

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE SAN MIGUELITO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN DOCENCIA SUPERIOR

TESIS

**ANÁLISIS DEL MARCO REGULATORIO PARA LA ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO
RADIOELÉCTRICO 5G Y SU IMPLEMENTACION EN PANAMÁ**

ING. TATIANA MARLENE DIAZ

CÉDULA DE IDENTIDAD PERSONAL

8-769-222

TUTORA

PROFESORA DOCTORA NANCY CASTILLO

OCTUBRE 2024

ACTA

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios padre por ser mi fuente de inspiración, por permitirme poder vivir todas las experiencias y conocer a personas maravillosas que me apoyaron a realizar esta investigación.

Agradezco a mis profesores que a lo largo de este camino han sembrado en mí, los conocimientos necesarios para culminar esta maestría.

Gracias a mi familia, mi esposo y mis hijos que son mi fuente de inspiración y motivación diaria.

Quiero dar un especial agradecimiento al Ing. Roberto Palacios, al Mgtr. Samuel Man, al Mgtr. Jorge Candanedo y al Ing. William Martinis por haberme dedicado su preciado tiempo para las realizarle las entrevistas de acuerdo a su experiencia personal y profesional.

También quiero expresar mi agradecimiento a la Doctora Nancy Castillo, mi profesora tutora, por su guía excepcional y claridad en las explicaciones.

También agradezco a mis compañeros Felipe Córdoba y Jorge Pimentel por su perspectiva amplia y enriquecedora conocimientos.

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mis padres el Profesor Rafael Díaz Bustamante (q.e.p.d), a mi madre la Dra. Deydamia Quintero, quienes me inspiraron con su ejemplo para ser profesora y poder ayudar a otras personas a través de mis conocimientos y experiencias.

A mi esposo William quien me ha apoyado desde el inicio y ha sido mi mayor y más grande soporte, a mis hijos Ryan y Vincent quienes me inspiraron a dejar un legado que perdure en el tiempo y a mi hermana Yasna quien siempre me ha animado a dar lo mejor de mí.

RESUMEN

La implementación de la tecnología 5G es crucial en la evolución de las comunicaciones móviles, ofreciendo mayores tasas de datos, menor latencia y mayor conectividad. Sin embargo, para su éxito, se necesita comprender el marco regulatorio del espectro radioeléctrico, especialmente en países como Panamá, donde aún no está completamente integrado. Esta investigación tiene como objetivo analizar el panorama regulatorio del espectro radioeléctrico para 5G en Panamá y examinar los desafíos y facilitadores en torno a su implementación.

El mercado de comunicaciones móviles de Panamá ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, con una tasa de penetración móvil que alcanza 70 por cada 100 habitantes. A medida que el país se prepara para adoptar el 5G, es esencial examinar el entorno regulatorio actual e identificar posibles barreras u oportunidades que puedan afectar el despliegue de la tecnología. El espectro radioeléctrico es un recurso finito y valioso que debe gestionarse de manera efectiva para asegurar una utilización eficiente y un acceso equitativo para todos los interesados. En Panamá, la autoridad reguladora responsable de gestionar el espectro radioeléctrico es la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

Esta investigación analiza el marco regulatorio para la asignación del espectro radioeléctrico 5G y su implementación en Panamá. Evalúa leyes, resoluciones y regulaciones de telecomunicaciones, destacando los beneficios del 5G más allá del Acceso Inalámbrico Fijo (FWA) y el aumento de las velocidades móviles. La investigación también explora aplicaciones industriales en la era de la hiper-conectividad. Los hallazgos sugieren que la implementación efectiva del 5G puede impulsar significativamente la innovación y la eficiencia en diversas industrias, contribuyendo al desarrollo económico y social de Panamá.

Palabras claves: 5G, Acceso Inalámbrico Fijo, espectro, latencia, innovación, hiper-conectividad, comunicaciones, desarrollo.

ABSTRACT

The deployment of 5G technology is crucial in the evolution of mobile communications, offering higher data rates, lower latency, and greater connectivity. However, its success requires a thorough understanding of the regulatory framework governing the radio spectrum, especially in countries like Panama, where it is not yet fully integrated. This research paper aims to analyze the regulatory landscape of the radio spectrum for 5G in Panama and examine the challenges and enablers surrounding its implementation.

Panama's mobile communications market has witnessed significant growth in recent years, with a mobile penetration rate reaching 70 per 100 inhabitants. As the country prepares to embrace 5G, it is essential to examine the current regulatory environment and identify any potential barriers or opportunities that may impact the technology's rollout.

The radio spectrum is a finite and valuable resource that must be managed effectively to ensure efficient utilization and fair access for all stakeholders. In Panama, the regulatory authority responsible for managing the radio spectrum is the National Authority for Public Services.

This investigation examines the regulatory framework for the allocation of the 5G radio spectrum and its implementation in Panama. It analyzes laws, resolutions, and telecommunications regulations, highlighting the benefits of 5G beyond Fixed Wireless Access (FWA) and increased mobile speeds. The research also explores industrial applications in the era of hyperconnectivity. The findings suggest that effective 5G implementation can significantly boost innovation and efficiency across various industries, contributing to Panama's economic and social development.

Keywords: 5G, Fixed Wireless Access, spectrum, latency, innovation, hyperconnectivity, communications, development.

ÍNDICE GENERAL

ACTA	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	XIII
ÍNDICE DE CUADROS	XIV
INDICE DE IMÁGENES	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO 1	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Planteamiento del Problema.	2
1.2 Hipótesis General.	4
1.3 Objetivos.	5
1.3.1 Generales.	5
1.3.2 Específicos.	5
1.4 Delimitación.	6
1.4.1 Delimitación Geográfica	7
1.5 Justificación.	7

1.6	Limitaciones.	8
CAPÍTULO 2		11
MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO		11
2.1	Antecedentes	12
2.1.1	Leyes	13
2.1.2	Decretos y Resoluciones	22
2.1.3	Banda 700 MHz APT	29
2.1.4	Ley de concentraciones económicas del mercado móvil.	31
2.1.5	Digicel Panamá	31
2.1.6	Otra Banda de Espectro para más Capacidad - AWS	32
2.2	Marco Conceptual	37
2.2.1	Espectro Radioeléctrico	37
2.2.2	Red de Comunicaciones Móviles	39
2.2.3	Espectro Necesario para 5G	41
2.2.4	Tecnología de Quinta Generación (5G).	43
2.2.5	Componentes Clave de 5G	43
2.2.6	Beneficios de 5G	49
2.2.7	Inversión en Infraestructura	57
2.2.8	Adopción de Soluciones Innovadoras	58
2.2.9	Políticas Públicas y Regulación	59

2.3	Marco Teórico	61
2.3.1	Contexto del Espectro Radioeléctrico	64
2.3.2	VARIABLES PRINCIPALES	65
2.3.3	Relaciones entre Variables	66
2.3.4	Solución Provisional al Planteamiento del Problema	68
2.3.5	Esquematización de Relaciones entre Variables	69
CAPÍTULO 3		71
MARCO METODOLÓGICO		71
3.1	Tipo de Investigación.	72
3.1.1	Cuantitativo	72
3.1.2	Cualitativo	72
3.2	Definición Operacional de términos y/o variables.	73
3.2.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	73
3.2.2	VARIABLES DEPENDIENTES	74
3.2.3	VARIABLES CONSTANTES	76
3.3	Población y Muestra.	78
3.3.1	Población.	78
3.3.2	Muestra.	79
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.	80
3.4.1	Técnicas.	80

3.4.2	Instrumentos.	81
3.5	Procedimiento.	82
CAPÍTULO 4		85
RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS		85
4.1	Resultados, Análisis e Interpretación de Datos	86
4.1.1	Análisis de la situación del Mercado de Servicio Móvil en Panamá.	86
4.1.2	Análisis Descriptivo para analizar el precio del espectro asignado por la ASEP	90
4.1.3	Comparación con otros países con datos comparativos de otros países que han implementado 5G.	91
4.1.4	Entrevistas a profesionales del campo para discutir sus percepciones sobre la tecnología 5G y las soluciones	95
4.1.5	Análisis de Correlación entre el Precio del Espectro y la Inversión Necesaria para Infraestructura 5G en Panamá	101
4.2	Prueba de Hipótesis	109
4.3	Proceso de Análisis	110
CAPÍTULO 5		113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		113
CONCLUSIONES		114
RECOMENDACIONES		116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		118

ANEXOS	128
Entrevista al Ingeniero Jorge Candanedo	128
Entrevista a Ingeniero Roberto Palacios	130
Entrevista al Ingeniero William Martinis	133
Entrevista a Magister Samuel Man	139

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Facturación del sector de las telecomunicaciones en Panama por año	88
Gráfica 2. Inversión del sector de las telecomunicaciones en Panamá por año.	89
Gráfica 3. Evolución del ARPU en Telefonía Móvil por año	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Modificaciones Claves con la ley 17 del 9 de julio de 1991	13
Cuadro 2. Resumen los principales puntos de la Ley 5 del 9 de febrero de 1995	15
Cuadro 3. Comparativo de Ley 31 de 1996 y Ley 24 de 1999.	19
Cuadro 4. Espectro asignado por la ASEP para las bandas de 1710 – 1780 /2110 – 2180 MHz) – AWS 66	33
Cuadro 5. Comparativo de precios por MHz de Bandas de Frecuencia para Tecnologías Inalámbricas	35
Cuadro 6. Comparativo de penetración de tecnología móvil por país en la región	86
Cuadro 7. Comparativo de algunos países de la región latinoamericana que han lanzado 5G	92
Cuadro 8. Comparación de tipo de tecnología Core por país en la región.	94
Cuadro 9. Resumen de Espectro Atribuido, Asignado y Disponible para IMT.	103
Cuadro 10. Cálculo del precio por 80 MHz	104

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Espectro Radioeléctrico	38
Imagen 2. Comparación de Generaciones de Redes de Comunicación	40
Imagen 3. Tres bandas de frecuencia en el núcleo de las redes 5G	42
Imagen 4. Arquitectura lógica del gNB con la Unidad Central (CU) y la Unidad Distribuida (DU).	44
Imagen 5. Comparativo del Núcleo de Red para 5G NSA vs SA	46
Imagen 6. Esquema del fronthaul 5G sobre un WDM-PON con fibra óptica.	47
Imagen 7. Dispositivos 5G	48
Imagen 8. Sensores conectados a la red 5G para monitoreo en tiempo real	51
Imagen 9. Película de realidad virtual: la vida cotidiana en la edad media	52
Imagen 10. Primera cirugía de cáncer de mama con 5G	53
Imagen 11. La tecnología 5G mejora las actividades en el aula con video en ultra alta definición, proporcionando una experiencia educativa inmersiva para los estudiantes.	54
Imagen 12. Elementos necesarios para inversión de infraestructura para 5G	57
Imagen 13. Relación entre las variables	70
Imagen 14. Promoción de Cable and Wireless para lanzamiento de 5G.	107

INTRODUCCIÓN

La situación actual del mercado de telecomunicaciones en Panamá presenta un escenario complejo y desafiante, marcado por la reciente consolidación de operadores y la necesidad urgente de avanzar hacia la implementación de la tecnología 5G. A mediados de 2022, la adquisición de Cable Onda y Movistar Panamá por parte de *Millicom International Cellular*, así como la compra de Claro Panamá por *Liberty Latin America*, ha reducido el número de competidores en el sector a solo dos operadores principales. Esta concentración podría limitar las inversiones necesarias para el despliegue completo de la infraestructura 5G, un avance tecnológico crucial para mejorar la conectividad y reducir la brecha digital en el país.

A pesar de contar con una base tecnológica que incluye redes 2G, 3G y 4G, el despliegue de 5G ha estado rezagado. La implementación de esta nueva tecnología es esencial no solo para ofrecer velocidades significativamente más altas y menor latencia, sino también para habilitar aplicaciones innovadoras en sectores como salud, educación y seguridad. Sin embargo, el marco regulatorio actual presenta obstáculos que dificultan la asignación efectiva del espectro necesario para 5G. La falta de claridad y certeza en las políticas ha generado incertidumbre entre los operadores, lo que podría retrasar aún más el acceso a los beneficios que esta tecnología puede ofrecer.

Este estudio se propone analizar en profundidad el marco regulatorio que rige la asignación del espectro radioeléctrico para 5G en Panamá, identificando los desafíos y oportunidades que enfrenta el país. Se busca proporcionar recomendaciones que faciliten una adopción más efectiva de esta tecnología, promoviendo un entorno competitivo que beneficie tanto a los operadores como a los consumidores. Con una evaluación crítica del estado actual del mercado y las normativas vigentes, esta investigación tiene como objetivo contribuir al desarrollo de políticas públicas que impulsen

la transformación digital en Panamá y posicionen al país como un líder en innovación tecnológica en la región.

Adicionalmente, es crucial considerar que el marco regulatorio actual presenta desafíos que podrían afectar aún más el despliegue efectivo de esta tecnología. Con solo dos operadores dominando el mercado tras recientes consolidaciones, la competencia se ha visto limitada, lo que podría obstaculizar las inversiones necesarias para una infraestructura robusta. La falta de claridad en las políticas sobre la asignación del espectro también genera incertidumbre entre los operadores y fabricantes de dispositivos móviles.

CAPÍTULO 1
ASPECTOS GENERALES

1.1 Planteamiento del Problema.

A mediados del 2022, se consolidó el mercado de telecomunicaciones en Panamá, con *Millicom International Cellular, S.A.* terminado de adquirir Cable Onda, S.A. y Telefónica Móviles Panamá, S.A. (Movistar Panamá) y en septiembre de 2021 *Liberty Latin America* anuncio que haría la adquisición de la operación de Claro Panamá S.A., lo que llevó a Digicel a abandonar el país y operar bajo un interventor y posteriormente cerrar operaciones el 20 de abril de 2024. Desde principios de 2023, se busca un tercer operador para fomentar la competencia, mientras que el sector muestra mejoras en facturación y recuperación de inversiones, aunque la telefonía fija enfrenta una contracción. La banda ancha móvil se mantiene estable, con un alto uso del segmento prepago, a pesar de que el Ingreso Promedio por usuario o ARPU (*Average Revenue Per User*) sigue siendo elevado en comparación con la región.

Panamá cuenta con tecnología móviles de Segunda Generación 2G que utiliza la tecnología GSM, para algunos dispositivos como los puntos de ventas y puntos de recarga de tarjetas para el metro y Metrobús, Tercera Generación 3G que usa UMTS, el cual ofrece principalmente servicios de voz móvil y datos y Cuarta Generación 4G que usa la tecnología Evolución a Largo Plazo o LTE (*Long Term Evolution*), que esta principalmente enfocada en tecnología de datos, la cual ha permitido que la población y las organizaciones puedan tener acceso a aplicaciones de transferencia de datos, video, voz sobre IP y audio a alta velocidad.

Sin embargo, la evolución de la tecnología para poder conectar más dispositivos y ecosistemas a más altas velocidades y baja latencia con la tecnología de quinta generación llamada 5G ha tenido un retraso en ser ampliamente desplegada en el país para poder aprovechar las bondades de esta tecnología. Con solo dos operadores en el mercado, un mercado de competencia limitada podría dificultar la inversión necesaria para el despliegue completo de la infraestructura 5G, limitando así

el acceso a sus beneficios. Además, el marco regulatorio actual presenta desafíos, ya que desde hace varios años el gobierno ha intentado promocionar las bandas necesarias para 5G, pero los operadores no han adquirido este espectro. Esta situación complica aún más el proceso de implementación, ya que, con una competencia reducida, es menos probable que se realicen las inversiones requeridas para avanzar hacia una cobertura 5G efectiva y sostenible en Panamá. La implementación de la tecnología 5G en Panamá se enfrenta a varios desafíos que limitan su desarrollo en comparación con otros países de la región.

Aunque el espectro radioeléctrico es un recurso crítico para el funcionamiento de las telecomunicaciones modernas, el marco regulatorio que se ajuste a las necesidades del mercado, ha generado incertidumbre entre los operadores y fabricantes de dispositivos móviles.

Actualmente con el espectro radioeléctrico disponible de acuerdo con la última resolución N.º38 del 11 de abril de 2024, de espectro disponible para tecnologías inalámbricas móviles incluyendo 5G, y la fijación de su precio por MHz, hay que comparar estas bandas de frecuencias disponibles y la compatibilidad con los equipos que poseen los operadores móviles en el país, por lo que se debe hacer una comparación si sus equipos instalados son compatibles con las bandas que la ASEP ha asignado. Por otro lado, también hay que tomar en cuenta que los dispositivos móviles que tiene el mercado panameño tengan disponibles estas frecuencias, así como las aplicaciones y servicios pueden utilizarse hoy en día, y sus beneficios en cada una de las industrias como salud, educación, seguridad, entre otras.

Por lo que la necesidad de resaltar la importancia de la tecnología 5G y su marco regulatorio, la falta de información disponible puede generar resistencia al cambio y desconfianza en la tecnología.

Las oportunidades en el desarrollo para modernizar la infraestructura actual, la transformación digital y el desarrollo de políticas públicas modernas son esenciales para que Panamá pueda avanzar hacia la disminución de la brecha digital, alineando esfuerzos entre el gobierno, la empresa privada y la sociedad civil.

El problema radica en la necesidad de analizar el actual marco regulatorio para la asignación del espectro radioeléctrico 5G en Panamá, identificando los desafíos y oportunidades que enfrenta el país para implementar y aprovechar todo el potencial de esta tecnología, y proporcionando recomendaciones para mejorar la regulación y facilitar su adopción efectiva.

1.2 Hipótesis General.

La Hipótesis general de esta investigación se centra en la asignación del espectro radioeléctrico por parte de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) para la tecnología 5G en Panamá donde influirá significativamente en la capacidad de los operadores de telecomunicaciones para desplegar esta tecnología, afectando tanto la inversión necesaria como la adopción de soluciones innovadoras en el país.

Se espera que el precio del espectro asignado y la capacidad instalada de los operadores impacten tanto en la inversión necesaria para infraestructura 5G como en la adopción y desarrollo de soluciones innovadoras en el país.

Adicionalmente, la consolidación del mercado a solo dos operadores, junto con un marco regulatorio que ha limitado la adquisición del espectro, podría obstaculizar aún más el despliegue eficiente de 5G, restringiendo así el acceso a sus beneficios y perpetuando una brecha digital en Panamá.

1.3 Objetivos.

Los objetivos generales y específicos de esta investigación se centran en poder analizar cómo impacta el marco regulatorio actual en la asignación del espectro 5G en Panamá en el desarrollo del país y competitividad con la región.

1.3.1 Generales.

El objetivo general de esta investigación es el siguiente:

- Analizar que los espectros elegidos por la ASEP para 5G sean los más convenientes para que los operadores puedan desplegar esta tecnología y en la adopción de soluciones innovadoras para el país.

1.3.2 Específicos.

Los objetivos específicos para esta investigación son los siguientes:

- Cotejar con el espectro disponible para la tecnología 5G y los equipamientos que tienen los operadores y fabricantes de dispositivos móviles.
- Estudiar el precio del espectro asignado para la implementación de 5G en Panamá y la capacidad de inversión de los operadores de telecomunicaciones, y cómo esta situación puede afectar el desarrollo y la adopción de la tecnología 5G en el país.
- Recabar aplicativos y soluciones que pudiesen implementarse con la tecnología 5G

- Observar cómo la consolidación del mercado en solo dos operadores afecta la competencia y, en consecuencia, limita la inversión y el despliegue de infraestructura para 5G, así como el acceso de los consumidores a sus beneficios.

1.4 Delimitación.

Para la delimitación temática la investigación se centrará en el análisis del marco regulatorio que rige la asignación del espectro radioeléctrico para la tecnología 5G en todo el territorio de la República de Panamá.

Para la evaluación de normativas se ve el análisis de las leyes, regulaciones y resoluciones emitidas por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) relacionadas con la asignación de espectro para 5G.

El enfoque de perspectivas de especialistas se basará en opiniones, percepciones sobre el servicio 5G y datos obtenidos a través de entrevistas a cuatro expertos del sector de telecomunicaciones, quienes tienen experiencia en los mercados de Panamá e internacional.

El impacto en la Industria del estudio de cómo estas regulaciones afectan a los operadores de telecomunicaciones y su capacidad para implementar y expandir redes 5G.

La comparativa regional en la comparación del marco regulatorio panameño con el de otros países de la región que han avanzado en la implementación de 5G, como Uruguay, Colombia y Brasil.

Los desafíos y oportunidades en la identificación de los principales desafíos que enfrenta el marco regulatorio actual y las oportunidades que presenta para el desarrollo de la infraestructura 5G en Panamá.

1.4.1 Delimitación Geográfica

La investigación se llevará a cabo en el contexto de la República de Panamá, centrándose en:

En el ámbito nacional a través de un análisis de las políticas y regulaciones emitidas por la ASEP y su aplicación en todo el territorio panameño.

Se enfoca en operadores locales actuales consideración de las experiencias y perspectivas de los principales operadores de telecomunicaciones en Panamá, como Cable & Wireless y Tigo, en relación con la asignación del espectro 5G.

Esta delimitación temática y geográfica permitirá un enfoque claro y específico en la evaluación del marco regulatorio para la asignación del espectro 5G en Panamá, facilitando un análisis profundo y relevante para el contexto local.

1.5 Justificación.

Las razones es que nuestro país históricamente había sido uno de los últimos países en Latinoamérica en tener acceso a tecnología celular, después de Haití, por lo que esto pueda posicionar al país tecnológicamente en la región.

La tecnología 5G al ofrecer mayor velocidad que puede llegar hasta 100 veces más que la que ofrece LTE (4G), menor latencia y más dispositivos conectados al mismo tiempo.

Panamá tiene potencial por su posición geográfica, su infraestructura portuaria y marítima y poseer un hub aéreo en el aeropuerto de Tocumen tiene los ingredientes para que se siga desarrollando, sin embargo, la infraestructura técnica se ha quedado rezagada al no haber podido lanzar 5G.

Esto traería también lanzamientos de aplicaciones que sean complemento de los servicios de salud y educación, al poder acceder en tiempo real a la telemedicina y crear experiencias de aprendizaje inmersivas, además del resto de las aplicaciones como ciudades inteligentes con más recursos para

video vigilancia y manejo de tráfico, movilidad y poder conectar los múltiples dispositivos del Internet de las cosas (IoT).

Todo esto haría que Panamá sea un destino de negocios y con la infraestructura tecnológica de países del primer mundo, lo cual sería de beneficio económico para todo el país. Los cambios en el mercado afectan el acceso de los consumidores a los beneficios de 5G es crucial para garantizar que todos los ciudadanos puedan beneficiarse de esta tecnología avanzada, evitando así una brecha digital en el país.

La implementación de 5G representa un paso crucial hacia la transformación digital en Panamá, permitiendo el desarrollo de aplicaciones avanzadas como la telemedicina, la realidad aumentada y el Internet de las Cosas (IoT). Esto es esencial para posicionar al país en un entorno global cada vez más competitivo.

Esta investigación proporcionará información valiosa sobre las condiciones actuales del mercado y las necesidades de inversión, ayudando a allanar el camino para una implementación integral exitosa.

1.6 Limitaciones.

Dentro de las limitaciones encontradas durante la realización de esta investigación, están las de carácter de falta de información y datos públicos detallados sobre el proceso de asignación de espectro y las bandas específicas asignadas a cada operador.

Por otro lado, la poca información disponible sobre el estado actual de las pruebas piloto de 5G y sus resultados preliminares. Adicionalmente por parte de la ASEP no se ha publicado la consulta pública que anunció el antiguo director de la ASEP, Armando Fuentes, el pasado 24 de abril de 2024 en el lanzamiento del piloto de la red 5G en la red de Cable and Wireless Panamá.

En cuanto a las limitaciones temporales, el despliegue de 5G en Panamá se encuentra en una etapa temprana, lo que limita la cantidad de información y experiencia práctica disponible para evaluar el marco regulatorio, recientemente fue el lanzamiento oficial de la red 5G recientemente el pasado 10 de octubre de 2024.

Cualquier cambio en el marco regulatorio durante el transcurso de la investigación podría influir en los resultados, haciendo que las conclusiones sean menos aplicables a largo plazo.

Algunas regulaciones clave para 5G, como la actualización de la Ley de Telecomunicaciones, aún están en proceso, lo que dificulta una evaluación completa del marco legal.

Por otro lado, la limitación de acceso a la información dificulta para obtener información directa de los operadores móviles sobre sus experiencias y desafíos en el proceso de asignación de espectro. Existe una posible reserva por parte de la ASEP y los operadores a compartir ciertos detalles técnicos y comerciales sensibles sobre el proceso de asignación. Los operadores de telecomunicaciones en Panamá son muy celosos con la información financiera y operativa de sus empresas. Esto puede dificultar la obtención de datos precisos sobre inversiones, costos y planes de despliegue relacionados con la tecnología 5G.

Es importante señalar que muchos de los eventos y desarrollos relevantes están ocurriendo simultáneamente mientras se realiza esta investigación. Esta coincidencia temporal puede dificultar la identificación de causas y efectos claros, así como la evaluación del impacto de cada factor en el contexto general, ya que están ocurriendo en el momento de realizar la investigación.

Por último, la falta de información comparable sobre los marcos regulatorios y procesos de asignación de espectro 5G en otros países de la región para realizar un análisis comparativo.

Las diferencias entre países en términos de contexto y prioridades hacen que sea complicado simplemente, aplicar las "mejores prácticas" de un país a otro sin considerar su contexto específico, regulaciones o prácticas exitosas de un lugar a otro.

CAPÍTULO 2
MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El sector de telecomunicaciones en Panamá ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, lo que ha generado un entorno complejo en el que se debe analizar la asignación del espectro radioeléctrico para la tecnología 5G.

Diversos estudios han abordado los desafíos y oportunidades en el sector de telecomunicaciones panameño, destacando la necesidad de un marco regulatorio adecuado que facilite la implementación de tecnologías emergentes como el 5G.

Según el estudio "Competencia y regulación en las telecomunicaciones: El caso de Panamá" (Gonzalez, 2007), es fundamental contar con un marco regulatorio adecuado que fomente la competencia entre los operadores, dado que la falta de esta puede limitar las inversiones necesarias para el desarrollo tecnológico. En este mismo estudio también se destacan varios antecedentes relevantes para la investigación. En primer lugar, se subraya que un entorno competitivo no solo incentiva a los operadores a mejorar sus servicios, sino que también promueve la innovación tecnológica, impulsando el desarrollo de nuevas soluciones, lo cual evidencia que al tener más competencia los operadores podrían prestar mejor servicio y ofrecer nuevas tecnologías innovadoras. Por otro lado, la regulación adecuada facilita el acceso universal a servicios de telecomunicaciones, especialmente en áreas rurales, contribuyendo a la inclusión digital, por lo cual es fundamental que el marco regulatorio incluya medidas de protección al consumidor, garantizando la transparencia en precios y calidad. Este entorno competitivo también puede atraer inversiones extranjeras, esenciales para el desarrollo del sector y la mejora de la infraestructura tecnológica.

