Club de Roma' donde nace el concepto de prospectiva tecnológica al no evaluar el potencial de la ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida de las personas dando resultados casi catastróficos (Ortega, 2014). Así como también que, en 1973 con la crisis del petróleo, la competitividad adquiere protagonismo debido a la recesión de la Postguerra dando a la ciencia, tecnología y conocimiento aplicado como factores clave de aumento de competitividad (Díaz & Ospina, 2014).

### **1.2.2. Prospectiva Tecnológica**

Con respecto a la prospectiva tecnológica, el paso inicial tendría que ser definir la prospectiva como tal para luego revisar las definiciones de prospectiva tecnológica; ya que en el punto anterior solamente se presentó las corrientes de pensamiento que derivaron en las dos escuelas principales de la prospectiva, siendo el concepto de prospectiva moderna basado principalmente en lo que Godet (1982) (2000) estableció que es citado en Leavy y Dewes (2011, pág. 24) dice que el "análisis prospectivo estudia las fuerzas técnicas, científicas,

económicas y sociales que generan cambios en el ambiente (...) se puede anticipar las distintas situaciones eventualmente resultantes de las interacciones identificadas, y prepararse al futuro”. Adicionalmente, Diaz y Ospina (2014) agregan que se tienen enfoques social, económico y cultural de manera que la tecnología sea el motor principal del cambio que indica Godet, siendo esa su diferencia con la escuela francesa.

Desde la perspectiva de Godet, que comenzó afirmando que la prospectiva es una recomendación para esclarecer el presente con la claridad que brindan los futuros posibles, que cuenta como origen de la rebelión de las personas contra el determinismo y la causalidad (1999). A su vez, el futuro no se considera como una línea recta, única y predestinada que sigue a base del pasado, sino que es diverso e indeterminado; la pluralidad que ofrecen estos futuros y que las acciones humanas no están determinadas se explican mutuamente en que el futuro no se encuentra escrito y está por realizarse (1999). En años más recientes, la definición general de prospectiva que se le atribuye a Godet (2007) es la de un escenario formado por la descripción coherente de una situación futura y por la causalidad de los acontecimientos que posibilitan la transición de origen a la situación futura.

Dentro de las primeras definiciones de prospectiva, se tiene la de Decouflé (1980) que señala a la prospectiva como un modo de observar una situación específica de forma general y considerando todos los posibles retrocesos del tiempo. Para Mojica (1991), la prospectiva es capaz de identificar un futuro probable y un futuro deseable que sea diferente a la fatalidad que se planteaba en visiones anteriores, que solamente obedece al conocimiento que se maneja sobre las acciones que el hombre quiere abordar. Así mismo, Mojica (2006) nos ofrece una visión más reciente de la prospectiva planteando que pertenece a la escuela voluntarista, es decir que se cuenta con la elección del futuro propio, donde la elección es una acción de plena voluntad donde el hombre es quien construye el futuro.

Para Gabiña (1998), la actitud en la que se basa la prospectiva es que existe un abanico de futuros posibles que evolucionan y cambian con el paso del tiempo, dependerá del deseo, acciones y voluntad propia o de un grupo de poder para alcanzar dicho futuro; al igual que de compromiso y esfuerzo para que se alcance

ese futuro o se termine en otro. Tomando en cuenta a Astigarraga (2016), la prospectiva es una disciplina transversal donde convergen e intervienen los estudios a futuro, la planeación y el desarrollo, donde la prospectiva es una herramienta que ayuda en la gestión y mejora los procesos de toma de decisiones.

Es así como la prospectiva forma sus fundamentos y definiciones con el paso de los años, pero recién con Godet la escuela de prospectiva usa a la ciencia y tecnología como medio principal para mejorar la economía y la calidad de vida de las personas. Es ahí donde la prospectiva pasa a denominarse prospectiva tecnológica. Para Diaz y Ospina (2014), el término de prospectiva tecnología tiende a ser confundido con otros términos como: predicción, pronóstico y adivinación. Sin embargo, definen la prospectiva tecnológica como un “proceso colectivo de análisis y comunicación para identificar los componentes probables de escenarios futuros: las proyecciones tecnológicas, sus efectos sociales y económicos, los obstáculos y las fuerzas que operan a favor” (2014, pág. 78).

Es importante a tener en cuenta que Godet nos ofrece su visión de prospectiva tecnológica pero no la denomina con ese nombre. Es Irvine y Martin (1984) que nos ofrecen la primera definición sobre prospectiva tecnológica, donde indica que es un proceso con el objetivo de observar el futuro a largo plazo de la ciencia, tecnología, economía y sociedad para lograr identificar las áreas de investigación estratégica y las tecnologías emergentes que probablemente causen el mayor impacto positivo en la economía y la sociedad. Para Fernández (1992), cuando a la prospectiva se le vincula con la tecnología, obedece a dos causas principales dentro de un marco empresarial y latinoamericano que pueden ser generalizadas en: i) cuando el tema de competitividad se pone sobre la mesa, el primer término a considerar es el factor tecnológico; y ii) existe una debilidad en algunos grupos económicos sociales donde la efectividad y competencia pueden ser escasos pero finalmente son la clave para una correcta gestión tecnológica.

Sanz y Cabello (1999), que resaltan a Estados Unidos como el país pionero en la producción de información sobre las tendencias de desarrollo tecnológico futuro dado que en 1937 se publica un informe titulado ‘Tendencias Tecnológicas y Política Nacional’ que marcó un comienzo para el desarrollo de herramientas básicas de previsión tecnológica que derivan en la prospectiva tecnológica,

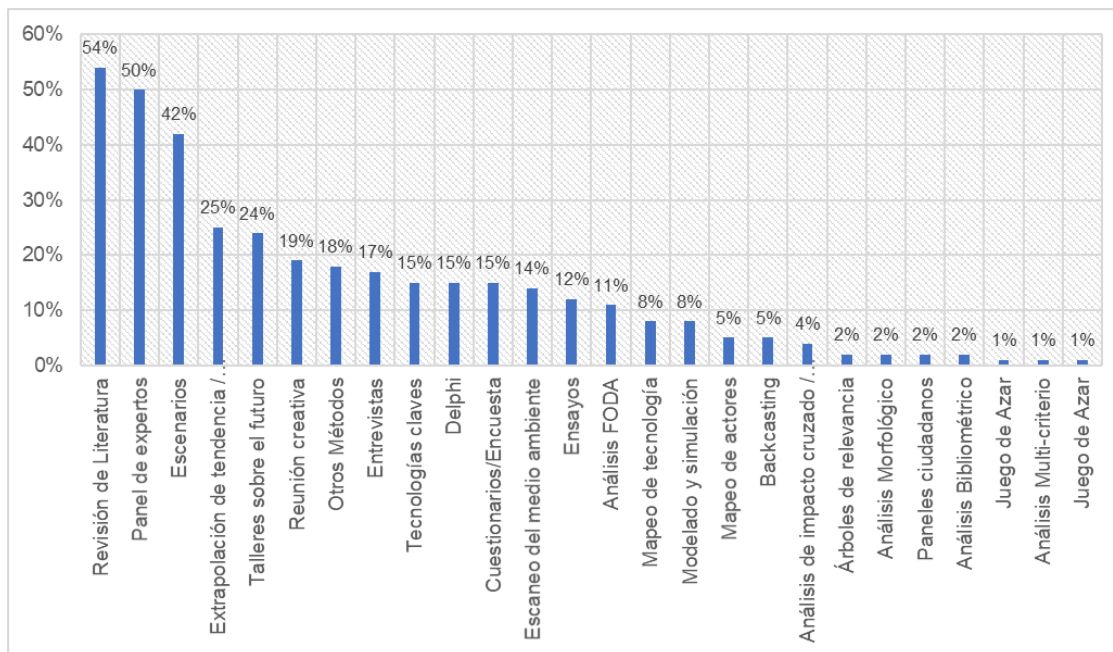
definen a la prospectiva tecnológica como el desarrollo de una base de datos, información y conocimiento sobre las tendencias y previsiones a futuro, así como el impacto e influencia de la tecnología en la industria que ayudan a la toma de decisiones de manera estratégica. Para Georghiou (1996), la prospectiva tecnológica es medio sistemático para evaluar los desarrollos científicos y tecnológicos que posiblemente presenten un impacto a futuro en la competitividad, economía y calidad de vida. Adicionalmente nos ofrece una clasificación generacional de los estudios de prospectiva: i) primera generación, la prospectiva emerge desde el concepto de pronóstico tecnológico; ii) segunda generación, la relación de tecnología y mercado es lo determinante, así como su impacto en problemas sociales y ambientales; iii) tercera generación, el concepto previo de solo mercado se expande a lo social y sus actores; iv) cuarta generación, la prospectiva se vuelve importante para la ciencia, tecnología e innovación; y v) quinta generación, la prospectiva tecnológica combina diferentes elementos para la toma de decisiones, elementos como ciencia, tecnología, innovación, actores sociales, empresas, instituciones, entre otros.

Finalmente, se puede definir a la prospectiva tecnológica como un proceso sistémico que contempla las variables del pasado y los futuros posibles, con base en la ciencia, tecnología e innovación como medio para poder identificar las tecnologías emergentes y las áreas de investigación que impacten y den un salto de mejora de competitividad, economía y calidad de vida, así como considerar las diferentes aristas que estas tecnologías impacten.

### **1.2.3. Herramientas de Prospectiva**

Dentro de las herramientas que se emplean en los estudios de prospectiva se puede resaltar las presentadas por Popper y Godet. Para el caso de Popper (2008), nos presenta poco más de 30 herramientas que son empleadas para diferentes estudios, no solo de prospectiva, clasificados de acuerdo al tipo de método, que puede ser cualitativo, cuantitativo, entre otros; y al tipo de diseño, que puede ser creativo, interacción, evidencia o habilidad. La importancia de las herramientas ofrecidas por Popper debería repercutir en los estudios de futuro o de prospectiva, es ahí donde en un estudio de la Red Europea de Monitoreo de Prospectiva o EFMN (2009) por sus siglas en inglés, nos ofrece una investigación donde clasifican 886 casos de estudio del futuro para determinar el uso de cada

herramienta que nos presentó inicialmente Popper. En la Figura 2, se puede observar que las principales herramientas empleadas en los estudios son: i) revisión de literatura, ii) panel de expertos y iii) escenarios; así mismo, se observa que más de una herramienta es usada en cada estudio.



**Figura 2. Porcentaje de uso de herramientas en investigaciones**

Fuente: Elaboración propia en base a EFMN (2009)

Para el caso de Godet, nos presenta una caja de herramientas con el propósito de “facilitar la selección metodológica (...) en función de una tipología de problemas: iniciar y simular el conjunto del proceso de la prospectiva estratégica, proponer las buenas preguntas e identificar las variables clave, analizar el juego de actores, balizar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre, establecer el diagnóstico completo (...), identificar y evaluar las elecciones y opciones estratégicas” (2000, pág. 15). Donde se estructura la planificación estratégica por escenarios según tres etapas clave: i) identificar las variables clave como objetivo del análisis estructural, ii) analizar el juego de actores para plantear las preguntas clave del futuro, y iii) reducir la incertidumbre de las cuestiones clave para obtener los escenarios más probables.

**Tabla 4. Herramientas de prospectiva**

Herramienta	Descripción	Godet (2000)	Ortega (2014)	Grumbach (Fossati, Paiva de Lima, & Volkmer, 2016)
Brainstorming	Denominada lluvia de ideas, recopilar la mayor cantidad de ideas sobre un tema.	Si	No	Si
Entrevistas	Realizar preguntas a un grupo de personas de manera estructurada.	Si	No	No
Revisión bibliográfica	Desarrollar la revisión de los documentos bibliográficos disponibles.	Si	Si	No
Matriz de impactos cruzados	A partir de variables se elabora una matriz de influencia para obtener variables claves.	Si	Si	Si
Método Delphi	Realizar preguntas a un grupo de expertos sobre las variables para obtener un consenso sobre un futuro	No	Si	Si
Ábaco de Regnier	Aplicado a situaciones particulares, se realizan consultas a expertos.	No	Si	No
Sistemas y matrices de impactos cruzados	Realizar preguntas a un grupo de expertos de forma objetiva posible para obtener escenarios tomando en cuenta la relación cruzada de las hipótesis.	Si	No	No
Método de probabilidad de Bayes	Uso del Teorema de Bayes para identificar la probabilidad de futuros a través de drivers	No	Si	Si
Exploración de entorno	Identificar drivers mediante el empleo de diferentes enfoques temáticos.	No	Si	No
Método de análisis morfológico	Explorar las posibilidades de un sistema.	No	Si	No
Simulación Monte Carlo	Simulación, generalmente a través de software, donde se repiten los factores y se determina el promedio más probable.	No	No	Si
Método de escenarios	Elaborar la descripción de un futuro con la mayor probabilidad de que suceda.	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia en base a Godet (2000), Ortega (2014) y Fossati y otros (2016)

A partir de la estructura de 'Escenarios' planteada por Godet (2000), se pretende realizar una recopilación de las herramientas usadas en las diferentes metodologías de escenarios. En la Tabla 4 se plantea la recopilación de las herramientas empleadas. Es importante mencionar que las herramientas expuestas no son las únicas correspondientes a las metodologías indicadas, ya que como se verá en el resto de capítulos, se emplea la metodología de Ortega

(2014) como base para realizar el estudio el cual contempla herramientas adicionales.

#### **1.2.4. Vinculación entre Vigilancia Tecnológica y Prospectiva Tecnológica**

La Vigilancia Tecnológica y Prospectiva Tecnológica son disciplinas que a través de herramientas proporcionan diferentes resultados que se incorporan a los procesos de decisión de la organización, según sean las necesidades de información. Para el CONCYTEC (2017), tanto la prospectiva tecnológica como la vigilancia tecnológica son herramientas de innovación que ofrecen a una entidad información sobre los avances del desarrollo científico, tecnológico y competitivo, con el objetivo de facilitar la toma de mejores decisiones de forma eficiente, donde la diferencia principal radica en el tiempo en que las decisiones son tomadas y transformadas en estrategias. Adicionalmente, la norma UNE 166006:2018 (2018) considera que los análisis y estudios de prospectiva son procesos sistemáticos de recolección y análisis de datos e información donde con una proyección a futuro con diferentes horizontes temporales ayudan a las necesidades de cada organización, donde suelen utilizar como punto de partida la vigilancia e inteligencia, por lo que es conveniente tenerlos en cuenta como posible fuente de información.

De igual manera para el CONCYTEC (2017), la diferencia radica en el tiempo en que las decisiones son útiles para la entidad. Para el caso de la Vigilancia Tecnológica la aplicación de los resultados debe ser de corto a mediano plazo, ya que la información obtenida es existente y en un periodo de tiempo en el pasado que ante el cambio rápido y dinámico de las tecnologías no podría emplearse efectivamente a largo plazo. En cambio, la Prospectiva Tecnológica usa la Vigilancia tecnológica para construir escenarios específicos a futuro y determinar una planificación a largo plazo.

### **1.3. Red móvil 5G**

La tecnología 5G o la Red de comunicación móvil de Quinta Generación tiene su comienzo en el año 2015 siendo sus principales características las de muy alta velocidad de banda ancha que llegan a ser entre 1 a 10 gigabits, baja fluctuación, latencia y retardo, lo que le permite tener un rendimiento del tipo tiempo real (Equipo de Expertos VIU, 2018). Se pretende conocer sobre la evolución desde



el 2G al 5G, así como los conceptos clave, las tecnologías habilitadoras y aplicaciones del 5G permitirán entender el concepto de esta tecnología. De igual manera, las redes de telefonía móvil son una parte del concepto global de telecomunicaciones, por lo que se pretende abarcar el concepto de telecomunicaciones y el estado actual de estos conceptos en el Perú.

### **1.3.1. ¿Qué es el 5G?**

Para definir la tecnología 5G o la red móvil 5G, se tendría que realizar un recuento de sus predecesoras. Como bien su nombre lo indica, el 5G hace referencia a la quinta generación de redes móviles, es decir, que existen cuatro generaciones anteriores. A diferencia del 5G, sus predecesoras como el 1G, lanzado comercialmente en Japón en 1979 y solo brindaba servicios de voz; el 2G en 1990, que cuenta con 3 variaciones que son el GSM, GPRS y EDGE, los cuales se diferenciaban en los servicios y las calidades que brindan, donde GSM solo brindaba servicios de voz y SMS, el GPRS comenzó a brindar adicionalmente los servicios de paquetes de datos con una velocidad máxima de 115kpbs, y el EDGE mejoro las velocidades de los paquetes de datos a 384 kbps, adicionalmente, es con esta tecnología que se permite realizar llamadas internacionales; el 3G en 2000, que de igual forma cuenta con variaciones donde los principales cambios son las velocidades de los servicios de paquetes de datos donde su pico máximo de velocidad es de 2Mbps, lo que permitió brindar servicios de internet y video-llamadas a los teléfonos, siendo un hito importante debido a que los celulares evolucionaron a lo que ahora se conoce como *smartphone*; y el 4G en el 2010, cuenta como principales características el uso de una red completamente IP, alta velocidad de paquetes de datos (100 Mbps en movimiento y 1 Gbps estacionario), alta calidad y capacidad (Equipo de Expertos VIU, 2018); mientras que el 5G toma como referencia el 4G, lo evoluciona y mejorara para obtener las características previamente mencionadas y le permite tener sinergias con diferentes servicios y tecnologías no necesariamente vinculadas a la telefonía e internet móvil.

Según las estimaciones de Qualcomm (2020), una de las empresas líderes de la industria de las telecomunicaciones de redes móviles, los saltos generacionales se dan aproximadamente cada diez años siendo el 2020 el año de la 'proliferación' debido a que la los operadores móviles del mundo consideran

implementar o expandir su red móvil a 5G y los fabricantes de dispositivos celulares han comenzado a implementar dispositivos habilitados para 5G. De igual manera que la VIU, Qualcomm establece conceptos claves para entender cada generación de red móvil, principalmente asociada al servicio que introducen con cada salto. Para el 1G, se le asocia la voz analógica ya que la comunicación móvil de voz fue el servicio primordial para la generación; para el 2G, se denomina voz digital ya que gracias a los avances tecnológicos de la época se logró implementar de manera eficiente la codificación de voz permitió escalar el servicios a millones de persona; para el 3G, el internet inalámbrico mediante la red móvil fue el servicio determinante, debido a que la atención pasó a ser los datos móviles y no la voz móvil; para el 4G, el servicio de banda ancha que permite altas tasas de velocidad y la expansión de las redes fueron los hitos determinantes de la generación; siendo así que el 5G lo denominan '*Wireless Edge*' o borde inalámbrico, lo que significa que la visión del 5G es ser una plataforma unificada para los diferentes servicios actuales y futuros que no necesariamente se encasillen en los conceptos actuales de redes móviles (Qualcomm, 2020).

La 3GPP, la cual será definida más adelante, ha lanzado tres estandarizaciones relacionadas al 5G al 2019, siendo el *Release 15* la primera fase del 5G y donde se introduce el nombre de '*New Radio*' (3GPP, 2019) (Shao-Yu, y otros, 2017), para relacionar con los sistemas legado como el 4G, 3G y 2G, estos fueron estandarizados inicialmente por la 3GPP bajo los nombres de LTE, UMTS y GSM respectivamente (Equipo de Expertos VIU, 2018). En los lanzamientos posteriores, denominados *Release 16* y *Release 17*, se introdujeron los fundamentos, despliegue y los servicios para el 5G (Qualcomm, 2020). Dentro de las características presentadas para el 5G en el *Release 15* se encuentran los tres pilares fundamentales de los servicios a ofrecer: i) '*Enhanced Mobile Broadband*' (eMBB) o banda ancha móvil mejorada, permite soportar una alta capacidad, alta movilidad y velocidades de descarga de varios gigabits por segundo; ii) '*Ultra-Reliable and Low Latency Communications*' (URLLC) o comunicaciones ultra confiables y de baja latencia, como su nombre lo indica, la baja latencia y la confiabilidad son requerimientos que se necesita soportar para las aplicaciones futuras; y iii) '*Massive Machine-Type Communications*' (mMTC)

o comunicaciones masivas de tipo máquina, soportará conexiones poco frecuentes, masivas, de baja cantidad de datos, baja complejidad y escalables entre dispositivos (Osseiran, y otros, 2014) (Shao-Yu, y otros, 2017). En la Tabla 5, se presentan los valores establecidos por la 3GPP para los requerimientos previamente mencionados.

**Tabla 5. Requerimientos y valores del 5G**

Pilar	Requerimiento	Valor (máximo)
eMBB	Velocidad de descarga pico	20 GB/s
	Movilidad	500 km/h
	Capacidad	10 Mb/s/m <sup>2</sup>
	Latencia	4 ms
URLLC	Latencia	0.5 ms
mMTC	Dispositivos	106 dispositivos/km <sup>2</sup>
	Latencia	10ms

Fuente: Elaboración propia en base a Shao-Yu y otros (2017)

Dentro de las características que hacen diferente al 5G con respecto a sus predecesoras, más allá de los tres pilares que permitirían hacer del 5G una plataforma para distintas aplicaciones y servicios con requerimientos diferentes, se tienen a i) las consideraciones sobre el espectro, ii) los escenarios de despliegue y las funcionalidades del core de la red, iii) el MIMO masivo, iv) la gestión de los patrones de las antenas, y v) la numerología escalable para las portadoras de frecuencia (Qualcomm, 2020). Para el caso del espectro de frecuencias de uso, el 5G nativamente podrá usar espectro licenciado, compartido y no licenciado, lo que abre las puertas a nuevos casos de uso. Además, el rango de frecuencias principalmente se da en el espectro de las ondas milimétricas que va de 30GHz a 300GHz; sin embargo, se ha definido que es posible el uso del espectro de frecuencias de las bandas legado, como lo es las bandas de 1GHz a 6GHz y las de 0.6GHz a 1GHz que se usan para las redes móviles (Qualcomm, 2020). Los escenarios de despliegue contemplan si se va a usar o no al 4G o LTE como parte de la red para el uso del control de la señalización del usuario. Se denomina Standalone cuando la red es enteramente 5G desde la parte de radio como el core, y se denomina Non-Standalone cuando

se involucra al 4G en alguna parte de la topología de la red (Shao-Yu, y otros, 2017). El concepto de MIMO en 4G implica el uso de hasta una matriz de antena de 4x4, lo que implica que se envían 4 señales a los usuarios cumpliendo el criterio de diversidad para mejorar la velocidad de descarga; el concepto de MIMO masivo es explotado hasta una matriz de 64x64 o más gracias al uso de frecuencias altas que permiten obtener recursos para mejorar las tasas de velocidad de descarga y reducir el tamaño de los elementos de las antenas (Qualcomm, 2020). Se emplea el uso de antenas que soportan 'beamforming' lo que permitiría gestionar el patrón de radiación de la antena, los conceptos clave son 'sweeping', 'refinement' y 'switching', es decir, el patrón de radiación puede realizar un barrido, afinarse o cambiarse según los requerimientos que se tengan de los usuarios (Qualcomm, 2020). Dentro del concepto de acceso existen diferentes avances, pero el aumento y cambio en la numerología es lo que permite las altas y flexibles tasas de velocidades para los diferentes servicios (Qualcomm, 2020); en 4G la numerología era estática siendo de 15KHz, ahora es potencialmente hasta 960KHz, pero se usa principalmente el de 120KHz en el espectro de ondas milimétricas (Shao-Yu, y otros, 2017).