2.1.1 Leyes

Las leyes del país establecen el marco general para el funcionamiento y desarrollo del sector de telecomunicaciones entre ellas podemos mencionar las que históricamente las más importantes.

La Ley 17 del 9 de julio de 1991 de Panamá introduce modificaciones significativas a la legislación existente, específicamente a los artículos 8, 9 y 10 de la Ley 14 del 29 de julio de 1987, así como al artículo 2 de la Ley 36 del 17 de octubre de 1980. A continuación, se presenta un cuadro conceptual que resume los aspectos clave de estas modificaciones.

Cuadro 1. Modificaciones Claves con la ley 17 del 9 de julio de 1991.

Artículo	Ley Original	Modificación Introducida por Ley 17
*Artículo 8 (Ley 14/1987)	Será responsabilidad exclusiva del Estado la prestación directa de los servicios públicos de telecomunicaciones existentes en la actualidad y aquellos otros que se prestaren en el futuro, como resultado de la combinación de los actuales o de algunos de sus elementos o sistemas, o fueren fruto de innovaciones o inventos producidos por los avances tecnológicos	El Estado es el único responsable de ofrecer los servicios públicos de telecomunicaciones, tanto los actuales como los futuros, que surjan de combinaciones de sistemas existentes o innovaciones tecnológicas. A través del Ministerio de Gobierno y Justicia, el Estado controlará y regulará estos servicios, y podrá otorgar concesiones a empresas privadas o mixtas para su prestación.
*Artículo 10 (Ley 14/1987)	El Estado prestará a través del Instituto Nacional de Telecomunicaciones (INTEL), todos los servicios públicos de telecomunicaciones, conforme a lo establecido en la presente Ley y demás normas aplicables	El Estado, a través del INTEL, será responsable de prestar todos los servicios públicos de telecomunicaciones, conforme a la ley y normativas aplicables. Sin embargo, podrá otorgar concesiones a empresas privadas o mixtas para la prestación del servicio de telefonía celular en todo o parte del país, mediante licitación pública convocada por el Ministerio de Gobierno y Justicia, tras un estudio del INTEL. Las concesiones se interconectarán con la Red Telefónica Pública Conmutada a través del INTEL, que también regulará la interconexión y fijará las tarifas correspondientes.

<p>*Artículo 11 (Ley 14/1987)</p>	<p>El INTEL asume en forma exclusiva la competencia para planificar, coordinar, reglamentar; expandir, operar y administrar los servicios públicos de telecomunicaciones sin perjuicio de las funciones asignadas por el Artículo 4 de la Ley 80 de 1973</p>	<p>El INTEL asume en forma exclusiva la competencia para planificar, coordinar, expandir, operar y administrar los servicios públicos de telecomunicaciones, sin perjuicio de las funciones asignadas en el Artículo 4 de la Ley No. 80 de 20 de septiembre de 1973 y, de las concesiones que sean otorgadas en cumplimiento del Artículo 2 de la presente Ley</p>
<p>Artículo 2 (Ley 36/1980)</p>	<p>Establece el marco general para los siguientes significados: a) Estación Originaria de Televisión b) Estación Repetidora de Televisión c) Bandas de televisión ch) Canal de Televisión d) Canales adyacentes son aquellos cuyas frecuencias límites son contiguas</p>	<p>Adiciona la definición de las frecuencias comprendidas entre los 470 a 512 MHz serán destinadas a la radio comunicación fija y móvil. Las frecuencias comprendidas entre los 806 a 821 MHz y las comprendidas entre los 851 a 866 MHz serán destinadas a los sistemas troncales y convencionales. Las frecuencias comprendidas entre los 824 a 849 MHz y las comprendidas entre los 869 a 894 MHz serán destinadas a radio comunicación celular</p>

Fuentes: Ley 14, Por la cual se regulan las telecomunicaciones nacionales e internacionales en la República de Panamá. (29 de julio de 1987).

Ley 36, Por la cual se toman medidas relacionadas con el establecimiento y funcionamiento de estaciones de televisión en la República y se subroga el Decreto Ley No. 10, de 12 de junio de 1959. (17 de octubre de 1980).

La Ley 17, "Por la cual se modifican los Artículos 8, 10 y 11 de la Ley No. 14 de 29 de julio de 1987, el Artículo 2 de la Ley N° 36 de 17 de octubre de 1980 y se dictan disposiciones sobre la Telefonía Móvil Celular". (9 de julio de 1991)

Notas: Estos artículos serán derogados por la ley 31 del 8 de febrero de 1996

La Ley 17 del 9 de julio de 1991 regula el ente encargado de supervisar y controlar los servicios públicos de telecomunicaciones en Panamá. Esta ley establece que el Estado, a través del Instituto Nacional de Telecomunicaciones (INTEL), es responsable de la prestación de estos servicios. Aunque el Estado tiene la responsabilidad principal, puede otorgar concesiones a empresas privadas o mixtas para la prestación de servicios como la telefonía celular, mediante un proceso de licitación pública, establece un marco regulatorio que permite al Estado mantener control sobre los servicios de telecomunicaciones mientras facilita la participación del sector privado bajo condiciones específicas.

La ley 5 del 9 de febrero de 1995, hace reestructuraciones en el INTEL como objetivo principal de transformar el sector de telecomunicaciones en Panamá, haciéndolo más competitivo, eficiente y adaptado a las necesidades actuales y futuras de los usuarios. Con esta ley se da inicio al proceso de privatización del INTEL.

Cuadro 2. Resumen los principales puntos de la Ley 5 del 9 de febrero de 1995

Objetivo Principal	Reestructurar el Instituto Nacional de Telecomunicaciones (INTEL) y establecer un marco regulatorio para el sector.
Transformación de INTEL	INTEL se convierte en una sociedad anónima, permitiendo la participación privada en su capital accionario.
Acciones de Capital	Se establece que el 49% de las acciones de INTEL se pondrán a la venta, mientras que el 49% permanecerá en manos del Estado y el 2% se asignará a los trabajadores, por el Sindicato de Trabajadores del INTEL (SITINTEL).
Regulación del Sector	La ley define las bases para la regulación y supervisión de los servicios de telecomunicaciones en Panamá.
Licencias y Concesiones	Se establecen procedimientos para otorgar licencias y concesiones a empresas privadas para operar en el sector.
Participación del Estado	El Estado mantiene un rol significativo en la regulación y supervisión, asegurando que se cumplan las normativas técnicas.
Innovación y Competencia	La ley busca fomentar la competencia en el sector de telecomunicaciones, promoviendo la innovación tecnológica.

Fuente: Ley 5, Por la cual se reestructura el Instituto Nacional de Telecomunicaciones. (9 de febrero de 1995).

En ese momento se aprobaron otras leyes pertinentes al mercado de telecomunicaciones como la ley 29 de 1996 que su objetivo era proteger y asegurar el proceso de libre competencia económica y la libre concurrencia, erradicando las prácticas monopolísticas y otras restricciones en el funcionamiento eficiente de los mercados de bienes y servicios, para preservar el interés superior del consumidor ahora que un nuevo sector comercial estaba por iniciar operaciones, el sector de telecomunicaciones móviles.

La ley 31 del 8 de febrero de 1996, corresponde a la ley regulatoria más específica para el sector de telecomunicaciones móviles en Panamá, en la cual Se reforma la Ley de Telecomunicaciones y se crea mediante ley su ente regulador.

El objetivo de la ley 31 era regular el sector de telecomunicaciones en Panamá, promoviendo la inversión y garantizando un servicio de calidad. El artículo 1 establece que la ley busca acelerar la modernización, extender el acceso, mejorar la calidad de los servicios y promover tarifas bajas y competencia leal. Define términos esenciales como "telecomunicaciones", "concesiones" y "servicios públicos". Por ejemplo, el artículo 2 establece que las telecomunicaciones incluyen toda transmisión, emisión o recepción de información por medios físicos o emisiones radioeléctricas. Establece la separación de funciones entre el ente regulador (ahora ASEP) y los operadores de telecomunicaciones. El artículo 5 menciona que el ente regulador debe fiscalizar y regular sin interferir en las operaciones comerciales.

Regula el otorgamiento de licencias y concesiones a empresas privadas para operar en el sector. El artículo 17 indica que el Estado otorgará concesiones siempre que se salvaguarde el bienestar social y el interés público. Asegura derechos a los usuarios, incluyendo acceso a servicios y tarifas justas. El artículo 10 establece que los usuarios tienen derecho a recibir información clara sobre los servicios y tarifas.

El ente regulador tiene la responsabilidad de supervisar el cumplimiento de las normativas y condiciones establecidas. El artículo 15 detalla las funciones del ente regulador, incluyendo la fiscalización del cumplimiento de las concesiones otorgadas.

También establece el otorgamiento de concesiones, define 2 tipos de concesiones en su artículo 22, por un periodo de 20 años.

Concesiones tipo A: Las que se requieren para prestar los servicios que, por razones técnicas o económicas, deban otorgarse en régimen de exclusividad temporal, o a un número limitado de concesionarios; corresponderá al Consejo de Gabinete otorgar las concesiones tipo A, previo concepto favorable del Ente Regulador

Concesiones tipo B: Las que se requieren para prestar los demás servicios de telecomunicaciones no comprendidos en el numeral anterior, en concepto favorable del Ente Regulador.

Para las concesiones, establece condiciones y requisitos en condiciones iguales para todos los concesionarios. Para servicios tipo A, el contrato debe incluir:

- Metas de suministros.
- Metas de calidad.
- Responsabilidades del concesionario.
- Medidas de protección al cliente.
- Disposición para competencia leal.

- Derechos a cargo de los concesionarios.

Se establecerán condiciones y requisitos mínimos que deben contener los contratos de concesión, asegurando uniformidad y claridad en las obligaciones. Y en el proceso de licitación para licencias tipo A se otorgarán mediante licitación pública, cumpliendo con formalidades como: precalificación, consultas y homologación de documentos, presentación de propuestas y la adjudicación de la concesión. El Consejo de Gabinete adjudicará la licitación a la oferta más alta, reservándose el derecho a declarar desierta la licitación si no se salvaguardan intereses públicos. La decisión del Consejo debe ser motivada y agotará la vía gubernativa, asegurando transparencia en el proceso.

Los artículos sobre tarifas y precios en la Ley 31 establecen un marco regulatorio para la fijación de precios en los servicios de telecomunicaciones. Según el artículo 37, los precios de los servicios en un régimen de competencia son fijados por los concesionarios; y se otorga al Ente Regulador la facultad de establecer regímenes tarifarios en situaciones específicas, como cuando hay un solo concesionario o se detectan prácticas restrictivas a la competencia. Se detalla que el régimen tarifario debe estar incluido en el contrato de concesión, asegurando que las tarifas sean iguales, equitativas y no discriminatorias entre los usuarios. Además, en ciertos casos, se aplicará un régimen de "Tope de Precios", permitiendo a los concesionarios fijar precios libremente siempre que no excedan dicho tope. Estas disposiciones buscan garantizar una competencia justa y proteger a los consumidores en el sector de telecomunicaciones.

Los artículos sobre obligaciones y derechos en la Ley 31 establecen un marco claro para las relaciones entre concesionarios y clientes en el sector de telecomunicaciones, tanto los concesionarios como los clientes deben cumplir con los derechos y obligaciones definidos por las normas vigentes, los contratos de concesión y las directrices del Ente Regulador. se detallan las

obligaciones del concesionario, que incluyen operar los servicios de manera continua, permitir la interconexión equitativa con otros concesionarios y cumplir con las tarifas establecidas. Se otorgan derechos a los titulares de concesiones tipo A, como exigir el mantenimiento del equilibrio financiero ante actos gubernamentales y suspender el servicio en caso de incumplimiento por parte del cliente. También se garantiza el derecho al acceso igualitario a los servicios de telecomunicaciones, se establece la obligación de los concesionarios tipo A de contar con un departamento de quejas para atender reclamos, permitiendo a los clientes recurrir al Ente Regulador si no están satisfechos. Estas disposiciones buscan proteger tanto a los consumidores como a los operadores, asegurando un entorno justo y eficiente en el sector.

La Ley 24 de 1999 introduce importantes modificaciones a la Ley 31 de 1996 se amplía el objetivo de la ley para incluir el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica. Se agrega nuevas definiciones relacionadas con tecnologías emergentes, y se expande las funciones del Ente Regulador, incluyendo la supervisión de nuevas tecnologías y la protección al consumidor. En cuanto a los derechos del usuario, se modifica para ofrecer mayores protecciones y derechos a información clara sobre tarifas. Se mantiene la clasificación de concesiones tipo A y B, pero refuerza las condiciones para las concesiones tipo A. Además, se enfatiza la transparencia en el proceso de otorgamiento de concesiones. Los artículos que regulan la interconexión y las sanciones también son modificados.

Cuadro 3. Comparativo de Ley 31 de 1996 y Ley 24 de 1999.

	Ley 31 (1996)	Ley 24 (1999)	Modificaciones
Objetivo	Regular el sector de telecomunicaciones y promover la inversión.	Se amplía el objetivo para incluir el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica.	Se incorpora un enfoque en sostenibilidad y adaptación a nuevas tecnologías.

Clasificación de Concesiones	Concesiones tipo A (exclusividad temporal) y tipo B (otros servicios).	Se mantiene la clasificación, pero se refuerzan las condiciones para las concesiones tipo A.	Se especifican más claramente las razones para la exclusividad temporal.
Otorgamiento de Concesiones	Consejo de Gabinete otorga concesiones tipo A; Ente Regulador otorga tipo B.	Similar, pero se enfatiza más en la transparencia y competencia en el proceso de licitación.	Mayor énfasis en la transparencia del proceso de otorgamiento y criterios claros.
Derechos del Usuario	Asegura derechos básicos a los usuarios, incluyendo acceso a servicios y tarifas justas.	Amplía los derechos del usuario, incluyendo protección contra prácticas desleales y derecho a información clara sobre tarifas.	Se introducen mecanismos específicos para hacer cumplir estos derechos.
Fiscalización	El Ente Regulador supervisa el cumplimiento de las normativas y condiciones establecidas.	Refuerza las facultades del Ente Regulador para imponer sanciones más severas por incumplimientos.	Se establece un régimen más riguroso de sanciones, incluyendo multas más altas y procedimientos claros para su aplicación.
Condiciones Contractuales	Establece condiciones mínimas que deben contener los contratos de concesión.	Se amplían las condiciones contractuales para incluir aspectos relacionados con calidad del servicio y protección al consumidor.	Se añaden requisitos específicos sobre metas de calidad, suministro y protección al cliente en los contratos de concesión tipo A.
Proceso de Licitación	Detalla el proceso de licitación pública para concesiones tipo A, incluyendo precalificación y adjudicación.	Mantiene el proceso, pero introduce condiciones más claras sobre la participación y requisitos documentales.	Mayor claridad en los procedimientos, incluyendo tiempos específicos para consultas y ajustes a documentos de licitación.
Interconexión	Regula la interconexión entre redes de telecomunicaciones.	Similar, pero se añaden disposiciones específicas sobre tarifas y condiciones para la interconexión.	Nuevas disposiciones que garantizan condiciones equitativas para todos los operadores en términos de interconexión.

Tarifas	Las tarifas son fijadas por el Ente Regulador, pero no se especifican criterios claros en la ley.	Se introducen criterios más claros para la fijación de tarifas, asegurando que sean justas y accesibles para los usuarios.	Mayor claridad en cómo se determinan las tarifas y se asegura que sean competitivas y accesibles.
Sanciones	Establece un régimen general de sanciones por incumplimientos normativos, pero con poca especificidad.	Refuerza el régimen de sanciones, incluyendo multas más severas por incumplimientos graves y procedimientos claros para su aplicación.	Aumento en la severidad de las sanciones y mayor especificidad en los procedimientos disciplinarios contra concesionarios incumplidos.
Calidad del Servicio	Incluye metas generales para la calidad del servicio en contratos tipo A, pero sin detalles específicos sobre su monitoreo o cumplimiento.	Amplía las metas de calidad del servicio e incluye mecanismos específicos para su monitoreo y cumplimiento por parte del Ente Regulador.	Nuevas disposiciones que aseguran un seguimiento efectivo del cumplimiento de las metas de calidad establecidas en los contratos.
Competencia	Establece principios básicos para promover la competencia leal entre concesionarios.	Refuerza estos principios e incluye medidas específicas para prevenir prácticas anticompetitivas y asegurar un entorno competitivo saludable.	Adición de medidas concretas contra prácticas anticompetitivas, promoviendo una competencia justa en el mercado telecomunicaciones.
Resolución de Conflictos	Define procedimientos básicos para resolver conflictos entre concesionarios y usuarios, sin detallar mecanismos específicos.	Introduce mecanismos adicionales como mediación rápida y procedimientos simplificados para resolver conflictos entre partes involucradas.	Nuevos mecanismos que facilitan una resolución más ágil y efectiva de conflictos relacionados con servicios prestados.

Fuentes: Ley 31, Por la cual se dictan normas para la regulación de las telecomunicaciones en la República Panamá. (8 de febrero de 1996).

Ley 24, Por la cual se regulan los servicios públicos de radio y televisión y se dictan otras disposiciones (30 de junio de 1999).

Las modificaciones introducidas por la Ley 24 de 1999 reflejan un esfuerzo por adaptar el marco regulatorio a las nuevas realidades del sector telecomunicaciones en Panamá, enfocándose en una mayor protección al consumidor, transparencia en los procesos licitatorios y una supervisión más rigurosa por parte del Ente Regulador. Estas reformas no solo amplían los derechos del usuario, sino que también refuerzan las condiciones contractuales y el régimen de sanciones, asegurando así un entorno competitivo que beneficie tanto a los consumidores como a los operadores dentro del sector telecomunicaciones.

Otra ley que reglamenta las telecomunicaciones es la ley 6 del 21 de enero de 2004 que establece un gravamen del 12% sobre el costo de las llamadas de larga distancia internacional de uso público originadas en Panamá. Este impuesto se aplica independientemente de la tecnología utilizada, incluyendo llamadas por protocolo IP y aquellas facturadas en Panamá. Los clientes son responsables del pago, mientras que los concesionarios que facturan el servicio actúan como agentes retenedores. La obligación de pagar el impuesto surge al realizar la llamada, y los agentes deben presentar una declaración mensual. La morosidad en el pago conlleva un recargo del 10%, y las sanciones por omisión pueden variar entre mil y diez mil balboas. Si el impuesto no se paga dentro de los 60 días posteriores a su vencimiento, se puede iniciar un proceso ejecutivo contra el agente retenedor.

2.1.2 Decretos y Resoluciones

Los reglamentos son normas que desarrollan y detallan el contenido de las leyes sectoriales de telecomunicaciones, permitiendo su aplicación a diversas situaciones en el sector. Estos reglamentos especifican aspectos que están expresados de manera general en las leyes, asegurando

así que se puedan implementar adecuadamente. Su objetivo es proporcionar claridad y directrices precisas para la regulación y operación de los servicios de telecomunicaciones, facilitando la interpretación y cumplimiento de las disposiciones legales y por lo general estos reglamentos se establecen a través de decretos y resoluciones.

El Decreto Ejecutivo 21 del 12 de enero de 1996 establece que la resolución establece un marco regulatorio para el otorgamiento de concesiones en el sector de telecomunicaciones en Panamá, clasificando estas concesiones en dos tipos: tipo A, que se otorgan en régimen de exclusividad temporal, y tipo B, para otros servicios. El Consejo de Gabinete es responsable de otorgar las concesiones tipo A tras la aprobación del Ente Regulador, mientras que este último se encarga de las concesiones tipo B y del canon anual correspondiente. Las concesiones tienen un plazo de 20 años, renovable por el mismo período. Se detallan los requisitos que deben cumplir los concesionarios, incluyendo metas de calidad y suministro, así como medidas para proteger a los clientes y garantizar la competencia leal. El proceso de licitación pública para las concesiones tipo A incluye etapas de precalificación, consultas y presentación de propuestas. La adjudicación se realiza a la empresa que ofrezca la mayor suma por el derecho a la concesión, con el Estado reservándose el derecho de declarar desierta la licitación si no se protegen adecuadamente los intereses públicos. Además, se prohíben medidas cautelares contra concesionarios tipo A para asegurar la continuidad del servicio, y se establece un procedimiento para notificar al Ente Regulador sobre demandas y sentencias relacionadas con estos concesionarios.

El Decreto Ejecutivo No. 73 de 1997 regula la Ley No. 31 de 1996, estableciendo un marco claro para el otorgamiento de concesiones en el sector de telecomunicaciones en Panamá. Se clasifican

las concesiones en dos tipos: tipo A, que se otorgan en régimen de exclusividad temporal por razones técnicas o económicas, y tipo B, para otros servicios. El Consejo de Gabinete es responsable de otorgar las concesiones tipo A, mientras que el Ente Regulador se encarga del tipo B y del canon anual correspondiente. Las concesiones tienen un plazo inicial de 20 años, renovable por el mismo período.

Todos los servicios de telecomunicaciones deben ser ofrecidos por concesionarios bajo un régimen de libre competencia. Sin embargo, algunos servicios pueden ser prestados de manera exclusiva temporalmente o por un número limitado de concesionarios, debido a razones técnicas o económicas. Esta clasificación y cualquier cambio en ella serán determinados por el Ente Regulador. Es por esta razón que solamente era técnicamente posible tener dos concesionarios, en este caso *BellSouth* y Cable and Wireless Panamá.

Además, se prohíben medidas cautelares contra concesionarios tipo A para asegurar la continuidad del servicio. Los tribunales deben notificar al Ente Regulador sobre cualquier demanda o sentencia relacionada con estos concesionarios, permitiendo una fiscalización adecuada y garantizando la prestación eficiente e ininterrumpida de los servicios concedidos. Este decreto busca establecer un entorno regulatorio claro y competitivo en el sector telecomunicaciones, promoviendo tanto la inversión como la protección del consumidor. El decreto detalla los requisitos que deben cumplir los concesionarios, incluyendo metas de calidad y suministro, así como medidas para proteger a los clientes y garantizar la competencia leal. Se establece un proceso de licitación pública para las concesiones tipo A, que incluye etapas de precalificación, consulta y presentación de propuestas. La adjudicación se realiza a la oferta más alta, con el Estado reservándose el derecho a declarar desierta la licitación si no se protegen adecuadamente los intereses públicos.

En 1996, la primera banda licitada para el servicio de telefonía móvil en Panamá fue la Banda A. *BellSouth*, en alianza con *Multiholding*, ganó la licitación pagando 72,6 millones de dólares. Motorola, que ofreció 42 millones de dólares, quedó en segundo lugar y no pudo ingresar al mercado. La Banda B fue otorgada a Cable & Wireless, que tenía el derecho automático según la normativa y debía pagar la misma cantidad que el ganador de la Banda A. (Gonzalez, 2007).

También estaba sucediendo la subasta para el 49% de las acciones del INTEL. Las reglas para la venta en subasta pública de las acciones se establecieron en siete pasos: elaboración del pliego de cargos, precalificación, negociación de documentos, firma de contratos, presentación de propuestas, pago y adjudicación de acciones. Las acciones se vendieron mediante subasta pública en sobre cerrado. GTE fue el único sobreviviente de la primera vuelta de precalificación, mientras que Telefónica de España fue descalificada. En la segunda vuelta, Cable & Wireless y GTE sobrevivieron. Finalmente, el 20 de mayo de 1997, Cable & Wireless ganó la subasta con una oferta de 652 millones de dólares, superando el precio base de 500 millones. El proceso fue considerado transparente y satisfactorio.

El Decreto Ejecutivo No. 138 de 1998 de Panamá regula el uso de infraestructuras para servicios de telecomunicaciones, radio y televisión, promoviendo la competencia leal y garantizando la calidad y continuidad del servicio. Establece que los concesionarios deben permitir el acceso a sus instalaciones a otros operadores bajo condiciones justas y no discriminatorias, y define términos técnicos clave como cámara de inspección, caseta, caso fortuito y conducto. Además, impone obligaciones a los concesionarios para cumplir con las normas del Ente Regulador, asegurando la prestación eficiente y de calidad de los servicios, y para proteger el medio ambiente, evitando la

duplicación innecesaria de infraestructuras y asegurando que sus operaciones no causen daño ambiental. (ASEP, s.f.).

La Resolución JD-106 de 1997 del Ente Regulador de los Servicios Públicos de Panamá adopta la primera parte del Plan Nacional Técnico de Telecomunicaciones, que incluye los planes de enrutamiento, sincronismo, señalización y transmisión. Esta resolución se basa en la Ley No. 26 de 1996 y la Ley No. 31 de 1996, que otorgan al Ente Regulador la facultad de elaborar y supervisar estos planes. El proceso incluyó una consulta pública para recibir comentarios y observaciones de las partes interesadas, como Cable & Wireless, *Tele Communication Contractor* y la *Panama Canal Commission*. La resolución también establece que cualquier decisión de aplicación general que afecte a los concesionarios debe someterse a consulta pública previa. Además, se fijaron fechas para la presentación de solicitudes de concesiones y frecuencias adicionales. El Ente Regulador de los Servicios Públicos de Panamá, para tramitar y otorgar concesiones y frecuencias según la Resolución No. JD-98, adopta la primera parte del Plan Nacional Técnico de Telecomunicaciones. Este plan incluye los planes de enrutamiento, sincronismo, señalización y transmisión. Además, se comunicará a los prestadores de servicios que estos planes servirán como guía para el desarrollo de sus redes y para la interconexión entre operadores. El plan entrará en vigor tras la promulgación de la resolución y será revisado cada cinco años mediante consulta pública, aunque puede revisarse antes si es necesario, siguiendo el procedimiento de Audiencia Pública. (ASEP, s.f.)

- El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias es una herramienta clave que establece los elementos legales y regulatorios para la administración del espectro radioeléctrico en Panamá. Su objetivo es garantizar la operación eficiente de los equipos y servicios de radiocomunicación sin causar interferencias dañinas, mediante la reglamentación y

administración del uso del espectro. Esto incluye la división del espectro en bandas independientes, cada una asignada a uno o más servicios de radiocomunicación definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). La atribución de espectros se realiza a través de la Tabla Internacional de Atribución de Frecuencias, que distribuye las frecuencias entre diferentes servicios de manera exclusiva o compartida. Además, se aplican procedimientos regulatorios preestablecidos para evitar interferencias entre países, según lo prescrito en las regulaciones de radio.

- El Plan Nacional de Numeración Telefónica administra los recursos de números telefónicos en cada país, permitiendo la identificación unívoca de cada terminal de abonado a nivel mundial. Este plan busca usar la mínima cantidad de cifras posibles para los números telefónicos, pero ajusta la numeración según el aumento de abonados. Además, prevé suficiente capacidad de reserva y considera la evolución a largo plazo de los sistemas de telecomunicaciones. También permite a los operadores identificar abonados y equipos terminales para fines contables, administrativos y de mantenimiento.
- El Plan Nacional de Enrutamiento establece directrices para que las comunicaciones en la Red Telefónica Pública Conmutada se realicen de manera rápida y económica. Todas las llamadas tienen las mismas exigencias del servicio portador y se encaminan según la categoría del llamante y la información de selección proporcionada.
- El Plan Nacional de Sincronismo facilita la comprensión de la sincronización en los sistemas de telecomunicaciones y orienta la red nacional. Establece la temporización en cada punto de la red usando un reloj primario de alta precisión. Aborda métodos de temporización, distribución, limitaciones, arquitectura de la red de sincronización, y estrategias para manejar imperfecciones y fallas.

- El Plan Nacional de Señalización en las redes de telecomunicaciones de Panamá define los principios y requisitos para tres áreas principales: tonos y anuncios (información acústica para abonados), señalización usuario-red (información eléctrica bidireccional entre red y abonado), y señalización entre centrales (información eléctrica bidireccional para control y facturación de llamadas). Este plan asegura que todos los componentes de las redes nacionales e internacionales operen de manera coordinada y adecuada.
- El Plan Nacional de Transmisión establece reglas y límites para los parámetros de transmisión en las redes de telecomunicaciones nacionales e internacionales. Su objetivo es garantizar una red eficiente, confiable y de alta calidad, asegurando conversaciones de voz claras y recepción de datos correcta. Para ello, se controlan degradaciones como atenuación, eco, distorsión, diafonía y ruidos, manteniéndolas dentro de límites específicos.

El Decreto Ejecutivo N°58 de 2008 extiende a los nuevos concesionarios del Servicio de Comunicaciones Personales (PCS) las reglas, procedimientos, derechos y obligaciones establecidas en el Decreto Ejecutivo No. 21 de 1996. Este decreto se basa en la Ley No. 31 de 1996, que regula las telecomunicaciones en Panamá para modernizar el sector, promover la inversión privada, mejorar la calidad de los servicios, y fomentar la competencia leal. La extensión asegura que los nuevos operadores de PCS compitan en igualdad de condiciones con los operadores existentes de telefonía móvil celular, por el proceso de Licitación Pública No. 01-07-Telco, que tuvo como objetivo otorgar dos concesiones para operar y explotar el Servicio de Comunicaciones Personales (PCS).

La resolución de Gabinete N°67 del 14 de mayo de 2008, adjudico a la empresa Digicel Panamá, S.A. como ganadora de la licitación para el derecho de concesión de PCS siendo quien hizo la oferta más alta por B/. 86,0077.77 balboas y que se concretó en el contrato de concesión N°10-2008, la cual le daba concesión al segmento N°1 en las bandas de frecuencia 1850 MHz a 1865 MHz para la banda de subida y de 1930 MHz a 1945 MHz para la frecuencia de bajada, atribuida al Servicio de Comunicaciones Personales (PCS), de acuerdo al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias. (ASEP, s.f.).

La resolución de Gabinete N° 66 de 14 de mayo de 2008, que adjudico a Claro Panama, S.A. como uno de los ganadores de la licitación para el derecho de concesión para prestar Servicios de Comunicaciones Personales (PCS) y que se concretó en el contrato de concesión No. 11-2008 la cual le daba la concesión al segmento No.2 en la banda de frecuencias de 1870 MHz a 1885 MHz para la banda de subida y de 1950 MHz a 1965 MHz para la frecuencia de bajada, atribuida al Servicio de Comunicaciones Personales (PCS), de acuerdo al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, por un monto de B/. 86,0077.77 balboas por un periodo de 20 años, luego de igualar la oferta inicial de Digicel Panamá, S.A. (ASEP, s.f.),

2.1.3 Banda 700 MHz APT

Para el año 2014, la ASEP anuncia la disponibilidad de frecuencias en la banda 28 de 700 MHz APT (*Asia-Pacific Telecommunity*) para ser utilizada para nuevas tecnologías como LTE.

Cable and Wireless Panamá, mediante la resolución No. 7061-Telco del 30 de enero de 2014, la ASEP le asigna dos segmentos adicionales de frecuencias (ASEP, s.f.):

- 10 Mhz (2 x 5 Mhz), del espectro radioeléctrico en la Banda de 1900 MHz comprendido entre los 1905 MHz a 1910 MHz (5 MHz de subida) y de los 1985 MHz a los 1990 MHz (5 MHz de bajada).
- Veinte (20) MHz (2 x 10 Mhz) de ancho de banda del espectro radioeléctrico, comprendido 708 MHz a 718 MHz y 763 MHz a 773 MHz

Para Telefónica Móviles Panamá, mediante la resolución No. 7231.Telco del 2 de marzo de 2014, la ASEP asigna dos segmentos adicionales de frecuencias:

- un segmento de 10 MHz (2 x 5 MHz) del espectro radioeléctrico en la Banda de 1900 MHz, comprendido en los rangos de frecuencias de 1895 MHz a los 1900 MHz (5 MHz de subida) y en el rango de frecuencia de los 1975 MHz a 1980 MHz (5 MHz de bajada)
- un segmento de 20 MHz (2 x 10 MHz) en la Banda de 700 MHz, comprendidos en los rangos de frecuencias de 718 MHz a 728 MHz (10 MHz de subida) y 773 MHz a 783 MHz (10 MHz de bajada).

Mediante la resolución No. 8753-Telco del 3 de julio de 2015, la ASEP le asigna un segmento adicional de frecuencias a Claro Panamá de:

- 20 MHz (2 x 10 MHz) en la Banda de 700 MHz del segmento comprendido de los 728 MHz a 738 MHz y del segmento comprendido de los 783 MHz a 793 MHz, con el propósito de mejorar la calidad del servicio a sus actuales clientes y de proveer nuevos y mejores servicios como LTE (4G) por un monto de B/.27,806,888.00 a 20 años de concesión.

Digicel Panamá, a través de la Resolución AN No. 12035-Telco, del 19 de enero de 2018 pudo adquirir el segmento en la banda de 700 MHz por B/. 22,570,526.00 el siguiente segmento:

- 20 MHz (2 x 10 MHz) en la Banda de 700 MHz, comprendidos en los rangos de frecuencias de 738 MHz a 748 MHz (10 MHz de subida) y 793 MHz a 803 MHz (10 MHz de bajada).

2.1.4 Ley de concentraciones económicas del mercado móvil.

Ley 36 del 5 de junio de 2018, que regula las concentraciones económicas en el mercado móvil. Esta ley permite la fusión entre dos concesionarios de telecomunicaciones en el país. En el caso de la telefonía móvil, se establece que el mercado se consolidará en tres concesiones para la explotación de estos servicios. Cualquier fusión, denominada “concentración económica” en la ley, debe ser notificada previamente a la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP). Sin la aprobación de la ASEP, la fusión no podrá llevarse a cabo.

Esto dio cabida a que Cable & Wireless Panamá, subsidiaria de Liberty Latin America, adquiriera las operaciones de América Móvil en Panamá, transfiriendo las acciones de Claro Panamá, S.A. a Cable & Wireless Panamá por un monto de 200 millones de dólares. Este proceso se inició en el segundo semestre de 2021. Ambas marcas, +Móvil y Claro, continuaron operando de manera independiente hasta el 16 de enero de 2023, manteniendo sus tiendas, centros de atención y campañas de marketing separadas, según la resolución DNLC-MAC-005-22 de la Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia (ACODECO).

2.1.5 Digicel Panamá

Al mismo tiempo, Digicel Panamá anunció su salida del mercado panameño el 20 de marzo de 2024, tras no lograr adjudicarse la licitación para operar servicios de telecomunicaciones. La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) cerró el proceso de licitación, que concluyó sin interesados, lo que llevó a Digicel a solicitar a sus clientes migrar a otras redes en un plazo de 30 días. Este cierre se produce en un contexto complicado para la empresa, que había solicitado su liquidación voluntaria en abril de 2022, tras la fusión de Cable & Wireless Panamá (CWP) y Claro

Panamá, que consolidó el control del mercado en manos de unos pocos operadores. Digicel argumentó que esta fusión significaba el fin de la competencia leal en el sector, ya que CWP y Claro juntos acaparaban más del 50% del mercado, dejando a Digicel con solo un 13%. El gobierno panameño, al permitir esta fusión, fue criticado por actuar como juez y parte, generando un conflicto de interés. En respuesta a esta situación, la ASEP intervino administrativamente Digicel para garantizar la continuidad del servicio. La designación de un interventor fue parte de este proceso, pero finalmente, ante la falta de oportunidades competitivas y el ambiente desfavorable para operar, Digicel decidió cerrar sus operaciones en Panamá. (ASEP, s.f.).

2.1.6 Otra Banda de Espectro para más Capacidad - AWS

El 13 de abril de 2022, el Gobierno de Panamá asignó un nuevo espectro de 120 MHz en la banda AWS (*Advanced Wireless Services*) a los operadores de telecomunicaciones producto de la necesidad de capacidad de la red móvil, que se creó en la Pandemia de COVID-19 en 2020, debido a que muchas industrias incluida la educación se vieron forzadas a migrar sus operaciones de manera remota y en línea. El precio establecido para este espectro es de B/.1,214,287 por MHz. De los ingresos generados, el 50% se destinará al Tesoro Nacional, el 25% al desarrollo de cobertura, y el 25% restante al proyecto de soterramiento de cables.

Los principales operadores que adquirieron espectro son *Liberty Latin America* (a través de CWP), *Millicom International Cellular* (Tigo), América Móvil (Claro) y *Digicel Group* (Digicel).

A través de la resolución AN- No.9319-Telco se le otorgo a Tigo Panamá la banda de frecuencias y a la canalización, en los segmentos de espectro de 1710 a 1780 MHz y de 2110 a 2180 MHz.

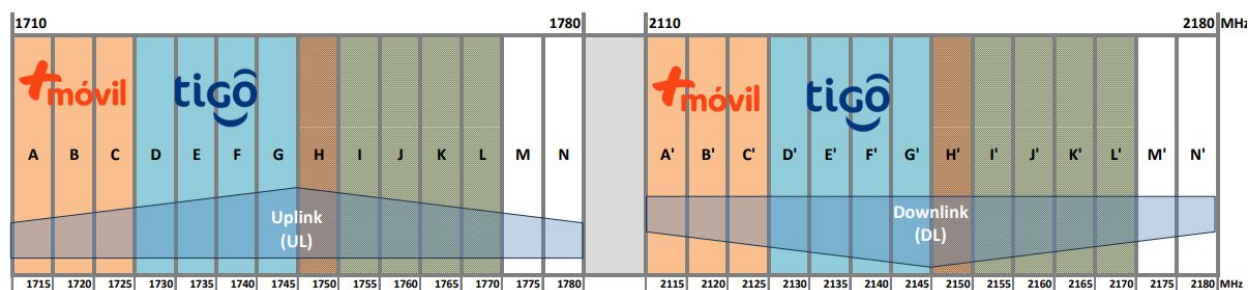
A través de la resolución AN- No.17748-Telco del 1 de julio de 2022, se le otorga a Claro Panamá 30 Mhz (2 x 15 MHz) en los segmentos de 1710 a 1725 MHz y de 2110 a 2125 MHz, esta

asignación formaría parte de la unificación de contratos de concesión entre Cable and Wireless Panamá y Claro Panamá.

A través de la resolución AN- No.18049-Telco del 29 de noviembre de 2022, se le otorga a Tigo Panamá 10 Mhz (2 x 5 MHz) en los segmentos de 1740 a 1745 MHz y de 2140 a 2145 MHz. Sumando a los 30 MHz (2 x 15 MHz) que ya les había sido asignado en los segmentos de 1725 a 1740 MHz y 2125 a 2140 MHz.

Quedando 40 MHz disponibles para un tercer operador en las bandas de 1750 a 1770 MHz y 2150 a 2170 MHz.

Cuadro 4. Espectro asignado por la ASEP para las bandas de 1710 – 1780 /2110 – 2180 MHz) – AWS 66



Fuente: ASEP. (julio de 2024). *Espectro Identificado para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) en Panamá Julio 2024*. Obtenido de ASEP: https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/telecomunicaciones/imt/bandas_imt.pdf

La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) ha asegurado que se mantendrá un trato igualitario y se respetará la seguridad jurídica para todas las empresas reguladas. La medida fue aprobada por el Consejo de Gabinete, permitiendo al Ministerio de Gobierno suscribir adendas a los contratos de concesión con las empresas.

La resolución específica relacionada con esta asignación es la Resolución No. 101-2022, que detalla los términos y condiciones para la concesión del espectro. Esta iniciativa busca mejorar la

conectividad en Panamá, permitiendo que más panameños accedan a internet en diversas comunidades y tengan más capacidad de conexión.

El documento es una Resolución de Gabinete de la República de Panamá que autoriza a la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos a establecer nuevos precios por el derecho de uso del espectro radioeléctrico para las concesionarias de telefonía móvil. Esta decisión se toma en el contexto de la llegada de la tecnología 5G y la necesidad de ajustar la metodología de valorización del espectro vigente desde 2008.

En octubre de 2019, la ASEP publicó las frecuencias que tenían identificadas para ese entonces en la banda de la frecuencia L, de 1,427 MHz a 1,518 MHz con un ancho de banda de 91 MHz para desarrollar tecnología inalámbrica móvil, por lo que podría ser utilizada para 5G.

A lo largo de estos años, se han hecho consultas a los operadores y fabricantes de tecnologías móviles de manera que se pueda llegar a un consenso de cuáles serían las frecuencias más atractivas y que la industria internacional está utilizando, debido a que la banda L, no tuvo la respuesta positiva que se esperaba de parte de los operadores.

A partir de 2023, se empezó a destinar presupuesto de la ASEP para poder “limpiar” o “preparar” los recursos radioeléctricos para estas nuevas tecnologías de 5G y también para ampliar las bandas de la tecnología existente LTE (4G). En mayo de ese mismo año, la ASEP en conjunto con el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), realizó un seminario donde se reconoció que aún se requieren hacer adecuaciones a nivel local para implementar 5G.

El 11 de abril de 2024, mediante la resolución de gabinete N°38, la cual autoriza a la ASEP a establecer el precio por MHz de las bandas que se han separado para el uso de nuevas tecnologías inalámbricas internacionales, que se han podido liberar en los años anteriores, para bandas bajas y medias.

Dentro de esta resolución se fija el precio por MHz para el uso de bandas bajas (700 MHz y 698-806 MHz) por un monto de B/.1,462,997.00 y para las bandas medias un precio de B/.1,214,287.00, las bandas medias que se mencionan son:

- 1.4 GHz (1427-1518 MHz),
- 1.9 GHz (1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz),
- 2.3 GHz (2300-2400 MHz)
- 2.5 GHz (2500-2690 MHz) y 3.5 GHz (3300-3700 MHz).

Cuadro 5. Comparativo de precios por MHz de Bandas de Frecuencia para Tecnologías Inalámbricas

Frecuencia	Rango de Banda	Precio por MHz
Bajas	700 MHz y 698-806 MHz	B/.1,462,997.00
Medias	1.4 GHz (1427-1518 MHz)	B/.1,214,287.00
	1.9 GHz (1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz)	B/.1,214,287.00
	2.3 GHz (2300-2400 MHz)	B/.1,214,287.00
	2.5 GHz (2500-2690 MHz)	B/.1,214,287.00
	3.5 GHz (3300-3700 MHz)	B/.1,214,287.00

Fuente: Consejo de Gabinete de la República de Panamá. (11 de abril de 2024). *Resolución de Gabinete N.º 38*. Obtenido de Gaceta Oficial Digital: https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/30010_B/104272.pdf

Estos precios aplicarían cuando las concesionarias se acojan al derecho consignado en la Cláusula 55ª de sus Contratos de Concesión. Esta cláusula indica que las concesionarias tienen el derecho de obtener la asignación de espectro radioeléctrico adicional dentro de las bandas concedidas en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF). Esto es aplicable a los contratos de concesión celebrados con el Estado a través del Ministerio de Gobierno, por lo que se autoriza al Ministerio de Gobierno a suscribir las adendas pertinentes con las concesionarias para la adquisición y asignación del espectro adicional.

La resolución se basa en la necesidad de ajustar la metodología de valorización del espectro, considerando el aumento previsto del tráfico en las redes móviles con la introducción de la tecnología 5G.

La tecnología 5G requiere espectro en tres rangos de frecuencias: bajas, medias y altas, para proporcionar cobertura y capacidad adecuadas.

El 25 de abril de 2024, Cable & Wireless Panamá se convirtió en la primera empresa en implementar una prueba piloto de la tecnología 5G en Panamá, utilizando como préstamo de parte de la ASEP, la banda media de 3.5 GHz, en su evento anual “*Move On*”. Hicieron el anuncio de la prueba piloto de ambiente controlado la cual representa una oportunidad para brindar servicios como realidad aumentada, realidad virtual, Internet de las Cosas (IoT), automóviles autónomos, entre otros.

Recientemente, el 10 de octubre de 2024, Cable and Wireless lanzo su servicio de 5G en Panamá, luego de la prueba piloto que había realizado meses atrás.

Cable and Wireless ha activado un total de 366 sitios para su red 5G, lo que permite una cobertura inicial en áreas clave de la ciudad.

Los clientes pueden acceder a un que tiene un costo de B/.28.00 más ITBMS (Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y Servicios). Además, hay una promoción que ofrece un 20% de descuento durante los primeros 12 meses.

También ofrece opciones de prepago. El plan de Data Ilimitada Recurrente cuesta B/.5.00 por 5 días, que incluye datos y minutos ilimitados a otros usuarios de Más Móvil, así como minutos limitados a otras redes.

Cable and Wireless está implementando una red 5G que promete velocidades significativamente más rápidas y menor latencia en comparación con las redes anteriores. La Autoridad Nacional de

los Servicios Públicos (ASEP) está preparando una licitación para espectros específicos para 5G, con una consulta pública que finalizará el 30 de octubre y una licitación prevista para mediados de 2025 y busca asegurar que la tecnología cumpla con los estándares necesarios y promover una competencia justa en el sector. La empresa asegura que los usuarios disfrutarán de una experiencia mejorada en navegación, *streaming* y juegos en línea, con conexiones más estables y rápidas. (Hernández, Más Móvil lanza red 5G en más de 360 puntos de la ciudad de Panamá y ASEP prepara licitación para 2025, 2024).

Este lanzamiento representa un paso importante para la modernización de las telecomunicaciones en Panamá, brindando a los usuarios acceso a tecnología avanzada y planes accesibles.

Estos antecedentes muestran que Panamá ha dado pasos iniciales para regular e implementar la tecnología 5G, aún enfrenta desafíos para su adopción generalizada, especialmente en comparación con otros países de la región como Guatemala, Uruguay, Chile y Brasil que ya han lanzado 5G hace más de dos años y que están brindando servicios propios de esta tecnología.

2.2 Marco Conceptual

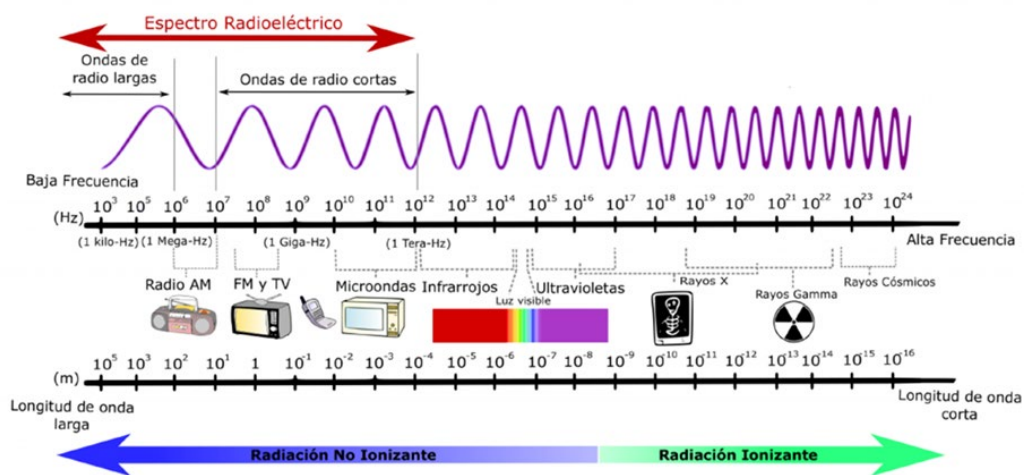
El marco conceptual de esta investigación se centra en los conceptos y variables clave que influyen en la asignación del espectro radioeléctrico para la tecnología 5G en Panamá. Este marco proporciona una base teórica y práctica para entender las relaciones entre las diferentes variables involucradas.

2.2.1 Espectro Radioeléctrico

El espectro radioeléctrico se refiere al rango de frecuencias de ondas electromagnéticas que pueden ser utilizadas para la transmisión de datos a través de ondas de radio. Es un recurso limitado y

altamente regulado que es fundamental para el funcionamiento de las telecomunicaciones, incluyendo 5G, no es un recurso estático, si no que puede variar dependiendo de las necesidades que requieran las tecnologías en un determinado rango de frecuencias. Este recurso es esencial para una variedad de servicios de comunicación, incluyendo la radio, la televisión, la telefonía móvil y las redes Wi-Fi. Dado que el espectro es limitado, su gestión se convierte en un desafío crucial para los gobiernos y las autoridades reguladoras. La asignación y el uso eficiente del espectro son vitales para fomentar la innovación tecnológica y el crecimiento económico. Con el aumento de dispositivos conectados y la demanda de servicios de datos, la presión sobre el espectro se ha intensificado. Por lo tanto, se requieren políticas que promuevan el uso compartido del espectro, así como la implementación de tecnologías más avanzadas que optimicen su utilización. Además, la gestión del espectro debe considerar aspectos como la interferencia entre diferentes servicios y la necesidad de garantizar la calidad de las comunicaciones. La planificación estratégica y la cooperación internacional son esenciales para abordar estos desafíos, dado que el espectro no conoce fronteras.

Imagen 1. Espectro Radioeléctrico



Fuente: <https://aquiestamosonline.com/espectros-de-luz-parte-ii/> (Guarin, 2023)

2.2.2 Red de Comunicaciones Móviles

Una red de telecomunicaciones móviles es un sistema complejo que permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos móviles mediante el uso de estaciones bases distribuidas en áreas geográficas específicas, conocidas como celdas. Estas celdas son fundamentales para la infraestructura de las redes móviles, ya que cada una cuenta con su propio transmisor que se encarga de enviar y recibir señales de radio. La comunicación se establece cuando un dispositivo móvil se conecta a la estación base más cercana, permitiendo la transmisión de voz y datos a través de ondas de radio, en lugar de cables físicos como en las redes fijas busca asegurar que la tecnología cumpla con los estándares necesarios y promover una competencia justa en el sector. (Alestra, 2023)

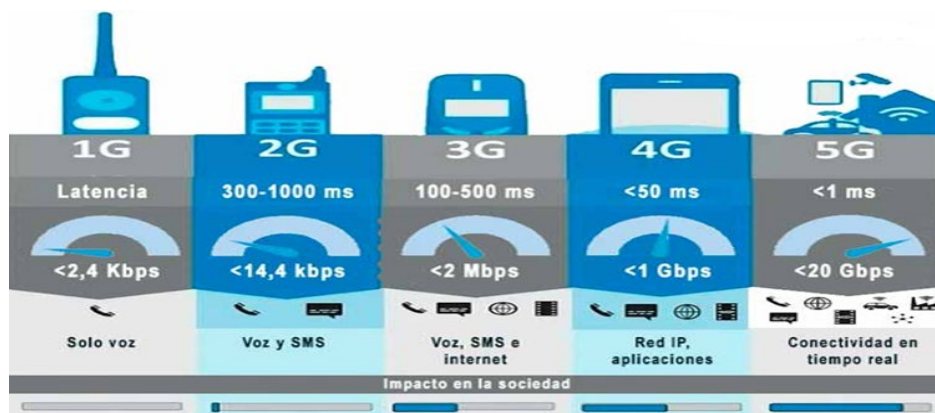
Las redes móviles han evolucionado a través de distintas generaciones, cada una introduciendo mejoras significativas en la velocidad y capacidad de transmisión. La primera generación (1G), lanzada en los años 80, se basaba en tecnología analógica y solo permitía llamadas de voz. Con la llegada de la segunda generación (2G) en los años 90, se introdujeron servicios digitales que mejoraron la calidad de las llamadas y permitieron el envío de mensajes de texto (SMS), aunque con velocidades limitadas (hasta 114 kbps) (plokiko, 2020). Posteriormente, la 3G emergió a principios del siglo XXI, ofreciendo velocidades mucho más rápidas (hasta 384 kbps) y capacidades para video llamadas y navegación web más eficiente (Alestra, 2023).

La cuarta generación (4G) marcó un avance notable con el lanzamiento del estándar LTE, que permite velocidades de hasta 1 Gbps en condiciones óptimas. Esta generación no solo mejoró la experiencia del usuario al navegar por Internet, sino que también facilitó servicios como *streaming* de video en alta definición (Alestra, 2023).

El funcionamiento básico de una red móvil implica tres componentes principales: el terminal del usuario, la red de acceso y la red núcleo. El terminal es el dispositivo móvil utilizado por el usuario; la red de acceso incluye las estaciones base que conectan los dispositivos a la red; y la red núcleo gestiona las comunicaciones entre usuarios y servicios externos. Esta arquitectura permite que múltiples usuarios compartan recursos limitados eficientemente mediante técnicas como la conmutación por circuitos y paquetes.