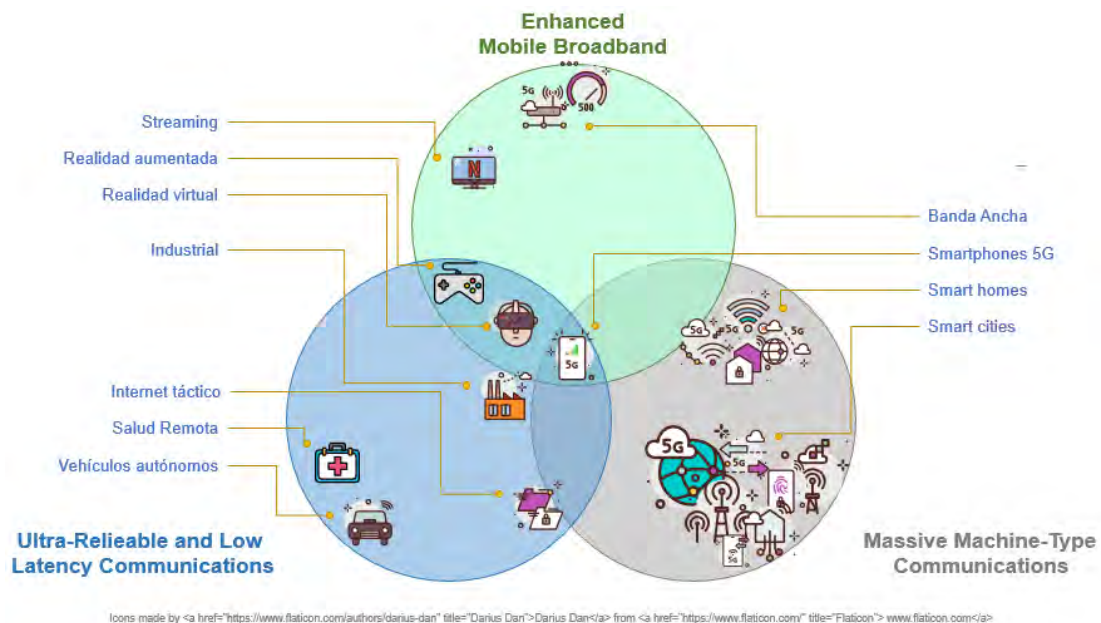
### **1.3.2. Tecnologías habilitadoras y aplicaciones del 5G**

Existen un grupo de tecnologías que permitieron dar el salto de la red móvil 4G a la 5G, adicionalmente a las características presentadas en el punto anterior, las cuales se denominan como tecnologías habilitadoras. Akyildiz, Shuai, Shih-Chun y Manoj (2016) nos presentan una recopilación de las diez que dentro de su estudio cumplen el propósito de tecnologías habilitadoras para el 5G: i) '*wireless software-defined network*', o redes móviles definidas por software, generalmente definidas como WSDN por sus siglas en inglés, el objetivo es separar los planes de control y datos para poder manejarlos de manera flexible permitiendo tener una arquitectura flexible, escalable, balanceada y descompuesta, las redes actuales son fijas y físicas ; ii) '*network function virtualization*', conocidas ampliamente como virtualización o NFV por sus siglas en inglés, tiene relación funcional con el punto anterior ya que permitiría poder separar el problema de limitaciones físicas en las arquitecturas de las redes móviles ; iii) '*millimeter wave spectrum*', u ondas milimétricas, se refieren a las frecuencias disponibles entre 30GHz a 300GHz que debido a la gran cantidad

de recursos que pueden ser aprovechados en este rango han sido seleccionadas para soportar los requerimientos del 5G; iv) '*massive MIMO*', o MIMO masivo donde MIMO significa 'multiple in multiple out', se mejora la eficiencia y se reduce el tiempo de conexión de la interfaz de aire; v) '*network ultra-densification*', se refiere a la interconexión de diferentes tipos de soluciones del 5G, es decir el uso de macro, micro, femto y pico celdas para ofrecer el servicio de 5G ; vi) '*big data & cloud mobile computing*', debido a la gran cantidad de dispositivos que se conecten al 5G, se requiere el poder analizar, procesar y almacenar la información para una correcta toma de decisiones ; vii) '*scalable Internet of Things*', la habilitación del '*network slicing*' y la disposición barata de sensores de uso del internet de las cosas permitirán desplegar de manera masiva la tecnología en diferentes aspectos, este punto será detallado más adelante; viii) '*D2D connectivity with high mobility*', la comunicación no solo se dará entre el dispositivo y la red, sino que los dispositivos podrán comunicarse entre sí permitiendo nuevas aplicaciones como vehículos autónomos; ix) '*green communications*', las nuevas topologías y equipamientos de la red se han adaptado para reducir costos, ser sostenibles y reducir el consumo de energía en un 35% a 60%; y x) '*new radio access techniques*', los conceptos de las técnicas de redes de acceso han sufrido de nuevos desarrollos que facilitan la comunicación entre los equipos y la red móvil, siendo el NOMA o *Non-Orthogonal Multiple Access* el más representativo de la tecnología.

Para Qualcomm (2020), el uso del 5G se basa en tres tipos centrales de servicios: i) banda ancha móvil mejorada ('*Enhanced Mobile Broadband*'), ii) comunicación crítica ('*Mission-Critical Communications*') e iii) internet de las cosas masivo ('*Massive IoT*'), que son los mismos pilares de eMBB, URLLC y mMTC respectivamente. Con relación al primer punto, el objetivo es no solo mejorar las velocidades de los celulares, sino ofrecer una experiencia inmersiva como lo son la realidad aumentada y la realidad virtual con tasas de velocidad uniforme y baja latencia. En el segundo punto, se buscan administrar las aplicaciones que requieran de conexiones confiables, disponible y de respuesta rápida como lo son vehículos autónomos, cirugías remotas y control de infraestructuras. En el último punto, el propósito es el despliegue de los sensores que virtualmente permitirán conectar todo a la red, ofreciendo soluciones

sencillas y de bajo costo. El concepto de los servicios se basa en los pilares de eMBB, URLLC y mMTC, pero los requerimientos presentados en la Tabla 5 no son estáticos, los servicios tienden a distribuirse dentro de los pilares según las características que necesiten. Se presenta la Figura 3 como ejemplo de lo mencionado para los servicios enumerados.



**Figura 3. Servicios de 5G**

Fuente: Elaboración propia en base a Akyildiz, Shuai, Shih-Chun y Manoj (2016); Akpakwu, Silva, Hancke y Abu-Mahfouz (2017); y Qualcomm (2020)

Dentro de las aplicaciones del 5G, el concepto clave que cambia las perspectivas de la tecnología e introduce nuevos conceptos para la innovación es el internet de las cosas o IoT, por sus siglas en inglés. Para Akyildiz, Shuai, Shih-Chun y Manoj (2016), el IoT es la red de los objetos que diariamente usamos, objetos como vehículos, dispositivos, aplicaciones, cocinas, lavadoras, entre otros. Estos objetos o cosas, cuentan con un sensor que les permitirá conectarse a la red móvil de manera masiva permitiendo construir e interconectar sistemas inteligentes como ‘*smart homes*’, ‘*smart cities*’, sistemas inteligentes de transportes, sistemas de cuidado de salud, entre otros. Si bien la tecnología de IoT está presente en sistemas legado, las tecnologías habilitadoras permiten la escalabilidad e interconexión de manera masiva; beneficios como bajo costo de producción, procesamiento y almacenamiento de información, redes SDN y virtualizadas, bajo consumo de energía, y baja latencia, permitirían la masificación e interconexión de los dispositivos. Según Akpakwu, Silva, Hancke,

y Abu-Mahfouz (2017), se puede agregar el concepto de comunicación entre 'cosas' sin la intervención humana como beneficio a lo ya mencionado, el IoT generará un cambio en nuestras vidas diarias y contribuirá a la economía global. Dentro de las aplicaciones emergentes, que se suman a la lista ya mencionada, se agregan los sistemas de monitoreo para agricultura, control de tráfico, aplicaciones industriales e internet táctico.

### **1.3.3. Las telecomunicaciones**

El ser humano, desde los comienzos de su historia, ha buscado mantenerse en grupos para asegurar su prosperidad y crecimiento, es ahí donde la comunicación entre grupos se vuelve un factor clave para cumplir este propósito; se puede hablar de comunicación desde el uso de cartas, palomas mensajeras, o chasquis en el antiguo imperio inca, sin embargo, se habla de telecomunicaciones a la transmisión de información a través de cables, ondas de radio, medios ópticos o algún sistema electromagnético (ITU, 2019); es decir que se requiere de un por lo menos dos participantes: un transmisor y un receptor, que compartan o se envíen información por alguno de los medios previamente mencionados y que por lo general involucra el uso de tecnología. Los servicios principales de las telecomunicaciones esta catalogados en dos: satelital y terrestre, dentro de este último se encuentran los servicios de radiodifusión, fijo, móvil marítimo, móvil aeronáutico, entre otros (ITU, 2019).

Dentro de los primeros usos emblemáticos de las telecomunicaciones en la historia están el telégrafo, introducido aproximadamente en 1832 cuando Morse hace una prueba de su telégrafo electromagnético con un barco logrando intercambiar información, siendo luego comercializado e inventando el conocido código Morse (Calvert, 2000); y el teléfono en 1876 por Alexander Graham Bell, que como principio tomo el telégrafo análogo, es decir que no usaba ondas electromagnéticas sino cables análogos, y cambio la información que se enviaba por la de ondas sonoras que replicaban la voz del hombre (Connected Earth, 2005). Luego de eso aparecieron otros usos emblemáticos de las telecomunicaciones como la radio, la televisión y el más importante del último siglo: el Internet.

A nivel mundial existen dos entidades principales encargadas del sector de telecomunicaciones, uno es la ITU y la otra es la 3GPP. Entre ellas se encargan

de manera estructurada de la organización y estandarización de los diferentes servicios de telecomunicaciones alrededor del mundo.

La ITU, es la Unión Internacional de Telecomunicaciones formada desde 1865 (ITU, 2019) y funciona como un organismo de la Organización de las Naciones Unidas, ONU por sus siglas, cuyo objetivo es facilitar la conectividad entre todas las personas del mundo, se encuentra estructurado en tres sectores: i) Radiocomunicaciones, ii) Estandarización y iii) Desarrollo; el sector de radiocomunicaciones se encuentra dividido por servicios: satelital y terrestre, dentro de este último se encuentran los servicios de radiodifusión, fijo, móvil marítimo, móvil aeronáutico, entre otros, y se encarga de asegurar el uso de manera racional, igualitaria, eficiente y económica de los servicios que hacen uso del espectro de radiofrecuencia; el sector de estandarización se encarga de juntar a diferentes expertos del mundo del rubro de telecomunicaciones y generar estándares y/o recomendaciones de las telecomunicaciones para asegurar la interconectividad con diferentes tecnologías; y el sector de desarrollo se encarga de generar cooperativas y sociedades que se solidaricen para llevar asistencia técnica para la creación, desarrollo y mejora de las telecomunicaciones en países en desarrollo. Adicionalmente, la ITU toma en consideración otras áreas de acción de componentes más transversales como: la accesibilidad hacia las telecomunicaciones, las redes de banda ancha, el cambio climático, la ciber-seguridad, la brecha digital, las telecomunicaciones emergentes, los emprendimientos o start-ups, el internet, la igualdad de género y la juventud con su educación.

La 3GPP o Proyecto Asociación de Tercera Generación en español, que es una asociación global de personas especializadas en telecomunicaciones encargadas de desarrollar las especificaciones de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones móviles (3GPP, 2019), se creó por la ITU para el desarrollo de la red de tercera generación o 3G tomando como base las redes de segunda generación o 2G; la implantación de esta organización fue tan impactante que cada año y medio se tenían nuevas recomendaciones y estandarizaciones que mejoraban el servicio de 3G, es debido a esto que la 3GPP se encargó de desarrollar las especificaciones técnicas del 4G que de igual manera comenzó a implantar nuevas mejoras cada periodo de años. Siendo ahora la encargada



del desarrollo de las especificaciones de la red 5G que comenzaron a salir desde el año 2015, pero es en 2019 que se ve las primeras implementaciones comerciales.

Las telecomunicaciones en el Perú se encuentran principalmente estructuradas en tres pilares: el estatal, el empresarial y el de educación, dentro de ellas existen diferentes organizaciones o divisiones que trabajan de forma independiente y en algunos casos de manera transversal entre los diferentes pilares. El primer pilar es el estatal, formado principalmente por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones o MTC que se encarga del “desarrollo de sistemas de transporte, y de la infraestructura de las comunicaciones y las telecomunicaciones” (MTC, 2019) que adicionalmente cuenta con el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones o FITEL que se encarga de usar los fondos para el acceso de servicio de telecomunicaciones esenciales en las diferentes localidades del Perú (MTC, 2019) y el OSIPTEL que se encarga de regular las telecomunicaciones del Perú (OSIPTEL, 2019). Siendo el MTC y el OSIPTEL entes del estado, permite asumir que su comunicación y sus funciones son fluidas y funcionales. Sin embargo, el contexto actual hace presumir todo lo contrario. Estas entidades tienen principal relación con el pilar empresarial, generalmente la relación del MTC y del OSIPTEL es una relación unilateral y fiscalizadora ante los entes del pilar empresarial, en cambio para el caso de FITEL se generan relaciones para formar proyectos que benefician con servicios de telecomunicaciones a las localidades del Perú.

El segundo pilar es el empresarial, donde según el OSIPTEL (2019) se tienen 13 empresas de telecomunicaciones, siendo Telefónica Móviles S.A. o Movistar, Claro Perú, Entel Perú y Bitel las empresas líderes en el sector móvil, adicionalmente existen diferentes empresas que no se encuentran en la lista obtenida del OSIPTEL pero que si ofrecen diferentes tipos de servicios de telecomunicaciones alrededor del Perú, como WIN que es una empresa relativamente nueva en el mercado pero que ofrece el servicio de FTTH (*Fiber to the Home*) siendo una tecnología de última generación. Las empresas cuentan con una cultura de competencia de mercado donde tratan de generar o mantener el monopolio del mercado de las telecomunicaciones.

El tercer pilar es el de educación, en donde existe 17 universidades que ofrecen la carrera de 'Ingeniería de Telecomunicaciones' y 4 institutos que ofrecen la de 'Técnico en Telecomunicaciones' (IPAE, 2019). Como un caso excepcional, existe el programa 'Seeds for the Future' de la empresa Huawei que de manera transversal ofrece un programa para estudiantes de la carrera de 'Ingeniería de Telecomunicaciones' e 'Ingeniería Electrónica' para que viajen a las instalaciones principales de Huawei ubicadas en China para captar talentos y que experimenten de primera mano el desarrollo de las nuevas tecnologías del sector de telecomunicaciones (BTPUCP, 2019).

Para el periodo de 2018 a 2019 se realizaron diferentes regulaciones a las telecomunicaciones en el Perú, se logran identificar variaciones en los temas con relación al 'Espectro' (Morales, 2019) ya que es la fuente principal para los servicios de telecomunicaciones, siendo la telefonía móvil la más representativa. Para el caso del 5G, se tienen que limpiar y licitar el espectro según las normas y estandarizaciones de la 3GPP, actualmente se encuentra en proceso de limpieza y definición. Dentro de los otros puntos que presentaron variaciones son el de la Ley N.º 28295 o 'Ley que Regula el Acceso y Uso Compartido de Infraestructura de Uso Público para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones' que de alguna manera busca concientizar a los operadores al impacto visual y estructural que representa la implementación de sus propias infraestructuras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015). De igual manera, la 'Portabilidad' presenta variaciones y se puede ver su impacto en el reporte trimestral que presenta el organismo regulador referente a la cantidad de líneas migradas según servicio y por operador.

#### **1.4. Investigaciones similares asociadas al estudio**

Para poder establecer estrategias y escenarios a futuro, se pretende establecer una relación con las investigación y publicaciones afines al estudio que se está realizando con el fin de no solo enriquecer el fundamento teórico del estudio, sino también alimentar de información a las herramientas que se emplearan en el desarrollo del mismo. Dentro de las publicaciones revisadas, se encuentra Warwick (1997) que se encarga de reflexionar en el impacto de la batalla de dos empresas de telecomunicaciones: 'WorldCom' y 'GTE', por la compra de una tercera 'MCI' para poder sostener el monopolio que tenían, posiblemente

desencadenarían alianzas a escala global o simplemente mostraban que las empresas comenzaban a desmoronarse. Se resaltan tres estrategias de cambio para asegurar la estabilidad de la empresa de telecomunicaciones frente a un escenario donde los monopolios desaparecen: i) aceptar que están en circunstancias reducidas, para así poder establecer estrategias de respuestas y no caer en una inercia de negación; ii) asegurar sus intereses centrales haciendo uso de su capital y tecnología para transformarse e innovar soluciones para ganar nuevos o recuperar clientes que se han perdido a la competencia; y iii) usar estrategias internacionales, ya que el mundo al ser globalizado se tiene que adelantar a la demanda y competencia (Warwick, 1997); a pesar de haber pasado más de 20 años desde la fecha de la publicación, estas tres estrategias pueden ser aplicadas a cualquiera de las empresas líderes del sector de telecomunicaciones de Perú que ofrecen los servicios de telefonía e internet móvil.

Briggs y Hopwood (1999) realizaron una investigación que empleaba elementos de prospectiva para generar las visiones de la evolución del sector TIC en Europa para los próximos años considerando las opiniones de expertos pertenecientes a diecisiete empresas de telecomunicaciones. Lograron establecer tres grupos de variables o drivers en los que las TICs presentaban cierto grado de impacto o influencia, los grupos de drivers son: desarrollo social, condiciones límites y desarrollo tecnológico; estadísticamente identificaron que el impacto generado de un cambio a nivel económico o social por un desarrollo de las sociedad generaba un incremento por la demanda de servicios de comunicaciones, no obstante, en la realidad esta relación se torna más compleja por elementos intermediarios que denominaron condiciones límites. Dentro de sus predicciones establecen que, si los grupos de tecnología, industrial, mercado y empresas convergen para lograr desarrollar la sociedad, se logra identificar que la tecnología, las aplicaciones, la usabilidad y la asequibilidad es lo que hace posible la convergencia y el funcionamiento de las nuevas tecnologías. La identificación de estos grupos de influencia aplicados al contexto actual del mercado peruano, donde determinar el desarrollo social mediante la tecnología, según el estudio es de la información y comunicación, impacta en diferentes aspectos de la sociedad.

Dentro de un contexto local, Gutarra y Valente (2018) realizan un estudio prospectivo de las Mipymes de componente de negocio tecnológico que apunten hacia la industria 4.0 al 2030 en el Perú. El 5G junto con el Internet de las Cosas son algunos de los conceptos clave para el desarrollo de la Industria 4.0. Gutarra y Valente indican que la “inmersión en innovación, sistemas embebidos, automatización de la manufactura e inteligencia artificial, ha configurado una nueva era” (2018, pág. 754) y se requieren de ciertas estrategias para poder aprovechar esta nueva era. Dentro de su estudio se abarcan conceptos de alta amplitud, al igual que Briggs y Hopwood (1999), que incluyen componentes no solo tecnológicos sino sociales, económicos, normativos, entre otros. Se determinó que la educación en la parte de emprendimiento y el establecimiento de un marco normativo articulado y sistémico que impulse el desarrollo tecnológico y la innovación, son las variables determinantes para que las Mipymes tecnológicas desarrollen a futuro la inserción hacia la industria 4.0. Establecer componentes locales que ayuden a la distinción de variables o grupos de variables que influyen de manera global y específica al estudio, como lo es en el caso de lo encontrado y expuesto por Gutarra y Valente (2018), permiten establecer y alimentar el estudio realizado.

En un estudio realizado por Liu y Jiang (2016) nos ofrece los escenarios y requerimientos de sostenibilidad para la tecnología 5G en el año 2020, además de aplicaciones de uso, capacidades técnicas y tecnologías candidatas para el uso del 5G. Dentro del escenario que plantean Liu y Jiang (2016) se presenta que el internet móvil se orientara en la experiencia para las personas, donde servicios de video de alta calidad, realidad aumentada, cloud, video juegos en línea requieren de altas velocidades de transmisión y muy baja latencia; de igual manera resalta el impacto del internet de las cosas en la vida diaria para servicios como smart home, monitoreo ambiental, agricultura inteligente, entre otros; debido al alto componente de seguridad, otras aplicaciones del 5G recaen en banca electrónica, redes de vigilancia, vehículos autónomos y medicina móvil. En general Liu y Jiang (2016), nos muestran un escenario donde los servicios del 5G se han asentado en diferentes aspectos de la sociedad y la economía donde requerimientos de sostenibilidad y eficiencia necesitan ser cumplidos para garantizar su funcionalidad, entre los problemas que son mencionados se

encuentran la energía y complejidad de despliegue y mantenimiento de la red, coexistencia con otras tecnologías, monitoreo y recursos de los servicios sin la capacidad rápida de atención, y problemas en el espectro de radio. Así mismo, Liu y Jiang (2016) mencionan que la red de 5G no puede ser 'pagada' por los usuarios, es una forma de decir que la rentabilidad de la red 5G no se basa en cobrar por volúmenes de datos de los usuarios, y se debería de buscar resolver los problemas planteados de manera eficiente, flexible y adaptable de los escenarios y servicios para simplificar la optimización y mantenimiento de la red 5G.



## **2. Capítulo 2. Metodología**

En este capítulo se describen los detalles de la metodología mixta, el estudio de caso y la metodología de Vigilancia y Prospectiva seleccionada para realizar el estudio. Así mismo, se profundiza en los procesos que integran el método completo para el desarrollo del estudio.

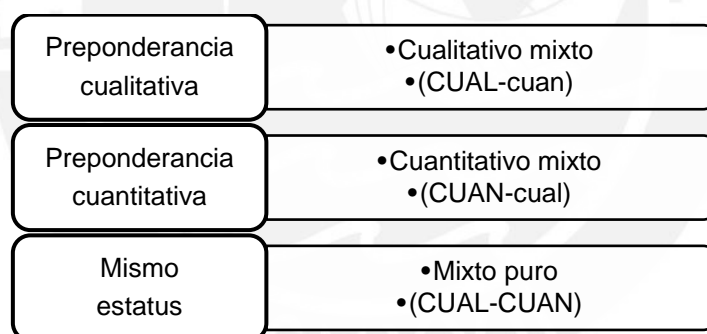
### **2.1. Metodología Mixta**

Dentro de la metodología de la investigación, que es “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 4), se ha logrado direccionar las diferentes corrientes y conocimientos en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Sin embargo, en años más recientes, como lo indica Hernández, Fernández y Baptista en Metodología de la investigación (2010), se establece el enfoque mixto no como un reemplazo de los enfoques anteriores, más bien busca combinarlas para aprovechar las fortalezas y reducir las debilidades. Teniendo en cuenta lo expresado, se plantea describir principalmente el enfoque mixto en el estudio.

El enfoque de investigación mixto a lo largo de los años ha recibido diversos nombres tales como investigación integrativa, investigación multimétodos, métodos múltiples, estudios de triangulación, e investigación mixta (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010). Se puede definir como los procesos sistemáticos y empíricos que implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, ya que al ser una metodología que engloba ambos enfoques requiere necesariamente del uso de ambos, luego la integración y discusión de resultados con el fin de obtener metainferencias para lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández & Mendoza, 2008), es decir, obtener un panorama más completo del fenómeno gracias a la integración de los enfoques cuantitativo y cualitativo. De igual manera, para Hernández, Fernández y Baptista el enfoque mixto de la investigación “implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (2010, pág. 544).

Debido a que los enfoques cuantitativo y cualitativo ofrecen una perspectiva distinta del mundo, ambos se consideraban irreconciliables y opuestos al punto de que no pueden ser mezclados por distintos autores (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010). Sin embargo, dentro de una investigación se puede determinar una realidad objetiva y una realidad subjetiva de los factores y personas que engloba y por lo tanto coexiste para uno o varios fenómenos, donde la visión objetiva es la cuantitativa y la subjetiva es cualitativa. Es importante resaltar más las fortalezas que las debilidades y limitaciones de cada enfoque (cuantitativo y cualitativo), la investigación nos dirá particularmente que método o ambos emplear.

Existen tres enfoques mixtos principales en los que se puede realizar una investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), como se muestran en la Figura 4. Donde dependiendo de la preponderancia son cualitativa, cuantitativa y pura, siendo la predominancia de la última igual para los dos enfoques, cuando el enfoque predominante es cualitativo se determina con un CUAL y en caso sea cuantitativo es CUAN.