Las redes móviles han evolucionado significativamente desde su inicio hasta convertirse en una parte integral de la vida moderna, facilitando no solo la comunicación personal sino también aplicaciones empresariales críticas. Cada generación ha aportado mejoras fundamentales que han ampliado las capacidades y aplicaciones posibles dentro del ámbito de las telecomunicaciones móviles. La cantidad de espectro necesario para cada generación de redes móviles varía significativamente, reflejando los avances tecnológicos y las demandas de los usuarios. El espectro necesario para cada generación ha ido aumentando progresivamente, reflejando la evolución en los estándares tecnológicos y las expectativas del usuario en cuanto a velocidad y capacidad de conexión, entre más cantidad se le asigne a una tecnología mayor será su capacidad.

Imagen 2. Comparación de Generaciones de Redes de Comunicación



Fuente: <https://carballar.com/que-es-5g-y-en-que-se-diferencia-de-lo-anterior> (Carballar, s.f.)

2.2.3 Espectro Necesario para 5G

El espectro radioeléctrico es fundamental para el rendimiento de las redes 5G. La cantidad y calidad del espectro disponible determinan la velocidad, capacidad y cobertura de la red.

Existen varios tipos de espectro que se utilizan para la tecnología 5G

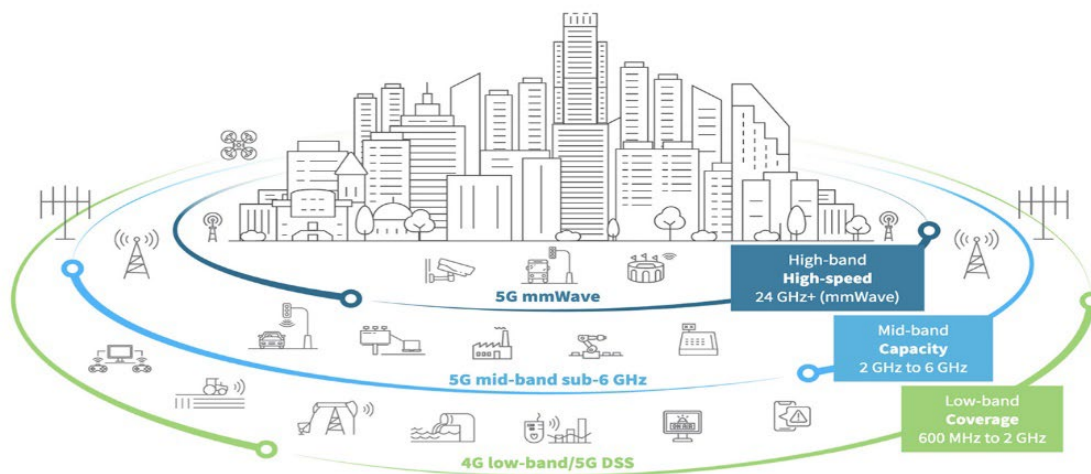
- Banda Baja: Se le llama así porque las frecuencias se encuentran en el espacio más bajo del espectro radioeléctrico disponible para Panamá y que pueda manejar la tecnología. Estas frecuencias oscilan desde los 600 MHz a 1 GHz. El ancho de banda mínimo es de al menos 20 MHz. Ofrece una amplia cobertura y buena penetración en interiores, ideal para áreas rurales y suburbanas. Proporciona una cobertura estable y confiable para llamadas de voz y navegación básica por Internet.
- Banda Media: Sus frecuencias oscilan entre los 2.5 GHz a 3.7 GHz. El ancho de banda es aproximadamente de 100 MHz. Tiene como característica que tiene un equilibrio entre cobertura y velocidad. Tiene un rango de cobertura menor que la banda baja, pero ofrece velocidades más altas. Es ideal para zonas urbanas y suburbanas, soportando aplicaciones como transmisión de video y dispositivos IoT en ciudades inteligentes.
- Banda Alta (mmWave): Sus frecuencias están en el rango de los 24 GHz a 40 GHz. El ancho de banda ideal es de 800 MHz. Ofrece las velocidades más altas, pero con una cobertura limitada y menor capacidad de penetración en interiores. Esta banda es perfecta para áreas densamente pobladas y aplicaciones que requieren alta velocidad y baja latencia, como realidad aumentada y vehículos autónomos.

Debido a que la banda Alta, también conocida como banda milimétrica (mmWave), trabaja en un área donde aún hay mucha capacidad disponible porque no se usa por lo general, el regulador

puede asignar más espacio a un operador para que construya su ruta de comunicación con muchos más carriles. Sin embargo, cuando hablamos de bandas de frecuencia bajas, como las bandas por debajo de los 1000 Mhz, el ancho de banda que hay disponible para cada operador es menor, lo que significa que su ancho de banda será menor, pero todavía podrá hacer una carretera con carriles más reducidos. (Telefonica, 2023).

Los beneficios de una buena gestión del espectro son que las velocidades de descarga serán más rápidas, un mayor ancho de banda de espectro se correlaciona con velocidades de descarga más altas. También el usuario final tendrá una mejor experiencia debido a la combinación de diferentes bandas de espectro que permite una experiencia más equilibrada y robusta. La capacidad de la red 5G permite el desarrollo de nuevas tecnologías y servicios que transformarán diversas industrias, así como la innovación y nuevas aplicaciones que permitirían que nuevas tecnologías y servicios transformen diversos sectores de la industria.

Imagen 3. Tres bandas de frecuencia en el núcleo de las redes 5G



Fuente: Remmert, H. (2021) 5g-spectrum-1280 [Fotografía]. <https://es.digi.com/blog/post/5g-network-architecture>

2.2.4 Tecnología de Quinta Generación (5G).

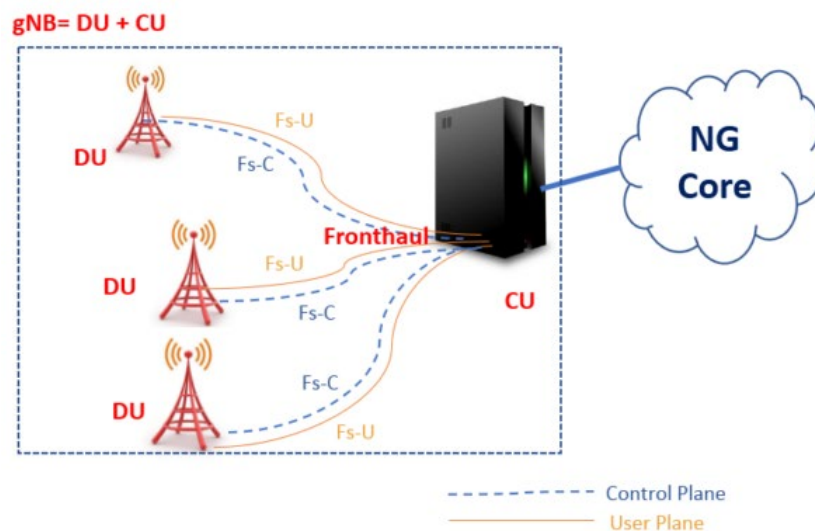
5G es la quinta generación de tecnología de redes móviles, diseñada para ofrecer velocidades de datos más rápidas, menor latencia y mayor capacidad de conexión en comparación con las generaciones anteriores (4G, 3G, etc.). Una red 5G se compone de varios elementos clave que trabajan juntos para proporcionar conectividad de alta velocidad y baja latencia.

2.2.5 Componentes Clave de 5G

- **Estaciones Base 5G:** Estas son las antenas y torres que transmiten y reciben señales de radio. En 5G, se utilizan tanto estaciones base tradicional como pequeñas celdas para mejorar la cobertura y la capacidad. En 5G, estas estaciones base utilizan tecnologías avanzadas como MIMO masivo (*Multiple Input Multiple Output*) para mejorar la capacidad y cobertura. A diferencia de las grandes torres de telecomunicaciones tradicionales, las redes 5G emplean una mayor cantidad de celdas pequeñas (*small cells*) para proporcionar cobertura en áreas densamente pobladas, esto ayuda a tener más capacidad y bajar la latencia. la estación base utilizada en redes 5G se llama gNodeB, su función principal es implementar la interfaz aérea de *New Radio* (NR), que es la tecnología de acceso por radio que permite la comunicación entre los dispositivos móviles y la red, esta fue creada por 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) y está basada en la técnica de transmisión de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*, OFDM). El gNodeB es la infraestructura física que implementa NR, mientras que NR es el estándar técnico que define las especificaciones para la comunicación. El gNodeB actúa como un punto de conexión entre los dispositivos móviles y la red, mientras

que NR proporciona las reglas y protocolos para esa conexión. El gNodeB está específicamente asociado con redes 5G, mientras que NR representa una evolución respecto a tecnologías anteriores como LTE. Además, el gNodeB está diseñado para trabajar en conjunto con otras unidades dentro de la arquitectura 5G, como las Unidades Distribuidas (DU) y las Unidades Centralizadas (CU) en un entorno *Open RAN*. Las estaciones base de radio 5G están diseñadas para ofrecer una latencia extremadamente baja, a menudo inferior a un milisegundo, lo cual es crucial para aplicaciones en tiempo real como la realidad aumentada, la telemedicina y los vehículos autónomos. También hace uso del espectro diversificado ya que operan en una amplia gama de frecuencias desde las bandas de onda milimétrica (mmWave) y Sub-6GHz. Además, permite conectividad de alta densidad ya que están diseñadas para soportar una mayor cantidad de usuarios simultáneos lo cual es clave para el funcionamiento de los dispositivos para el Internet de las Cosas, IoT (*Internet of Things*)

Imagen 4. Arquitectura lógica del gNB con la Unidad Central (CU) y la Unidad Distribuida (DU).



Fuente: <https://www.5g-networks.net/gnodeb-gnb-cu-du-split/> (5G Networks, 2020)

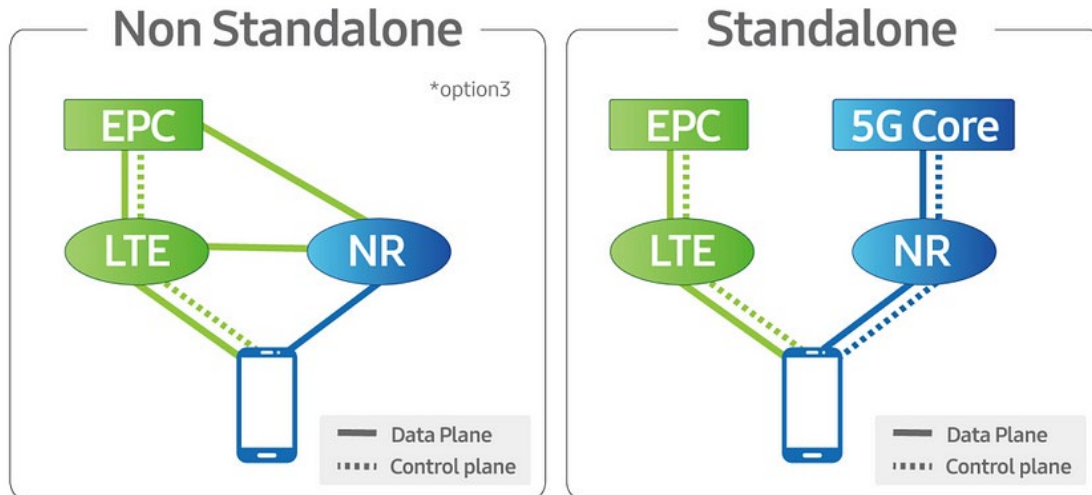
- **Núcleo de la Red (Core):** Es el corazón de la red 5G, gestionando la conexión y el enrutamiento de datos entre dispositivos y servidores. Incluye funciones como la autenticación, la gestión de movilidad y la calidad del servicio. Debe tener capacidades avanzadas para manejar el tráfico de datos masivo y las nuevas aplicaciones. Además de tener una seguridad mejorada para proteger los datos y la privacidad de los usuarios.

La segmentación de red (*Network Slicing*) permite crear múltiples redes virtuales sobre una única infraestructura física, cada una optimizada para diferentes tipos de servicios.

El núcleo de la red (*Core*) 5G puede ser tanto NSA o SA. En el caso de NSA (*Non-Stand Alone*), utiliza la infraestructura existente de redes 4G LTE para el control y señalización, mientras que las nuevas antenas 5G se encargan de la transmisión de datos. Por lo tanto, el despliegue es mucho más rápido y menos costosa porque aprovecha la infraestructura existente de 4G LTE. Es una fase intermedia de transición a la red 5G completa, pero que a su vez aprovecha las ventajas de mayor velocidad y baja latencia. El Core 5G NSA (*Non-Standalone*) utiliza la infraestructura 4G existente para el núcleo de la red, combinándola con nuevas antenas 5G. Es una solución intermedia que permite una implementación más rápida y menos costosa.

Para el SA (*Stand Alone*), utiliza un núcleo de red 5G dedicado y completamente nuevo, sin depender de la infraestructura 4G LTE existente. Permite aprovechar todas las funcionalidades avanzadas del 5G como la ultra baja latencia, tener mayor cantidad de dispositivos conectados y mejor eficiencia energética. Sin embargo, al desplegar un núcleo de la red nuevo se requiere una inversión significativa en una nueva infraestructura, pero ofrece los beneficios de 5G a largo plazo.

Imagen 5. Comparativo del Núcleo de Red para 5G NSA vs SA

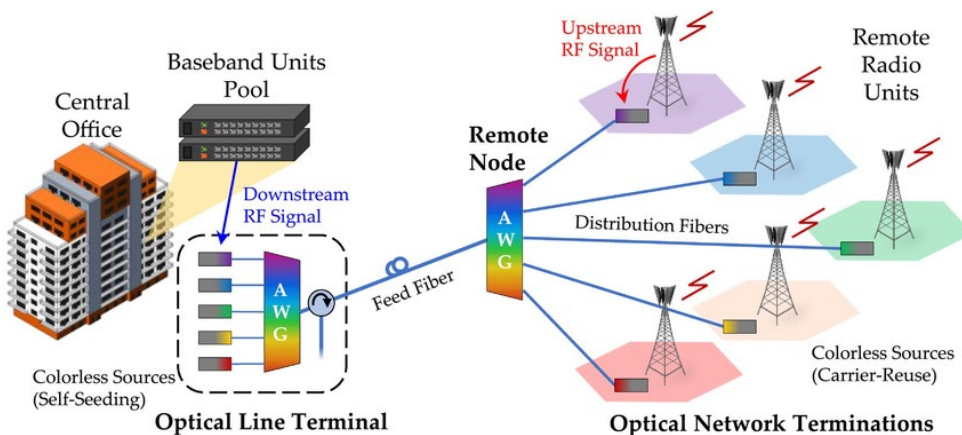


Fuente: <https://medium.com/@ahmedmuhumed/what-are-nsa-and-sa-standards-in-5g-e5403b415c49> (Muhumed, 2023)

- **Transmisión:** La transmisión de datos entre las estaciones base y el núcleo de la red se realiza a través de enlaces de *backhaul* y *fronthaul*.

Estos enlaces pueden ser de fibra óptica o microondas, y son esenciales para mantener la alta velocidad y baja latencia de la red 5G. Las redes de transporte conectan las estaciones base con el núcleo de la red y otros elementos de la infraestructura. Estas redes deben ser capaces de manejar grandes volúmenes de datos con baja latencia. La fibra óptica es esencial en redes 5G porque ofrece alta capacidad de ancho de banda y baja latencia, necesarias para manejar la gran cantidad de datos que 5G genera. Su alta velocidad y fiabilidad permiten la conexión eficiente de dispositivos y la implementación de tecnologías avanzadas como IoT, telemedicina y realidad aumentada. Sin fibra óptica, la experiencia y rendimiento de 5G se verían significativamente limitados.

Imagen 6. Esquema del fronthaul 5G sobre un WDM-PON con fibra óptica.



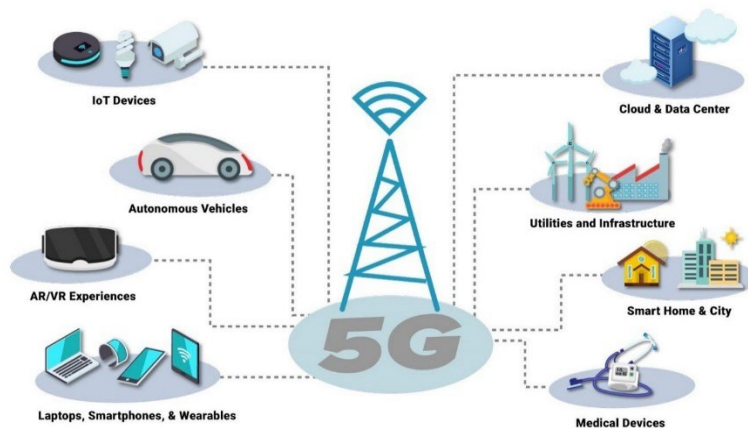
Fuente: Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, (Adelcio M. de Souza, 2022)

- **Dispositivos de Usuarios:** Estos son los teléfonos móviles, tabletas, y otros dispositivos conectados que utilizan la red 5G para comunicarse y acceder a servicios de datos.
 - Teléfonos Móviles: Smartphones: La mayoría de los fabricantes de teléfonos móviles, como Samsung, Apple, Huawei, Xiaomi y OnePlus, ya tienen modelos compatibles con 5G. Estos dispositivos permiten velocidades de descarga y carga mucho más rápidas, así como una menor latencia.
 - Tabletas: Algunas tabletas, como el iPad Pro de Apple y las Galaxy Tab de Samsung, ya vienen con conectividad 5G.
 - Laptops: Existen laptops con módulos 5G integrados, como algunas de las series ThinkPad de Lenovo y las Galaxy Book de Samsung.
 - Dispositivos IoT (Internet de las Cosas): los dispositivos domésticos como las cámaras de seguridad hasta electrodomésticos inteligentes, muchos dispositivos IoT están comenzando a incorporar 5G para mejorar la conectividad y la eficiencia.

Los coches modernos están empezando a utilizar 5G para mejorar la navegación, la seguridad y las capacidades de conducción autónoma.

- *Routers y Hotspots 5G*: Permiten a los usuarios crear redes domésticas o de oficina con velocidades 5G a través de Wi-Fi.
- *Dispositivos industriales 5G*: La tecnología 5G está siendo utilizada en diversas industrias como la salud, el gobierno, seguridad, ciudades inteligentes y educación. Para estas industrias existe un sinnúmero de dispositivos personalizados para cada solución que se requiera, por ejemplo: sensores, iluminación inteligente, aulas inteligentes, drones, cámaras de vigilancia inteligente, dispositivos de Realidad Virtual y realidad aumentada, robots, entre otros.

Imagen 7. Dispositivos 5G



Fuente: <https://riconmobile.com/blog/communication-technology-of-the-future-5g>

- **Tecnología de Virtualización:** La Virtualización de Funciones de Red (NFV) y las Redes Definidas por Software (SDN) son tecnologías que transforman la forma en que se gestionan y operan las redes. NFV permite que las funciones de red, como enrutadores y firewalls, se ejecuten en software en lugar de hardware especializado. Esto hace que la red

sea más flexible y reduce costos, ya que se pueden usar servidores estándar en lugar de equipos caros y específicos. Por otro lado, SDN separa el control de la red del hardware físico, permitiendo que los administradores gestionen y configuren la red de manera centralizada a través de software. Esto facilita la automatización y la adaptación rápida a nuevas necesidades, mejorando la eficiencia y la capacidad de respuesta de la red. Las NFV y SDN hacen que las redes sean más flexibles, eficientes y fáciles de gestionar, adaptándose mejor a las demandas modernas de conectividad. Estas tecnologías permiten una escalabilidad sin precedentes, asegurando que la infraestructura de red pueda crecer y evolucionar con las demandas futuras. Por último, mejoran la seguridad al permitir actualizaciones y configuraciones rápidas y centralizadas.

2.2.6 Beneficios de 5G

La tecnología de quinta generación para redes móviles ofrece muchas ventajas y beneficios. Estos beneficios se ven traducidos en nuestra sociedad como un impulso a economía a través de nuevos servicios y aplicaciones, ya que puede manejar grandes volúmenes de datos y conexiones simultáneas que abre la puerta a innovaciones en sectores industriales como la manufactura, el transporte y la salud. De acuerdo a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructura Digitales del Gobierno de España, estiman que la implementación de 5G puede generar miles de millones en beneficios económicos y crear nuevos empleos.

Esto se traduce a una mejora en la calidad de vida de las personas, ya que soluciones como la Telemedicina que permite consultas médicas y monitoreos de pacientes en tiempo real, siempre y cuando se cuente con los equipos biomédicos que se puedan conectar con la red para realizar exámenes más detallados. En el caso de la educación facilita el aprendizaje en línea ya que el uso

de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada y la realidad virtual permitiría a los estudiantes aprender mientras pueden visualizar los conceptos, lugares y hechos históricos.

En cuanto a la sostenibilidad las redes 5G son más eficientes en el uso de la energía, lo que contribuye a la reducción de huella de carbono a la vez que se gestionan mejor los recursos como el agua y la energía mediante el uso de sensores y sistemas inteligentes que se traducen a su vez en ahorros en gastos operativos.

La adopción de soluciones innovadoras en el contexto del despliegue del 5G implica un proceso dinámico y multifacético en el que tanto empresas como usuarios finales comienzan a integrar nuevas tecnologías y servicios habilitados por esta avanzada red de telecomunicaciones. Los aspectos clave en este proceso son:

- Velocidades más rápidas: Hasta 10 Gbps, permitiendo descargas y transmisiones en tiempo real. 5G puede ser hasta 100 veces más rápido que 4G, lo que permite descargas y transmisiones en tiempo real sin interrupciones.
- Menor latencia: Respuesta casi instantánea, crucial para aplicaciones como vehículos autónomos y cirugía remota. La latencia se reduce a milisegundos, mejorando la capacidad de respuesta en aplicaciones críticas como la telemedicina y los vehículos autónomos.
- Mayor capacidad: Conexión simultánea de más dispositivos, ideal para el Internet de las Cosas (IoT). 5G puede soportar hasta un millón de dispositivos por kilómetro cuadrado, facilitando el despliegue masivo de sensores y dispositivos IoT en ciudades inteligentes.
- Integración de Tecnologías avanzadas: El 5G no opera en aislamiento; su implementación facilita la integración con otras tecnologías emergentes como:

- Internet de las Cosas (IoT): Con la capacidad de conectar millones de dispositivos simultáneamente, el 5G permite un ecosistema donde objetos cotidianos pueden comunicarse entre sí, optimizando procesos industriales y mejorando la vida diaria.
- Inteligencia Artificial (IA): La combinación del 5G con IA puede llevar a sistemas más inteligentes que analicen datos en tiempo real para tomar decisiones automatizadas, desde la gestión del tráfico hasta el mantenimiento predictivo en fábricas

La adopción del 5G tiene el potencial de transformar economías enteras al crear nuevas industrias y revitalizar las existentes. Se estima que el impacto económico del 5G podría alcanzar aproximadamente \$3.3 billones para 2035 en América Latina. Algunos sectores que se beneficiarán incluyen:

- Agricultura: Uso de sensores conectados para monitorear cultivos y optimizar recursos, aumentando la productividad agrícola.

Estos algunos ejemplos que se emplea 5G en el sector agrónomo en algunos países en que la tecnología ha sido desplegada y aprovechada por los sectores industriales

Imagen 8. Sensores conectados a la red 5G para monitoreo en tiempo real



Fuente: <https://agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/16-032.pdf>

- Turismo: Aplicaciones que mejoren la experiencia del visitante a través de realidad aumentada y servicios personalizados.

El gobierno de Egipto está utilizando realidad aumentada y realidad virtual para promover el ecoturismo, una estrategia que podría fomentar el turismo sostenible a nivel nacional. Con la expansión del metaverso, estas tecnologías continuarán integrándose en el sector turístico.

Por ejemplo, Carcassonne, en la región francesa de Languedoc, ofrece a los turistas una experiencia de realidad virtual de 30 minutos que permite viajar a través de diferentes períodos de su historia dentro de los muros de la fortaleza de la ciudadela.

Imagen 9. Película de realidad virtual: la vida cotidiana en la edad media



Fuente: <https://www.tourisme-carcassonne.fr/es/actividad/pelicula-de-realidad-virtual-la-vida-cotidiana-en-la-edad-media/> (tourisme-carcassonne, n.d.)

- Salud: Con la Telemedicina Avanzada, el 5G permitirá realizar consultas médicas a distancia con alta calidad de video y datos, facilitando diagnósticos y tratamientos en tiempo real. Esto es especialmente crucial en áreas rurales donde el acceso a servicios médicos es limitado. Se podrán realizar cirugías remotas debido a la baja latencia del 5G, los cirujanos podrán operar a pacientes a distancia utilizando robots, lo que podría

revolucionar procedimientos quirúrgicos. En el caso de monitoreo de pacientes a través de dispositivos conectados que permitirán el seguimiento en tiempo real de indicadores vitales de pacientes crónicos, mejorando la atención médica y reduciendo hospitalizaciones.

Se realizó la primera cirugía asistida de cáncer de mama en tiempo real entre Zaragoza (España) y Lisboa (Portugal) utilizando 5G y realidad aumentada. Esta operación, que tuvo lugar a una distancia de 900 km, se benefició de la baja latencia del 5G, lo que permitió una transmisión sin retardos. Esto facilitó la colaboración efectiva entre cirujanos ubicados en diferentes países, mejorando así la calidad de la atención quirúrgica y demostrando el potencial del 5G para operaciones complejas y colaborativas (Telefónica, 2021).

Imagen 10. Primera cirugía de cáncer de mama con 5G



Fuente: <https://www.heraldo.es/noticias/salud/2022/05/06/movistar-zaragoza-cirugia-asistida-cancer-mama-5g-tespana-portugal-realidad-aumentada-1572439.html> (Heraldo, 2022)

- Educación: con las aulas conectadas y la implementación del 5G permitirá el uso de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) en el aula, ofreciendo experiencias de aprendizaje inmersivas que pueden mejorar la comprensión y retención de información.

También el acceso a recursos educativos los estudiantes en áreas remotas podrán acceder a plataformas educativas en línea sin interrupciones, cerrando así la brecha educativa existente. Además, la formación continua permite la capacitación profesional en línea que se verá beneficiada por conexiones más rápidas y estables, permitiendo a los trabajadores adquirir nuevas habilidades de manera más eficiente.

Países como Finlandia y Japón se apoyan en la tecnología 5G para impartir los conocimientos y que los estudiantes puedan acceder al aprendizaje

Imagen 11. La tecnología 5G mejora las actividades en el aula con video en ultra alta definición, proporcionando una experiencia educativa inmersiva para los estudiantes.