**Figura 4. Principales enfoques mixtos**

Fuente: Elaborado a partir de Hernández, Fernández, y Baptista (2010)

### 2.1.1. El pragmatismo

Al considerar una perspectiva filosófica, el enfoque mixto se apoya en el pragmatismo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), ya que la base es reunir diferentes modelos en un mismo espacio con el fin de generar un entendimiento idóneo que se ha facilitado gracias a la convergencia de los modelos iniciales (Greene, 2007). Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), el pragmatismo incorpora perspectivas, premisas, metodologías, técnicas, entendimientos y valores que constituyen los componentes de los modelos con el propósito de

buscar soluciones prácticas, utilizando los criterios y diseños más apropiados para un planteamiento, situación y contexto de la investigación. De igual manera “la lógica del pragmatismo (y consecuentemente de los métodos mixtos) incluye el uso de la inducción, deducción y de la abducción” (2010, pág. 553).

Respecto al enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo dentro del enfoque mixto, el pragmatismo implica pluralismo donde el empleo de los enfoques como modelo son muy útiles y constructivos. Ya que para el enfoque cuantitativo describe la realidad de manera objetiva, lo que separa al observador de su realidad; mientras que el enfoque cualitativo considera la naturaleza cambiante de la realidad, es decir que se crea por las experiencias de las personas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010). Finalmente, el pragmatismo no pretende homologar los modelos, las visiones y/o las metodologías de los investigadores, que por defecto son distintos, más bien la visión de modelos transversales ofrecen una fortaleza potencial a la investigación, como la metodología de enfoque mixto, pretende aprovechar las fortalezas y reducir las debilidades de los mismos.

### **2.1.2. Usos y pretensiones**

Teniendo en cuenta la complejidad de los fenómenos y problemas actuales que se pretende investigar, el uso de un solo enfoque, ya sea cuantitativo o cualitativo, es insuficiente; por ello, los métodos mixtos ofrecen una solución a la problemática planteada (Hernández & Mendoza, 2008). Dentro de los beneficios que ofrecen los métodos de enfoque mixto están: i) lograr una perspectiva amplia, profunda, integral y completa, debido a que se explora distintos niveles del problema y las perspectivas: “frecuencia, amplitud y magnitud (cuantitativa), así como profundidad y complejidad (cualitativa); generalización (cuantitativa) y comprensión (cualitativa)” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 550) contribuyen al propósito; ii) plantear el problema de investigación con mayor claridad; y iii) producir mejores datos mediante la diversidad de observaciones, fuentes y contextos, que permiten mayor aprovechamiento de los datos y su posterior análisis.

Para Collins, Sutton y Onwuegbuzie (2006) existen cuatro razonamientos para utilizar los métodos mixtos: i) enriquecer la muestra al mezclar enfoques; ii) mayor exactitud de las herramientas disponibles; iii) fiabilidad e integridad del



tratamiento; y iv) optimizar significados para facilitar la perspectiva de los datos, interpretaciones y resultados. En base a Greene (2007), Hernández y Mendoza (2008), y otros autores, Hernández, Fernández y Baptista (2010) presentan ocho pretensiones sobre el enfoque mixto, los cuales se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6. Pretensiones básicas del enfoque mixto**

Pretensión	Descripción
Triangulación	Corroborar, converger, confirmar y/o corresponder o no, los métodos cuantitativos y cualitativos.
Complementación	Entender o ilustrar o los resultados de un método sobre la base de los resultados del otro.
Visión holística	La visión completa es más significativa que la suma de sus componentes.
Desarrollo	Emplear los resultados de un método para ayudar a desplegar o informar al otro método.
Iniciación	Descubrir contradicciones, paradojas, perspectivas y marcos de referencia. Además de la posibilidad de modificar el planteamiento inicial y resultados de un método gracias a la contribución de otro.
Expansión	Al emplear diferentes métodos para distintas etapas del proceso se expande o amplía el conocimiento obtenido.
Compensación	Las debilidades de un método pueden ser subsanadas por el otro.
Diversidad	Obtener variedad de puntos de vista, incluso pueden ser divergentes, del fenómeno bajo estudio.

Fuente: Elaborado a partir de Hernández, Fernández y Baptista (2010)

### 2.1.3. Proceso mixto

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) no existe un solo proceso mixto inamovible, en cambio es la integración de distintos procesos que convergen en uno de manera flexible lo que ofrece los beneficios mencionados al inicio del capítulo 2. Sin embargo, los autores plantean procesos fundamentales a tener en cuenta para la elaboración de una investigación mixta, que al igual que los enfoques cuantitativo y cualitativo son planteados como base para su desarrollo, los cuales se presentan en la Tabla 7.

Finalmente, los procesos presentados son los fundamentales para el desarrollo de la metodología mixta, pero como se especifica tanto para la definición de los procesos y el diseño del estudio, la flexibilidad que ofrecen es una de sus

fortalezas. Al tener estrategias de respuestas y métodos de validez para los procesos, es como esta flexibilidad permite explotar, combinar y complementar los diferentes enfoques dentro del estudio para aprovechar las fortalezas y reducir las debilidades.

**Tabla 7. Procesos fundamentales mixtos**

Proceso	Descripción
Planteamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso e integración de los enfoques cuantitativo y cualitativo.</li> <li>▪ Planteamiento del problema y de las preguntas del estudio (cuantitativas, cualitativas, mixtas y/o por fase de estudio).</li> </ul>
Revisión de la literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisión completa de la literatura pertinente para el planteamiento.</li> <li>▪ Usar referencias cuantitativas, cualitativas y mixtas.</li> </ul>
Hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Si la investigación es para confirmar un fenómeno, las hipótesis se incluyen en la fase cuantitativa.</li> <li>▪ En cambio, si es exploratoria, las hipótesis son una salida de la fase cualitativa.</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El diseño cuenta como uno de los puntos fuertes, ya que, se parte de un diseño mixto general y luego se realizar uno específico para el estudio.</li> <li>▪ Las pautas para el diseño son:               <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Peso del estudio, donde se determina la preponderancia.</li> <li>ii. Tiempo, desarrollo secuencial o concurrente.</li> <li>iii. Propósito de la integración de datos, transformación de datos para su análisis (cualificar datos cuantitativos o cuantificar datos cualitativos).</li> <li>iv. Etapas, integrar los enfoques.</li> </ol> </li> <li>▪ Existen diseños mixtos específicos que facilitan la investigación.</li> </ul>
Muestreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existen principalmente dos: Probabilístico (cuantitativo) y No probabilístico o propositivo (cualitativo).</li> <li>▪ Dentro de las estrategias se tienen cuatro: básico, secuencial, concurrente o paralelo, y multiniveles o anidados.</li> </ul>
Recolección de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir los tipos de datos cuantitativos y cualitativos a recolectar.</li> <li>▪ Codificación de datos como números, análisis como texto y categorías.</li> </ul>
Análisis de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Procedimientos estandarizados cuantitativos (estadística descriptiva e inferencial) y cualitativos (codificación y evaluación temática), además de análisis combinado” (pág. 586).</li> <li>▪ Uso de datos originales o transformarlos a otros.</li> </ul>
Resultados e inferencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los resultados son comentarios y conclusiones del estudio.</li> <li>▪ Generalmente se plantean tres tipos de inferencias: las cuantitativas, las cualitativas y las mixtas o metainferencias.</li> <li>▪ Los resultados deben presentar consistencia entre los enfoques.</li> </ul>

Fuente: Elaborado a partir de Hernández, Fernández y Baptista (2010)

## 2.2. Estudio de Caso

Existen diferentes estrategias para abordar una investigación, si bien es cierto que Robert Yin en su libro 'Case Study Research: Design and Methods (Applied Social Research Methods)' (2008) realiza una comparación de cinco estrategias, indica que esas no son todas. Las estrategias se diferencian en la manera de recopilar y analizar la evidencia, además de aportar condiciones de uso que facilitan los propósitos de la investigación. Cabe indicar que los propósitos de una investigación pueden ser exploratorio, descriptivo o explicativo. Además, las estrategias que se mencionan pueden ser usadas para investigaciones dentro de los campos de la ley, negocios, medicina, políticas, ciencias naturales, entre otros.

Las principales cinco estrategias son: i) Experimento, ii) Encuesta, iii) Análisis de archivo, iv) Historia y v) Estudio de caso, donde en la práctica existen áreas de superposición entre ellas (Yin, 2008). Las tres condiciones que determinan que estrategias usar son: i) la forma de pregunta de investigación, ii) el control sobre los eventos de comportamiento y iii) el enfoque contemporáneo de los eventos, como se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8. Condiciones de estrategias de investigación**

Estrategia	Forma de pregunta de investigación	Control sobre los eventos de comportamiento	Enfoque contemporáneo de los eventos.
Experimento	'Cómo' y 'Por qué'	Control	Si
Encuesta	'Quién', 'Que', 'Dónde' y 'Cuánto'	No hay control	Si
Análisis de archivo	'Quién', 'Que', 'Dónde' y 'Cuánto'	No hay control	Ambos
Historia	'Cuán' y 'Por qué'	No hay control	No
Estudio de Caso	'Cuán' y 'Por qué'	No hay control	Si

Fuente: Elaborado a partir de Yin (2008)

El estudio de caso responde a pregunta del tipo 'cuán', 'por qué' e incluso 'cómo', donde las conductas y comportamientos no pueden ser controladas, y los eventos son de carácter contemporáneo. Las condiciones mencionadas son parecidas a la de historia donde la principal diferencia es la contemporaneidad

del estudio, ya que para el estudio de caso se pueden usar las herramientas de observación directa y entrevistas, pero para la historia no se puede.

La definición de estudio de caso, donde su esencia es el mostrar las decisiones y el proceso de cómo se formaron, tomaron y en que resultaron, es una pregunta empírica que investiga un fenómeno limitado contemporáneo dentro de un contexto actual y real que no puede ser controlado (Yin, 2008). Se mencionan cinco aplicaciones importantes para el estudio de caso: i) unir la explicación, implementación y los efectos; ii) describir el contexto de vida de una ocurrencia; iii) ilustrar tema de un nuevo modo descriptivo; iv) explorar situaciones de intervención no clara; y v) una meta-evaluación.

Dentro de las desventajas que le atribuyen al estudio de caso están que el investigador al no conocer por completo la metodología no logra tomar con imparcialidad los datos, otra es la generalización a partir de un solo caso, y por último es el tiempo largo empleado para el desarrollo. La primera desventaja se soluciona al hacer que el investigador entienda dentro de su armazón teórico la investigación del estudio de caso, para la segunda se plantea la 'generalización analítica', y para la tercera depende de los factores globales del estudio.

Adicionalmente para lograr tener un estudio que desde un principio sea realizable, se establece que se debe desarrollar un armazón para la teoría dentro de la fase de diseño con el propósito de generar una base firme, determinar los datos a coleccionar y la estrategia de análisis para todos los estudios (explicativo, descriptivo o exploratorio). Así mismo, el impacto de esta acción inicial repercute en la generalización de los resultados finales del estudio, donde principalmente se busca la 'generalización analítica' que la 'generalización estadística', siendo la principal diferencia que la primera toma los resultados empíricos del estudio de caso individualmente y la segunda es una inferencia realizada en base una colección de datos empíricos sobre una muestra (Yin, 2008).

### **2.2.1. Diseño, componentes y criterios**

Para lograr realizar una investigación se cuenta con un diseño de investigación, el cual conecta los datos a las respuestas inicial y finalmente a los resultados con sus conclusiones (Yin, 2008). Es como una guía dentro de las fases de colecciones de datos, análisis de datos e interpretación de las observaciones

que permite establecer el punto de partida y a donde se quiere llegar con el estudio. Para esto se cuentan con componentes y criterios para el diseño de investigación.

Existen cinco componentes dentro de un plan de investigación (Yin, 2008), que aplican al estudio de caso, estos son: i) la pregunta de estudio, que fueron establecidas al principio del punto '2.2' que permiten dar una idea de la estrategia más pertinente para el estudio, para el estudio de caso son preguntas del tipo 'como' y 'por qué'; ii) las proposiciones, que define el alcance de lo que se analizara dentro del estudio, de igual manera son preguntas que ayudan a definir subunidades o no de la pregunta central, existe la posibilidad de no tener ninguna proposición al tener un estudio con propósito 'exploratorio', iii) la unidad de análisis, el concepto se desarrolla más en el punto '2.2.2'; iv) la lógica que une los datos a las proposiciones, donde se establece una relación entre los datos emparejados y los modelos potenciales que resultan en un 'modelo-emparejado' que satisface el estudio (Campbell, 1975) ; y v) el criterio para interpretar los resultados.

Dentro de los criterios para juzgar la calidad de un estudio de caso, que aplican de igual manera a las diferentes estrategias de investigación, se encuentran cuatro: i) validez de la construcción, ii) validez interna, iii) validez externa y iv) confiabilidad (Yin, 2008). Desde la perspectiva de Kidder & Judd (1986), la validez de la construcción se encarga de revisar si se establecieron correctamente las medidas operacionales de los temas a estudiar, la validez interna confirma la existencia una relación causal y las condiciones que generan, la validez externa establece el dominio general de los resultados, y la confiabilidad demuestra que el estudio puede repetirse y se obtendrían los mismos resultados.

Teniendo en cuenta lo indicado por Yin (2008), se logran establecer tácticas y en que fases se aplican para cada uno de los criterios. La validez de la construcción, las tácticas de usar múltiples fuentes de evidencia, establecer una cadena de evidencia e identificar la información clave, y las fases de uso son la 'colección de datos' y la 'composición'. Para la validez interna, sus tácticas son emparejar el modelo y analizar o construir la explicación, y la fase es la de 'análisis de datos'. En cuanto a la validez externa, la lógica de repetición en el caso múltiple se usa como táctica y la fase es dentro del 'diseño de investigación'. Finalmente,

para la confiabilidad, usar protocolos y desarrollar la base de datos del estudio están presentes como tácticas, y la fase de 'colección de datos' es donde se ocurre la táctica.

### 2.2.2. Tipos de Estudio de Caso

De acuerdo a lo descrito por Robert Yin (2008), principalmente se tienen 4 tipos de planes de estudio de caso (como se muestra en la Figura 5), los cuales se encuentran distribuidos en una matriz de 2x2 donde por un lado se tienen al estudio de caso simple y múltiples, y por el otro se toma en consideración las unidades de análisis (unitarias o múltiples).



**Figura 5. Tipos base de Estudio de Caso (Matriz 2x2)**

Fuente: Elaborado a partir de Yin (2008)

Para lograr describir los cuatro tipos de estudio de caso mencionados y que son usadas para dirigir las preguntas de investigación, habría que partir primero por describir la diferencia de un estudio de caso simple y el múltiple, para luego especificar cada uno siguiendo la manera holística o integrada. El estudio de caso simple se puede asociar a la idea de un experimento simple (Yin, 2008), ya que las condiciones que justifican el experimento son virtualmente las mismas que para un estudio de caso; dentro de las principales razones para plantear un estudio de caso simple están i) el representar el caso para probar un teoría formulada con todas sus proposiciones dentro de un conjunto pertinente de circunstancias, ii) el representar un caso único y/o extremo que aparentemente vale la pena analizar ya que puede aportar o reconocer un nuevo fenómeno y iii) es un caso revelador que se encuentra asociado principalmente a la oportunidad analizar un fenómeno que antes era inaccesible. Pueden existir más razones que las tres mencionadas, pero todas tienen como desventaja que luego de realizar un poco desarrollo del caso puedan resultar en que no sean lo que se pesaban al comienzo, es por eso que se tiene que realizar una cuidadosa investigación

para el caso potencial para minimizar el problema de falsedad y maximizar las ganancias en evidencia.

Como ya se indicó, dentro del estudio de caso simple se encuentran los del tipo holístico e integrado, donde toman en consideración una sola unidad de análisis y varias unidades de análisis respectivamente. Generalmente, el estudio de caso simple que cuentan con subunidades dentro del estudio tiende a tener varias unidades de análisis por lo que se vuelven integrados. Algunas ventajas del tipo holístico es que usan cuando se es difícil encontrar subunidades lógicas del estudio y la teoría sostiene el estudio, y del tipo integrado es que las subunidades permiten enfocarse detalladamente en las diferentes preguntas de investigación; y algunas desventajas del tipo holístico es que tienden a manejarse en un nivel abstracto y con carencias a nivel de medición de datos, y del tipo integrado tienden a enfocarse en las subunidades y no regresar a la unidad principal del estudio (Yin, 2008).

Cuando se tiene más de un caso para la realización del estudio es cuando ya se considera el estudio de caso múltiple, donde es considerada a menudo más robusta (Herriott & Firestone, 1983) con respecto a la simple, más puede requerir mayor cantidad de recursos y tiempo para su desarrollo (Yin, 2008). Los diferentes casos dentro del estudio son usados para satisfacer dos criterios: i) una repetición literal, que es cuando el caso presenta resultados similares al planteado, y ii) una repetición teórica, cuando se producen resultados contrastantes con razones que se pueden predecir. Los diferentes casos dentro del estudio son tratados individualmente, además son identificados como holísticos o integrado lo que al final determina si el grupo es definido de igual manera.

Finalmente, hay que tener en cuenta que los planes pueden alterarse y requieren de una revisión en caso sea bajo graves circunstancias, lo que repercute en la flexibilidad y un análisis temprano de los datos del caso. Es decir, tomar un caso piloto donde se realiza la colección temprana de datos y análisis para que retroalimente el diseño del estudio y se pueda determinar el tipo final a considerar.

### **2.3. Metodología de Vigilancia y Prospectiva**

De la amplia variedad de metodologías expuestas en el estudio, se usará como base el modelo planteado por Ortega en su libro 'Prospectiva Empresarial: Manual de corporate foresight para América Latina' (2014) para el panorama general de Prospectiva, que tacitamente incluye parte de Vigilancia. Sin embargo, se plantea el uso de la norma 'UNE 166006:2018' (2018) como modelo de referencia para la Vigilancia del estudio.

Dentro de los modelos de Vigilancia e Inteligencia, se elaboro la Tabla 3 donde se toma lo planteado por Degoul (1992) como base para comparar los distintos modelos expuestos. Degoul (1992) plantea seis etapas dentro de su modelo: identificar, buscar, analizar, valorizar, difundir y orientar, donde las tres primeras se encargan del análisis de la información, las siguientes dos etapas se enfocan en los resultados obtenidos, y la última de la toma de decisiones. Debido a que la etapa de toma de decisiones no está contemplada para el presente estudio, no es considerada como factor determinante para comparar los distintos modelos recopilados. Es así que Degoul (1992), Palop y Vicente (1999) y la norma 'UNE 166006:2018' (2018) son los únicos tres métodos en cumplir las etapas requeridas de información y resultados. La elección de la norma 'UNE 166006:2018' (2018) como modelo para el estudio se da debido a que es una norma estandarizada por un ente europeo, además de ser reciente y actualizado a medida que la tecnología avanza por lo que lo lleva a mantenerse vigente. Para el caso de las herramientas disponibles dentro de la Prospectiva, la base de comparación es la de Godet (2000). Sin embargo, existen derivación y adaptaciones de la estructura de 'Escenarios' por Godet (2000), como la de Ortega (2014), donde existen muchas similitudes pero las diferencias que se deben resaltar son: la exploración del entorno, donde es prescindible encontrar los diferentes drivers de los diferentes entornos que afecten al estudio y no solo enfocarse en solo uno; y la estructura metodológica por etapas que se plantean, lo que permite tener un método de trabajo para el desarrollo de prospectiva y no solo grupo de herramientas.



**Tabla 9. Etapas del estudio a partir de la metodología planteada**

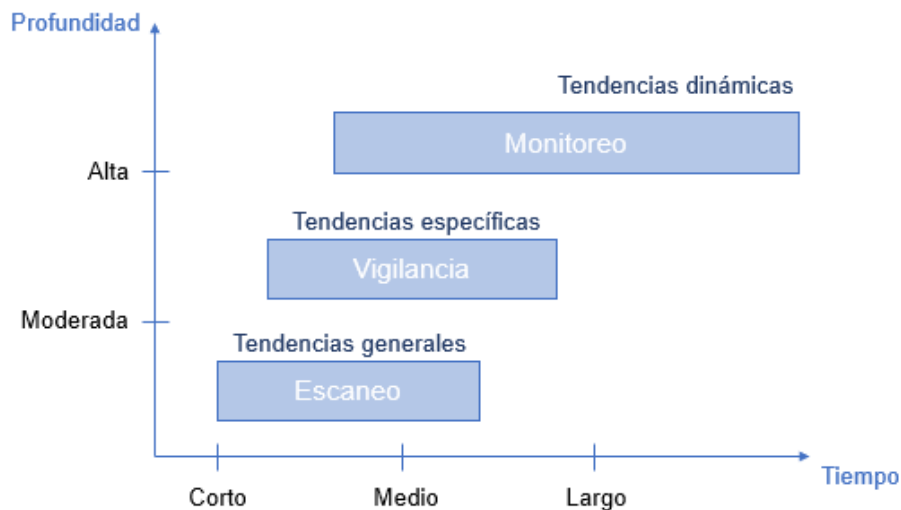
Etapas del estudio	Descripción de la acción
1) Planteamiento general	a) <b>Planificación del estudio.</b> Se planifica y define el estudio según el marco metodológico planteado para el estudio, así como las consideraciones para las distintas etapas. b) <b>Preparación de la ecuación de búsqueda.</b> Se evalúa la ecuación de búsqueda para los diferentes análisis a realizar que se acerquen al objetivo del estudio.
2) Búsqueda y análisis de la información (Vigilancia)	a) <b>Análisis bibliométrico.</b> Uso de la base de datos Scopus para la recopilación y búsqueda de la información. b) <b>Análisis de las actividades de patentamiento.</b> Uso de la información disponible en Patentscope, la cual usa las patentes registradas y aplicantes de la WIPO. c) <b>Análisis de tendencias.</b> Uso de las herramientas de búsqueda generales para la recopilación y búsqueda de las tendencias. d) <b>Tratamiento de la información.</b> Se realizara la presentación y/o transformación de la información relevante dentro de los análisis.
3) Identificación de drivers	Se identifican los drivers o variables de cambio que afectan a futuro el tema de estudio mediante el uso del método exploratorio de 'environmental scanning'; la información relevante se obtiene del análisis de la etapa 2.
4) Validación de drivers	Se validan los drivers para encontrar los más relevantes para el estudio, las herramientas de uso es la encuesta Delphi, la cual es una encuesta estructurada a partir de la información de la etapa 3 y es realizada a expertos del rubro del estudio.
5) Identificación de los drivers clave	Se identifican los drivers clave para la construcción de los escenarios futuros empleando el método de los ejes de Schwartz, luego se identifican los drivers que corresponden al cuadrante de Diversidad y finalmente se realiza el análisis estructural de los drivers obtenidos.
6) Construcción de escenarios	Se construyen los diferentes escenarios posibles en base a la relación estructural obtenida de la etapa 5. Los escenarios planteados son todos los posibles, por lo que se requiere de su validación.
7) Validación de escenarios	Se validan los escenarios para poder valorar y segregar por consistencia. Finalmente se elaboran los escenarios obtenidos.

Fuente: Elaborado a partir de Ortega (2014)

La metodología específica planteada se encuentra descrita en la Tabla 9. En la primera etapa, denominada 'Planteamiento general', se establecen dos partes: a) Planificación del estudio, donde se define el estudio según el marco metodológico planteado, las limitaciones del estudio y los objetivos del estudio, de igual forma el resto de las etapas del estudio que ha sido presentado en la Tabla 9; y b) Preparación de la ecuación de búsqueda, se desarrolla y evalúa la ecuación de búsqueda general para los análisis que se van a realizar en la siguiente etapa del estudio. La segunda etapa es 'Búsqueda y análisis de la

información', donde se desarrolla la metodología de Vigilancia e Inteligencia, se establecen las fuentes de información a emplear, según Fernández, Pérez y del Valle (2009) son los artículos científicos, patentes y marcas registradas, noticias técnicas, normas y legislaciones, productos y servicios, y congresos; para el estudio se desarrollara: a) Análisis bibliométrico, en base al uso de la base de datos de publicaciones 'Scopus' para determinar la relevancia desde una perspectiva técnica y los servicios y aplicaciones del 5G; b) Análisis de las actividades de patentamiento, en base a la información de patentes disponible en 'Patentscope' que es un motor por parte de la 'Organización Mundial de la Propiedad Intelectual' o WIPO por sus siglas en inglés, para observar los grupos de patentes en los que se han trabajado en los últimos años; y c) Análisis de tendencias, basado en el uso de herramientas de buscadores web, metabuscadores web y publicaciones disponibles en revistas electrónicas del sector para determinar las tendencias específicas con respecto al sector de telecomunicaciones en general y la tecnología móvil 5G; siendo todas estas desarrolladas en d) Tratamiento de la información, donde la información cualitativa será cuantificada y viceversa para poder observar patrones de comportamiento y alimentar las siguientes etapas del estudio.

El uso de análisis bibliométrico, análisis de las actividades de patentamiento y análisis de tendencias, han sido desarrollado durante décadas como técnicas para obtener indicadores de información para así evidenciar patrones similares de comportamiento o tendencias dentro de la misma, dentro de las más importantes se encuentran la métricas: bibliometría, cienciometría, informetría, webmetría, cibermetría, patentometría, entre otras (Ramírez, Fúquene, Rojas, & Castellanos, 2008). Así mismo, cabe resaltar que los diferentes análisis y técnicas de métricas mencionados son englobados dentro de la herramienta de Vigilancia del estudio. Sin embargo, existen otras dos posibilidades para el análisis: escaneo y monitoreo, donde existen cuatro características que las diferencian: i) grado de profundidad y resultados, ii) frecuencia de realización, iii) estructura requerida y iv) tiempo de ejecución (Castellanos Domínguez, Fúquene Montañez, & Ramírez Martínez, 2011).



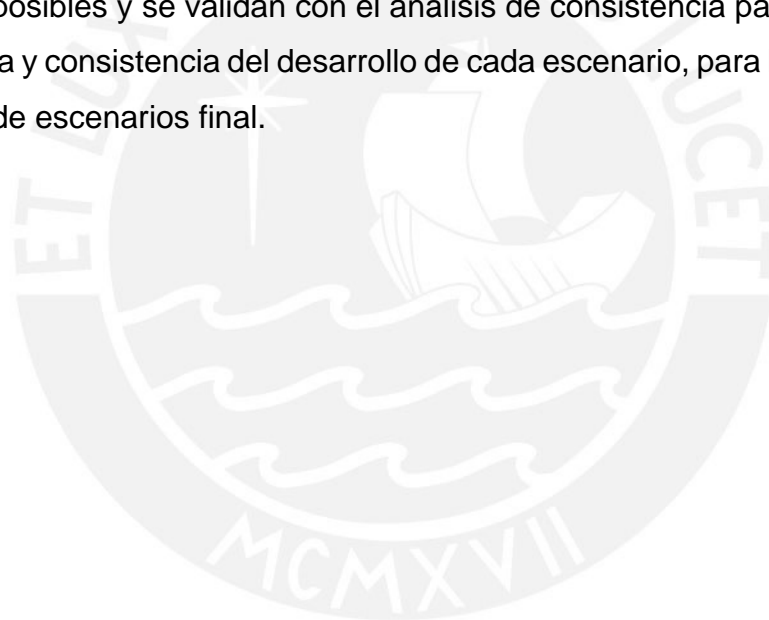
**Figura 6. Escaneo, Vigilancia y Monitoreo**

Fuente: Elaborado a partir de Castellanos Domínguez, Fúquene Montañez, & Ramírez Martínez (2011)

Como se observa en la Figura 6, el escaneo se emplea cuando se requiere adquirir información de manera rápida para de igual manera aplicarla rápidamente y se encuentra asociado a la búsqueda de tendencias generales; la vigilancia, ayuda a identificar la evolución e información de tendencias específicas dentro de un corto a mediano plazo para poder tomar decisiones informadas; y el monitoreo es un proceso continuo, por lo que requiere de mayor tiempo de desarrollo, es empleado para tendencias dinámicas y se profundiza para evidenciar oportunidades y definir la dirección de los desarrollos (Castellanos Domínguez, Fúquene Montañez, & Ramírez Martínez, 2011). Debido a que se requiere revisar tendencias específicas y la evolución de las mismas, el estudio a realizarse es el de Vigilancia.

En las siguientes etapas, se desarrolla la metodología de Prospectiva donde la tercera etapa corresponde a la 'Identificación de drivers' que busca identificar los drivers o variables de cambio que afectan a futuro al estudio mediante el uso del método exploratorio de 'environmental scanning', se emplea la información obtenida en la etapa anterior para definir estos drivers y se definen los vértices de interés, que para el estudio son: sociales, económicos, medioambientales, políticos y tecnológicos. La cuarta etapa, 'Validación de drivers', en base al uso de la herramienta encuesta Delphi, la cual es una encuesta estructurada

realizada a expertos del rubro del estudio, permite asignar la importancia, experticia del encuestado y periodo de los drivers. La quinta etapa es 'Identificación de los drivers clave', empleando el método de los ejes de Schwartz tomado como base los valores de la encuesta Delphi, luego se identifican los drivers que corresponden al cuadrante de Diversidad que corresponden a los drivers de mayor importancia y mayor incertidumbre. La sexta etapa es 'Construcción de escenarios', se realiza análisis estructural o de dependencia para determinar el grado de influencia entre los drivers clave identificados en la etapa anterior, de esta forma se determinan los ejes de trabajo entre drivers para luego poder determinar la cantidad de escenarios totales; la cantidad de escenarios se calcula en base a  $2^N$ , donde 'N' es la cantidad de ejes. Finalmente, la séptima etapa es la 'Validación de escenarios', se construyen todos los escenarios posibles y se validan con el análisis de consistencia para determinar la coherencia y consistencia del desarrollo de cada escenario, para luego obtener la cantidad de escenarios final.



### **3. Capítulo 3. Metodología aplicada y resultados**

En este capítulo se desarrolla el estudio de Prospectiva, con su componente integrado de Vigilancia, de acuerdo al modelo base de Ortega (2014) y la norma UNE 166006:2018 (2018).

#### **3.1. Planteamiento general**

La presente etapa se subdivide en dos partes: Planificación del estudio, se determina la estrategia a establecerse para el desarrollo adecuado y sistémico del trabajo; y Preparación de la ecuación de búsqueda, se realiza un proceso de búsquedas iterativas con la herramienta Carrot2 donde se validan los términos pertenecientes a los grupos de clústeres con mayor cantidad de resultados obtenidos.

##### **3.1.1. Planificación del estudio**

Se define el estudio como una investigación de 'prospectiva', incluyendo el componente de 'vigilancia', bajo un 'estudio de caso' de 'enfoque mixto'. El estudio de vigilancia se plantea del periodo de 2014 a 2019 y el de prospectiva plantea el Perú al 2030. El objetivo principal del estudio es identificar las principales variables de cambio y comprender los posibles efectos de las nuevas tecnologías, en especial el 5G, sus aplicaciones y servicios para las telecomunicaciones en el Perú al 2030, así como el escenario para este horizonte tomando en consideración la visión de expertos del sector y empleando la norma UNE 166006:2018 (2018) para el desarrollo de vigilancia y el modelo de prospectiva de Ortega (2014). Los objetivos secundarios para el análisis bibliométrico, bajo un enfoque técnico orientado a la síntesis de los artículos, presentar de manera ordenada los pilares en los que se basa la tecnología 5G y sus aplicaciones, para el análisis de las actividades de patentamiento es brindar información de los rubros de desarrollos actuales y los tipos de aportes que se presentan en las patentes, y para el análisis de tendencias nos brindara una lista de posibles tecnologías futuras o próximas. Así mismo, hay que tener en cuenta el mercado actual de las telecomunicaciones en el Perú, es por eso que se busca interpolar en base a los hallazgos el impacto y las recomendaciones que apliquen al contexto de las empresas que brindan servicios de telecomunicaciones que se encargaran del despliegue de la tecnología 5G.

### 3.1.2. Preparación de la ecuación de búsqueda

Para realizar la validación de los términos asociados a la tecnología 5G, se usa la herramienta Carrot2 y se realiza un proceso iterativo de búsquedas donde se tomaban los términos asociados con mayor relevancia. Por ejemplo, en la Figura 7 se muestran los resultados para la búsqueda del término '5G' donde los términos asociados con mayor relevancia son '5G Technology' y '5G Wireless' ya que presentan mayor cantidad de resultados que los demás términos, de esta manera se procede a realizar las búsquedas de los términos asociados encontrados para poder encontrar la terminología relevante, la cual se muestra en Tabla 10.

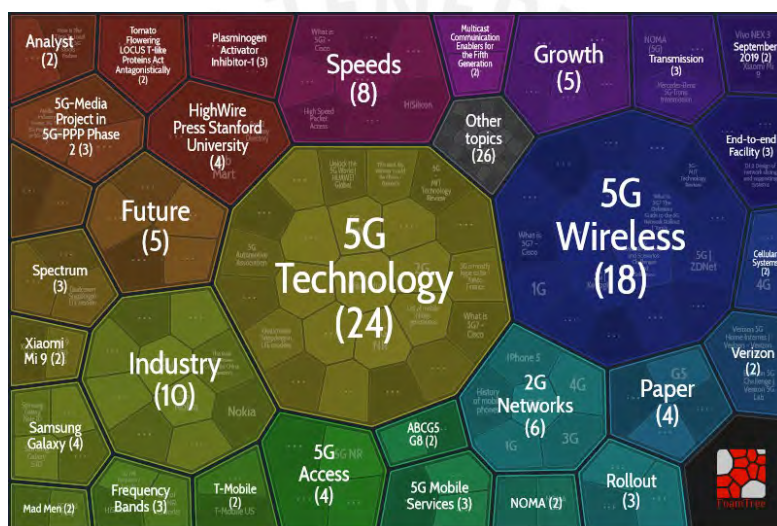


Figura 7. Resultados de la búsqueda del término '5G' en Carrot2

Fuente: Carrot2 (2019)

Tabla 10. Resultados de términos relevantes

Búsqueda	Términos
5G	<i>Technology; Wireless;</i>
5G Technology	<i>Fifth Generation; Mobile Network; Telecommunications; Wireless;</i>
"5G Technology"	<i>Mobile; Wireless;</i>
5G Wireless	<i>Mobile; Communication</i>
"5G Wireless"	<i>Wireless; Mobile; Services</i>

Fuente: Elaboración propia

## 3.2. Búsqueda y análisis de la información

### 3.2.1. Análisis bibliométrico

De acuerdo a los términos obtenidos en la etapa anterior, se procede a escoger los más relevantes para la ecuación de búsqueda. Sin embargo, luego de realizar diferentes búsquedas previas en la base de datos de Scopus se determina que se requería la inclusión del término 'new radio' para poder segmentar el componente técnico que se requiere. Es por eso que la ecuación de búsqueda es la siguiente: **(TITLE-ABS-KEY ((5g) OR ("fifth generation")) AND TITLE-ABS-KEY ((wireless) OR (mobile) OR (telecommunication)) AND TITLE-ABS-KEY ("new radio")) AND PUBYEAR > 2013.**

Se obtienen 505 artículos que cumplen con la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, se proceden a usar las herramientas de Orange y VOSviewer para la evaluación de la información encontrada. En la Figura 8 se observa el 'Word Cloud' de la herramienta Orange asociado a los títulos, resúmenes y palabras claves; en la Figura 9 y Figura 10, mediante el VOSviewer, se presentan las relaciones entre autores y países respectivamente; y en la Figura 11, se presenta las relaciones entre las palabras encontradas en los títulos y resúmenes.

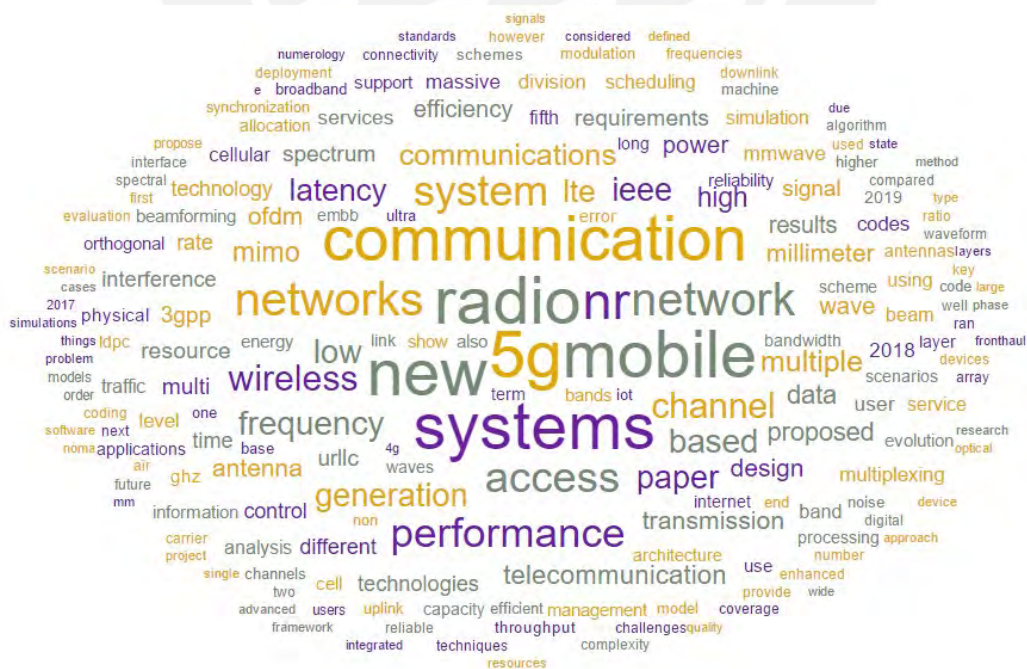


Figura 8. Word Cloud de los artículos

Fuente: Elaboración propia en base a Scopus (2019)

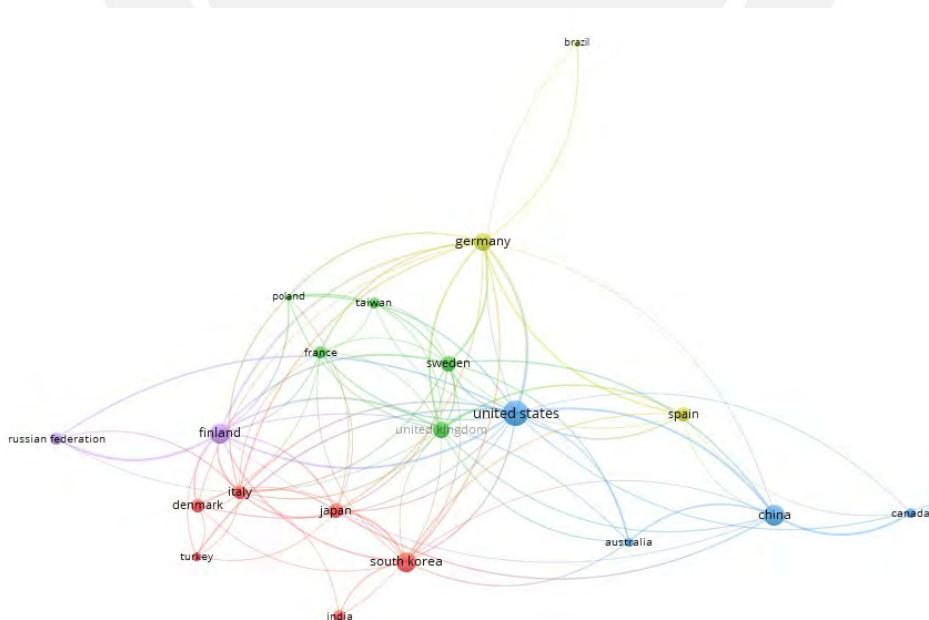
Al obviar los términos relacionado con la ecuación de búsqueda, se puede observar en el Word Cloud que los términos que más resaltan son: redes, sistemas, acceso, canal, performance, frecuencia, latencia, y otros que guardan relación las tecnologías que permiten el funcionamiento de la tecnología 5G.



**Figura 9. Diagrama de red de autores de los artículos**

Fuente: Elaboración propia en base a Scopus (2019)

Se logra identificar 3 grupos de autores que interactúan mucho entre sí y algunos autores que funcionan de puente de comunicación como el caso de Pedersen. Al realizar un contraste entre estos autores y los artículos más citados no se encuentran relaciones claras entre ellos, lo que puede entenderse como una red de información dentro de una organización en particular como la IEEE.

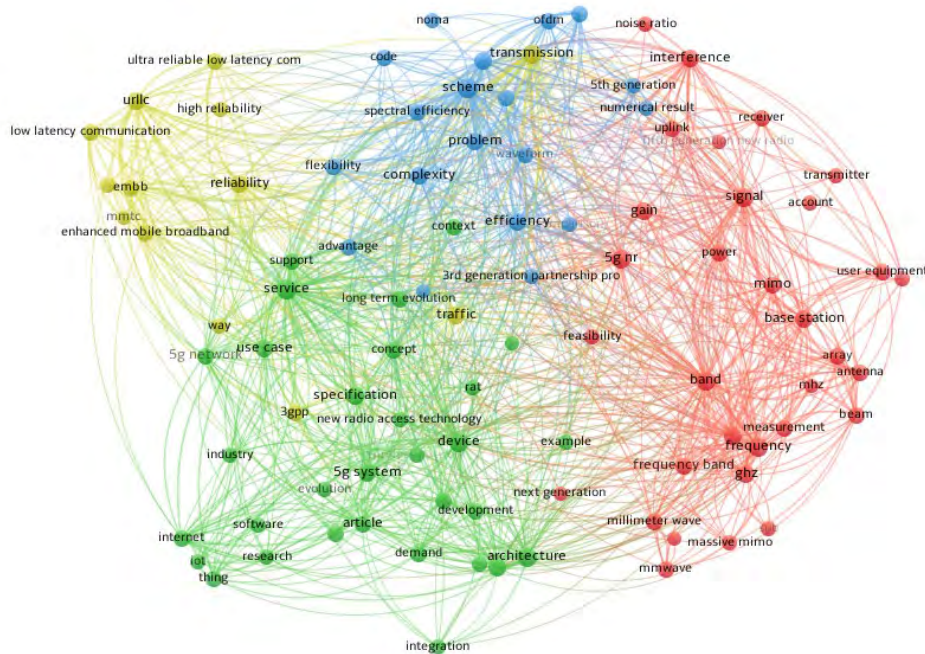


**Figura 10. Diagrama de red de países de los artículos**

Fuente: Elaboración propia en base a Scopus (2019)



Se puede determinar la centralidad que presenta Estados Unidos con respecto de las demás. Reino Unido presenta centralidad parecida, más no el mismo impacto de artículos que Estados Unidos. Cabe mencionar países como China, Finlandia y Corea del Sur, ya que son base de operaciones de algunas de las principales compañías que desarrollan tecnología. Como caso singular, se puede observar Brasil como único contribuyente de la región Latinoamérica.



**Figura 11. Diagrama de red de las palabras de los artículos**

Fuente: Elaboración propia en base a Scopus (2019)

Existen 4 grupos altamente relacionados entre sí y ciertas palabras transversales como 3GPP, que es una asociación global de personas especializadas en telecomunicaciones encargadas de desarrollar las especificaciones de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones móviles (3GPP, 2019); tráfico, que se relaciona al volumen de información que se transmite en un sistema; y transmisión, que es el medio de comunicación entre diferentes elementos. Al revisar detalladamente los grupos formados se establecen los siguientes nombres para relacionarlos: (1) Características estandarizadas, que se asocia al grupo amarillo, donde están los términos asociados a características establecidas por la 3GPP y que forman la base de los servicios del 5G; (2) Internet de las cosas, asociado al grupo verde, se observan los términos asociados a la tecnología que se dice que fomentará uno de los cambios de la

nueva revolución industrial o la Industria 4.0; (3) Tecnologías de acceso, asociado al grupo azul, relacionando a los términos de la interfaz de aire como el espectro, códigos y sus tecnologías asociadas; y (4) Tecnologías habilitadoras, asociada al grupo rojo, que engloban las otras tecnologías que permiten el funcionamiento del 5G.

**Tabla 11. Grupos y Subgrupos de los artículos**

Grupo	Subgrupos	Total
Características estandarizadas	URLLC/eMBB/mMTC	45
	Pensando a futuro	6
	<i>Network Sclicing</i>	6
	Arquitectura	2
Internet de las cosas	Habilitadores	9
	Aplicaciones	2
	KPIs/Performance	2
	Gestión	1
Tecnologías de acceso	NOMA/Codes/Schema	165
	Espectro RF	24
Tecnologías habilitadoras	MIMO/Antena/Beam/mm-Wave	106
	TX/Front & MidHaul	31
	Equipamiento	20
	Virtualización/Cloud/SDMN	13
	Seguridad	4
	<i>Small cells</i>	3
	Energía	2
	Arquitectura	1
<i>Dual Connectivity</i>	1	
Otros	Varios	62

Fuente: Elaboración propia en base a Scopus (2019)

Al contar con los 4 grupos definidos, se realiza la revisión, depuración y clasificación de los 505 artículos. De igual forma, se definen subgrupos para la





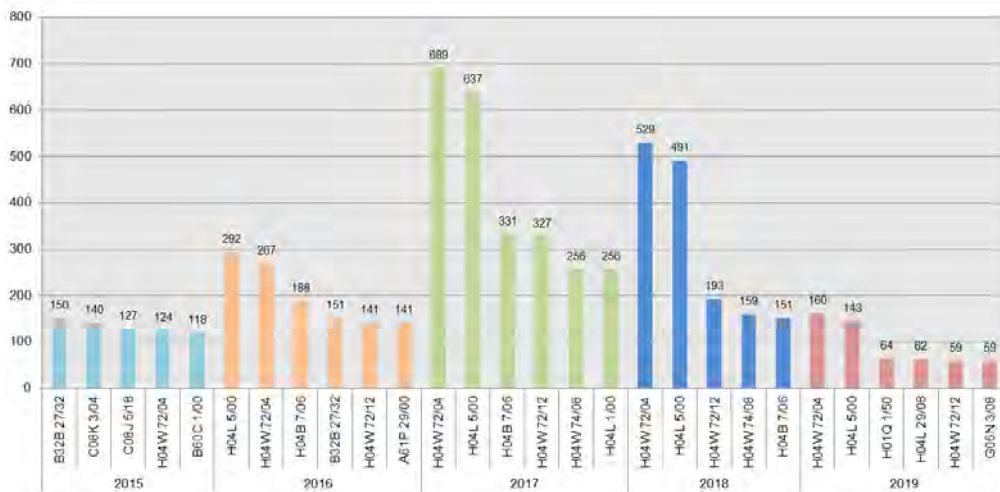
Dentro de los grupos y los términos encontrados se pueden resaltar los tres pilares del 5G (eMBB, URLLC y mMTC), donde servicios como el usuario final, los vehículos terrestres y aéreos autónomos, el internet móvil, el internet de las cosas, las industrias, la seguridad, el concepto de *'smart city'*, la redes de monitoreo, la realidad aumentada, las aplicaciones en la vida diaria y en tiempo real, las empresas, la salud, la privacidad o seguridad, el internet táctico, y el concepto de casa o *'smart home'*, son los que pertenecen a los pilares del 5G ya indicados. Adicionalmente, se tienen aplicaciones y servicios beneficiados de manera indirecta, donde la computación, siendo los conceptos de *'cloud'*, *'edge'* y *'fog'* los que más resaltan en este grupo; de igual manera, los conceptos de *'machine learning'*, *'inteligencia artificial'*, *'big data'* y *'deep learning'* se benefician de la gran cantidad de información que estará disponible gracias a la explotación del internet de las cosas y de los dispositivos que se conecten a la red.