Fuente: <https://www.interempresas.net/Tecnologia-aulas/Articulos/232108-Samsung-presenta-su-proyecto-educativo-5G-en-una-escuela-japonesa-junto-a-KDDI.html> (Interempresas, 2019)

- Gobierno: Los servicios públicos eficientes gracias a la digitalización de servicios gubernamentales será más efectiva con el 5G. Los ciudadanos podrán acceder a servicios públicos en línea de manera más rápida y eficiente. El gobierno tendrá gestión inteligente de ciudades a través del uso de sensores conectados permitirá una mejor gestión del tráfico, la iluminación pública y otros servicios urbanos, mejorando la calidad de vida en las ciudades. La implementación de tecnologías como blockchain para procesos gubernamentales puede aumentar la transparencia y reducir la corrupción.

En el sector gubernamental también existen países que han puesto en marcha proyecto con la ayuda de la tecnología 5G:

- En Singapur, el gobierno ha implementado soluciones de ciudades inteligentes que utilizan 5G para mejorar la infraestructura urbana. Esto incluye sistemas de monitoreo en tiempo real para el tráfico, la gestión de residuos y la seguridad pública. La conectividad 5G permite una recopilación de datos más rápida y eficiente, lo que facilita la toma de decisiones informadas (Nolan, 2021)
 - En Estonia, el gobierno ha adoptado 5G para ofrecer servicios públicos digitales más eficientes. Esto incluye la digitalización de registros civiles y servicios de salud, permitiendo a los ciudadanos acceder a servicios gubernamentales desde sus dispositivos móviles de manera segura y rápida (Conoce e-Estonia, el gobierno más digitalizado del mundo, 2024).
- Entretenimiento: El *streaming* de Alta Calidad por la capacidad de la tecnología 5G para soportar múltiples dispositivos conectados simultáneamente permitirá a los usuarios disfrutar de contenido multimedia en alta definición sin interrupciones. Las experiencias

interactivas con los eventos deportivos y conciertos podrán ofrecer experiencias interactivas a través de aplicaciones móviles que utilicen AR y VR, mejorando la participación del público. Los videojuegos en línea se beneficiarán enormemente del 5G, permitiendo experiencias más inmersivas con gráficos avanzados y tiempos de respuesta instantáneos.

- Seguridad: las vigilancias inteligentes a través de las cámaras conectadas con capacidades de análisis en tiempo real permitirán una respuesta más rápida ante incidentes de seguridad. Los drones para seguridad pública conectados para monitorear áreas extensas pueden mejorar la seguridad pública y ayudar en situaciones de emergencia. Por otro lado, la ciberseguridad mejorada por el aumento del número de dispositivos conectados, se requerirán soluciones avanzadas de ciberseguridad que serán facilitadas por las capacidades

En el ámbito de la seguridad se pueden mencionar estos casos que actualmente están siendo utilizados por otros países como Estados Unidos y Reino Unido.

En Estados Unidos, las fuerzas del orden están utilizando tecnología 5G para mejorar sus capacidades de respuesta a emergencias. Con la implementación de cámaras de vigilancia conectadas a redes 5G, las autoridades pueden monitorear situaciones en tiempo real y coordinar respuestas más efectivas ante incidentes (NGEEK, n.d.)

La adopción del 5G tiene el potencial de generar un impacto económico significativo en América Latina. Se estima que podría contribuir aproximadamente con \$600 mil millones al PIB regional para 2030, además de crear millones de empleos relacionados con nuevas tecnologías. Sin

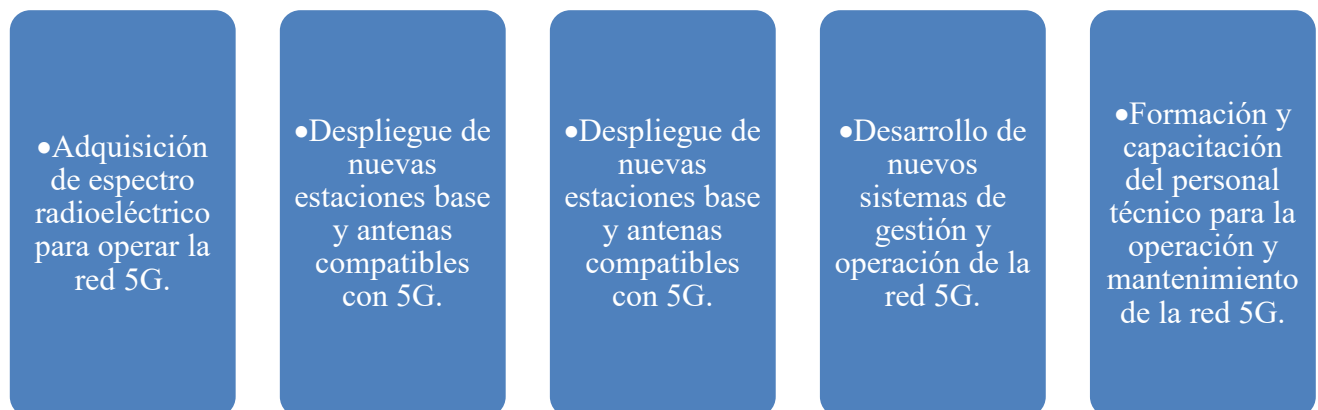
embargo, para maximizar estas oportunidades, es esencial abordar los desafíos existentes como la brecha digital y garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso a las tecnologías necesarias para beneficiarse plenamente del 5G.

2.2.7 Inversión en Infraestructura

Se entiende como el capital que los operadores de telecomunicaciones deben destinar para desarrollar y mantener la infraestructura necesaria para implementar tecnologías como 5G.

La inversión necesaria por parte de los operadores de telecomunicaciones para implementar la infraestructura de la tecnología 5G incluye los siguientes elementos:

Imagen 12. Elementos necesarios para inversión de infraestructura para 5G



Fuente: Elaboración propia

También hay otras inversiones asociadas al despliegue de una red de 5G tales como:

- Actualización de Software e Inversión en sistemas que permitan actualizaciones de software remotas para dispositivos y equipos de red.
- La seguridad en implementación de soluciones de ciberseguridad para proteger las actualizaciones y la integridad de la red.

- El desarrollo de plataformas de servicios que permitan a los operadores ofrecer servicios adicionales, como IoT, realidad aumentada/virtual, y servicios de baja latencia.
- Soluciones de *Big Data*: Inversión en análisis de datos para entender mejor el comportamiento del usuario y personalizar ofertas.
- Colaboraciones con *Startups* en la inversión en startups que desarrollen soluciones innovadoras que complementen la red 5G.
- Integración con proveedores de contenido para el establecimiento de acuerdos con proveedores de contenido para ofrecer servicios de *streaming* y entretenimiento.
- Mejora de la Atención al Cliente a través de la inversión en herramientas de atención al cliente y soporte técnico para mejorar la experiencia del usuario.
- Desarrollo de aplicaciones que aprovechen las capacidades de 5G, como juegos en la nube y servicios de salud digital.
- Inversión en I+D para explorar nuevas tecnologías que puedan integrarse con 5G, como inteligencia artificial y *machine learning*.

2.2.8 Adopción de Soluciones Innovadoras

La implementación de nuevas aplicaciones y servicios que pueden ser habilitados por la tecnología 5G, mejora la eficiencia y efectividad en diversos sectores.

La adopción de soluciones innovadoras basadas en la tecnología 5G puede dar lugar a nuevas aplicaciones y servicios que aprovechen las capacidades mejoradas de velocidad, latencia y conectividad que ofrece esta red móvil de quinta generación. Algunas de estas nuevas aplicaciones y servicios podrían incluir:

- Realidad aumentada y virtual de alta calidad en tiempo real

- Comunicaciones ultra-fiables y de baja latencia para aplicaciones críticas

2.2.9 Políticas Públicas y Regulación

Las políticas públicas y la regulación son elementos cruciales en la gestión del espectro radioeléctrico en Panamá, ya que determinan las condiciones bajo las cuales se asignan las frecuencias necesarias para el funcionamiento de las telecomunicaciones. La Ley 31 de 1996, junto con las directrices establecidas por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP, n.d.), crea un marco normativo que busca impulsar la modernización y desarrollo del sector, promoviendo la inversión privada y la competencia leal (Gonzalez, 2007). La regulación de abril de 2024 introduce cambios significativos que pueden tener un impacto directo en el lanzamiento de la tecnología 5G en el país. Por ejemplo, esta nueva regulación puede facilitar la asignación de bandas de frecuencia específicas para 5G, lo que permitiría a los operadores optimizar sus redes y ofrecer servicios de mayor calidad (ASEP, 2024). Además, un enfoque más flexible en la regulación del espectro podría reducir los costos asociados con su adquisición, alentando a los operadores a invertir en infraestructura necesaria para desplegar la tecnología 5G, especialmente en un contexto donde la inversión inicial para 5G es considerable (Gonzalez, 2007).

Asimismo, el marco regulatorio debe considerar no solo los aspectos económicos, sino también los beneficios sociales y la inclusión digital, garantizando que la adopción de 5G beneficie a la mayor parte de la población y contribuya a un desarrollo equitativo.

La influencia de las políticas públicas y regulaciones sobre el espectro radioeléctrico es fundamental para el avance de las telecomunicaciones en Panamá y para la capacidad del país de aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología 5G en términos de innovación y desarrollo socioeconómico.

Se asume que una asignación adecuada del espectro radioeléctrico por parte de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) facilitará una mayor inversión en infraestructura por parte de los operadores.

Se presume que el precio del espectro asignado afectará directamente la capacidad de los operadores para adoptar soluciones innovadoras y mejorar sus servicios.

Este marco conceptual permite ampliar los conceptos de la tecnología 5G y sus beneficios a la vez que ayuda a establecer las bases para analizar cómo las decisiones regulatorias actuales influyen en el futuro del sector y cómo se pueden optimizar las políticas para facilitar el despliegue exitoso de esta tecnología emergente.

2.3 Marco Teórico

De acuerdo con el informe de se estima que el mercado de telecomunicaciones de Panamá alcanzará los 1.16 mil millones de dólares en 2024, con un crecimiento proyectado a una tasa compuesta anual del 1.96% hasta 2029. Este crecimiento es impulsado por la creciente penetración de Internet y el uso de tecnologías del Internet de las Cosas, IoT (Internet of Things), lo que resalta la importancia de una infraestructura robusta para soportar nuevas tecnologías como 5G. Según este informe sobre el mercado de telecomunicaciones en Panamá, se estima que la implementación de la tecnología 5G no solo mejorará la conectividad con velocidades significativamente más rápidas, sino que también impulsará el desarrollo de dispositivos IoT, permitiendo la interconexión de una mayor cantidad de dispositivos y mejorando la eficiencia en sectores como la salud y la agricultura. Además, se prevé que surjan nuevas oportunidades de negocio y servicios, como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR), transformando la interacción de los consumidores con la tecnología. Sin embargo, esta evolución requerirá una inversión considerable en infraestructura y planteará desafíos regulatorios que deberán ser abordados para garantizar una implementación efectiva. Asimismo, el 5G podría mejorar el acceso a la educación en línea y a servicios de salud a distancia, especialmente en áreas rurales, aunque también se deberán considerar las preocupaciones sobre la seguridad de los datos y la privacidad en este nuevo entorno digital. (Mordor Intelligence, 2024)

De acuerdo el portal del sitio web Telesemana, con la operación de Telefónica y *Liberty Latin America* se quedó con Claro. Esto ha llevado a la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) a buscar un tercer operador para garantizar la competencia en el sector. (Telesemana, 2023).

Por otro lado, según la Agencia de Noticias Panamá, se estima que el 5G impulsará el crecimiento económico y la digitalización en la región, permitiendo el desarrollo de aplicaciones avanzadas en áreas como la salud, la educación y la industria. Esta tecnología promete transformar diversos sectores y facilitar innovaciones significativas. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos relacionados con la cobertura y el acceso equitativo para asegurar que todos los segmentos de la población se beneficien de estas mejoras.

Lucas Gallitto, director para América Latina de GSMA, ha destacado la importancia de que las políticas públicas fomenten la inversión en conectividad, argumentando que el espectro debería ser visto como un instrumento de innovación en lugar de limitarse a ser una simple fuente de ingresos. Esta perspectiva es especialmente relevante para Panamá, un país que ha enfrentado altos precios del espectro, lo que puede obstaculizar el desarrollo de una infraestructura de telecomunicaciones eficiente y accesible (Lara, 2024).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha publicado un informe que examina los desafíos estructurales en el sector de las telecomunicaciones en América Latina y el Caribe. Este documento señala que los altos costos de los servicios, especialmente de la banda ancha móvil, representan un obstáculo significativo para el acceso equitativo a la información y la comunicación. En particular, se destaca que el costo promedio de estos servicios consume una parte considerable de los ingresos mensuales de los hogares más vulnerables, lo que resalta la necesidad urgente de revisar las políticas regulatorias actuales.

Además, el informe enfatiza la falta de infraestructura adecuada en muchas regiones, lo que contribuye a la exclusión digital. Las áreas rurales y marginadas son las más afectadas, enfrentando conectividad deficiente que limita las oportunidades económicas y educativas. Esta situación pone de manifiesto la importancia de realizar inversiones en infraestructura, no solo para mejorar la

calidad del servicio, sino también para facilitar el desarrollo de nuevas tecnologías que beneficien a las comunidades más desfavorecidas.

El BID también sugiere que es esencial promover políticas inclusivas que fomenten la competencia en el sector. Esto podría ayudar a reducir precios y mejorar la calidad de los servicios disponibles. Asimismo, se hace un llamado a los gobiernos para que implementen regulaciones efectivas que aborden tanto los costos como la necesidad de inversión en infraestructura y la innovación tecnológica. Subraya la urgencia de llevar a cabo una revisión integral de las políticas del sector de telecomunicaciones, con el objetivo de garantizar un acceso más equitativo y sostenible para todos los ciudadanos de la región.

En un análisis realizado por la Corporación Andina de Fomento (CAF) en 2022, se señala que Panamá está significativamente rezagada en comparación con otros países de la región en términos de desarrollo digital y cobertura de internet (CAF, 2022). Este informe resalta la necesidad urgente de establecer una hoja de ruta para la implementación de la tecnología 5G, que no solo promete mejorar la conectividad en el país, sino que también podría impulsar el crecimiento económico al facilitar el desarrollo de nuevas industrias y servicios digitales. La 5G tiene el potencial de transformar sectores clave como la educación, la salud y el transporte, al permitir una comunicación más rápida y eficiente. Además, se estima que la adopción de esta tecnología podría atraer inversiones extranjeras y fomentar la innovación local, lo que es crucial para el desarrollo sostenible de Panamá en un mundo cada vez más digitalizado. Por lo tanto, es fundamental que el gobierno y las empresas trabajen juntos para superar las barreras actuales y aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología 5G.

La regulación y modernización del marco normativo en Panamá ha sido objeto de análisis en los últimos años, destacando que, aunque el país cuenta con un sistema regulatorio relativamente

sólido, este necesita actualizarse para abordar los desafíos que presentan las nuevas tecnologías, especialmente la implementación de 5G. La legislación vigente, que data de más de 24 años, se considera adecuada para las condiciones del pasado, pero no responde a las exigencias actuales del sector tecnológico. La modernización del marco regulatorio es esencial no solo para facilitar la inversión extranjera, sino también para fomentar un entorno propicio para el desarrollo de infraestructuras avanzadas y servicios innovadores. Además, se ha señalado que la falta de actualización en las normativas puede obstaculizar el crecimiento de la economía digital en Panamá, limitando el acceso a servicios de alta velocidad que son fundamentales para la competitividad en el mercado global. Por lo tanto, es imperativo que el país revise y ajuste su legislación para alinearse con las tendencias globales y aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología 5G.

2.3.1 Contexto del Espectro Radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es un recurso limitado que debe ser gestionado eficientemente para permitir el desarrollo de tecnologías de comunicación. La asignación del espectro por parte de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) en Panamá es crucial para el despliegue del 5G, ya que influye directamente en la capacidad de los operadores para invertir en infraestructura necesaria. Según Armando Fuentes, administrador de la ASEP hasta junio 2024, La reducción del costo del espectro se ha convertido en una táctica para fomentar la inversión y el desarrollo de tecnologías como la 5G en Panamá. (Panamá América, 2024).

2.3.2 Variables Principales

Precio del Espectro

El precio del espectro se refiere al costo que los operadores deben pagar para acceder a las bandas de frecuencia necesarias para operar 5G. Un precio elevado puede limitar la inversión, En Panamá, los precios del espectro son entre un 30% y un 40% más altos que en otros mercados de la región (Lorenzo, 2024). Los precios para el espectro que puede funcionar para 5G rondan entre 1.2 millones de dólares a 1.46 millones de dólares por MHz. (Hernández, Panamá comienza pruebas de 5G, Asep otorga espectro temporal para la red, 2024)

Capacidad Instalada de los Operadores

La capacidad instalada de los operadores que incluye la infraestructura existente y la capacidad técnica de los operadores para implementar y gestionar redes 5G. Básicamente es saber qué tanto de su actual infraestructura se puede utilizar para la tecnología 5G de manera que no impacte en la inversión inicial para el lanzamiento de la misma. Dependiendo del tipo de arquitectura de Core se utilice puede agilizar la implementación. Despliegue de 5G por Arquitectura.

Inversión en Infraestructura 5G

La inversión en infraestructura 5G es crucial para el desarrollo de redes que puedan soportar las exigencias de la nueva tecnología. En el contexto actual, los operadores de telecomunicaciones enfrentan desafíos significativos en sus estados financieros. Por ejemplo, Cable & Wireless (Liberty) y Tigo (Millicom) han estado invirtiendo fuertemente en la modernización de sus redes para competir en un mercado cada vez más exigente.

Adopción de Soluciones Innovadoras

El proceso mediante el cual empresas y usuarios finales comienzan a utilizar tecnologías y servicios emergentes derivados del 5G se ha vuelto esencial en Panamá. Este avance tecnológico no solo promete mejorar la eficiencia y productividad de las empresas, sino que también responde a la creciente demanda de soluciones innovadoras en un país en vías de desarrollo. Según un estudio realizado por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) en 2022, se estima que el 5G podría impulsar sectores como la telemedicina, la educación a distancia y la industria 4.0, lo que representa una oportunidad significativa para los operadores móviles en el país (ASEP, 2022).

La implementación del 5G en Panamá ha sido impulsada por la necesidad de una mayor conectividad y velocidad en el acceso a internet. Los operadores móviles han comenzado a invertir en infraestructura para satisfacer esta demanda. La adopción de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial se espera que crezca, permitiendo a las empresas panameñas innovar en sus procesos y servicios.

2.3.3 Relaciones entre Variables

Relación entre Precio del Espectro e Inversión:

La relación entre el precio del espectro y la inversión en infraestructura de telecomunicaciones es un tema crucial en el desarrollo de la tecnología 5G. Se espera que un precio más bajo del espectro facilite una mayor inversión por parte de los operadores, permitiéndoles desarrollar infraestructura 5G de manera más rápida y eficiente. Según Lucas Gallitto, director para América Latina de GSMA, "la reducción que hubo del precio del espectro ha sido un gran hito" (Lara, 2024). Este

cambio no solo beneficia a los operadores, sino que también tiene un impacto significativo en los consumidores, quienes se beneficiarán de servicios más rápidos y accesibles.

Además, el contexto en Panamá resalta la importancia de esta reducción en el precio del espectro. En un país donde la demanda de servicios digitales está en constante crecimiento, facilitar el acceso al espectro puede ser un catalizador para la innovación y la competitividad en el mercado. La inversión en infraestructura 5G no solo impulsará el crecimiento económico, sino que también permitirá a Panamá posicionarse como un líder en tecnología en la región.

Relación entre Capacidad Instalada e Innovación:

La capacidad instalada de los operadores, que se refiere a la infraestructura y recursos disponibles, juega un papel crucial en su habilidad para adoptar e implementar soluciones innovadoras. Una red robusta y con alta capacidad no solo permite la conexión de dispositivos, sino que también facilita la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la telemedicina y la educación digital.

La implementación de IoT permite a los operadores recopilar y analizar datos en tiempo real, lo que puede llevar a una toma de decisiones más informada y a la optimización de procesos (Rogers, 2003). Por ejemplo, en el ámbito de la telemedicina, una infraestructura sólida puede garantizar que los profesionales de la salud puedan ofrecer atención remota de calidad, mejorando el acceso a servicios médicos, especialmente en áreas rurales o desatendidas (Lala Tanmoy Das, 2020)

En el contexto de la educación digital, una red adecuada permite a los estudiantes acceder a recursos educativos en línea, participar en clases virtuales y colaborar con otros estudiantes, lo que enriquece su experiencia de aprendizaje.

Una capacidad instalada adecuada no solo impulsa la adopción de nuevas tecnologías, sino que también mejora la eficiencia, productividad y calidad de los servicios ofrecidos, contribuyendo así

al desarrollo sostenible y a la competitividad de los operadores en un entorno cada vez más digitalizado.

Relación entre Inversión y Adopción:

Una mayor inversión en infraestructura se traduce en una adopción más rápida y efectiva de soluciones innovadoras por parte de empresas y consumidores, lo que a su vez puede impulsar la economía digital del país.

En Panamá, la inversión en infraestructura tecnológica ha sido fundamental para facilitar la adopción de soluciones digitales. Según Gonzalez la modernización de la infraestructura permite a las empresas locales competir a nivel global, lo que a su vez fomenta la integración de tecnologías innovadoras como el comercio electrónico y la inteligencia artificial (González J. , 2021)

Asimismo, la adopción de estas soluciones tiene un impacto notable en la economía digital del país. Martínez destaca que las empresas que invierten en tecnología digital tienden a experimentar un aumento en sus ingresos y una mejora en su eficiencia operativa, contribuyendo así al crecimiento económico general de Panamá. (Martínez, 2022)

2.3.4 Solución Provisional al Planteamiento del Problema

Una solución provisional podría ser la implementación de políticas públicas que busquen reducir el precio del espectro asignado a los operadores. Imaginemos un escenario en el que el gobierno decide establecer tarifas más bajas para el espectro, lo que podría incentivar a más empresas a participar en el mercado panameño de telecomunicaciones. Esto no solo aumentaría la competencia entre proveedores, sino que también podría resultar en una disminución de los precios para los consumidores finales, facilitando así el acceso a servicios de alta velocidad.

Además, se podrían establecer incentivos fiscales dirigidos a las empresas que inviertan en infraestructura 5G. Por ejemplo, el gobierno podría ofrecer deducciones fiscales significativas a las empresas que realicen inversiones en la construcción de torres de telecomunicaciones o en la actualización de sus redes existentes. Esto no solo alentaría a las empresas a realizar inversiones iniciales, sino que también podría atraer a nuevos actores al mercado, fomentando un ecosistema más dinámico y competitivo

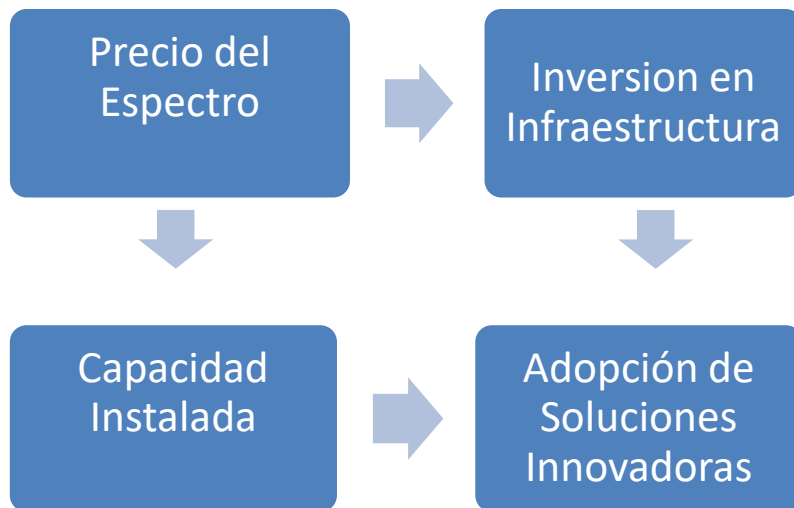
En un contexto hipotético, si estas políticas se implementaran de manera efectiva, podríamos ver una adopción más rápida y efectiva de tecnologías innovadoras. Las pequeñas y medianas empresas tendrían una oportunidad real de participar en la revolución digital, lo que podría resultar en un aumento significativo en la innovación y la creación de nuevos servicios.

La combinación de precios de espectro más bajos e incentivos podría llevar a un aumento en la cobertura de 5G en áreas rurales y menos desarrolladas, donde la inversión privada suele ser limitada. Esto no solo mejoraría la conectividad en estas regiones, sino que también podría contribuir al desarrollo económico local, permitiendo a las comunidades acceder a servicios digitales que antes consideraban inalcanzables.

2.3.5 Esquematización de Relaciones entre Variables

A continuación, se presenta un esquema simplificado que ilustra las relaciones entre las variables clave:

Imagen 13. Relación entre las variables



Fuente: Elaboración propia

Este esquema muestra cómo una reducción en el precio del espectro puede llevar a un aumento en la inversión, lo que a su vez mejora la capacidad instalada y facilita la adopción de soluciones innovadoras.

El marco teórico desarrollado proporciona una base sólida para investigar cómo la asignación del espectro radioeléctrico afecta el despliegue del 5G en Panamá. Al identificar las variables clave y sus interrelaciones, se establece un camino claro hacia el análisis empírico que permitirá validar o refutar la hipótesis planteada.

CAPÍTULO 3
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.

La metodología utilizada para la investigación sobre el análisis espectro asignado por la ASEP para la tecnología 5G en Panamá, se puede considerar una metodología mixta ya que combina enfoques cualitativos y cuantitativos.

3.1.1 Cuantitativo

Se han recopilado y analizado datos sobre el precio del espectro asignado, población y la capacidad instalada de los operadores, para hacer un análisis de correlación para identificar patrones y relaciones entre el precio del espectro y la capacidad de inversión de los operadores.

3.1.2 Cualitativo

Para la metodología cualitativa, las actividades que se han estado haciendo para recabar la información necesaria para este análisis son:

- Realizar entrevistas con expertos y profesionales en telecomunicaciones, para proporcionar información detallada sobre las decisiones relacionadas con la asignación del espectro, las expectativas sobre la adopción de 5G y las posibles soluciones que esta tecnología puede ofrecer.
- Análisis de casos de otros países en la región que han implementado 5G, enfocándose en cómo el precio del espectro y la capacidad de los operadores han influido en el éxito de la adopción de esta tecnología. Esto permitirá identificar mejores prácticas y lecciones aprendidas que puedan ser aplicables a Panamá.
- Realizar una revisión de la literatura existente sobre la implementación de 5G, el impacto del espectro en la inversión de telecomunicaciones y las soluciones habilitadas por esta tecnología.