### 3.2.2. Análisis de las actividades patentamiento

Para realizar el análisis de patentes se establece realizar una búsqueda general de la tecnología 5G asociada a los últimos 5 años. Se realizó uso de la información disponible en Patentscope, la cual usa las patentes registradas y alicantes de la WIPO. La ecuación de búsqueda empleada fue: **FP:(5G OR "new radio")**.

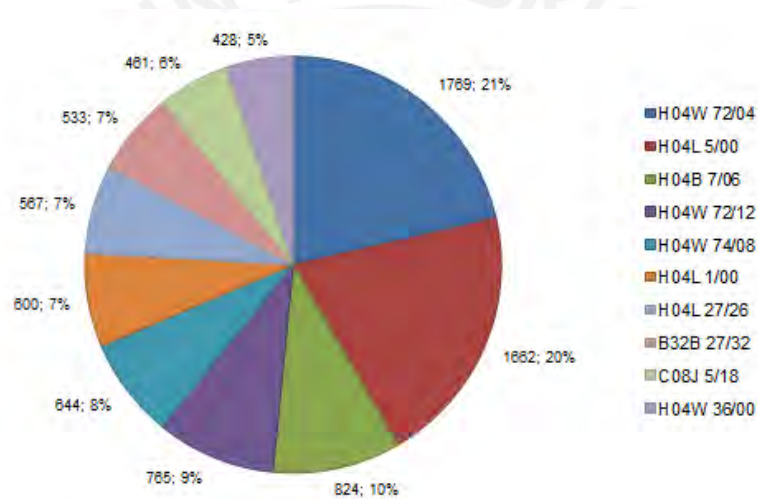
Se obtienen 43'992 patentes/registros que cumplen con la ecuación utilizada, se procede a utilizar el Microsoft Excel como herramienta de tratamiento y visualización de la información encontrada. En la Figura 15, se observa el Top 5 de IPC por año; en la Figura 16, se observa los IPC que han sido más patentados/registrados; en la Figura 17, Figura 18 y Figura 19, se presentan los países, las empresas y los registrantes de las diferentes patentes/registros encontrados respectivamente.

Dentro de las clasificaciones internacionales que cuenta con un crecimiento y se posiciona primero al pasar de los años es el IPC H04W72/04 o "Reserva de recursos inalámbricos", que se encuentra fuertemente asociado a las telecomunicaciones. El segundo IPC con más patentes/registros es H04L5/00 o "Disposiciones destinadas a permitir la utilización múltiple de la vía de transmisión", relacionado a la forma de transmisión.



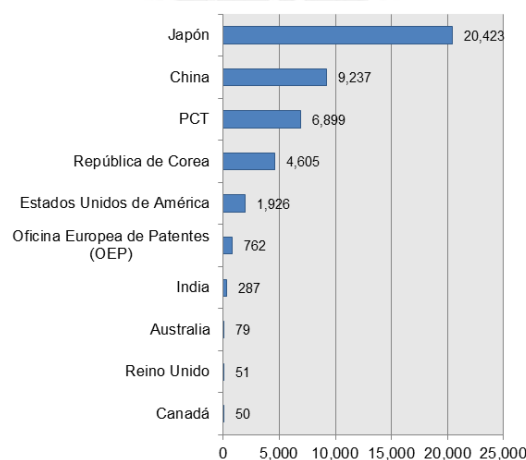
**Figura 15. Número de patentes/registros vs IPC por año**

Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)



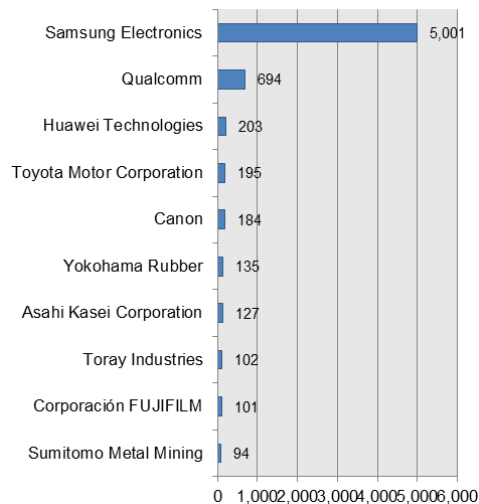
**Figura 16. IPC con mayor cantidad de patentes/registros**

Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)



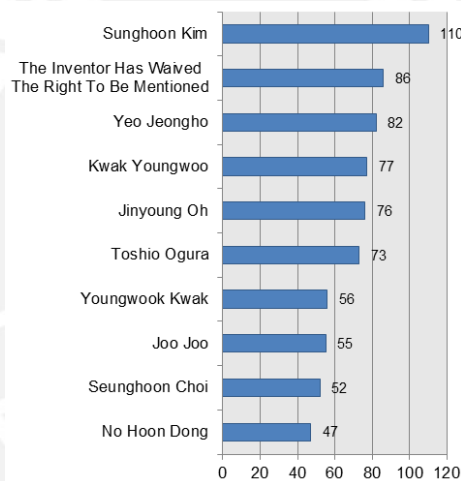
**Figura 17. Países con mayor cantidad de patentes/registros**

Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)



**Figura 18. Empresas con mayor cantidad de patentes/registros**

Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)



**Figura 19. Registrantes con mayor cantidad de patentes/registros**

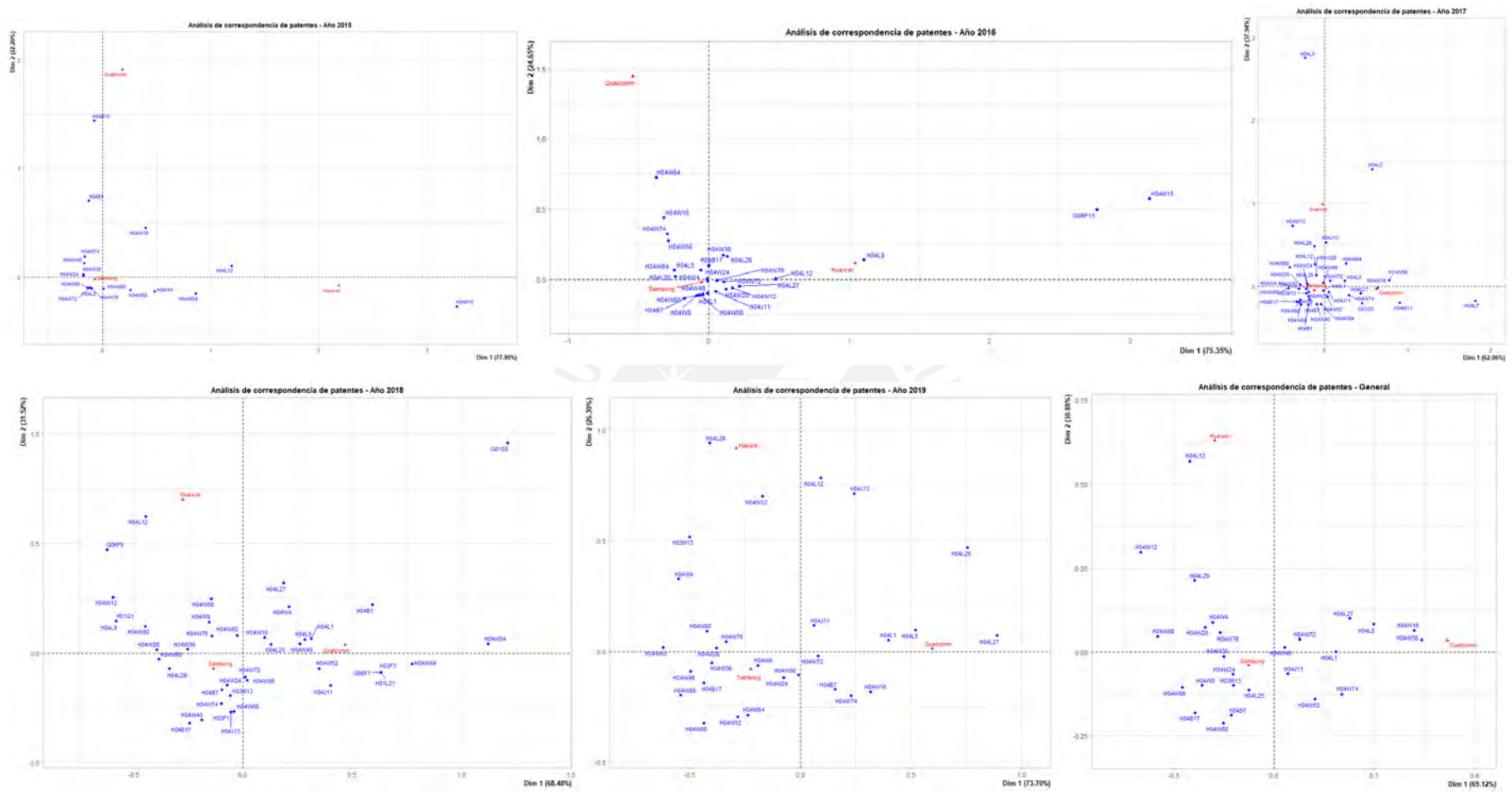
Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)

Los países que más patentes/registros presentan son Japón, China, PCT (Patent Cooperation Treaty), Corea del Sur y Estados Unidos. Según la WIPO, la PCT es un tratado que otorga protección internacional en más de 150 países que se encuentran dentro del acuerdo. Dentro de las empresas representativas se encuentran Samsung, que se encarga del mercado de teléfonos celulares; Qualcomm, que se encarga de los chipsets de los teléfonos celulares; y Huawei, que tiene mercado dentro de teléfonos celulares y los equipos que habilitan la tecnología 5G como las antenas, estaciones base, central, entre otros. No considerando la segunda mención de la Figura 19, el primer y segundo

registrante son de origen coreano, el tercero es de origen chino, por lo que guarda relación con lo visto en la parte de países.

Para realizar el análisis de correspondencia por años con respecto a las patentes, mostrado en la Figura 20, se toma en consideración los grupos de patentes que cumplan con al menos dos de las tres empresas líderes de la Figura 17. Para el año 2015, se obtienen mayor actividad de grupos de patentes cercano a la empresa Samsung, el grupo H04W vinculado a la comunicación entre redes inalámbricas el que más destaca, Qualcomm tiene solamente el grupo H04B15 vinculado a la supresión o limitación del ruido de interferencia asociado a las señales como el grupo más cercano, y Huawei se encuentra más aislado con el grupo H04M15 vinculado a las mediciones y control de tiempo en comunicaciones. Para el año 2016, se observa que cercanía de grupos de patentes entre Samsung y Huawei, siendo el primero el que mantiene la dominancia; de igual manera que en el 2015, al grupo de patentes H04W, que se mantiene cerca de Samsung, se le agrega el grupo H04L vinculado a la transmisión de información digital. Para el año 2017, las tres empresas convergen en el grupo de patentes que años anteriores rondaban a Samsung, los cuales se encuentran vinculados a la comunicación o transmisión de información que pertenecen al grupo H04. Entre el año 2017 y 2018, Huawei se mantiene un poco más alejado de los grupos y las empresas que forman un clúster. Sin embargo, para el año 2019, el asentamiento del clúster entre las empresas y el grupo predominante es el H04W y H04J, ambos vinculados a la comunicación. Para el análisis general, se considera solo los grupos de patentes que cumplan con las tres empresas, se observa la predominancia de Samsung y el grupo H04W48 como central, vinculado a seguridad de acceso en la red.





**Figura 20. Análisis de correspondencia de IPC vs Empresas**  
 Fuente: Elaboración propia en base a Patentscope (2019)

### 3.2.3. Análisis de tendencias

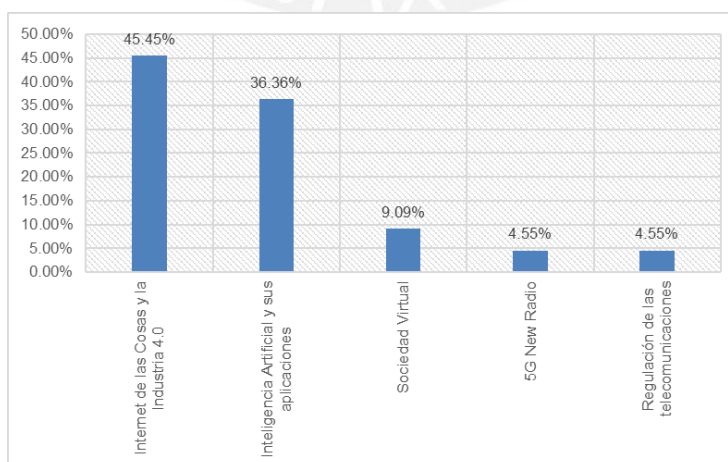
En base a los términos obtenidos en la ‘preparación de la ecuación de búsqueda’, el ‘análisis bibliométrico’ y el ‘análisis de las actividades de patentamiento’ se emplean Google y Google Scholar, así como publicaciones en revistas electrónicas del sector telecomunicaciones (*Telecom Tech Outlook, Inside Telecom, Telecom Review, Telecoms* y *Total Telecom*) para determinar las tendencias específicas con respecto al sector de telecomunicaciones.

**Tabla 12. Grupo de Tendencias**

ID	Tendencias
T1	Internet de las Cosas y la Industria 4.0
T2	5G New Radio
T3	Inteligencia Artificial y sus aplicaciones
T4	Regulación de las telecomunicaciones
T5	Sociedad Virtual

Fuente: Elaboración propia

Al explorar las tendencias de las telecomunicaciones se logra identificar 22 generales y específicas, las cuales luego se agruparon en 5 grupos principales según su afinidad y aplicación. En la Tabla 12 se puede observar los grupos de tendencias identificados y en la Figura 21 la distribución según la cantidad de tendencias, estas nos iluminan en que los temas se encuentran orientados en las aplicaciones y servicios, dejando de lado el impacto social y normativo.



**Figura 21. Distribución de las tendencias identificadas**

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Identificación de drivers

Se procede a tomar la información relevante de los análisis realizados en el punto 3.2 y la información recopilada de las investigaciones similares al estudio expuestas en el punto 1.4. Se encuentra que el estudio se debe realizar dentro de un campo más amplio, debido al grado de influencia y relevancia que se tiene el 5G no solo en lo tecnológico sino también en lo social. Es por esto que la identificación de drivers se atribuye este componente de amplitud para abarcar las telecomunicaciones en el Perú y el componente nuevo de 5G como tecnología nueva.

De acuerdo a la metodología de Ortega (2014) se identifican 33 drivers para el estudio de prospectiva de las telecomunicaciones en el Perú. Como se mencionó, inicialmente se emplean la información analizada en los puntos 3.2.1 y 3.2.2, y la literatura de estudios similares expuestas en el punto 1.4 para lograr identificar los drivers iniciales del estudio; luego, se realiza una matriz 'Tendencias vs Vértices' para clasificar los drivers iniciales y lograr identificar nuevos drivers que se crean del cruce de la matriz; es así que finalmente se lograron identificar 33 drivers para el estudio. La clasificación por vértices y la descripción de los drivers se encuentra en la Tabla 13. Los vértices de interés para el estudio son: i) sociales, ii) económicos, iii) medioambientales, iv) políticos y v) tecnológicos.

**Tabla 13. Lista y descripción de los drivers**

Vértice	Driver	Id	Descripción
Sociales	Conflictos internacionales	D1	Evalúa cualitativamente los cambios en el comportamiento de los conflictos de los países.
Sociales	Penetración de servicios en el interior del país	D2	Mide el porcentaje de centros poblados con servicios de telecomunicaciones en el Perú.
Sociales	Las ondas radioeléctricas como productoras de cáncer	D3	Evalúa cualitativamente el grado de radiación de las ondas radioeléctricas.
Sociales	Percepción de la calidad del servicio al cliente	D4	Indica el nivel de la calidad del servicio al cliente de un operador de telecomunicaciones.
Sociales	Responsabilidad social de las empresas de telecomunicaciones	D5	Evalúa la responsabilidad social de las empresas de telecomunicaciones.

Económicos	Competitividad regional	D6	Mide el porcentaje de competitividad del Perú.
Económicos	Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional	D7	Mide el porcentaje del aporte de las telecomunicaciones al PBI del Perú.
Económicos	Informalidad	D8	Evalúa cualitativamente la informalidad en las telecomunicaciones.
Económicos	Aporte canon por Espectro Radioeléctrico	D9	Mide el porcentaje de aporte del Canon por concesión del espectro radioeléctrico.
Medioambientales	Superficie de áreas arqueológicas	D10	Evalúa cualitativamente el tipo de superficie para la construcción.
Medioambientales	Catástrofes naturales	D11	Cantidad de hechos naturales que se derivan en catástrofes.
Políticos	División política y administrativa del Perú	D12	Evalúa cualitativamente la división política del país.
Políticos	Transparencia de la información	D13	Indica el nivel de información por indicadores publicados relacionados al sector de telecomunicaciones.
Políticos	Rol de las organizaciones	D14	Evalúa cualitativamente el rol activo entre las organizaciones, el estado y la universidad.
Políticos	Reforma regulatoria	D15	Indica el nivel de los planes y reformas asociadas a las telecomunicaciones en el país.
Tecnológicos	Patentes en las regiones	D16	Cantidad de patentes asociadas a telecomunicaciones del país.
Tecnológicos	Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones	D17	Indica el nivel del comportamiento de las empresas orientadas a innovación y desarrollo.
Tecnológicos	Artículos científicos publicados por instituciones de las regiones	D18	Cantidad de artículos científicos publicados asociadas a telecomunicaciones del país.
Tecnológicos	Acceso al servicio de Telefonía Fija en regiones	D19	Mide el porcentaje de penetración de servicios de telefonía fija en el Perú.
Tecnológicos	Acceso al servicio de Telefonía Móvil en regiones	D20	Mide el porcentaje de penetración de servicios de telefonía móvil en el Perú.
Tecnológicos	Acceso al servicio de Internet Fijo en regiones	D21	Mide el porcentaje de penetración de servicios de internet fijo en el Perú.
Tecnológicos	Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones	D22	Mide el porcentaje de penetración de servicios de internet móvil en el Perú.

Tecnológicos	Acceso al servicio de Telefonía Pública en regiones	D23	Mide el porcentaje de penetración de servicios de telefonía pública en el Perú.
Tecnológicos	Conectividad	D24	Evalúa cualitativamente la conectividad de las aplicaciones y servicios asociados a las telecomunicaciones.
Económicos	Infraestructura-Equipamiento	D25	Indica el nivel de infraestructura de telecomunicaciones.
Sociales	Formación capital humano - competencias laborales	D26	Cantidad de carreras asociadas a las nuevas tecnologías.
Sociales	Generación de empleo	D27	Mide el porcentaje de empresas asociadas a las nuevas tecnologías y a las emergentes de las telecomunicaciones.
Económicos	Rentabilidad	D28	Indica el nivel de rentabilidad asociada a las telecomunicaciones.
Políticos	Presupuesto público para el desarrollo tecnológico	D29	Mide el porcentaje de presupuesto obtenido para el desarrollo tecnológico.
Económicos	Oportunidades de negocios de base tecnológica	D30	Cantidad de aplicaciones con base en las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.
Políticos	Alianzas tecnológicas	D31	Indica el nivel de alianzas estratégicas y tecnológicas entre entidades.
Sociales	Corrupción	D32	Indica el nivel de corrupción en el país.
Sociales	Necesidades del consumidor	D33	Evalúa cualitativamente las necesidades del consumidor.

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Validación de drivers – Ejecución del Delphi

Para el desarrollo de la encuesta, se toma cada driver y se procede a identificar los movimientos que estos presentan (para cada driver sus movimientos son: positivo o negativo) y se elabora su aseveración, por ejemplo: para el driver 'D1. Conflictos internacionales' que evalúa cualitativamente los cambios en el comportamiento de los conflictos de los países por lo que se debería tener en cuenta a las compañías y los gobiernos de los diferentes países donde tengan cultura de respeto y perseguirán metas semejantes, el movimiento es considerado positivo si se cumple lo indicado y negativo si no se cumple. La descripción de los drivers identificados se puede ver en la Tabla 14.

**Tabla 14. Descripción de los drivers**

<b>Driver</b>	<b>Aseveración</b>	<b>Movimiento Asociado</b>
D1. Conflictos internacionales	Al año 2030, las compañías y gobiernos de los diferentes países tendrán cultura de respeto y perseguirán metas semejantes.	Las compañías y gobiernos de los diferentes países tendrán cultura de respeto y perseguirán metas semejantes con respecto a las tecnologías de telecomunicaciones.
D2. Penetración de servicios en el interior del país	Al año 2030, las empresas de telecomunicaciones implementaran mayor cobertura y servicios en el interior de Perú.	Las empresas de telecomunicaciones implementaran mayor cobertura y servicios en el interior de Perú.
D3. Las ondas radioeléctricas como productoras de cáncer	Al año 2030, se comprueba que las ondas radioeléctricas no generan ningún tipo de cáncer.	Se comprueba que las ondas radioeléctricas no generan ningún tipo de cáncer.
D4. Percepción de la calidad del servicio al cliente	Al año 2030, los consumidores peruanos tendrán una cultura de reclamo y las empresas de telecomunicaciones contarán con un proceso de solución ante ellas.	Los consumidores peruanos tendrán una cultura de reclamo y las empresas de telecomunicaciones contarán con un proceso de solución ante ellas.
D5. Responsabilidad social de las empresas de telecomunicaciones	Al año 2030, el gobierno implementara políticas de responsabilidad social para las empresas de telecomunicaciones.	El gobierno implementara políticas de responsabilidad social para las empresas de telecomunicaciones.
D6. Competitividad regional	Al año 2030, el market share será equitativo y se tendrá políticas de inclusión para nuevos operadores	El market share será equitativo y se tendrá políticas de inclusión para nuevos operadores.
D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional	Al año 2030, el incremento del % de aporte de las telecomunicaciones en el PBI Nacional será del 8%.	El incremento del % de aporte de las telecomunicaciones en el PBI Nacional será del 8% ante la llegada de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones. (Actualmente es del 5%)
D8. Informalidad	Al año 2030, el Gobierno implementara un medio rápido de detección y cese de la informalidad en telecomunicaciones (empresas, radios, etc.)	El Gobierno implementara un medio rápido de detección y cese de la informalidad en telecomunicaciones (empresas, radios, interferencias, etc.)
D9. Aporte Canon por Espectro Radioeléctrico	Al año 2030, el aporte de Canon permitió tener el 80% de CCPP con cobertura de internet de alta velocidad.	El aporte de Canon permitió tener el 80% de CCPP con cobertura de internet de alta velocidad.
D10. Superficie de áreas arqueológicas	Al año 2030, se mejorará la legislación de implementación de nuevas estaciones de servicio de telefonía móvil.	Se mejorará la legislación de implementación de nuevas estaciones de servicio de telefonía móvil.
D11. Catástrofes naturales	Al año 2030, la infraestructura de telecomunicaciones cumple con los estándares nacionales para asegurar su integridad, además de contar con back up de energía en caso se requiera.	La infraestructura de telecomunicaciones cumple con los estándares nacionales para asegurar su integridad, además de contar con back up de energía en caso se requiera.

D12. División política y administrativa del Perú	Al año 2030, la política y la administración del Perú se mantendrán estables y con un rumbo claro, teniendo en cuenta los retos tecnológicos que se requieren para mantenerse acorde a la región.	La política y la administración del Perú se mantendrán estables y con un rumbo claro, teniendo en cuenta los retos tecnológicos que se requieren para mantenerse acorde a la región.
D13. Transparencia de la información	Al año 2030, se tendrá publicado trimestralmente los indicadores de cada actor del rubro de telecomunicaciones, así como se realizará auditoria según la necesidad del sistema.	Se tendrá publicado trimestralmente los indicadores de cada actor del rubro de telecomunicaciones, así como se realizará auditoria según la necesidad del sistema.
D14. Rol de las organizaciones	Al año 2030, se tendrá un rol activo entre las organizaciones, el estado y la universidad para llegar a una triple hélice funcional.	Se tendrá un rol activo entre las organizaciones, el estado y la universidad para llegar a una triple hélice funcional. (Triple hélice: relación Gobierno-Empresa-Universidad).
D15. Reforma regulatoria	Al año 2030, se cuenta con un plan tecnológico y una reforma para incluir y regular los diferentes servicios y escenarios existentes	Se cuenta con un plan tecnológico y una reforma de las telecomunicaciones para incluir y regular los diferentes servicios y escenarios existentes.
D16. Patentes en las regiones	Al año 2030, se incrementará en un 100% las patentes del tipo telecomunicaciones.	Se duplicarán las patentes asociadas a las telecomunicaciones.
D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones	Al año 2030, las empresas contarán con un comportamiento orientado a la innovación según lo requerido por el avance tecnológico global.	Las empresas contarán con un comportamiento orientado a la innovación según lo requerido por el avance tecnológico global.
D18. Artículos científicos publicados por instituciones de las regiones	Al año 2030, se incrementará en un 100% los artículos de tema de telecomunicaciones.	Se incrementará en un 100% los artículos científicos de tema de telecomunicaciones.
D19. Acceso al servicio de Telefonía Fija en regiones	Al año 2030, se convergerán los servicios de telefonía fijo y móvil, ya que se contará con más celulares que teléfonos fijos en el hogar.	Se convergerán los servicios de telefonía fijo y móvil, ya que se contará con más celulares que teléfonos fijos en el hogar.
D20. Acceso al servicio de Telefonía Móvil en regiones	Al año 2030, el servicio de voz será proporcionado principalmente por el servicio legaje de 4G.	El servicio de voz será proporcionado principalmente por el servicio legaje de 4G (VoLTE).
D21. Acceso al servicio de Internet Fijo en regiones	Al año 2030, se convergerán los servicios de internet fijo y móvil, además de presentar alta velocidad y fidelidad de velocidad de datos.	Se convergerán los servicios de internet fijo y móvil, además de presentar alta velocidad y fidelidad de velocidad de datos.
D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones	Al año 2030, se tendrá el servicio de 5G posicionado entre los operadores y se tendrá en proceso el servicio de 6G.	Se tendrá el servicio de 5G posicionado entre los operadores y se tendrá en proceso el servicio de 6G.

D23. Acceso al servicio de Telefonía Pública en regiones	Al año 2030, la telefonía pública será casi innecesaria debido al avance de los otros servicios.	La telefonía pública será casi innecesaria debido al avance de los otros servicios.
D24. Conectividad	Al año 2030, la conectividad de las aplicaciones y servicios serán centralizadas.	La conectividad de las aplicaciones y servicios asociados a las telecomunicaciones serán centralizadas.
D25. Infraestructura-Equipamiento	Al año 2030, la nueva infraestructura de telecomunicaciones será en su mayoría compartida entre los diferentes operadores.	La nueva infraestructura de telecomunicaciones será en su mayoría compartida entre los diferentes operadores.
D26. Formación capital humano - competencias laborales	Al año 2030, las carreras asociadas a las nuevas tecnologías estarán dentro de las más demandadas.	Las carreras asociadas a las nuevas tecnologías (5G, IoT, IA, etc.) estarán dentro de las más demandadas.
D27. Generación de empleo	Al año 2030, se generará nuevas Mipymes asociadas a las nuevas tecnologías y a las emergentes de las telecomunicaciones.	Se generará nuevas Mipymes asociadas a las nuevas tecnologías y a las emergentes de las telecomunicaciones.
D28. Rentabilidad	Al año 2030, la rentabilidad asociada al internet de las cosas y sus aplicaciones presentara un crecimiento exponencial.	La rentabilidad asociada al internet de las cosas y sus aplicaciones presentara un crecimiento exponencial.
D29. Presupuesto público para el desarrollo tecnológico	Al año 2030, el presupuesto obtenido por las licitaciones de las bandas de frecuencia permitirá reinyectar inversión al desarrollo de las tecnologías nuevas de telecomunicaciones.	El presupuesto obtenido por las licitaciones de las bandas de frecuencia permitirá reinyectar inversión al desarrollo de las tecnologías nuevas de telecomunicaciones.
D30. Oportunidades de negocios de base tecnológica	Al año 2030, se generarán en el país nuevas aplicaciones con base en las nuevas tecnologías de telecomunicaciones	Se generarán en el país nuevas aplicaciones con base en las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.
D31. Alianzas tecnológicas	Al año 2030, se presentarán alianzas estratégicas entre diferentes empresas para aprovechar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.	Se presentarán alianzas estratégicas entre diferentes empresas para aprovechar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.
D32. Corrupción	Al año 2030, el índice de corrupción en el país disminuirá considerablemente.	El índice de corrupción en el país disminuirá considerablemente.
D33. Necesidades del consumidor	Al año 2030, las necesidades del consumidor serán más fáciles de recopilar lo que permitirá tener nuevos productos innovadores y disruptivos en el mercado.	Las necesidades del consumidor serán más fáciles de recopilar lo que permitirá tener nuevos productos innovadores y disruptivos en el mercado.

Fuente: Elaboración propia

Con las aseveraciones se procede a realizar la encuesta de 33 preguntas, se selecciona diferentes participantes del rubro de las telecomunicaciones que



forman el panel de expertos. Los resultados para las aseveraciones se indican en la Tabla 15, se toma como revisión los 7 drivers principales identificados de los resultados de la encuesta que pertenecen al cuadrante III según el punto 3.5.

**Tabla 15. Resultados principales de la encuesta Delphi**

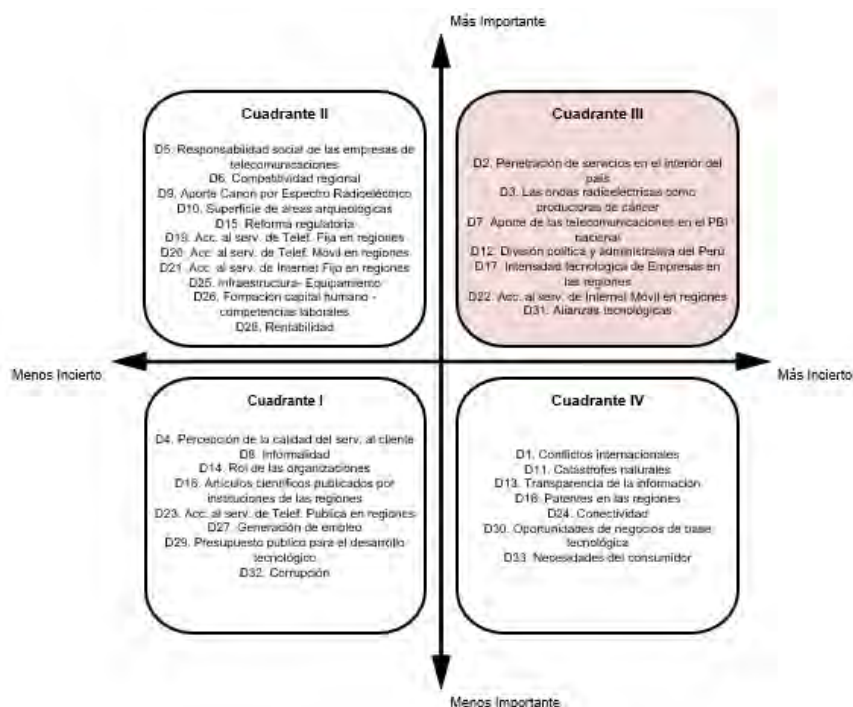
Driver	Importancia		Experticia			Periodo			
	Media	Alta	Baja	Media	Alta	2019-2022	2022-2025	2025-2028	+2028
D2. Penetración de servicios en el interior del país	0	7	0	0	7	2	2	2	1
D3. Las ondas radioeléctricas como productoras de cáncer	0	7	1	1	5	2	2	2	1
D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional	0	7	0	1	6	1	2	3	1
D12. División política y administrativa del Perú	1	6	0	1	6	1	3	2	1
D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones	1	6	0	2	5	1	2	2	2
D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones	0	7	1	0	6	1	2	1	3
D31. Alianzas tecnológicas	1	6	1	1	5	3	1	2	1

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Identificación de los drivers clave

Los drivers mostrados en la Tabla 15 son los drivers principales de la encuesta Delphi según su clasificación bajo el método de ejes de Schwartz, tal como se muestra en la Figura 22. La clasificación de los drivers se basa en la importancia e incertidumbre de cada uno, esto se realiza en base a la encuesta Delphi y se prioriza los drivers que después de un consenso sean los más importantes y los más inciertos; para el caso del eje de importancia, se realizó una ponderación entre los valores obtenidos en la Importancia y Experticia de la encuesta Delphi otorgando mayor peso a los valores Altos y menor peso a los Bajos, y para el caso del eje de incertidumbre, se revisa y pondera la distribución de los valores dentro de los periodos establecidos. Se identifican los drivers que corresponden al cuadrante III o Diversidad, se observa que los drivers ‘D2. Penetración de servicios en el interior del país’, ‘D3. Las ondas radioeléctricas como productoras

de cáncer’, ‘D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional’, ‘D12. División política y administrativa del Perú’, ‘D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones’, ‘D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones’ y ‘D31. Alianzas tecnológicas’ son los drivers pertenecientes al cuadrante en mención.



**Figura 22. Plano importancia – incertidumbre**

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Construcción de escenarios

Se realiza el análisis de dependencia para poder determinar la relación de influencia entre los drivers pertenecientes al cuadrante III de los ejes de Schwartz. Como se observa en la Tabla 16, el driver con mayor influencia es el ‘D31. Alianzas tecnológicas’ y los drivers con menor influencia son ‘D3. Las ondas radioeléctricas como productoras de cáncer’ y ‘D12. División política y administrativa del Perú’ que no serán considerados en la elaboración del análisis estructural.

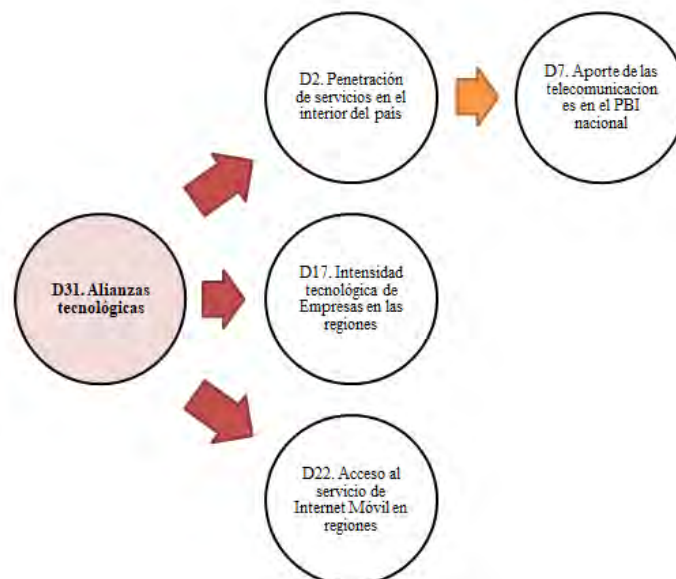
En la Figura 23 se muestra el análisis estructural, se han encontrado 3 relaciones de dependencia fuerte que se resaltan de color rojo y el driver con mayor influencia es el ‘D31. Alianzas tecnológicas’. Las alianzas tecnológicas influyen en la penetración de servicios en el interior del país gracias a la relación del

estado y las empresas privadas ya que mediante acuerdos se promueve la inclusión de acceso al servicio de internet móvil regiones y en las localidades alejadas del Perú, de igual forma la intensidad tecnológica de empresas se ve mejorada gracias a relaciones entre las universidades y las empresas privadas; de igual forma estos drivers influyen en el aporte de las telecomunicaciones en el PBI haciéndolo el más dependiente, esto puede entenderse desde i) un ámbito económico: donde las empresas, el estado y las universidades aportan de diferentes maneras a un fin común que es el PBI nacional, y ii) un ámbito social, donde las diferentes mejoras a la calidad de vida de las personas se ve reflejada en el posible incremento del PBI nacional.

**Tabla 16. Análisis de dependencia**

Driver	D2	D3	D7	D12	D17	D22	D31	Dependencia
D2	-	1	0	1	0	0	4	<b>5</b>
D3	0	-	0	0	0	0	0	<b>0</b>
D7	2	0	-	0	2	2	2	<b>8</b>
D12	0	0	0	-	0	0	0	<b>0</b>
D17	0	0	1	0	-	1	4	<b>6</b>
D22	2	1	0	0	2	-	4	<b>9</b>
D31	0	0	2	1	2	0	-	<b>4</b>
<b>Influencia</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 23. Análisis de estructural**

Fuente: Elaboración propia

Del análisis estructural se obtienen 3 ejes de incertidumbre, mostrados en la Tabla 17, el primero relaciona los drivers de 'D31. Alianzas tecnológicas' con 'D2. Penetración de servicios en el interior del país' y 'D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional', se puede entender que mediante diferentes tipos de alianzas tecnológicas y estratégicas se prioriza el despliegue de servicios de telecomunicaciones e implícitamente los servicios básicos en los diferentes centros poblados de las regiones del país lo que impacta en la calidad de vida de las personas y en la economía. El segundo relaciona los drivers de 'D31. Alianzas tecnológicas' con 'D17. Intensidad tecnológica de empresas en las regiones', esto significa que mediante diferentes alianzas entre empresas, estado y universidades se genera mayor desarrollo en innovación y tecnología. El ultimo relaciona los drivers de 'D31. Alianzas tecnológicas' con 'D22. Acceso al servicio de internet móvil en regiones', de igual manera, mediante alianzas estratégicas se prioriza el despliegue de las nuevas redes de internet de alta velocidad en diferentes regiones del país; la diferencia entre el eje 1 y el eje 3, es que en el primero considera los servicios en general (telefonía fija, telefonía móvil, internet fijo, internet móvil, entre otros) y la penetración a la población más vulnerable y que actualmente no presenta ningún o pocos de estos servicios, y el otro solo hacer referencia al internet de última generación y de alta velocidad considerando el despliegue a zonas que pueden contar o no con servicios existentes.

**Tabla 17. Ejes de incertidumbre**

Eje	Drivers	Nombre del Eje	Movimiento positivo	Movimiento negativo
Eje 1	D31. Alianzas tecnológicas - D2. Penetración de servicios en el interior del país - D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional	Priorizar la inclusión de los servicios en todas las regiones del Perú	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones, y por ende los básicos, se vuelven una prioridad para el estado, lo que genera una inversión y una inclusión para las poblaciones más alejadas en el Perú, que impacta masivamente en la contribución a la economía del país.	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones no es una prioridad, por lo que el avance de la penetración se mantiene al mismo ritmo del 2019; el impacto de las telecomunicaciones a la economía del Perú se mantiene estable.
Eje 2	D31. Alianzas tecnológicas - D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones	Comportamiento de innovación y colaboración tecnológica	Se generan alianzas entre empresas, el estado y las universidades lo que explota la intensidad tecnológica e innovaciones en el Perú	No se generan muchas alianzas entre empresas, estado y universidades, se estacan las innovaciones.

Eje 3	D31. Alianzas tecnológicas - D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones	Despliegue masivo de la red y servicios de alta velocidad en el Perú	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las diferentes regiones del Perú, lo que permite disminuir la brecha de comunicaciones y mejora el estilo de vida de las personas.	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las principales regiones centralizadas del Perú, el impacto positivo solo es en cierto grupo privilegiado de personas.
-------	--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Validación de escenarios

La cantidad de ejes encontrados son 3 y debido a la combinación de movidas positivas y negativas entre los ejes, la cantidad de escenarios disponibles son 8. Para poder validar los escenarios encontrados, se requiere realizar el análisis de consistencia que se muestra en la Tabla 18, donde se indica los escenarios posibles y su consistencia, de los 8 escenarios posibles solo se encuentra 4 como consistentes.

**Tabla 18. Análisis de consistencia**

Escenarios	Priorizar la inclusión de los servicios en todas las regiones del Perú	Comportamiento de innovación y colaboración tecnológica	Despliegue masivo de la red y servicios de alta velocidad en el Perú	Análisis de consistencia
Escenario 1	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones, y por ende los básicos, se vuelven una prioridad para el estado, lo que genera una inversión y una inclusión para las poblaciones más alejadas en el Perú, que impacta masivamente en la contribución a la economía del país.	Se generan alianzas entre empresas, el estado y las universidades lo que explota la intensidad tecnológica e innovaciones en el Perú	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las diferentes regiones del Perú, lo que permite disminuir la brecha de comunicaciones y mejora el estilo de vida de las personas.	Consistente
Escenario 2	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones, y por ende los básicos, se vuelven una prioridad para el estado, lo que genera una inversión y una inclusión para las poblaciones más alejadas en el Perú, que impacta masivamente en la contribución a la economía del país.	Se generan alianzas entre empresas, el estado y las universidades lo que explota la intensidad tecnológica e innovaciones en el Perú	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las principales regiones centralizadas del Perú, el impacto positivo solo es en cierto grupo privilegiado de personas.	No consistente

Escenario 3	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones, y por ende los básicos, se vuelven una prioridad para el estado, lo que genera una inversión y una inclusión para las poblaciones más alejadas en el Perú, que impacta masivamente en la contribución a la economía del país.	No se generan muchas alianzas entre empresas, estado y universidades, se estacan las innovaciones.	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las diferentes regiones del Perú, lo que permite disminuir la brecha de comunicaciones y mejora el estilo de vida de las personas.	Consistente
Escenario 4	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones, y por ende los básicos, se vuelven una prioridad para el estado, lo que genera una inversión y una inclusión para las poblaciones más alejadas en el Perú, que impacta masivamente en la contribución a la economía del país.	No se generan muchas alianzas entre empresas, estado y universidades, se estacan las innovaciones.	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las principales regiones centralizadas del Perú, el impacto positivo solo es en cierto grupo privilegiado de personas.	No consistente
Escenario 5	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones no es una prioridad, por lo que el avance de la penetración se mantiene al mismo ritmo del 2019; el impacto de las telecomunicaciones a la economía del Perú se mantiene estable.	Se generan alianzas entre empresas, el estado y las universidades lo que explota la intensidad tecnológica e innovaciones en el Perú	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las diferentes regiones del Perú, lo que permite disminuir la brecha de comunicaciones y mejora el estilo de vida de las personas.	No consistente
Escenario 6	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones no es una prioridad, por lo que el avance de la penetración se mantiene al mismo ritmo del 2019; el impacto de las telecomunicaciones a la economía del Perú se mantiene estable.	Se generan alianzas entre empresas, el estado y las universidades lo que explota la intensidad tecnológica e innovaciones en el Perú	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las principales regiones centralizadas del Perú, el impacto positivo solo es en cierto grupo privilegiado de personas.	Consistente
Escenario 7	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones no es una prioridad, por lo que el avance de la penetración se mantiene al mismo ritmo del 2019; el impacto de las telecomunicaciones a la economía del Perú se mantiene estable.	No se generan muchas alianzas entre empresas, estado y universidades, se estacan las innovaciones.	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las diferentes regiones del Perú, lo que permite disminuir la brecha de comunicaciones y mejora el estilo de vida de las personas.	No consistente

Escenario 8	El despliegue de los servicios de telecomunicaciones no es una prioridad, por lo que el avance de la penetración se mantiene al mismo ritmo del 2019; el impacto de las telecomunicaciones a la economía del Perú se mantiene estable.	No se generan muchas alianzas entre empresas, estado y universidades, se estacan las innovaciones.	Se incorpora y se implementa la nueva red y servicios de última generación y alta velocidad en las principales regiones centralizadas del Perú, el impacto positivo solo es en cierto grupo privilegiado de personas.	Consistente
----------------	--	--	---	-------------

Fuente: Elaboración propia

### 3.8. Escenarios

#### I) La (Re) Evolución de las Telecomunicaciones

El primer escenario es el ideal, donde se cumplen todas las condiciones positivas para el desarrollo del mismo. En el presente escenario, el estado peruano comprendió el impacto de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, como lo es el 5G, sus aplicaciones y servicios, así que desplegó un plan en donde no solo se brindó los servicios básicos y de telecomunicaciones a la mayoría de localidades del país, sino que se incorporaron los servicios más provechosos del 5G, en el caso de las zonas rurales se implementaron sistemas de sensores de monitoreo para agricultura, agua, clima y actividades sísmicas; redes de telemedicina; y educación remota. Para el caso de las zonas urbanas, como capitales y ciudades importantes, se implementaron las redes de banda ancha para mejorar la calidad de servicio de los usuarios y empresas, de igual manera las redes de automóviles autónomos y la integración de los 'smart homes' hacia 'smart cities'.

Así mismo, el gran despliegue de servicios se debe a la alianza exitosa entre las empresas operadoras y el estado peruano, lo que no solo permitió la priorización de los servicios elegidos por las empresas para generar sus ingresos, sino que se incluyen servicios que benefician al pueblo gracias a la gestión del estado. De esta forma, aprovechando el éxito de la alianza entre empresa con el estado, se generaron diferentes convenios entre empresas y entre empresa con universidades, lo que permitió incrementar el factor competitividad e innovación del mercado peruano, adicionalmente se generaron nuevos productos disruptivos que aprovechan las nuevas tecnologías de telecomunicaciones permitiendo tener nuevas aplicaciones del 5G, internet de las cosas y *big data*;

lo que permitió incrementar la economía del país y el estilo de vida de todas las personas.

En vista que el presente escenario es planteado como el mejor posible, se enumeran las fortalezas y oportunidades encontradas. Dentro de las fortalezas, se tiene a el incremento de la calidad de vida de las personas, la mayor penetración de los servicios básicos y de telecomunicaciones que replica en la inclusión social de las personas, brindar servicios de última generación como el 5G y sus servicios para la aplicación de la Industria 4.0 y las alianzas estratégicas ya empleadas; dentro de las oportunidades con el entorno se busca aprovechar lo mercados emergentes con nuevos productos y servicios, mejorar y expandir las alianzas donde las universidades, las empresas y el estado se relacionen y desarrollen convenios y estrategias hasta llegar a una triple hélice funcional, y tener un impacto en el crecimiento económico. Igualmente, se pretende identificar las debilidades y amenazas dentro de este escenario. Dentro de las debilidades se tienen las deficiencias en las políticas planteadas asociadas a las nuevas tecnologías y la fuerte inversión para la alta cantidad de infraestructura requerida para la implementación de las nuevas tecnologías; y dentro de las amenazas se identificaron el problema de la ciberseguridad de los datos y el monitoreo constante, el mayor consumo eléctrico de las nuevas tecnologías que repercuten en desechos y cambio climático, el pensamiento recurrente de que las ondas radioeléctricas afectan la salud, y los conflictos internacionales ante la propiedad y desarrollo de la tecnología.

Asimismo, debido a que este escenario es al que se debe apuntar a desarrollarse para el año 2030 en el Perú, se emplea la herramienta de '*backcasting*' de 2020 a 2025 para poder establecer los hitos iniciales que faciliten llegar desde hoy hasta el escenario ideal. Como paso inicial para el periodo 2020 – 2021, se debería de trabajar en un plan por parte del estado y las empresas operadoras de fomentar la cultura y conocimiento de los beneficios de las telecomunicaciones, el 5G y sus servicios; así mismo, se debería de publicar la agenda de telecomunicaciones, el 'Plan Nacional de 5G' y el 'Plan Nacional de Internet de las cosas'. Para el periodo 2021 – 2022, se debería de comenzar con la licitación del espectro radioeléctrico para las bandas licencias del 5G, lo que permitiría poder contar realmente con los recursos disponibles de la bandas de



las ondas milimétricas; a su vez, se debería reconsiderar cambiar la normativa relacionada a la instalación y compartición de infraestructura de telecomunicaciones para la red móvil, ya que la densificación requerida por el 5G en zonas urbanas no podría ser satisfecha rápidamente con los problemas actuales.