- Examinar las políticas y regulaciones actuales relacionadas con la asignación de espectro en Panamá, así como las recomendaciones de organismos internacionales como la GSMA.

3.2 Definición Operacional de términos y/o variables.

3.2.1 Variables Independientes

Dentro de las variables independientes podemos señalar:

- Precio del espectro asignado por la ASEP para 5G.
- Capacidad instalada de los operadores de telecomunicaciones.
- Espectros elegidos por la ASEP sean los más convenientes para los operadores.

El precio del espectro y la capacidad instalada de los operadores son decisiones y condiciones que preceden al despliegue de 5G.

El precio del espectro radioeléctrico asignado por la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) para el despliegue de la tecnología 5G se considera una variable independiente porque es una decisión previa y externa al proceso de implementación de 5G por parte de los operadores. El precio del espectro es establecido por la ASEP antes de que los operadores puedan iniciar sus planes de despliegue.

Influye directamente en los costos de inversión que deben asumir los operadores para adquirir el espectro necesario. Un precio elevado puede representar una barrera para la implementación de 5G. Además, condiciona la capacidad de los operadores para destinar recursos a otros aspectos del despliegue, como la infraestructura de red y el desarrollo de soluciones innovadoras. Es una variable que la ASEP puede ajustar para promover o desincentivar el despliegue de 5G, según sus objetivos de política pública.

Por otro lado, La capacidad instalada de los operadores, en términos de infraestructura, capacidad del personal técnico, recursos financieros, entre otros, también se considera una variable independiente ya que es una condición preexistente al despliegue de 5G. Los operadores cuentan con una capacidad instalada determinada antes de iniciar la implementación de la nueva tecnología.

La capacidad instalada de los operadores condiciona la velocidad y alcance del despliegue de 5G. Operadores con mayor capacidad instalada podrán desplegar 5G de manera más rápida y extensiva. Influye en la capacidad de los operadores para invertir en la adquisición del espectro y en el desarrollo de soluciones innovadoras. Es una variable que los operadores pueden gestionar de manera independiente, mediante estrategias de inversión y optimización de recursos.

Los espectros elegidos por la ASEP son los más adecuados y alineados con las necesidades y capacidades de los operadores de telecomunicaciones. Es una decisión previa y externa a los planes de despliegue de 5G por parte de los operadores. La ASEP determina qué espectros asigna antes de que los operadores puedan implementar la tecnología. Influye directamente en la viabilidad técnica del despliegue de 5G. Si los espectros asignados no son los más convenientes, puede dificultar o encarecer la implementación por parte de los operadores.

Condiciona la capacidad de los operadores para aprovechar al máximo la tecnología 5G en función de sus redes existentes y planes de inversión. Es una variable que la ASEP puede ajustar para promover el despliegue de 5G, asignando espectros que se alineen mejor con las necesidades de los operadores.

3.2.2 Variables Dependientes

Dentro de las variables dependientes podemos señalar:

- Adopción y desarrollo de soluciones 5G en Panamá
- Inversión de los operadores en infraestructura 5G
- Cantidad de espectro necesario para la tecnología 5G
- Modelo de negocio de los operadores para tecnología 5G

Estas variables dependen de las variables independientes. La adopción de 5G y el desarrollo de soluciones innovadoras, así como la inversión de los operadores, se verán afectadas por el precio del espectro y la capacidad instalada existente.

La adopción y desarrollo de soluciones 5G es una variable dependiente porque está directamente influenciada por las decisiones regulatorias, la disponibilidad del espectro y la inversión realizada por los operadores. La capacidad de los operadores para implementar soluciones innovadoras depende de su acceso a la tecnología 5G y de cómo esta se integra en el ecosistema digital del país. A medida que más empresas y usuarios adopten la tecnología, se generarán nuevas oportunidades para el desarrollo de aplicaciones y servicios que aprovechen las capacidades mejoradas de 5G, como la realidad aumentada, el Internet de las Cosas (IoT) y la automatización industrial (Mordor Intelligence, 2024).

La inversión de los operadores en infraestructura 5G es otra variable dependiente clave, ya que su nivel de inversión está condicionado por factores como el precio del espectro, la capacidad instalada y la conveniencia del espectro asignado. La infraestructura necesaria para desplegar redes 5G es considerablemente más costosa que en generaciones anteriores debido a la necesidad de más estaciones base y una arquitectura de red más densa (Cárdenas, 2022). Además, la inversión no solo incluye costos iniciales, sino también gastos recurrentes relacionados con el mantenimiento y actualización de la red.

La cantidad de espectro necesario para la tecnología 5G es una variable dependiente porque su disponibilidad y asignación afectan directamente el despliegue efectivo de esta tecnología. Si los operadores no pueden acceder al espectro adecuado o suficiente, se verán limitados en su capacidad para ofrecer servicios 5G eficientes. La cantidad de espectro disponible influye en la capacidad de los operadores para manejar el tráfico de datos y garantizar una calidad de servicio adecuada. Esto también impacta en su modelo de negocio y en cómo pueden monetizar sus inversiones.

El modelo de negocio de los operadores para tecnología 5G es dependiente porque está influenciado por varios factores como el precio del espectro, la inversión necesaria y la adopción del servicio por parte del consumidor. Los operadores deben adaptar sus modelos comerciales a las nuevas realidades del mercado que presenta el 5G, lo que incluye ofrecer nuevos servicios y soluciones que aprovechen las capacidades mejoradas (Mordor Intelligence, s.f.). Además, el éxito o fracaso del modelo dependerá de cómo los consumidores perciban el valor añadido que ofrece la tecnología 5G en comparación con generaciones anteriores.

3.2.3 Variables Constantes

Dentro de las variables constantes están:

- Regulaciones y políticas de la ASEP sobre asignación de espectro
- Disponibilidad de equipos 5G compatibles
- Demanda potencial de servicios 5G en Panamá

Estas variables se mantienen relativamente estables durante el estudio y no se ven afectadas por las variables independientes. La regulación de la ASEP, la oferta de equipos 5G y la demanda potencial son factores que condicionan el entorno, pero no son el foco principal de la investigación. La regulación y políticas de la ASEP son fundamentales en el contexto del despliegue de 5G, ya que establecen el marco normativo que rige la asignación del espectro radioeléctrico. Esta variable se considera constante porque, aunque puede haber cambios a lo largo del tiempo, las regulaciones actuales proporcionan un entorno estable que los operadores deben seguir. La ASEP tiene la responsabilidad de garantizar una asignación equitativa y eficiente del espectro, lo que influye en cómo los operadores pueden acceder a las bandas necesarias para implementar 5G (Lara, 2024). Sin embargo, dado que estas regulaciones no cambian frecuentemente durante el período de estudio, se mantienen como una constante en la investigación.

La disponibilidad de equipos 5G compatibles es otra variable constante relevante para el despliegue de esta tecnología. Aunque la evolución tecnológica puede llevar a la introducción de nuevos dispositivos, la cantidad y variedad de equipos compatibles en el mercado se mantiene relativamente estable durante el estudio. Esta disponibilidad es crucial para que los operadores puedan ofrecer servicios 5G a sus clientes y para que los consumidores tengan acceso a dispositivos que aprovechen las capacidades de la nueva red. La falta de dispositivos adecuados podría limitar la adopción de 5G, pero dado que esta situación no cambia rápidamente, se considera una variable constante.

La demanda potencial de servicios 5G es una variable constante porque refleja las expectativas y necesidades del mercado en un periodo determinado. Aunque la demanda puede fluctuar con el tiempo debido a factores económicos y sociales, durante el estudio se asume que las tendencias generales en la demanda por servicios avanzados y conectividad mejorada se mantendrán

relativamente estables. Esta demanda es esencial para justificar las inversiones en infraestructura por parte de los operadores y para guiar el desarrollo de nuevas aplicaciones y soluciones que aprovechen las capacidades del 5G (Telesemana, 2023). Así, aunque puede haber cambios en la percepción del mercado, la demanda proyectada es un factor que se considera constante durante el análisis.

Estas variables constantes son esenciales para crear un contexto estable en el cual analizar cómo las variables independientes influyen en las variables dependientes relacionadas con el despliegue de tecnología 5G en Panamá. Su estabilidad permite evaluar más claramente los efectos de factores como el precio del espectro y la capacidad instalada de los operadores.

3.3 Población y Muestra.

3.3.1 Población.

La población se refiere a todos los actores involucrados en el ecosistema de telecomunicaciones en Panamá, específicamente aquellos relacionados con la implementación y uso de la tecnología 5G.

La población objetivo de esta investigación está constituida por todos los usuarios de servicios móviles en Panamá, consumidores y empresas que utilizarán los servicios móviles.

También forma parte de la población los operadores de telecomunicaciones que ofrecen servicios móviles y que están directamente involucradas en el despliegue de 5G. En Panamá existen dos operadores móviles actualmente que ofrecen servicios de tecnologías y comunicaciones móviles: Cable & Wireless Panamá y Tigo Panamá. Ambos tienen la distribución de mercado para servicios móviles bastante similares.

Y también forma parte de la población la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) que es la entidad reguladora que asigna el espectro radioeléctrico y establece las políticas relacionadas con las telecomunicaciones.

3.3.2 Muestra.

La muestra de esta investigación se definirá considerando la diversidad y relevancia de los actores involucrados en el ecosistema de telecomunicaciones en Panamá, especialmente en relación con la implementación de la tecnología 5G.

Como se han realizado entrevistas a cuatro expertos en telecomunicaciones, estos individuos formarán parte integral de la muestra, proporcionando perspectivas valiosas sobre la asignación del espectro y su impacto en el desarrollo de 5G.

Los cuatro profesionales entrevistados cuentan con experiencia significativa en el sector, aportaron información sobre las expectativas y desafíos relacionados con 5G. Sus opiniones ayudaron a contextualizar los datos cuantitativos y ofrecen una visión profunda sobre cómo la asignación del espectro influye en la capacidad de inversión y adopción de soluciones innovadoras.

Los dos operadores de telecomunicaciones forman parte de la muestra ya que son los actores principales al ser estas empresas quienes tendrán la tarea de desplegar, invertir y comercializar la tecnología 5G.

La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) aunque no se realizaron entrevistas directas con funcionarios de la ASEP, se considerará incluir a representantes clave en futuras fases del estudio. Esto permitirá obtener información sobre las políticas regulatorias y su influencia en el despliegue de 5G. Pero sus reportes que están publicadas en sus plataformas han servido por la calidad de información útil para esta investigación.

La selección de esta muestra es fundamental para garantizar que se obtenga una comprensión integral del impacto que tiene la asignación del espectro en el desarrollo e implementación de 5G en Panamá.

La recolección de datos se llevará a cabo mediante entrevistas profundas con los expertos ya contactados y se buscará complementar estos datos con información secundaria proveniente de informes regulatorios y estudios previos sobre el mercado 5G en Panamá.

Esta muestra está diseñada para ser representativa y diversa, permitiendo así un análisis enriquecido que refleje las diferentes perspectivas dentro del ecosistema de telecomunicaciones panameño. A través de esta metodología, se espera contribuir al desarrollo del conocimiento sobre cómo la asignación del espectro radioeléctrico impacta el avance hacia una infraestructura 5G robusta en Panamá.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.

3.4.1 Técnicas.

Para la recolección de datos, se emplearán técnicas tanto cualitativas como cuantitativas. Las técnicas cualitativas incluyen:

- Análisis de la situación del Mercado de Servicio Móvil en Panamá. Esto incluye analizar históricamente la inversión, facturación y ARPU del sector, el PIB del país, su comparación con la penetración de la tecnología móvil con otros países de la región.
- Comparación con otros países con datos comparativos de otros países que han implementado 5G. Se analiza cómo el precio del espectro y la capacidad instalada han influido en su adopción. Esto te permitirá identificar patrones o mejores prácticas que podrían ser aplicables a Panamá.

- Entrevistas a profesionales del campo para discutir sus percepciones sobre la tecnología 5G y las soluciones innovadoras que esperan ver.

Para las cuantitativas tendríamos:

- Análisis de correlación entre el precio del espectro y la inversión necesaria para infraestructura 5G. Esto te permitirá identificar si existe una relación estadística significativa entre estas dos variables. Análisis Descriptivo en el que se podrá analizar desde el precio del espectro asignado por la ASEP, la cantidad de espectro a utilizar y la capacidad instalada para poder establecer un perfil descriptivo del estado actual del mercado para 5G.

3.4.2 Instrumentos.

Para llevar a cabo la investigación mixta sobre el impacto de la asignación del espectro 5G en Panamá, se pueden utilizar los siguientes instrumentos en cada enfoque:

Metodología Cuantitativa

- Análisis de datos: Recopilación y análisis de datos existentes sobre el mercado móvil en Panamá, incluyendo cantidad de usuarios y adopción de tecnologías, ARPU, inversión, entre otras. Se utilizan fuentes como informes de la ASEP, estudios de la industria y bases de datos internacionales.

Metodología Cualitativa

- Entrevistas: Diseñar guías de entrevista con preguntas abiertas para explorar en detalle las perspectivas de expertos y profesionales sobre la asignación del espectro y su impacto en el despliegue de 5G.

- **Análisis documental:** Revisión y análisis de documentos relevantes, como políticas regulatorias, leyes, informes técnicos y casos de estudio sobre la implementación de 5G en otros países. Utilizar una matriz de análisis para extraer información clave y temas recurrentes de los documentos revisados.

La combinación de estos instrumentos cuantitativos y cualitativos permitirá recopilar datos relevantes, profundizar en las percepciones de los actores clave y triangular la información para obtener una comprensión más completa del impacto de la asignación del espectro en el desarrollo del 5G en Panamá.

3.5 Procedimiento.

El procedimiento para llevar a cabo la investigación sobre la asignación del espectro 5G en Panamá se estructurará en varias fases, integrando tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo.

En primer lugar, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente y del marco regulatorio relacionado con el espectro 5G en Panamá. Esta revisión permitirá establecer un contexto claro y fundamentar la importancia de la investigación.

Posteriormente, se diseñarán los instrumentos de recolección de datos. Para el componente cuantitativo, se hará una investigación que incluirá preguntas sobre el precio del espectro, la capacidad instalada de los operadores y otros indicadores relevantes.

En paralelo, se llevará a cabo una recolección de datos secundarios utilizando fuentes confiables como informes de la ASEP y estadísticas del mercado móvil en Panamá.

Para el componente cualitativo, se realizarán entrevistas con cuatro expertos en telecomunicaciones que ya han sido contactados. Las entrevistas se centrarán en obtener

perspectivas sobre las decisiones relacionadas con la asignación del espectro, las expectativas sobre la adopción de 5G y las posibles soluciones que esta tecnología puede ofrecer. Se utilizarán guías de entrevista cuidadosamente diseñadas para asegurar que se aborden todos los aspectos relevantes.

Una vez recopilados los datos, se procederá a realizar un análisis descriptivo utilizando herramientas estadísticas básicas para identificar tendencias y patrones en los datos cuantitativos con herramientas como Excel para calcular promedios y correlaciones simples entre el precio del espectro y la capacidad de inversión de los operadores.

Para el análisis cualitativo, las transcripciones de las entrevistas serán analizadas mediante un enfoque temático, identificando patrones recurrentes y perspectivas clave que complementen los hallazgos cuantitativos.

También se elaborará un informe que sintetice todos los hallazgos de ambas metodologías. Este informe discutirá cómo la asignación del espectro por parte de la ASEP influye en el despliegue de 5G en Panamá y su impacto en la inversión necesaria y la adopción de soluciones innovadoras. Se presentarán recomendaciones basadas en los resultados obtenidos, así como consideraciones para futuras investigaciones en este campo. Este enfoque integral permitirá ofrecer una visión completa y fundamentada sobre el estado actual y futuro del mercado 5G en Panamá, contribuyendo al desarrollo tecnológico del país.

El análisis cualitativo también incluirá una revisión detallada de las entrevistas realizadas con expertos en telecomunicaciones, donde se explorarán temas clave como las expectativas sobre el impacto del 5G en sectores económicos específicos (como agricultura, salud y educación), así como los desafíos técnicos y regulatorios que enfrentan los operadores al implementar esta

tecnología. Las opiniones expresadas durante estas entrevistas proporcionarán información valiosa sobre cómo los actores clave perciben el entorno actual y futuro del 5G en Panamá.

Además, será fundamental examinar cómo las innovaciones tecnológicas y las colaboraciones entre operadores y proveedores pueden facilitar el despliegue efectivo de 5G. Las conclusiones extraídas de estas entrevistas ayudarán a identificar mejores prácticas que podrían ser aplicables al contexto panameño, así como recomendaciones para superar obstáculos potenciales relacionados con la infraestructura y la capacitación necesaria para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece esta nueva tecnología.

Este procedimiento busca integrar un enfoque mixto que combine datos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión profunda del impacto que la asignación del espectro tiene en la adopción y desarrollo de soluciones 5G en Panamá. Al final del proceso, se espera que los hallazgos no solo contribuyan al conocimiento académico sobre telecomunicaciones, sino que también ofrezcan conocimientos prácticos para los operadores y reguladores involucrados en el desarrollo del ecosistema 5G en el país.

CAPÍTULO 4
RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1 Resultados, Análisis e Interpretación de Datos

4.1.1 Análisis de la situación del Mercado de Servicio Móvil en Panamá.

La población en Panamá se estima en aproximadamente 4,468,087 de personas, según datos del Banco Mundial (2023), este indicador demográfico se encuentra en un contexto de crecimiento económico significativo y un acceso creciente a la tecnología móvil.

Panamá ha experimentado un notable crecimiento económico en 2023, con un aumento del 6.1% al 7.3% en su Producto Interno Bruto (PIB) según diferentes fuentes. Actualmente cuenta con un PIB per cápita nominal de \$ 19,369.00 dólares americanos.

Según cifras de la ASEP para el 2023, la cantidad de líneas móviles abonadas asciende a 6,981,665 de las cuales el 82% pertenece a líneas prepagos y 18% a línea postpago. A su vez, 4,406,983 líneas abonadas tienen acceso a tecnología de banda ancha (4G, LTE) lo cual quiere decir que un 63.12% del total de líneas abonadas tienen dispositivos que soportan LTE, dejando un 36.88% de líneas abonadas que tendrían que invertir en un dispositivo de gama alta para poder acceder a la tecnología 5G.

La penetración del servicio Móvil, es un indicador muestra un mercado móvil dinámico y en crecimiento. La densidad del servicio móvil en Panamá para el año 2023, es del 156% y representa una de las mayores de América Latina. La siguiente tabla muestra algunos países de la región y su penetración del servicio móvil.

Cuadro 6. Comparativo de penetración de tecnología móvil por país en la región

País	Penetración del Servicio Móvil (%)
Panamá	156%
Uruguay	140%
Costa Rica	151%

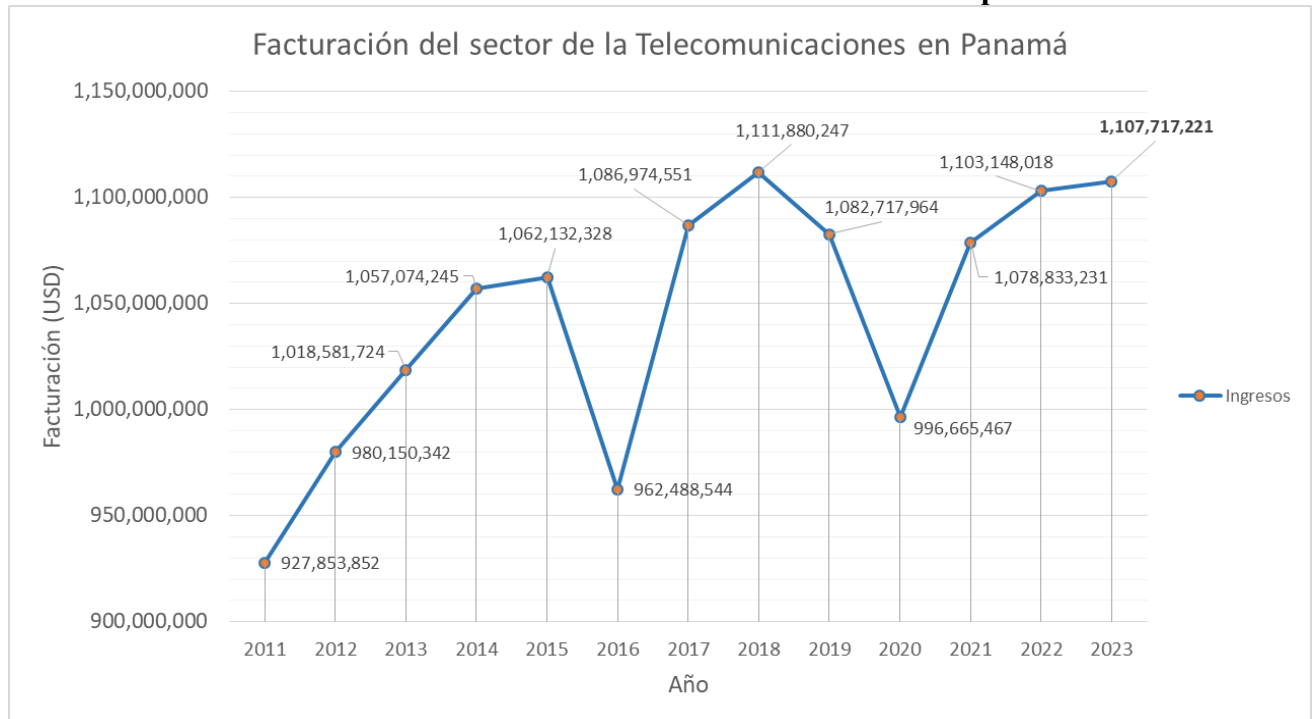
El Salvador	178%
Chile	118%
España	118%
Estados Unidos	109%
Canadá	102%

Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/1395695/smartphones-penetracion-de-la-telefoniamovil-en-colombia/> (Statista, n.d.)

El espectro radioeléctrico que asigna la ASEP está para la gran mayoría del territorio panameño y con ello sus ciudadanos que viven en estas zonas. De acuerdo al reporte de la ASEP de Servicios de Telefonía Móvil Celular, la cobertura poblacional móvil celular representa un 96%. Es una alta cobertura de la población que tiene acceso a cualquiera de las redes celulares disponibles.

En el año 2023 de acuerdo a los reportes de la ASEP los operadores móviles tuvieron una facturación por el orden de los 1,107 Millones de dólares por sus servicios. La gráfica a continuación muestra la facturación reportada a la ASEP en este mercado desde 2011 a 2023.

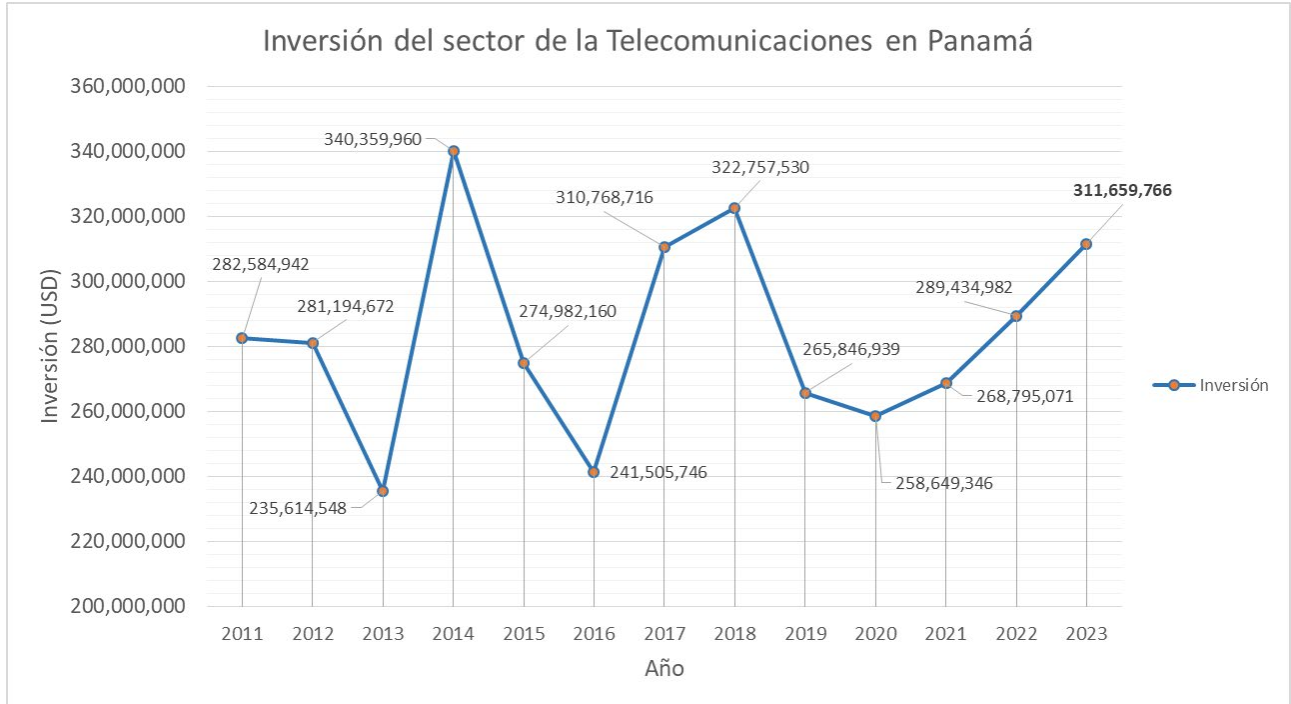
Gráfica 1. Facturación del sector de las telecomunicaciones en Panamá por año



Fuente: ASEP. (21 de febrero de 2024). *ASEP – Ingresos Brutos de los servicios de telecomunicaciones desde el año 2007 al 2023*. Obtenido de Datos Abiertos Panamá: <https://www.datosabiertos.gob.pa/dataset/asep-ingresos-brutos-de-los-servicios-de-telecomunicaciones-desde-el-ano-2007-al-2022>

Por otro lado, las inversiones en el reporte de la ASEP Ingresos versus Inversión de la Industria de Telecomunicaciones desde 2011 a 2023, que se han dado en los últimos años para infraestructura de la red de telecomunicaciones en Panamá se puede ver que para el año 2023 se invirtió 311.5 Millones de dólares. La gráfica a continuación muestra las inversiones hechas por el sector desde 2011 a 2023.