Así mismo, para el periodo de 2022 – 2023, la relación de empresa operadoras y el estado debería de evolucionar hacia una alianza estrategia que fomente mejorar la calidad de vida y la economía de las personas a través de las tecnologías, en especial la del 5G y sus aplicaciones. Para el periodo 2023 – 2024, se debería de dar un paso adicional con respecto a los servicios de 5G, hay que tener en cuenta el sistema central ‘core’ de las operadoras requiere de una nueva implementación para poder ofrecer todos los servicios correspondientes a los pilares del 5G, es así que para este periodo las aplicaciones y servicios orientadas al mMTC y URLLC deberían de igual o sobrepasar a las eMBB; por parte del estado se debería de realizar un ‘roadmap’ tecnológico para los operadoras de paso de despliegue de la red 5G a habilitador de servicios y luego ser creadoras de servicio.

Finalmente, para el periodo 2024 – 2025, se debería de comenzar a implementar las gestiones, políticas y normativa, si es que ya no se realizaron en el ‘Plan Nacional de 5G’, para el desarrollo de ‘*smart cities*’. Hay que tener en cuenta que gran parte de la implementación del 5G es para poder usarlo como una carretera de información para servicios como el internet de las cosas y nuevos servicios creados a partir, al igual que emplear las herramientas de ‘*Data Science*’ y ‘*Big data*’ para poder desarrollar nuevos servicios y aplicaciones, así como obtener información que luego se transforma en conocimiento para la toma de decisiones de la gestión de las personas.

## **II) Desaprovechando oportunidades de la nueva revolución industrial**

En el segundo escenario, solamente el eje de ‘Comportamiento de innovación y colaboración tecnológica’ no se desarrolla de manera positiva. En el presente escenario, el estado prioriza el despliegue de los servicios de telecomunicaciones en las localidades del país y por ende se mejora los servicios básicos, se incluyen las nuevas tecnologías de telecomunicaciones dentro del despliegue, pero no alcanza el presupuesto para la implementación en todas las

localidades. Debido a que la relación entre las empresas operadoras y el estado no convergen y no se encuentran alineadas, los servicios y la red móvil 5G es desplegado según el beneficio privado. Se logra generar un impacto positivo en el estilo de vida de las personas y se fomenta un clima de inclusión social, de igual forma se incrementa la economía del país gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías y sus aplicaciones. No se establecen políticas para alianzas tecnológicas y no se generan de manera natural por lo que no se aprovechan los nuevos nichos de mercado generado por la introducción de estas nuevas tecnologías, se generan pocas innovaciones asociadas a productos y servicios en el rubro.

El escenario meta es (I) 'La (Re) Evolución de las Telecomunicaciones' por lo que un plan estratégico de respuesta para poder alcanzarlo es el de implementar políticas para fomentar alianzas tecnológicas entre las diferentes entidades, se tiene claro que existe un vínculo fuerte entre el estado y las empresas por qué no sería tan difícil aplicar, gestionar, replicar y explotar alianzas entre las empresas, el estados y las universidades; el plan y las políticas deberían estar incluidas dentro de las reformas y el plan de gestión realizado por el estado ante las nuevas tecnologías.

### **III) El salto de las telecomunicaciones abre nuevas alternativas**

En el tercer escenario, el eje de 'Comportamiento de innovación y colaboración tecnológica' se desarrolla de manera positiva, mientras que los otros dos no se desarrolla idealmente. En el presente escenario, las empresas operadoras de telecomunicaciones impulsadas por sus objetivos propios implementan los servicios de última generación y nuevas tecnologías en ciudades y localidades donde ya se contaba con los servicios existentes de telecomunicaciones, es decir, que el 5G y sus servicios asociados a la rentabilidad de la empresa son implementados en zonas urbanas donde se pueda recuperar la inversión realizada. Esto es debido a que la implementación del 5G implica no solo la implementación como tal de la nueva tecnología, sino la sostenibilidad de optimización, mantenimiento, red interna y otros, realizada por las empresas requiere generar ganancias.

Se generan diferentes convenios entre empresas, entre empresa con universidades y entre empresa con el estado, lo que permitió incrementar el

factor competitividad e innovación del mercado peruano, sin embargo, estas se limitan a las zonas de cobertura de las nuevas tecnologías por lo que existen nichos de mercado que no pueden ser satisfechos. Naturalmente las zonas rurales no se beneficiarían de la red 5G y por ende algunas de las aplicaciones y servicios no podrían ser implementados ni explotados para el beneficio económico y social de las personas, lo que acentuaría aún más la desigualdad económica de la población peruana. El aporte de las telecomunicaciones al crecimiento económico del país es mayor sin embargo a nivel regional no se nota el impacto, ya que, a nivel regional los otros países vecinos podrían aprovechar enormemente las alternativas que el 5G ofrece.

El escenario meta más cercano es (I) 'La (Re) Evolución de las Telecomunicaciones', a diferencia del escenario 2, aquí las alianzas existen y son fomentadas pero el estado no ha priorizado el despliegue de los servicios básicos, los servicios existentes de telecomunicaciones y las nuevas tecnologías; se requiere por parte del estado un plan nacional de tecnología donde, tomando como base ejemplos de la región, se prioricen las nuevas tecnologías y la penetración a las diferentes localidades que no cuentan con escasos servicios básicos y de telecomunicaciones.

#### **IV) Bajo la inercia de la tecnología**

El cuarto escenario es el peor que podría suceder, ya que ninguno de los ejes se comportaría de manera positiva. En este escenario, como si se tratase de una competencia sin meta, se despliegan los servicios de última generación 5G y nuevas tecnologías para que las empresas operadoras de telecomunicaciones sigan compitiendo por la distribución de clientes y sus ganancias, el estado no interviene de ninguna manera y cada empresa avanza cada uno prácticamente separado y buscando el beneficio propio. Los servicios y aplicaciones principalmente son las seleccionadas por las empresas operadoras para asegurar su sostenibilidad y rentabilidad. Al no tener claro el impacto de estas nuevas tecnologías en y por la sociedad, no se generan o se fomentan las alianzas tecnológicas entre las diferentes entidades.

Existen pocas personas y empresas que aprovechan las nuevas tecnologías, pero se ven frenadas por la desactualización de las políticas del estado que siguen en proceso de reestructuración. El impacto de las nuevas tecnologías en

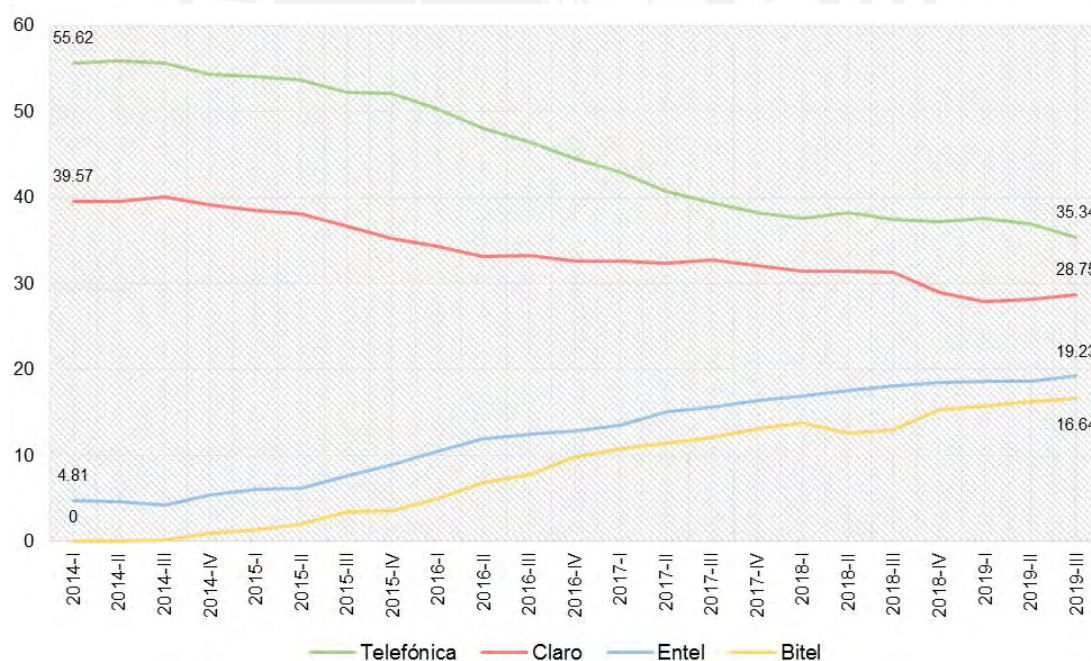
la economía del país no es significativo. Cabe mencionar que actualmente en el Perú diera la impresión de encontrarse en un escenario donde las empresas operadoras principales caminan por senderos propios y rara vez realizan colaboraciones en conjunto, de igual manera el estado no cuenta con la gestión y políticas claras para el desarrollo y apropiación de las nuevas tecnologías a llegar. Generalmente se tiene una cultura de reactividad ante los avances y falta de comunicación entre los responsables claves del sector, además de que la población cuenta con una enorme brecha de desigualdad y desinformación que afecta el despliegue de nuevas tecnologías y servicios.

Los escenarios meta pueden ser los anteriores mencionados, ya que este es el peor escenario planteado, el cambio principal sería en la mentalidad y los paradigmas de las personas clave con poder para el cambio y la gestión de la tecnología, ya que se genera un clima de estancamiento en donde no se aprovechan e incluso no se logran visualizar las oportunidades ante el desarrollo de las nuevas redes y tecnologías; por lo tanto, antes de plantearse estrategias, planes y políticas se requiere de una reestructuración de las organizaciones que se encargan de los puntos antes mencionados.

### 3.9. Mercado de las empresas de servicios móviles peruanas

Con la finalidad de poder entender mejor el estado actual de las telecomunicaciones en el Perú, se presenta el contexto del mercado de las empresas peruanas que brindan servicios móviles que serán las encargadas del despliegue de la red 5G en el Perú.

Al analizar la participación de mercado de los operadores de servicio móvil se puede observar en la Figura 24 la distribución del periodo 2014 a 2019. A inicios de 2014, donde la implementación y puesta comercial de la tecnología 4G en el Perú comenzaba a funcionar, el cambio de la empresa Nextel por Entel, y la pronta inclusión de la nueva empresa Bitel al mercado, comenzaron un cambio en la participación de líneas. Telefónica, que paso de tener casi el 56% del mercado bajo a tener 36%, perdiendo 20% del mercado; Claro, paso de 40% a 29%, dando una pérdida de 11%; Entel gano 15% del mercado y ahora cuenta con 20% de la participación; y Bitel, cuenta con 17% del mercado.

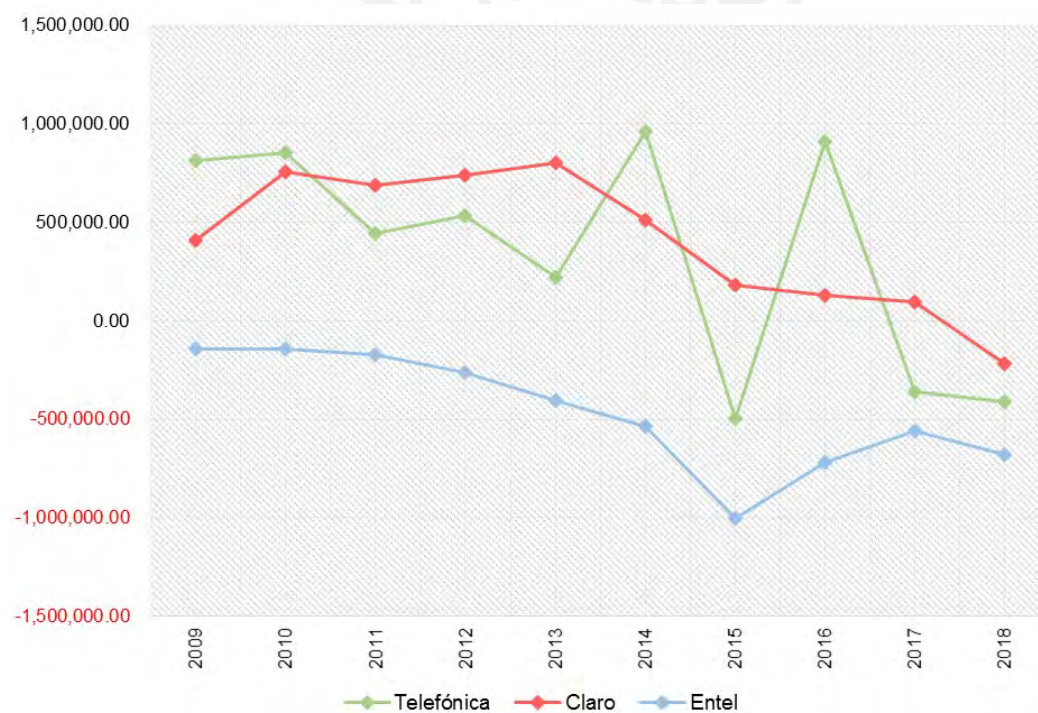


**Figura 24. Participación de mercado móvil en Perú (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a PUNKU (OSIPTEL, 2019)

Con respecto al impacto de esta fluctuación de la participación del mercado, se puede observar en la Figura 25, estados de resultados netos por empresas (no se tiene publicado la información de Bitel). Para el caso de Telefónica, presenta

una gran variación de ganancia y pérdida donde los años 2017 y 2018 presentan una pérdida constante lo que se ve en el impacto de un posible desligue de operaciones de la casa matriz de España con Perú e incluso una posible venta (Gestión, 2019); a esto hay que sumarle el cobre por parte de la SUNAT de S/.255 millones por un problema de litigio de más de una década (Gestión, 2019). Para el caso de Claro, por primera vez se reportaron cifras negativas en el 2018 pero que guardan relación con la tendencia presentada en los últimos años. Para el caso de Entel, desde su inclusión al mercado se observan pérdidas, con un ligero crecimiento de 2015 a 2017 que luego decae en 2018. Se observa que las diferentes empresas de telecomunicaciones presentan cifras negativas para el 2018.



**Figura 25. Estados de resultados netos por empresas (en miles de Soles)**

Fuente: Elaboración propia en base a PUNKU (OSIPTEL, 2019)

#### 4. Capítulo 4. Análisis y discusión de resultados

Para el análisis bibliométrico, se encontraron 505 artículos con relación a la tecnología 5G desde una perspectiva técnica que pueden ser clasificados en 4 grupos de tecnologías: (1) las características estandarizadas (eMBB, URLLC, mMTC), (2) el internet de las cosas (IoT), (3) las tecnologías de acceso y (4) las tecnologías habilitadoras. De igual manera, usando la metodología de la herramienta de Árbol de la Ciencia se clasificaron los artículos en grupos de: Raíces, Tronco y Hojas. Dentro de los artículos base, se tiene el del proyecto METIS (Osseiran, y otros, 2014) que pretendía establecer las bases tecnológicas y los requisitos para el 5G en Europa para poder alimentar a la 3GPP; de igual manera, Akyildiz, Shuai, Shih-Chun, & Manoj (2016) pretenden identificar y enumerar 10 de las tecnologías que serán vitales para facilitar la tecnología 5G. Otro artículo importante, es el de Akpakwu, Silva, Hancke, & Abu-Mahfouz (2017) donde realizan una encuesta donde relacionan el Internet de las cosas y el 5G para poder determinar los requerimientos para que estas tecnologías puedan funcionar y ser aprovechadas.

Así mismo, se encontraron 10'524 artículos con relación a los servicios y aplicaciones de la tecnología 5G que luego del tratamiento de información pueden ser diferenciadas en 2 grupos: (1) los servicios y aplicaciones bajo los tres pilares del 5G (eMBB, URLLC y mMTC) y (2) los servicios y aplicaciones beneficiados de manera indirecta. Dentro de los servicios y aplicaciones más resaltantes se encuentran los que presentan relación con el usuario final, los vehículos autónomos, y el internet de las cosas; además de los conceptos de 'Data Science' relacionadas a la gran cantidad de información que estará disponible gracias a la explotación del internet de las cosas y de los dispositivos que se conecten a la red 5G.

Para el análisis de actividades de patentamiento, se encontraron 43'992 patentes/registros con relación a la tecnología 5G las cuales guardan mayor relación con las empresas encargadas con el desarrollo de los equipos celulares y los *chipsets* como Samsung, Qualcomm y Huawei. Para reforzar esta relación, se realiza un análisis de correspondencia donde las IPC de mayor cercanía guardan relación con lo mencionado anteriormente. Sin embargo, las IPC con mayor cantidad de patentes/registros son H04W72/04 y H04L5/00 que guardan

mayor relación con los equipos y las tecnologías que hacen posible el 5G desde la parte del operador.

Del análisis de escenarios se obtuvieron 4, siendo las alianzas estratégicas tecnológicas el driver clave para las telecomunicaciones en el Perú y el escenario a futuro meta es donde el estado promueve activamente la penetración de los servicios de telecomunicaciones, las nuevas tecnologías y las alianzas para fomentar la calidad de vida de las personas e impactar positivamente la economía del Perú. Es así que mediante el uso de la herramienta de 'backcasting', se generan recomendaciones durante el periodo de 2020 a 2025 para facilitar la convergencia hacia el escenario ideal, estas son: (1) plan para fomentar la cultura y conocimiento de los beneficios de las telecomunicaciones, el 5G y sus servicios, (2) agenda de telecomunicaciones, (3) 'Plan Nacional de 5G', (4) 'Plan Nacional de Internet de las cosas', (5) licitación del espectro radioeléctrico para las bandas licencias del 5G, (6) normativa relacionada a la instalación y compartición de infraestructura de telecomunicaciones para la red móvil, (7) evolución hacia una alianza estrategia entre empresas y estado, (8) 'roadmap' tecnológico de la red 5G, y (9) implementar las gestiones, políticas y normativa de '*smart cities*'.

Para la revisión del mercado de las empresas de servicios móviles peruanas, se encontraron ciertos problemas económicos a partir de la inclusión de nuevos operadores y la tecnología 4G en el 2014. Las empresas operadoras presentan un cierto balance en la participación del mercado, no obstante, todas presentan pérdidas en el 2018. Claramente se puede observar una tendencia negativa en las diferentes empresas operadoras y a esto se suma diferentes problemas como problemas legales y manejo de la matriz central de operaciones.



## 5. Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

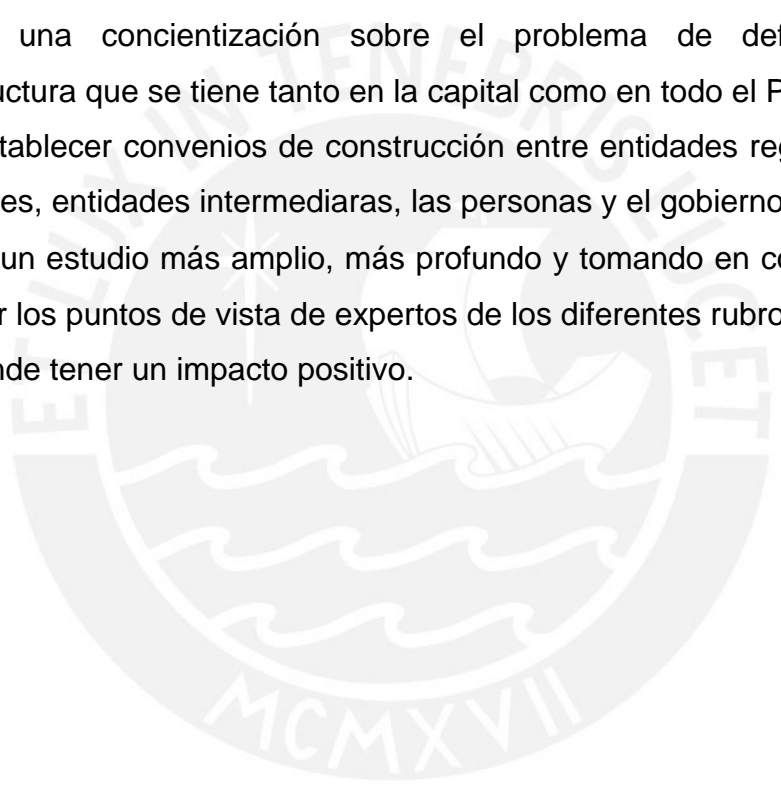
Con relación a las conclusiones:

- Las metodologías de vigilancia y prospectiva con escenarios futuros son válidas para analizar las telecomunicaciones en el Perú y el alcance del 5G, ya que se requieren de un análisis específico y tecnológico donde se pueda evaluar el contexto de estudio para obtener recomendaciones que ayuden a plantear planes y estrategias a futuro.
- El driver de mayor importancia es el 'D31. Alianzas tecnológicas'; luego le siguen 'D2. Penetración de servicios en el interior del país', 'D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones', y 'D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones'; por último, se encuentra 'D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional'.
- De los resultados del análisis bibliométrico, se concluye que para lograr implementar el 5G en una empresa se requieren de diferentes tecnologías que la habiliten: equipos de arquitectura de red, antenas, elementos pasivos, transmisión, virtualización y cloud, soluciones adicionales (small cells), sin contar con las capacitaciones de esta tecnología a los que se encargaran de la gestión, análisis y optimización.
- A su vez, del análisis de actividades de patentamiento, se concluye que se observa el esfuerzo de las empresas líderes mundiales para lograr rápidos desarrollos de los equipos celulares, chipsets y equipos centrales.
- Los resultados del análisis de tendencias indican que el rumbo de las telecomunicaciones apunta hacia la aplicación de la tecnología, es ahí donde el Internet de las Cosas y la Industria 4.0 tendrían mayor repercusión en los próximos años, seguidos por la Inteligencia Artificial y el campo de procesamientos de gran cantidad de información.
- De la revisión del mercado actual de las telecomunicaciones en el Perú, se concluye que se impacta a un mercado peruano que al parecer no se ve preparado económicamente para soportar la gran inversión que representa la implementación de la tecnología 5G y la infraestructura que esto conlleva.
- Así mismo, las empresas operadoras principales caminan por senderos propios y rara vez realizan colaboraciones, el estado cuenta con poca gestión y políticas para el desarrollo y apropiación de las nuevas tecnologías. Se

observa una cultura de reactividad ante los avances y falta de comunicación entre los responsables claves del sector, además de que la población cuenta con una enorme brecha de desigualdad y desinformación que afecta el despliegue de nuevas tecnologías y servicios.

Finalmente, se recomienda lo siguiente:

- Teniendo en cuenta algunas de las recomendaciones expuestas en el escenario ideal identificado en el estudio, las entidades encargadas de las telecomunicaciones en el Perú, deben establecer nuevas políticas y reglamentos que faciliten la posible cooperación entre empresas.
- Realizar una concientización sobre el problema de deficiencia de infraestructura que se tiene tanto en la capital como en todo el Perú para así poder establecer convenios de construcción entre entidades regionales, los operadores, entidades intermediarias, las personas y el gobierno.
- Realizar un estudio más amplio, más profundo y tomando en consideración aumentar los puntos de vista de expertos de los diferentes rubros en los que se pretende tener un impacto positivo.



## 6. Referencias Bibliográficas

- 3GPP. (2019). *3GPP*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2019, de Release 15: <https://www.3gpp.org/release-15>
- Akpakwu, G. A., Silva, B. J., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2017). A Survey on 5G Networks for the Internet of Things: Communication Technologies and Challenges. *IEEE AccessOpen*, 6(2), 3619-3647.
- Akyildiz, I., Shuai, N., Shih-Chun, L., & Manoj, C. (2016). 5G roadmap: 10 key enabling technologies. *Computer Networks*(106), 17-48.
- Astigarraga, E. (2016). Prospectiva Estratégica: orígenes, conceptos clave e introducción a su práctica. *ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública*, 71, 13-29.
- Bernhardt, D. C. (1994). I want it fast, factual, actionable: tailoring competitive intelligence to executives needs. *Long Range Planning*, 27(1), 12-24.
- Briggs, P., & Hopwood, B. (1999). The evolution towards the information society, a market driven perspective from the CONVAIR project in ACTS. *Global Telecommunications Conference* (págs. 1932-1936). IEEE.
- BTPUCP. (20 de Marzo de 2019). *Programa Seeds for the Future 2019 – HUAWEI*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de Bolsa de Trabajo PUCP: <https://btpucp.pucp.edu.pe/programa-seeds-for-the-future-2019-huawei/>
- Calvert, J. B. (7 de Abril de 2000). *The Electromagnetic Telegraph*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de University of Denver: <https://mysite.du.edu/~jcalvert/tel/morse/morse.htm>
- Campbell, D. (1975). On the Conflicts between Biological and Social Evolution and between Psychology and Moral Tradition. *American Psychologist*, 1103-1126.
- Carrot2. (2019). *Carrot2*. Recuperado el 26 de Octubre de 2019, de <https://search.carrot2.org/#/web>

- Castellanos Domínguez, O., Fúquene Montañez, A., & Ramírez Martínez, D. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Collins, K., Sutton, I., & Onwuegbuzie, A. (2006). A model incorporating the rationale and purpose for conducting mixed-methods research in special education and beyond. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 4(1), 67-100.
- CONCYTEC. (2017). *CONCYTEC*. Obtenido de Programa Especial de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica: [https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro\\_prospectiva\\_oct.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_prospectiva_oct.pdf)
- Connected Earth. (20 de Junio de 2005). *Wayback Machine*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de The telephone: <https://web.archive.org/web/20060822104544/http://www.connected-earth.com/Galleries/Telecommunicationsage/Thetelephone/index.htm>
- De Geus, A. (2004). *Long-term thinking in a changing society*. Berlin.
- Decouflé, A. (1980). *La Prospective*. Francia: Universitaires de France.
- Degoul, P. (1992). Le pouvoir de l'information avancée face au règne de la complexité. *Réalités Industrielles*, 93, 7-13.
- Díaz, M., & Ospina, M. (2014). Prospectiva 2019 - 2023 para Mipymes dedicadas al desarrollo de software por encargo en Colombia. *El Hombre y la Máquina*, 1(44), 75-91.
- Equipo de Expertos VIU. (21 de Marzo de 2018). *VIU*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de Universidad Internacional de Valencia: <https://www.universidadviu.com/evolucion-la-red-comunicacion-movil-del-1g-al-5g/>
- European Foresight Monitoring Network. (2009). *Revealing how Europe and other world regions navigate into the future*. Bruselas: European Comission.
- Fernández Fuentes, B., Pérez Álvarez, S., & del Valle Gastaminza, F. (2009). Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y

- documental: El caso del proyecto INREDIS. *Investigación Bibliotecológica*, 23(49), 149-177.
- Fernández, M. (1992). *Prospectiva Tecnológica en Gestión Tecnológica y Competitividad*. COLCYT.
- Fossati, C., Paiva de Lima, M., & Volkmer, A. (2016). Prospección de escenarios relacionados a la construcción de los puertos uruguayos en la región de la Laguna Merín. *Journal of Transport Literature*, 10(1), 5-9.
- Gabiña, J. (1998). *La Prospectiva una Herramienta Cargada de Futuro*. Prentice Hall.
- Georghiou, L. (1996). The UK technology foresight programme. *Futures*, 38(4), 359-377.
- Gestión. (27 de Noviembre de 2019). *Gestión*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de Telefónica: no se ha hablado de una venta de la operación en Perú: <https://gestion.pe/economia/telefonica-no-se-ha-hablado-de-una-venta-de-la-operacion-en-peru-nndc-noticia/>
- Gestión. (27 de Noviembre de 2019). *Gestión*. Obtenido de Sunat cobra deuda de S/ 255 millones a Telefónica del Perú: <https://gestion.pe/economia/sunat-telefonica-sunat-cobra-deuda-de-s-255-millones-a-telefonica-del-peru-noticia/>
- Godet, M. (1982). From forecasting to 'La Prospective': a new way of looking at futures. *Journal of Forecasting*, 1(3), 293-301.
- Godet, M. (1999). *De la anticipación a la Acción. Manual de Prospectiva Estratégica*. México DF.: Alfaomega Grupo Editor.
- Godet, M. (2000). *La Caja de Herramientas de la prospectiva estrategica*. España: Cuaderno.
- Godet, M. (2007). *Prospectiva estratégica: problemas y métodos* (2 ed.). San Sebastián: Cuaderno.
- Greene, J. (2007). *Mixed methods in social inquiry*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Guevara, C. (2017). *Evaluación de las metodologías de vigilancia tecnológica aplicada por expertos nacionales en el Perú*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gutarra, R., & Valente, A. (2018). Las mipymes tecnológicas peruanas al 2030. Estrategias para su inserción a la industria 4.0. *Nova Scientia*, 754-778.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2008). *El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto*. Tabasco: Congreso de Investigación en Sexología.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Herriott, R., & Firestone, W. (1983). Multisite Qualitative Research: Optimizing Description and Generalizability. *Educational Researcher*, 14-19.
- IPAE. (2019). *IPAE*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de Ponte en carrera: <https://www.ponteencarrera.pe/inicio>
- Irvine, J., & Martin, B. (1984). *Foresight in Science: Picking the Winners*. Londres: Pinter.
- ITU. (2019). *ITU*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de Committed to connecting the world: <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
- Jakobiak, F. (1991). *Pratique de la Veille Technologique*. Paris: Les Editions d'Organisation.
- Jakobiak, F. (1992). *Exemples commentés de Veille Technologique*. Paris: Les Editions d'Organisation.
- Jakobiak, F. (1995). *Practica de la Vigilia Tecnologica*. Caracas: Fondo Editorial Fintec.
- Kidder, L., & Judd, C. (1986). *Research Methods in Social Relations*. New York: Harcourt.
- Leavy, S., & Dewes, H. (2011). Drivers y tendencias en los escenarios futuros de la cadena de la soja Argentina. *Ciencias Agronómicas*, 23-33.
- Liu, G., & Jiang, D. (2016). 5G: Vision and Requirements for Mobile Communication System towards Year 2020. *Chinese Journal of Engineering*, 1-8.

- Martinet, B., & Ribault, J. (1989). *La Veille Technologique, Concurrentielle et Commerciale: Sources, Methodologie, Organisation*. Paris: Les Editions d'Organisation.
- Medina, J. (2000). *La construcción social del futuro. Anotaciones desde la previsión humana y social*. La Habana: Universidad de La Habana.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (29 de Abril de 2015). *Ley N° 28295*. Obtenido de Gobierno del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/9859-28295>
- Mojica, F. (1991). *Prospectiva. Técnicas para visualizar el Futuro*. Bogotá: Fondo Legis Editores.
- Mojica, F. (2006). Concepto y Aplicación de la Prospectiva Estratégica. *Revista Med*, 14(1), 122-131.
- Morales, J. (2019). *TeleSemana*. Obtenido de La regulación de las telecomunicaciones móviles en el Perú 2018-2019: <https://www.telesemana.com/blog/2019/02/25/la-regulacion-de-las-telecomunicaciones-moviles-en-el-peru-2018-2019/>
- Moura, P. (1994). *Construindo o futuro. O impacto global do novo paradigma*. Río de Janeiro: Mauad.
- MTC. (2019). *FITEL*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de Fondo de Inversión en Telecomunicaciones: <https://www.fitel.gob.pe/pg/fondo-inversion-telecomunicaciones-fitel.php>
- MTC. (2019). *MTC*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC: <https://www.gob.pe/mtc>
- Ortega, F. (2014). *Prospectiva Empresarial: Manual de corporate foresight para América Latina*. Lima: Universidad de Lima.
- OSIPTEL. (2019). *OSIPTEL*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de El regulador de las telecomunicaciones: <https://www.osiptel.gob.pe/>
- OSIPTEL. (2019). *PUNKU*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2019, de El portal a la información de las telecomunicaciones: <https://punku.osiptel.gob.pe/FrmLogin.aspx>

- Osseiran, A., Boccardi, F., Braun, V., Kusume, K., Marsch, P., Maternia, M., . . . Fallgren, M. (2014). Scenarios for 5G mobile and wireless communications: The vision of the METIS project. *IEEE Communications Magazine*, 52(5), 26-35.
- Palop, F., & Vicente, J. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española*. Madrid: Cotec.
- Patentscope. (2019). *Patentscope*. Recuperado el 26 de Octubre de 2019, de OMPI: <https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>
- Ponjuán, G. (1998). *Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones*. Chile: Impresos Universitarios.
- Popper, R. (2008). How are foresight methods selected? *Foresight*, 10(6), 62-89.
- Porter, M. (1979). The structure within industries and companies' performance. *The Review of Economics and Statistics*, 61(2), 214-227.
- Porter, M. (2005). *Estrategia y ventaja competitiva*. España: Deusto.
- Qualcomm. (2020). *5G Wireless Technology*. Obtenido de <https://www.qualcomm.com/invention/5g>
- Ramírez, D., Fúquene, A., Rojas, F., & Castellanos, O. (2008). *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Rivera, Y. (2018). *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva para identificar oportunidades y amenazas a la producción y exportación de productos peruanos de Sacha Inchi*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sanz, L., & Cabello, C. (1999). *La Prospectiva Tecnológica como Herramienta para la Política Científica y Tecnológica*. España: IESA.
- Scopus. (2019). *Scopus*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=>
- Scopus. (2020). *Scopus*. Obtenido de <https://www.scopus.com/>



- Shao-Yu, L., Shin-Lin, S., Yenming, H., Borching, S., Yung-Lin, H., & Hung-Yu, W. (2017). 5G New Radio: Waveform, Frame Structure, Multiple Access, and Initial Acces. *IEEE Comunications Magazine*, 64-71.
- UNE. (3 de Mayo de 2006). *UNE 166006:2006 EX*. Obtenido de Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0036140>
- UNE. (16 de Marzo de 2011). *UNE 166006:2011*. Obtenido de Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0046930>
- UNE. (18 de Abril de 2018). *UNE 166006:2018*. Recuperado el 2019, de Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0059973>
- UNE. (2019). *UNE*. Obtenido de Asociación Española de Normalización: <https://www.une.org/>
- Utrilla, F. (Mayo de 2018). Sistemas de Vigilancia e Inteligencia en la Gestión de la I+D+i. *Revista UNE(3)*, 1. Obtenido de <https://revista.une.org/3/sistemas-de-vigilancia-e-inteligencia-en-la-gestion-de-la-id.html>
- Vargas, F., & Castellanos, O. (2005). Vigilancia como herramienta de innovación y desarrollo tecnológico. Caso de aplicación: Sector de empaques plásticos flexibles. *Ingeniería e Investigación*, 25(2), 32-41.
- Warwick, M. (1997). The foresight saga. *Communications International*, 4.
- Yin, R. (2008). *Case Study Research: Design and Methods (Applied Social Research Methods)* (Vol. 5). California: Sage Publications Incorporate.

## ANEXOS

### A. Relevancia de términos de preparación de búsqueda

Términos	Cantidad de repeticiones
<i>Wireless</i>	3
<i>Mobile</i>	3
<i>Communication</i>	1
<i>Mobile Network</i>	1
<i>Services</i>	1
<i>Telecommunications</i>	1
<i>Fifth Generation</i>	1
<i>Technology</i>	1
<i>Wireless</i>	1

### B. Lista de ecuaciones de prueba para la preparación de búsqueda

Ecuación de búsqueda	Relevancia
TITLE-ABS-KEY (5g)	No
(TITLE-ABS-KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (telecommunication))	No
(TITLE (5g) OR ABS (5g) OR KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (telecommunication))	No
(TITLE (5g) OR ABS (5g) OR KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (telecommunication) AND NOT TITLE (5ghz))	No
(TITLE (5g) OR ABS (5g) OR KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (telecommunication) AND NOT TITLE (5ghz) AND NOT TITLE-ABS-KEY (fibers))	No
(TITLE (5g) OR ABS (5g) OR KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (telecommunication) AND NOT TITLE (5ghz) AND NOT TITLE-ABS-KEY (fibers) AND NOT TITLE (2.5g) AND NOT TITLE (3.5g))	No
(TITLE-ABS-KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (new AND radio))	No
(TITLE-ABS-KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY ("new radio"))	No
(TITLE-ABS-KEY ("5G") AND TITLE-ABS-KEY ("NEW RADIO")) AND PUBYEAR > 2013	No
(TITLE-ABS-KEY (5g) AND TITLE-ABS-KEY (wireless)) AND PUBYEAR > 2013	No
(TITLE-ABS-KEY ((5g) OR ("fifth generation"))) AND TITLE-ABS-KEY ((wireless) OR (mobile) OR (telecommunication)) AND TITLE-ABS-KEY ("new radio") AND PUBYEAR > 2012	No
(TITLE-ABS-KEY ((5g) OR ("fifth generation") OR ("new radio"))) AND TITLE-ABS-KEY ((wireless) OR (mobile) OR (telecommunication)) AND PUBYEAR > 2012	No

(TITLE-ABS-KEY ((5g) OR ("fifth generation"))) AND TITLE-ABS-KEY ((wireless) OR (mobile) OR (telecommunication)) AND TITLE-ABS-KEY ("new radio") AND PUBYEAR > 2013	Si
(TITLE-ABS-KEY ((5g) OR ("fifth generation"))) AND TITLE-ABS-KEY ((wireless) OR (mobile) OR (telecommunication)) AND TITLE-ABS-KEY (("applications") OR ("services")) AND PUBYEAR > 2013	Si

### C. Lista de grupos, aplicaciones y servicios del 5G

Grupo	Aplicaciones o servicio	Cantidad de términos
<i>Big data</i>	<i>big data</i>	122
Casa	<i>home</i>	100
Computación	<i>cloud</i>	651
Computación	<i>cloud computing</i>	230
Computación	<i>cloud service</i>	71
Computación	<i>computation</i>	199
Computación	<i>computing</i>	273
Computación	<i>edge cloud</i>	89
Computación	<i>edge computing</i>	206
Computación	<i>fog</i>	104
Computación	<i>fog computing</i>	116
Computación	<i>mobile edge computing</i>	314
Computación	<i>server</i>	309
<i>Data center</i>	<i>data center</i>	145
<i>Deep learning</i>	<i>deep learning</i>	70
Empresa	<i>business</i>	121
Empresa	<i>company</i>	89
Industrial	<i>industrial internet</i>	63
Industrial	<i>industry</i>	533
Inteligencia artificial	<i>artificial intelligence</i>	130
Internet de las cosas	<i>connected device</i>	102
Internet de las cosas	<i>iot device</i>	199
Internet de las cosas	<i>iot network</i>	77
Internet de las cosas	<i>iot service</i>	57

Internet de las cosas	<i>nb iot</i>	73
Internet de las cosas	<i>smart device</i>	99
Internet móvil	<i>mobile internet</i>	55
Internet móvil	<i>network service</i>	206
Internet móvil	<i>operator</i>	431
Internet táctico	<i>tactile internet</i>	107
<i>Machine learning</i>	<i>machine</i>	422
<i>Machine learning</i>	<i>machine learning</i>	139
Monitoreo	<i>monitoring</i>	257
Privacidad	<i>privacy</i>	143
Realidad aumentada	<i>augmented reality</i>	62
Realidad aumentada	<i>reality</i>	102
Realidad aumentada	<i>virtual reality</i>	88
Salud	<i>health</i>	92
Salud	<i>healthcare</i>	70
Seguridad	<i>public safety</i>	47
Seguridad	<i>security</i>	498
Seguridad publica	<i>safety</i>	140
<i>Smart city</i>	<i>smart city</i>	163
<i>Smart city</i>	<i>smart grid</i>	73
<i>Smart city</i>	<i>society</i>	144
Tiempo Real	<i>real time</i>	176
Tiempo Real	<i>real time application</i>	59
Usuarios	<i>consumer</i>	94
Usuarios	<i>content</i>	305
Usuarios	<i>customer</i>	117
Usuarios	<i>end user</i>	246
Usuarios	<i>person</i>	147
Usuarios	<i>sharing</i>	306
Usuarios	<i>user experience</i>	163

Usuarios	<i>video</i>	382
Vehículos autónomos	<i>autonomous driving</i>	54
Vehículos autónomos	<i>autonomous vehicle</i>	77
Vehículos autónomos	<i>transport</i>	116
Vehículos autónomos	<i>uav</i>	120
Vehículos autónomos	<i>uavs</i>	72
Vehículos autónomos	<i>unmanned aerial vehicle</i>	101
Vehículos autónomos	<i>v2v</i>	65
Vehículos autónomos	<i>v2x</i>	89
Vehículos autónomos	<i>vehicle</i>	512
Vehículos autónomos	<i>vehicular ad hoc network</i>	47
Vehículos autónomos	<i>vehicular network</i>	130
Vida diaria	<i>daily life</i>	52
Vida diaria	<i>life</i>	191

#### D. Resumen de los grupos de patentes

Grupo de IPC	Cantidad de IPC	Grupo de IPC	Cantidad de IPC	Grupo de IPC	Cantidad de IPC	Grupo de IPC	Cantidad de IPC
A01	2057	B28	146	C11	550	F17	20
A21	347	B29	1571	C12	1908	F21	615
A22	10	B30	6	C13	4	F22	24
A23	4015	B31	19	C14	7	F23	89
A24	54	B32	3680	C21	253	F24	253
A41	187	B33	123	C22	2426	F25	158
A42	6	B41	730	C23	1625	F26	21
A43	36	B42	56	C25	962	F27	51
A44	40	B43	51	C30	121	F28	172
A45	98	B44	19	C40	3	F41	16
A46	20	B60	2069	D01	521	F42	3
A47	416	B61	25	D02	119	G01	1468
A61	17642	B62	297	D03	166	G02	2196

A62	53	B63	61	D04	751	G03	1631
A63	545	B64	82	D05	9	G04	16
B01	3319	B65	1343	D06	1496	G05	212
B02	11	B66	62	D07	34	G06	1296
B03	75	B67	8	D21	671	G07	113
B04	9	B68	13	E01	163	G08	279
B05	535	B81	11	E02	331	G09	550
B06	5	B82	113	E03	49	G10	305
B07	35	C01	1657	E04	429	G11	121
B08	49	C02	487	E05	95	G16	14
B09	92	C03	1091	E06	82	G21	71
B21	177	C04	2016	E21	75	H01	13591
B22	846	C05	188	F01	535	H02	771
B23	746	C06	18	F02	472	H03	602
B24	201	C07	1791	F03	82	H04	25064
B25	156	C08	14488	F04	278	H05	1295
B26	45	C09	6344	F15	33	-	-
B27	55	C10	988	F16	1306	-	-

## E. Formato de encuesta Delphi

Driver	Pregunta	Importancia			Experticia			Periodo de ocurrencia					
		Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Ya ocurrió	2020 - 2022	2023 - 2025	2026 - 2028	2029 - 2030	Más allá del 2030
D1. Conflictos internacionales	Al año 2030, las compañías y gobiernos de los diferentes países tendrán cultura de respeto y perseguirán metas semejantes.												
D2. Penetración de servicios en el interior del país	Al año 2030, las empresas de telecomunicaciones implementaran mayor cobertura y servicios en el interior de Perú.												
D3. Las ondas radioeléctricas como productoras de cáncer	Al año 2030, se comprueba que las ondas radioeléctricas no generan ningún tipo de cáncer.												
D4. Percepción de la calidad del servicio al cliente	Al año 2030, los consumidores peruanos tendrán una cultura de reclamo y las empresas de telecomunicaciones contarán con un proceso de solución ante ellas.												
D5. Responsabilidad social de las empresas de telecomunicaciones	Al año 2030, el gobierno implementara políticas de responsabilidad social para las empresas de telecomunicaciones.												
D6. Competitividad regional	Al año 2030, el market share será equitativo y se tendrá políticas de inclusión para nuevos operadores												
D7. Aporte de las telecomunicaciones en el PBI nacional	Al año 2030, el incremento del % de aporte de las telecomunicaciones en el PBI Nacional será del 8%.												
D8. Informalidad	Al año 2030, el Gobierno implementara un medio rápido de detención y cese de la informalidad en telecomunicaciones (empresas, radios, etc.)												
D9. Aporte Canon por Espectro Radioeléctrico	Al año 2030, el aporte de Canon permitió tener el 80% de CCPP con cobertura de internet de alta velocidad.												
D10. Superficie de áreas arqueológicas	Al año 2030, se mejorará la legislación de implementación de nuevas estaciones de servicio de telefonía móvil.												
D11. Catástrofes naturales	Al año 2030, la infraestructura de telecomunicaciones cumple con los estándares nacionales para asegurar su integridad, además												

	de contar con back up de energía en caso se requiera.																		
D12. División política y administrativa del Perú	Al año 2030, la política y la administración del Perú se mantendrá estable y con un rumbo claro, teniendo en cuenta los retos tecnológicos que se requieren para mantenerse acorde a la región.																		
D13. Transparencia de la información	Al año 2030, se tendrá publicado trimestralmente los indicadores de cada actor del rubro de telecomunicaciones, así como se realizará auditorias según la necesidad del sistema.																		
D14. Rol de las organizaciones	Al año 2030, se tendrá un rol activo entre las organizaciones, el estado y la universidad para llegar a una triple hélice funcional.																		
D15. Reforma regulatoria	Al año 2030, se cuenta con un plan tecnológico y una reforma para incluir y regular los diferentes servicios y escenarios existentes																		
D16. Patentes en las regiones	Al año 2030, se incrementará en un 100% las patentes del tipo telecomunicaciones.																		
D17. Intensidad tecnológica de Empresas en las regiones	Al año 2030, las empresas contarán con un comportamiento orientado a la innovación según lo requerido por el avance tecnológico global.																		
D18. Artículos científicos publicados por instituciones de las regiones	Al año 2030, se incrementará en un 100% los artículos de tema de telecomunicaciones.																		
D19. Acceso al servicio de Telefonía Fija en regiones	Al año 2030, se convergerá los servicios de telefonía fijo y móvil, ya que se contará con más celulares que teléfonos fijos en el hogar.																		
D20. Acceso al servicio de Telefonía Móvil en regiones	Al año 2030, el servicio de voz será proporcionado principalmente por el servicio legacy de 4G.																		
D21. Acceso al servicio de Internet Fijo en regiones	Al año 2030, se convergerá los servicios de internet fijo y móvil, además de presentar alta velocidad y fidelidad de velocidad de datos.																		
D22. Acceso al servicio de Internet Móvil en regiones	Al año 2030, se tendrá el servicio de 5G posicionado entre los operadores y se tendrá en proceso el servicio de 6G.																		
D23. Acceso al servicio de Telefonía Pública en regiones	Al año 2030, la telefonía pública será casi innecesaria debido al avance de los otros servicios.																		
D24. Conectividad	Al año 2030, la conectividad de las aplicaciones y servicios serán centralizadas.																		



D25. Infraestructura- Equipamiento	Al año 2030, la nueva infraestructura de telecomunicaciones será en su mayoría compartida entre los diferentes operadores.													
D26. Formación capital humano - competencias laborales	Al año 2030, las carreras asociadas a las nuevas tecnologías estarán dentro de las más demandadas.													
D27. Generación de empleo	Al año 2030, se generará nuevas Mipymes asociadas a las nuevas tecnologías y a las emergentes de las telecomunicaciones.													
D28. Rentabilidad	Al año 2030, la rentabilidad asociada al internet de las cosas y sus aplicaciones presentara un crecimiento exponencial.													
D29. Presupuesto público para el desarrollo tecnológico	Al año 2030, el presupuesto obtenido por las licitaciones de las bandas de frecuencia permitirá reinyectar inversión al desarrollo de las tecnologías nuevas de telecomunicaciones.													
D30. Oportunidades de negocios de base tecnológica	Al año 2030, se generarán en el país nuevas aplicaciones con base en las nuevas tecnologías de telecomunicaciones													
D31. Alianzas tecnológicas	Al año 2030, se presentarán alianzas estratégicas entre diferentes empresas para aprovechar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones.													
D32. Corrupción	Al año 2030, el índice de corrupción en el país disminuirá considerablemente.													
D33. Necesidades del consumidor	Al año 2030, las necesidades del consumidor serán más fáciles de recopilar lo que permitirá tener nuevos productos innovadores y disruptivos en el mercado.													