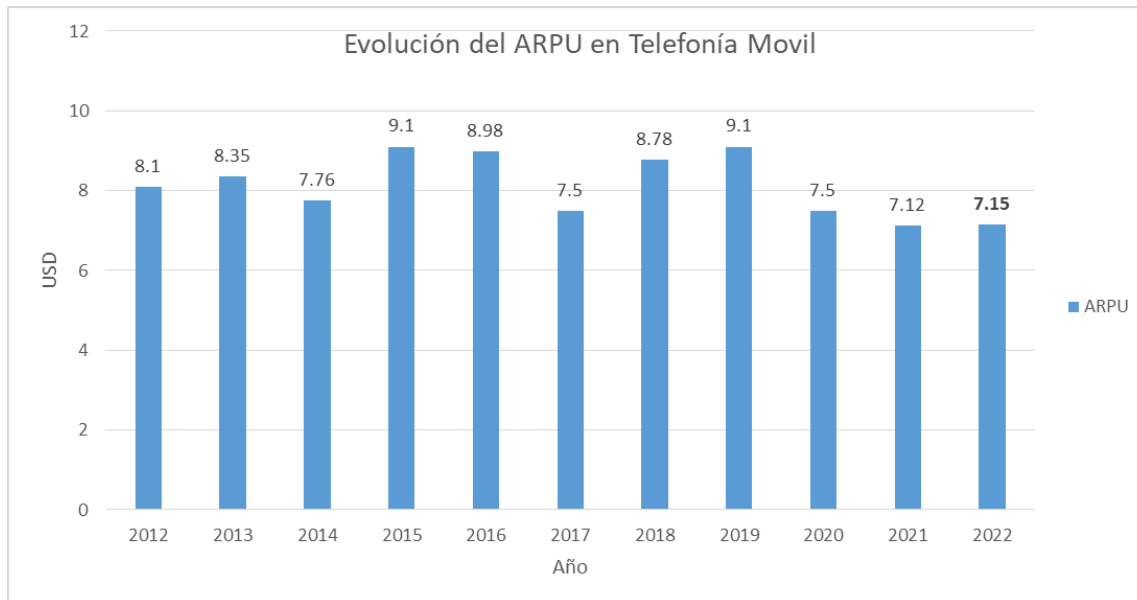
Gráfica 2. Inversión del sector de las telecomunicaciones en Panamá por año.



Fuente: ASEP. (21 de febrero de 2024). *ASEP - Ingresos versus Inversión de la Industria de Telecomunicaciones desde 2011 a 2023*. Obtenido de Autoridad Nacional de los Servicios Públicos: <https://www.datosabiertos.gob.pa/dataset/asep-ingresos-versus-inversion-de-la-industria-de-telecomunicaciones-desde-2011-a-2022>

De acuerdo al reporte de la ASEP los ingresos medios por usuario, ARPU (*Average Revenue per User*) se mantienen en \$ 7.15, esto es incluyendo todas las tecnologías y todos los usuarios ya sea prepago o postpago.

Gráfica 3. Evolución del ARPU en Telefonía Móvil por año



Fuente: ASEP. (s.f.). *Estadísticas de Telecomunicaciones*. Obtenido de ASEP: <https://asep.gov.pa/direcciones/telecomunicaciones/estadisticas/>

4.1.2 Análisis Descriptivo para analizar el precio del espectro asignado por la ASEP

El análisis del marco regulatorio para la asignación del espectro radioeléctrico 5G y su implementación en Panamá requiere una evaluación detallada de varios factores, incluyendo el precio del espectro asignado por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), la cantidad de espectro disponible y la capacidad instalada en el país.

La ASEP ha establecido precios para el derecho de uso de bandas medias y bajas, aunque aún no se ha realizado una licitación formal para el espectro 5G. Durante una presentación ante la Asamblea Nacional, se mencionó que se destinarán recursos para preparar el camino hacia las nuevas tecnologías 4G y 5G, lo que indica un interés por parte del regulador en facilitar el acceso a este recurso crítico. Sin embargo, los detalles específicos sobre los precios aún no están completamente definidos, dado que se están realizando consultas públicas y ajustes normativos.

Hasta el momento, Más Móvil ha comenzado a operar su red 5G utilizando espectro existente de 4G mediante un mecanismo de *Dynamic Spectrum Sharing* (DSS). Esto permite que las bandas de frecuencia utilizadas para 4G sean compartidas con la nueva tecnología 5G, optimizando así el uso del espectro disponible. La banda específica utilizada en las pruebas iniciales es la 3.5 GHz, que es crucial para la expansión del 5G en el país.

La capacidad instalada para 5G en Panamá es aún limitada, ya que Más Móvil ha activado 366 puntos de cobertura, alcanzando aproximadamente el 80% del área urbana de la ciudad de Panamá. Esta implementación inicial se realiza bajo una arquitectura no independiente (NSA), lo que significa que todavía depende del núcleo de la red 4G. La empresa ha invertido aproximadamente \$100 millones en infraestructura hasta ahora y planea invertir otros \$500 millones en los próximos cinco años para expandir su red y mejorar los servicios tecnológicos disponibles.

El estado actual del mercado para 5G en Panamá refleja un inicio prometedor pero limitado. La falta de una licitación formal, la participación del segundo operador y la venta de la concesión del tercer operador son obstáculos que deben superarse para facilitar una expansión más amplia. A medida que se avanza hacia una implementación más robusta, será crucial monitorear las decisiones regulatorias y las inversiones realizadas por los operadores para garantizar un desarrollo efectivo de esta tecnología esencial.

4.1.3 Comparación con otros países con datos comparativos de otros países que han implementado 5G.

En comparación con otros países de América Latina, Panamá, Guatemala, Brasil, Colombia, Uruguay y Argentina han avanzado en la implementación de 5G, aunque a diferentes ritmos y con

distintos niveles de cobertura. Brasil lidera la región con una cobertura 5G que alcanza aproximadamente el 77% de la población, seguido por Uruguay con un 65%.

Argentina y Colombia están en proceso de expansión, con planes para aumentar la cobertura en las próximas temporadas.

Panamá y Guatemala están en etapas iniciales de despliegue, con esfuerzos concentrados en áreas urbanas.

Estos países están adoptando tecnologías como *Dynamic Spectrum Sharing* (DSS) y *Fixed Wireless Access* (FWA) para mejorar la conectividad y prepararse para el futuro.

El cuadro a continuación muestra la comparación de algunos países de la región que han lanzado 5G, el precio estableció sus gobiernos por bandas, la cantidad de espectro que adquirieron, los servicios 5G que están ofreciendo.

Cuadro 7. Comparativo de algunos países de la región latinoamericana que han lanzado 5G.

País	Población	ARPU (dólares americanos)	Operador	Precio del Espectro (USD)	Cantidad de Espectro (MHz)	Servicios 5G Lanzados
Panamá	4.4 millones	7.5	CWP	\$1,214,287 / MHz (3.5 GHz)	AWS (usando DSS)*	5G MBB
		7.6	Tigo	\$1,214,287 / MHz (3.5 GHz)	Pendiente	Pruebas y lanzamiento comercial en planificación.
Guatemala	18 millones	6	Claro	\$16.71 millones (2.5 GHz)	20 MHz (2.5 GHz) 175 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA
		5.2	Tigo	2.075 millones de dólares 0.6225 millones de dólares	20 MHz (700 MHz) 80 MHz (2.5 GHz)	5G MBB / FWA
Colombia	53 millones	3.6	Claro	101.6 millones de dólares	80 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA
		3.6	Tigo	77.4 millones de dólares	80 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA
		22	Movistar	84.5 millones de dólares	80 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA

Uruguay	3.6 Millones	23.5	Antel	28.5 millones de dólares	100 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / AR
		20.8	Claro	28.5 millones de dólares	100 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / AR
		25.5	Movistar	28.5 millones de dólares	100 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / AR
Brasil	212 millones	4.41	Claro	133.8 millones de dólares 60.3 millones de dólares 96.8 millones de dólares	40 MHz (2.3 GHz) 100 MHz (3.5 GHz) 200 MHz (26 GHz)	5G MBB / FWA / IoT
		6.5	Vivo	290.9 millones de dólares	50 MHz (2.3 GHz) 100 MHz (3.5 GHz) 200 MHz (26 GHz)	5G MBB / FWA / IoT
		5.5	TIM	290.9 millones de dólares	50 MHz (2.3 GHz) 100 MHz (3.5 GHz) 200 MHz (26 GHz)	5G MBB / FWA / IoT
Argentina	46 millones	4.42	Claro	350 millones de dólares	100 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / IoT
		2.06	Telecom	Varía según el operador	100 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / IoT
		5.1	Movistar	Varía según el operador	50 MHz (3.5 GHz)	5G MBB / FWA / IoT

Fuente: Duran, S. (12 de abril de 2024). *Panamá establece precios por uso de bandas y anuncia nuevo espectro para 5G*. Obtenido de DPL News: <https://dplnews.com/panama-precios-por-uso-de-bandas-y-nuevo-espectro-5g/>

La mayoría de los países que han lanzado 5G lo han hecho utilizando la arquitectura NSA (*Non-Standalone*). Aproximadamente el 81% de los operadores han lanzado 5G utilizando la arquitectura NSA, que permite una implementación más rápida al aprovechar la infraestructura existente de 4G.

Solo alrededor del 4% de los operadores han lanzado redes 5G inicialmente con arquitectura SA (*Standalone*) que requiere una nueva infraestructura completa y permite aprovechar todas las capacidades del 5G.

La migración hacia SA es un proceso gradual; muchos operadores que comenzaron con NSA están en proceso de transición hacia SA. Sin embargo, el avance ha sido más lento de lo esperado en varias regiones (GSMA Intelligence, 2024).

Este panorama muestra cómo la mayoría de los países han optado por una estrategia más conservadora y rápida a través de NSA, mientras que la transición a SA está en curso, pero todavía en etapas iniciales para la mayoría de los operadores.

En Estados Unidos, T-Mobile y Dish Wireless son los principales operadores que han lanzado redes 5G SA. En Canadá, Bell y Rogers están liderando el despliegue de 5G NSA y están explorando la transición a SA. En Guatemala, Claro y Tigo han comenzado el despliegue inicial de 5G utilizando NSA en infraestructura existente. En Chile, los operadores han realizado subastas exitosas y tienen cobertura nacional con redes 5G NSA.

Cuadro 8. Comparación de tipo de tecnología Core por país en la región.

Tipo de Red 5G	Cantidad	Países	Operadores
NSA (Non-Standalone)	Aproximadamente 74% de las redes 5G en América	Brasil, México, Guatemala, Chile, Estados Unidos, Canadá	<ul style="list-style-type: none"> - Brasil: Claro, TIM, Telefônica - México: AT&T, Telcel, Telefónica - Guatemala: Claro, Tigo - Chile: Entel, Claro, WOM - EE.UU.: Verizon, AT&T - Canadá: Bell, Rogers
SA (Standalone)	Muy limitado (pocos lanzamientos)	Brasil, Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> - Brasil: La red SA está disponible en varias capitales estatales, aunque la mayoría sigue siendo NSA. - EE.UU.: T-Mobile US, Dish Wireless
Migración de NSA a SA	Proceso gradual (pocos operadores)	Brasil, Estados Unidos	Se espera que algunos operadores en Brasil y EE.UU.

Fuente: GSA. (Septiembre de 2024). *5G Market Snapshot September 2024*. Obtenido de GSA: <https://gsacom.com/5g-ecosystem/>

En Panamá los operadores actuales cuentan con tecnologías de Segunda Generación (GSM), Tercera Generación (UMTS) y Cuarta Generación (LTE/AWS). El operador Cable and Wireless cuenta por el momento con un piloto de 5G con espectro prestado por parte de la ASEP el cual lanzo con la arquitectura NSA.

4.1.4 Entrevistas a profesionales del campo para discutir sus percepciones sobre la tecnología 5G y las soluciones

Se realizaron entrevistas a cuatro profesionales del área de Telecomunicaciones cada uno con más de 15 años en el mercado, trabajando directamente en proyectos de implementación de tecnologías móviles desde 2G hasta 5G. Estos expertos son:

1. Magíster. Jorge Candanedo, profesional experimentado en el campo de las Telecomunicaciones por más de 15 años de experiencia en proveedores de tecnología y operadores móviles
2. Ingeniero Roberto Palacios, quien ha trabajado en la red fija para un operador y actualmente es gerente de soluciones junior para la red de transmisión de redes móviles.
3. Ing. William Martinis, experto de tecnología móvil con más de 18 años trabajando en el sector de las telecomunicaciones, como Gerente de Soluciones y Gerente Comercial Especializado.
4. Magíster Samuel Man, quien ha trabajado en Operadores como Gerente de RF y optimización para redes Móviles con más de 15 años de experiencia en el sector.

Los resultados de las entrevistas a expertos en telecomunicaciones ofrecen *insights* significativos que pueden contribuir a la comprobación de la hipótesis sobre el impacto de la asignación del

espectro 5G en Panamá. A continuación, se presentan los hallazgos clave, contextualizados con citas de las entrevistas.

Expectativas sobre el Impacto del 5G

Según el ingeniero Roberto Palacios, "en Panamá se verá un incremento de parte de los operadores de servicios móviles en la implementación de sitios 5G a partir del 2025", lo que indica que, aunque la tecnología no es nueva, su llegada representa un avance significativo para el país en comparación con tecnologías anteriores como 2G y 3G.

Palacios también menciona que "todo dependerá del desarrollo de iniciativas tipo 5G Network Slicing", sugiriendo que las sinergias entre operadores y empresas privadas pueden generar aplicaciones innovadoras que maximicen el uso del espectro asignado.

La implementación del 5G no solo transformará la infraestructura tecnológica, sino que también podría impulsar la innovación en sectores emergentes. Por ejemplo, el ingeniero Roberto Palacios menciona que "las sinergias entre operadores y empresas privadas pueden generar aplicaciones innovadoras", lo que sugiere un potencial significativo para el desarrollo de soluciones en áreas como la telemedicina, donde se podrían realizar consultas médicas a distancia con alta calidad de video, o en la agricultura inteligente, donde el uso de drones y sensores conectados podría optimizar el riego y la gestión de cultivos.

Además, Jorge Candanedo resalta que "la colaboración entre sectores será crucial para maximizar los beneficios del 5G". Esto implica que no solo los operadores de telecomunicaciones, sino también empresas de tecnología, instituciones educativas y el gobierno deberán trabajar juntos para crear un ecosistema que fomente la innovación. La creación de programas de capacitación y

concienciación sobre las capacidades del 5G también será fundamental para preparar a la población para aprovechar al máximo esta nueva tecnología.

Las expectativas sobre el impacto del 5G en Panamá abarcan no solo mejoras en la velocidad y capacidad de conexión, sino también un potencial transformador en diversos sectores económicos, siempre que se establezcan las condiciones adecuadas para su desarrollo y adopción.

Desafíos Técnicos y Regulatorios

El ingeniero William Martinis señala que "la alta disponibilidad de fibra óptica distribuida a lo largo de toda la geografía del país será clave para el correcto desarrollo de 5G". Esto resalta la importancia de una infraestructura robusta para soportar la nueva tecnología.

Martinis también destaca que "se requerirán tener políticas muy flexibles para permitir un entorno propicio para el desarrollo de esta nueva tecnología", lo que implica que la regulación debe adaptarse para facilitar el despliegue y uso del espectro.

El magíster Samuel Man señala que, debido a las altas velocidades requeridas por 5G, es esencial que las estaciones base (RBS) estén más cerca de los usuarios para garantizar una señal de calidad. Esto implica un reto significativo en términos de infraestructura, ya que se necesitarán más estaciones base.

Martinis sugiere que los operadores pueden evitar una inversión inicial alta en espectro utilizando bandas o concesiones ya existentes, como las de LTE. Esto permite un lanzamiento más ágil de servicios 5G mediante DSS, donde el espectro se comparte entre LTE y 5G. Advierte que, aunque DSS permite un despliegue más rápido, "la experiencia del usuario y las velocidades que podrá utilizar no serán tan importantes o tan relevantes" como si se lanzara utilizando una banda de 3.5 GHz. Esto podría llevar a una percepción negativa del 5G, ya que los usuarios podrían no notar

una mejora significativa en comparación con LTE. Martinis menciona que el uso de DSS podría ser "un arma de doble filo" para los operadores. Si los usuarios no experimentan mejoras notables, podrían pensar que el 5G "no es nada del otro mundo", lo que podría afectar la aceptación y adopción de la nueva tecnología.

El ingeniero Roberto Palacios menciona que la optimización del espectro y la integración de nuevas tecnologías con infraestructuras existentes son desafíos clave para garantizar baja latencia y alta fiabilidad en las conexiones, especialmente en áreas densamente pobladas o con alta demanda de datos.

Tanto William Martinis como Samuel Man destacan que el costo asociado a la infraestructura necesaria para soportar 5G es elevado. Esto incluye no solo el espectro, sino también los equipos y la fibra óptica requeridos para una adecuada conectividad.

Preparación del Mercado

El magíster Samuel Man menciona que "actualmente, no estamos listos" para adoptar ampliamente 5G, refiriéndose a la baja penetración de dispositivos compatibles. Esto subraya un desafío significativo en términos de aceptación y preparación del mercado.

Martinis también enfatiza la necesidad de "invertir mucho en temas educativos hacia los usuarios finales", sugiriendo que una población informada es crucial para maximizar el retorno sobre la inversión en infraestructura 5G.

Candanedo destaca que el éxito del 5G dependerá de la colaboración entre operadores y empresas privadas para desarrollar soluciones innovadoras, pero también menciona que sería más práctico implementar tecnologías más maduras como 3G y 4G antes de desarrollar 5G en zonas de difícil acceso.

Martinis destaca que la actual situación de oligopolio, con solo dos operadores dominando el mercado, crea una "zona de confort" para estos proveedores. Sin la presión de un tercer competidor, estos operadores no sienten la necesidad de innovar o mejorar sus servicios. La entrada de un nuevo operador podría forzarlos a adoptar tecnologías más avanzadas y ofrecer servicios de 5G a precios competitivos, lo que beneficiaría a los consumidores. Sin embargo, mientras no haya cambios en la estructura del mercado, es probable que continúen operando con cautela, evitando riesgos que podrían afectar su rentabilidad y base de suscriptores.

Por otro lado, Palacios enfatiza que la falta de competencia tiene consecuencias directas en la infraestructura necesaria para el despliegue de 5G. Con menos competidores en el mercado, las empresas carecen de incentivos para realizar inversiones rápidas en infraestructura, lo que resulta en un despliegue más lento y costos elevados para los consumidores. Esto no solo afecta la calidad del servicio, sino que también puede aumentar la desigualdad en la cobertura entre áreas urbanas y rurales. Para mejorar esta situación, sugiere que el regulador debe fomentar la entrada de nuevos operadores, lo que podría estimular tanto la inversión en infraestructura como la calidad del servicio.

Tanto Martinis como Palacios, coinciden en que un mercado más competitivo es esencial para mejorar el acceso a servicios avanzados como 5G en Panamá. La regulación adecuada y la promoción de nuevos entrantes al mercado son claves para incentivar la inversión y garantizar que todos los panameños tengan acceso a tecnologías modernas.

Perspectivas sobre el Impacto del 5G

Un punto fundamental que se podría agregar a la discusión sobre el impacto del 5G en Panamá, tomando en cuenta la hipótesis de la investigación y los objetivos planteados, es la importancia de la educación y concienciación del usuario final. Tanto el ingeniero William Martinis como el

magíster Samuel Man enfatizan que la preparación del mercado no solo depende de la infraestructura y el espectro asignado, sino también del nivel de conocimiento y aceptación de la tecnología por parte de los usuarios. Candanedo menciona que "la población panameña aún no está mentalmente preparada para las innumerables posibilidades que se estarían habilitando gracias a los beneficios que esta tecnología traería al país". Esto sugiere que, para maximizar el retorno sobre la inversión en infraestructura 5G, es crucial implementar campañas educativas que informen a los ciudadanos sobre las ventajas del 5G y cómo pueden beneficiarse de él en su vida cotidiana. Además, se podría considerar la necesidad de colaboración entre sectores. Los expertos coinciden en que las sinergias entre operadores y empresas privadas son esenciales para desarrollar aplicaciones innovadoras que aprovechen al máximo el espectro asignado. La creación de redes privadas para aplicaciones específicas, como en agricultura o salud, podría ser un motor clave para impulsar la adopción de 5G en Panamá. Por lo tanto, fomentar un ecosistema colaborativo entre las telecomunicaciones, el gobierno y otros sectores será fundamental para asegurar que la implementación del 5G no solo sea técnica, sino también socialmente aceptada y utilizada de manera efectiva.

Síntesis de Hallazgos sobre el Impacto y Desafíos del 5G en Panamá

La asignación del espectro radioeléctrico por parte de la ASEP para la tecnología 5G en Panamá, basadas en las entrevistas a expertos, indican que esta asignación influirá significativamente en la capacidad de los operadores para desplegar 5G. Jorge Candanedo destaca que, aunque el 5G ya es una realidad en otros mercados, su implementación en Panamá representa un avance crucial frente a tecnologías más antiguas como 2G y 3G. Candanedo enfatiza que el éxito del 5G dependerá de la colaboración entre operadores y empresas privadas para desarrollar soluciones innovadoras,

como el "*Network Slicing*", que permitirán aplicaciones específicas en sectores clave como la agricultura y la salud. Además, menciona que el costo del espectro y la infraestructura necesaria son factores críticos; si estos no se manejan adecuadamente, podrían limitar el desarrollo de 5G en áreas rurales y marginadas. En conjunto, los testimonios de Candanedo, junto a los de otros expertos como Roberto Palacios y William Martinis, refuerzan la hipótesis al señalar que un espectro accesible y bien regulado es fundamental para fomentar inversiones y facilitar la adopción de soluciones innovadoras en Panamá.

4.1.5 Análisis de Correlación entre el Precio del Espectro y la Inversión Necesaria para Infraestructura 5G en Panamá

El análisis del marco regulatorio para la asignación del espectro radioeléctrico 5G y su implementación en Panamá requiere una evaluación detallada de varios factores, incluyendo el precio del espectro asignado por la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), la cantidad de espectro disponible y la capacidad instalada en el país.

La ASEP ha establecido precios para el derecho de uso de bandas medias y bajas, aunque aún no se ha realizado una licitación formal para el espectro 5G. Durante una presentación ante la Asamblea Nacional, se mencionó que se destinarán recursos para preparar el camino hacia las nuevas tecnologías 4G y 5G, lo que indica un interés por parte del regulador en facilitar el acceso a este recurso crítico. Sin embargo, los detalles específicos sobre los precios aún no están completamente definidos, dado que se están realizando consultas públicas y ajustes normativos.

Hasta el momento, Cable and Wireless ha comenzado a operar su red 5G utilizando espectro existente de 4G mediante un mecanismo de Dynamic Spectrum Sharing (DSS). Esto permite que las bandas de frecuencia utilizadas para 4G sean compartidas con la nueva tecnología 5G,

optimizando así el uso del espectro disponible. La banda específica utilizada en las pruebas iniciales es la 3.5 GHz, que es crucial para la expansión del 5G en el país.

La capacidad instalada para 5G en Panamá es aún limitada, ya que Más Móvil ha activado 366 sitios de cobertura, alcanzando aproximadamente el 80% del área urbana de la ciudad de Panamá. Esta implementación inicial se realiza bajo una arquitectura no independiente (NSA), lo que significa que todavía depende del núcleo de la red 4G. La empresa ha invertido aproximadamente \$100 millones en infraestructura hasta ahora y planea invertir otros \$500 millones en los próximos cinco años para expandir su red y mejorar los servicios tecnológicos disponibles.

El estado actual del mercado para 5G en Panamá refleja un inicio prometedor pero limitado. La falta de una licitación formal, la participación del segundo operador y la venta de la concesión del tercer operador son obstáculos que deben superarse para facilitar una expansión más amplia. A medida que se avanza hacia una implementación más robusta, será crucial monitorear las decisiones regulatorias y las inversiones realizadas por los operadores para garantizar un desarrollo efectivo de esta tecnología esencial.

La ASEP en su reporte Detalle de Espectro IMT Asignado a cada Operador Móvil Celular, publicado en su página web, muestra como está actualmente la distribución de espectro y el espectro disponible para un tercer operador y para próximas tecnologías en este caso 5G.

Cuadro 9. Resumen de Espectro Atribuido, Asignado y Disponible para IMT.

	Banda de Frecuencia	Banda (3GPP)	Total de Espectro Atribuido	Espectro Asignado a Operadores Mviles Celulares (MHz)			Total de Espectro Asignado (MHz)	Espectro Efectivo Disponible (MHz)
				C&W	TIGO	Tercer Operador		
Bandas Bajas	700 Mhz	B28	108	30	30	0	60	30
	850 Mhz	B5	50	25	25	0	50	0
		Total	158	55	55	0	110	30
Bandas Medias	AWS (1710/2110 MHz)	B66	140	30	40	0	70	70
	1900 MHz	B28	120	40	20	0	60	60
	1500 MHz	n50	91	0	0	0	0	91
	2300 MHz	n40	85	0	0	0	0	80
		Total	436	70	60	0	130	301
Banda Alta	26 GHz	n258	3,250	0	0	0	0	3,250
		Total	3,250	0	0	0	0	3,250

Fuente: ASEP. (1 de julio de 2024). *CANALIZACIÓN Y ESPECTRO ASIGNADO PARA LAS IMT*. Obtenido de ASEP: https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/telecomunicaciones/imt/bandas_imt.pdf

Según la resolución de gabinete N°38 del 11 de abril de 2024, los precios establecidos por la ASEP son:

- Bandas bajas (700 MHz y 698-806 MHz): B/.1,462,997.00 por MHz.
- Bandas medias (1.4 GHz, 1.9 GHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz y 3.5 GHz): B/.1,214,287.00 por MHz.

De acuerdo a la GSMA en su publicación Espectro 5G postura de la GSMA sobre política pública, de 2018 recomiendan que para que los servicios de 5G puedan funcionar de una manera óptima se debe dedicar de 80 MHz a 100 MHz continuas por operador en las bandas medias, y alrededor de 1 GHz en bandas altas de ondas milimétricas, de manera de garantizar la experiencia de usuario.

Al precio que se están ofreciendo en Panamá un operador necesitaría mínimo 80 MHz continuos lo que tendría que invertir una cuantiosa suma de dinero, sin contemplar la inversión de

infraestructura y equipamiento para los sitios que se les instalaría 5G, además de las adecuaciones a la red de transmisión y el Núcleo de la Red.

En Panamá de acuerdo a la documentación de la ASEP, cada operador tiene alrededor de 1,000 sitios a lo largo de todo el país. Por lo general una tecnología no se lanza al 100% de la red, si no que van instalando poco a poco y en lugares donde puedan tener un retorno de la inversión más eficiente, asumiendo que solo se lance en 150 sitios inicialmente, se tendría que tomar en cuenta la infraestructura necesaria en cuanto a radios, antenas en ese rango de frecuencia, enlaces de transmisión, entre otros.

Tomando en cuenta que en 2023 los operadores invirtieron en la red 311.6 millones de balboas, solo en modernizaciones y expansiones propias de la red móvil y fija. Para lanzar una tecnología nueva como 5G también se tendría que tomar en cuenta esta inversión para la red 5G, no solamente invertir en la concesión del espectro.

Asumiendo que los operadores pudieran lanzar con la arquitectura de Core NSA (Non-Standalone) en la cual aprovecha la infraestructura existente del Core y varios sitios soporten en sus radios y antenas 5G, se tendría que invertir mayormente en la transmisión necesaria para llevar las grandes cantidades de datos propias de la tecnología 5G.

Cuadro 10. Cálculo del precio por 80 MHz

Operador A		
Precio por MHz Banda Media	Cantidad de MHz	Total
B/. 1,214,287.00	80	B/. 97,142,960.00

Fuente: Elaboración propia

Actualmente Cable and Wireless lanzo 5G en 366 sitios usando la tecnología DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*) en el espectro de AWS que ya tenían asignado previamente y que tiene

solamente 30 MHz (2 x 15 MHz), esta tecnología hace uso dinámico del espectro compartiendo la tecnología con LTE (4G) lo cual técnicamente lo hace posible encender la tecnología 5G, ya que también tenían preparado su Core en NSA y sus Radiobases que soportan 5G, sin embargo, de acuerdo a las recomendaciones mínimas para que 5G opere de manera aceptable y pueda sacar provecho a sus beneficios debería tener dedicado al menos 80 MHz.

Para analizar la correlación entre el precio del espectro y la inversión necesaria, se pueden considerar los siguientes puntos:

- Un aumento en el precio del espectro podría desincentivar la inversión en infraestructura. Esto se debe a que los altos costos pueden limitar los márgenes de ganancia esperados por los operadores, dificultando así la recuperación de las inversiones realizadas.
- La GSMA ha señalado que el costo del espectro en América Latina ha aumentado un 40% en los últimos años mientras que los ingresos han caído un 50%. Esta tendencia puede reflejarse también en Panamá, donde un costo elevado del espectro podría llevar a una menor inversión en comparación con otros países donde los precios son más competitivos.
- La falta de un modelo claro para recuperar las inversiones también puede influir en esta correlación. Si los operadores no ven un retorno suficiente debido al alto costo del espectro, podrían optar por reducir sus inversiones o buscar alternativas más económicas.

El análisis sugiere que existe una relación potencialmente negativa entre el precio del espectro y la inversión necesaria para infraestructura 5G en Panamá. A medida que se avanza hacia una posible licitación y ajuste de precios por parte de la ASEP, será crucial monitorear cómo estos cambios impactan las decisiones de inversión de los operadores. Un enfoque regulatorio que considere reducir el costo del espectro podría facilitar un entorno más favorable para el despliegue

efectivo de tecnologías 5G, promoviendo así una mayor competencia y calidad en los servicios móviles.

Datos Clave

- Población: Aproximadamente 4,468,087 personas.
- Líneas móviles abonadas: 6,981,665 (82% prepago, 18% postpago).
- Acceso a tecnología 4G: 4,406,983 líneas (63.12% del total).
- ARPU: \$7.15.
- Inversión en infraestructura 2023 (todos los operadores): \$311.5 millones.
- Inversión de Espectro (80 MHz): B/. 97,142,960.00

Si los operadores apostaran a comprar la concesión de espectro que la ASEP ha ofertado para poder lanzar 5G utilizando las recomendaciones de la GSMA, tomando en cuenta el ARPU promedio, y tomando en cuenta que los que tienen acceso a las terminales que soportan 5G es del 10% de lo que soporta 4G, el retorno de la inversión pudiera ser:

Dispositivos móviles que pudieran soportar 5G

$$0.1 \times 4,406,983 = 440,698.3$$

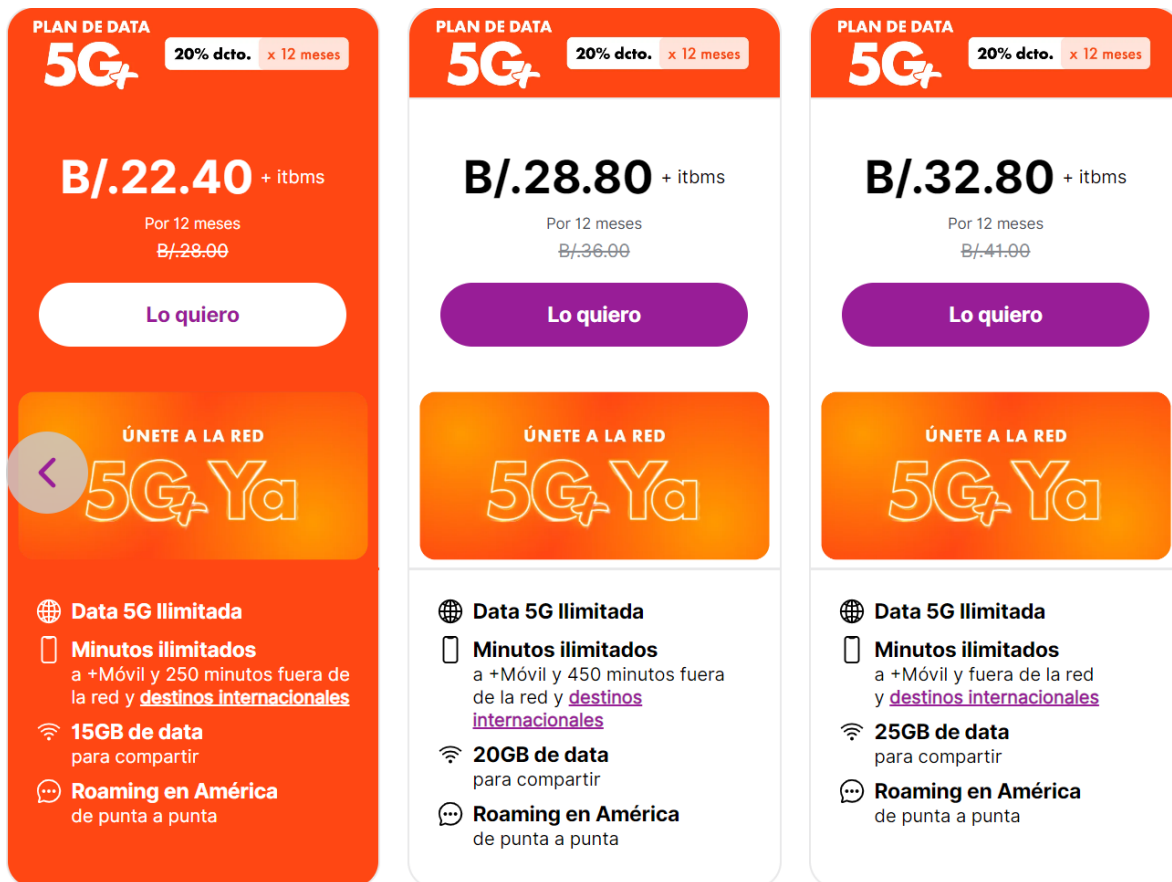
Retorno de inversión si todas estas líneas se asocian a 5G mensual aproximado

$$440,698.3 \times 7.15 = 3,150,992.84$$

Pero son solo 360 sitios y solo en la ciudad de Panama los que tendrían activado 5G, el monto sería mucho menor. Asumiendo que los sitios en la ciudad de Panama, tienen más usuarios que el resto de los 1900 sitios que tiene Cable and Wireless aproximadamente y que el poder adquisitivo de las personas en el área de los 360 sitios con 5G es más probable que se cambien a un plan de 5G.

Actualmente Cable and Wireless ya está ofreciendo planes post pago de 5G, que tendrían un ARPU más alto desde B/. 22.40, lo cual haría más rentable, sin embargo, la realidad es que solo el 18% de los clientes son post pago.

Imagen 14. Promoción de Cable and Wireless para lanzamiento de 5G.



Fuente: https://www.masmovilpanama.com/planes-moviles/postpago?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwveK4BhD4ARIsAKy6pMLnjIBXpi1NSbNx yON9evXQvGAqGBCyJ6XmNKDsE-Exl6LiyX3mJgsaAro4EALw_wcB

Tomando en cuenta que la inversión en infraestructura para 5G pudiera estar en un 15% de la inversión 2023 para un operador sería alrededor de B/. 15,000,000.00, podemos calcular que se necesitaría solo para los equipos y espectro, sin contar los costos asociados al marketing.

$$97,142,460.00 + 15,000,000.00 = 112,142,960.00$$

Al analizar el costo de inversión inicial versus los ingresos esperados el retorno de la inversión sería

$$112,142,960.00 \div 3,150,992.84 = 35,6 \text{ meses}$$

Tomando en cuenta que todos los el 10% de usuarios con terminales 5G se migren y convivan dentro del área donde están los 366 sitios con 5G, el retorno de la inversión sería de 35.6 meses.

Finalmente, Cable and Wireless lanzo el 10 de octubre de 2024, su red 5G en 360 sitios en la ciudad de Panamá, con una cobertura de casi el 80% del área metropolitana. Sin embargo, lo hizo a través de la tecnología DSS en la cual se comparte el espectro con LTE en un rango de frecuencias de 30 MHz (2 x 15 Mhz) reutilizando el espectro que ya tenía disponible.

Implementar una red 5G utilizando Dynamic Spectrum Sharing (DSS) con solo 30 MHz de espectro, compartido con LTE, presenta tanto ventajas como desventajas en términos de rendimiento y experiencia del cliente.

Entre las ventajas están tener una cobertura rápida ya que DSS permite a los operadores desplegar 5G rápidamente utilizando el espectro existente de LTE, lo que facilita una mayor cobertura sin necesidad de inversiones significativas en nueva infraestructura.

Hace uso eficiente del espectro por que la tecnología permite la asignación dinámica de recursos entre LTE y 5G, optimizando el uso del espectro disponible según la demanda en tiempo real, dependiendo de cuanto ancho de banda se está utilizando.

Sin embargo, tiene limitaciones de velocidad del cliente, con solo 30 MHz de espectro, las velocidades máximas que se pueden alcanzar son limitadas. Aunque el 5G tiene el potencial de ofrecer velocidades de hasta 10 Gbps, en un entorno DSS con este rango de espectro, las

velocidades reales podrían estar más cerca de los 100-300 Mbps, dependiendo del tráfico y la congestión en la red.

Por otro lado, la compartición del espectro entre LTE y 5G puede llevar a pérdidas significativas en la tasa de transmisión para ambas tecnologías. Esto significa que la experiencia del cliente puede verse afectada, especialmente en áreas con alta demanda.

La experiencia del cliente en una red 5G basada en DSS con solo 30 MHz podría ser mixta:

Cobertura Aceptable: Con una cobertura cercana al 80% en el área metropolitana, los usuarios podrían experimentar una buena conectividad general.

Velocidades Variables: Sin embargo, las velocidades pueden ser inconsistentes, especialmente durante picos de tráfico donde la red debe gestionar simultáneamente usuarios de LTE y 5G. Esto podría resultar en tiempos de carga más largos y una menor calidad de servicio para aplicaciones que requieren altas velocidades o baja latencia.

Mientras la tecnología DSS permite una implementación más rápida y eficiente de redes 5G utilizando espectro existente, las limitaciones inherentes a un rango reducido de espectro pueden comprometer tanto la velocidad como la experiencia general del cliente.

4.2 Prueba de Hipótesis

En 2008 el espectro para Claro costó 86 millones de dólares incluyendo todos los enlaces microondas y la concesión inicial de un operador móvil

En 2014 Telefónica, ahora Tigo, hizo la renovación del contrato de concesión por 100 millones de dólares que incluía 30 MHz en la banda 28 de 700 MHz, 25 MHz en la banda de 850 MHz y 40 MHz en la banda de 1900 MHz. En total fueron 95 MHz de espectro para las tecnologías de 2G, 3G y 4G, pero utilizando infraestructura existente.

Si los operadores del mercado panameño no invierten de manera efectiva en suficiente espectro, equipamiento y soluciones, la tecnología 5G no podrá ser aprovechada en su totalidad como ha sido concebida desde sus inicios.

No se trata de solo poner una bandera que hay 5G, si no se siguen las recomendaciones de capacidad y espectro de organismo internacionales como la GSMA y el usuario final solamente pensaría que se trata de una actualización de un poco más de velocidad, dejando por fuera todas las bondades que puede ofrecer a través de la automatización, conectividad de muchos dispositivos IoT, conexión entre industrias y poder mejorar y facilitar la vida de las personas.

El costo del Espectro y la posible reducción de precios del espectro, anunciada por su nueva administradora de la ASEP, Zelmar Rodríguez, como mencionó en el reciente lanzamiento de la red 5G de Cable and Wireless, es un paso crucial para fomentar la inversión en 5G. Disminuir el precio del espectro es fundamental para propiciar el desarrollo de tecnologías como 5G en Panamá, lo que respalda la idea de que el costo del espectro afecta directamente la inversión necesaria para infraestructura 5G.

Palacios menciona que la falta de competencia podría resultar en una desigualdad en la cobertura 5G entre áreas urbanas y rurales. Esto es relevante para la hipótesis, ya que resalta cómo una mala asignación del espectro y una infraestructura insuficiente pueden perpetuar la brecha digital en Panamá, limitando el acceso equitativo a los beneficios del 5G.

4.3 Proceso de Análisis

Al invertir casi 97 millones en solo la banda de 5G sin tomar en cuenta el resto de inversión de infraestructura, en una banda que no toda la población tiene acceso a dispositivos el retorno de inversión no es atractivo.

Los operadores aún tienen que analizar el modelo de negocio para poder ser rentable con la tecnología 5G, ya que utilizando su ARPU actual de 7.19 dólares por usuario con las tecnologías existentes tendrían que agilizar la modernización de los usuarios que no disponen de terminales de banda ancha para que formen parte del universo de los clientes.

La diversidad dentro de esta población permite un análisis más exhaustivo sobre cómo diferentes segmentos de usuarios perciben el costo del espectro y su disposición a adoptar tecnologías como el 5G.

Además, se incluirán a los operadores de telecomunicaciones, quienes proporcionarán datos financieros y sobre su capacidad de inversión, cruciales para entender la dinámica del mercado y la relación entre el costo del espectro y la oferta de servicios

La rentabilidad para los operadores de telecomunicaciones al implementar 5G en Panamá depende de varios factores, incluyendo la inversión inicial, la demanda del mercado, y el marco regulatorio. A continuación, se analizan estos aspectos clave.

Inversión Inicial y Costos a través del precio del Espectro ya que la ASEP ha establecido precios para las bandas de espectro que son fundamentales para la planificación financiera. Las bandas bajas y medias tienen costos significativos, lo que representa una carga inicial considerable para los operadores. Esto podría afectar la rentabilidad si no se logra una adopción rápida y masiva de los servicios 5G.

Además del costo del espectro, los operadores necesitarán invertir en infraestructura para soportar 5G. En 2023, se invirtieron B/.311.6 millones en modernización de redes, lo que indica un compromiso hacia la infraestructura necesaria para 5G.

Sin embargo, esta inversión debe ser justificada por un retorno adecuado a través de nuevos ingresos.

En las oportunidades económicas, la implementación de 5G podría abrir nuevas oportunidades en sectores como la agricultura, salud y educación, facilitando aplicaciones como IoT y automatización. Esto podría generar un retorno significativo si los operadores logran establecer sinergias con empresas privadas para desarrollar soluciones específicas.

Adopción por Parte de los Usuarios y la aceptación del 5G dependerá de la educación del mercado y la disponibilidad de dispositivos compatibles. Actualmente, solo un porcentaje limitado de dispositivos soporta 5G, lo que puede limitar la adopción inicial.

Los operadores deberán invertir en campañas educativas para maximizar el uso de esta tecnología. La regulación debe ser favorable para permitir un entorno propicio para el desarrollo de 5G. Esto incluye políticas que faciliten el acceso al espectro a precios razonables y procesos simplificados para la implementación de infraestructura.

Un marco regulatorio restrictivo podría limitar las oportunidades comerciales y afectar la rentabilidad.

Aunque el marco regulatorio está relativamente bien posicionado, se necesita una mayor preparación del mercado a nivel de usuarios y dispositivos. La percepción pública sobre 5G también influirá en su adopción; si los usuarios ven beneficios claros, será más probable que adopten esta tecnología.

La rentabilidad para los operadores al lanzar 5G en Panamá es posible, pero dependerá de varios factores interrelacionados. Si se logran establecer condiciones favorables en términos de inversión inicial, demanda del mercado y un marco regulatorio flexible, los operadores podrían beneficiarse significativamente a largo plazo. Sin embargo, el éxito dependerá también de su capacidad para educar al mercado y fomentar la adopción entre los usuarios finales.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La investigación sobre la asignación del espectro para 5G en Panamá ha revelado que, aunque existe un gran potencial para la implementación de esta tecnología, también se enfrentan desafíos significativos que deben ser abordados. Los expertos coinciden en que la llegada del 5G representa un avance importante en comparación con tecnologías anteriores, mejorando la velocidad y reduciendo la latencia, lo que podría transformar la experiencia del usuario. Sin embargo, la infraestructura necesaria para soportar 5G es un reto crítico; se requiere una mayor densidad de estaciones base y una infraestructura robusta para garantizar una cobertura adecuada. Además, la educación y concienciación del usuario final son esenciales para maximizar los beneficios del 5G, dado que muchos ciudadanos aún no están familiarizados con las posibilidades que esta tecnología puede ofrecer. A nivel regulatorio, aunque Panamá se encuentra en una posición relativamente buena para adoptar 5G, se necesitan políticas flexibles y accesibles que faciliten la asignación de espectro a precios razonables. En resumen, los hallazgos sugieren que el éxito del despliegue de 5G en Panamá dependerá de una combinación de inversión en infraestructura, colaboración entre sectores y preparación del mercado.

La viabilidad del lanzamiento de 5G en Panamá es alta si los operadores pueden afrontar el costo del espectro y la inversión en infraestructura, a menos que apuesten por un paso intermedio como es usar DSS con espectro existente. La demanda existe, pero será crucial que los operadores adopten modelos de negocio efectivos y aprovechen la infraestructura existente para minimizar costos adicionales.

Los altos costos del espectro asignado y la inversión en infraestructura necesaria. Ya han invertido considerablemente en la red móvil y fija, lo que sugiere una capacidad para inversión continua.

Alta penetración móvil y un mercado con disposición a adoptar nuevas tecnologías.

Las evidencias en contra es que el modelo de Negocio y ARPU y la necesidad de un modelo de negocio sólido para justificar las inversiones dado el ARPU relativamente bajo.

El tamaño del Mercado y la población relativamente pequeña, lo que podría limitar el retorno de inversión.

La asignación y el costo del espectro por parte de la ASEP afectan significativamente tanto la inversión de los operadores como la adopción de soluciones 5G. Sin embargo, la rentabilidad y viabilidad a largo plazo dependen de cómo los operadores gestionen sus inversiones y adopten modelos de negocio efectivos.

RECOMENDACIONES

Para abordar los desafíos identificados y maximizar las oportunidades que ofrece el 5G, se recomienda que los operadores inviertan significativamente en la actualización de su infraestructura y en la capacitación de su personal. Es crucial establecer colaboraciones con otros actores del sector tecnológico para asegurar una implementación exitosa. Además, se sugiere priorizar el desarrollo de tecnologías más maduras como 4G y WiFi en áreas rurales antes de implementar 5G, garantizando así una conectividad básica antes de avanzar hacia soluciones más complejas. La regulación debe ser favorable y flexible, permitiendo a los operadores acceder a suficiente espectro a precios accesibles. También es fundamental invertir en campañas educativas para informar a los usuarios sobre los beneficios del 5G, lo que facilitará su aceptación y uso. Finalmente, se debe fomentar un entorno regulatorio que permita a los operadores innovar y adaptarse a las necesidades del mercado, asegurando así un crecimiento sostenible en el sector de telecomunicaciones. En conclusión, para que 5G sea rentable y beneficioso para Panamá, es esencial abordar estos desafíos mediante una planificación estratégica y colaborativa entre todos los actores involucrados.

Para que los operadores de telecomunicaciones en Panamá puedan lanzar con éxito la tecnología 5G y asegurarse de que sea rentable y efectiva, aquí hay algunas recomendaciones clave:

- Estrategia de Inversión:
 - Priorizar la inversión en infraestructuras esenciales antes de la compra del espectro.
 - Maximizar el uso de la infraestructura existente para minimizar costos adicionales.
- Modelos de Negocio Efectivos:

- Desarrollar paquetes y servicios atractivos para diferentes segmentos de mercado, tanto para empresas como para consumidores individuales.
- Ofrecer servicios adicionales como IoT (Internet de las Cosas) y soluciones empresariales para diversificar las fuentes de ingresos.
- Optimización de Espectro:
 - Asegurarse de que los espectros adquiridos sean los más adecuados para las necesidades específicas de cada operador.
 - Implementar soluciones de gestión de espectro eficientes para maximizar el uso del mismo.
- Colaboración y Alianzas:
 - Formar alianzas estratégicas con fabricantes de equipos, desarrolladores de aplicaciones y otros *stakeholders* para impulsar el ecosistema 5G.
 - Participar en consorcios y grupos de trabajo para compartir mejores prácticas y resolver problemas comunes.
- Cumplimiento Regulatorio y Políticas:
 - Mantenerse alineados con las regulaciones y políticas de la ASEP para evitar sanciones y asegurar un entorno operativo favorable.
 - Participar activamente en la formulación de políticas futuras para influir en decisiones que afecten al sector.
- Fomento de la Adopción del Mercado:
 - Educar y sensibilizar al mercado sobre los beneficios y usos de la tecnología 5G.
 - Implementar pilotos y demostraciones para mostrar el valor añadido que 5G puede aportar a las empresas y consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 5G Networks. (31 de marzo de 2020). *5G NR gNodeB Functional Split : CU DU split*. Obtenido de 5G Networks: <https://www.5g-networks.net/gnodeb-gnb-cu-du-split/>
- Adelcio M. de Souza, C. M. (diciembre de 2022). *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-5G-analog-fronthaul-over-a-full-colorless-WDM-PON_fig1_366091075
- Agrifutures. (s.f.). *Sensors*. Obtenido de Agrifutures: <https://agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/16-032.pdf>
- Alestra. (28 de agosto de 2023). *Qué son las redes móviles y cómo han evolucionado*. Obtenido de Alestra: <https://www.alestra.mx/blog/redes-moviles>
- ASEP. (21 de febrero de 2024). *ASEP – Ingresos Brutos de los servicios de telecomunicaciones desde el año 2007 al 2023*. Obtenido de Datos Abiertos Panamá: <https://www.datosabiertos.gob.pa/dataset/asep-ingresos-brutos-de-los-servicios-de-telecomunicaciones-desde-el-ano-2007-al-2022>
- ASEP. (21 de febrero de 2024). *ASEP - Ingresos versus Inversión de la Industria de Telecomunicaciones desde 2011 a 2023*. Obtenido de Autoridad Nacional de los Servicios Públicos: <https://www.datosabiertos.gob.pa/dataset/asep-ingresos-versus-inversion-de-la-industria-de-telecomunicaciones-desde-2011-a-2022>
- ASEP. (1 de julio de 2024). *CANALIZACIÓN Y ESPECTRO ASIGNADO PARA LAS IMT*. Obtenido de ASEP: https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/telecomunicaciones/imt/bandas_imt.pdf

- ASEP. (julio de 2024). *Espectro Identificado para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) en Panamá Julio 2024*. Obtenido de ASEP:
https://asep.gob.pa/wp-content/uploads/telecomunicaciones/imt/bandas_imt.pdf
- ASEP. (10 de octubre de 2024). *INICIATIVAS REGULATORIAS PROPICIAN DESPLIEGUE DE LA RED 5G*. Obtenido de ASEP: <https://asep.gob.pa/iniciativas-regulatorias-propician-despliegue-de-la-red-5g/>
- ASEP. (s.f.). *Contratos*. Obtenido de ASEP:
<https://asep.gob.pa/direcciones/telecomunicaciones/contratos/>
- ASEP. (s.f.). *Estadísticas de Telecomunicaciones*. Obtenido de ASEP:
<https://asep.gob.pa/direcciones/telecomunicaciones/estadisticas/>
- ASEP. (s.f.). *Legislación*. Obtenido de ASEP:
<https://asep.gob.pa/direcciones/telecomunicaciones/legislacion/>
- ASEP. (s.f.). *LICITACIÓN PÚBLICA No. 01-2023-TELCO*. Obtenido de ASEP:
<https://asep.gob.pa/direcciones/telecomunicaciones/licitacion-movil/>
- ASEP. (s.f.). *Resoluciones Telecomunicaciones*. Obtenido de ASEP:
<https://asep.gob.pa/direcciones/telecomunicaciones/resoluciones-telecomunicaciones/>
- Bnamericas. (23 de septiembre de 2022). *Redes 5G en Latinoamérica: su estado actual y lo que viene*. Obtenido de Bnamerica: <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/redes-5g-en-latinoamerica-su-estado-actual-y-lo-que-viene>
- CAF. (25 de octubre de 2021). *Panamá y el desafío de afrontar los retos de la transformación digital en la educación*. Obtenido de CAF:
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2021/10/panama-y-el-desafio-de-afrontar-los-retos-de-la-transformacion-digital-en-la-educacion/>

CAF. (18 de mayo de 2022). *Panamá busca abrirse paso en la implementación de la tecnología 5G*. Obtenido de CAF: [https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2022/05/panama-](https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2022/05/panama-busca-abrirse-paso-en-la-implementacion-de-la-tecnologia-5g/)

[busca-abrirse-paso-en-la-implementacion-de-la-tecnologia-5g/](https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2022/05/panama-busca-abrirse-paso-en-la-implementacion-de-la-tecnologia-5g/)

Candanedo, J. (30 de abril de 2024). *Perspectivas sobre el Impacto del 5G en Panamá*. (T. Díaz, Entrevistador)

Carballar. (s.f.). *Qué es 5G y en qué se diferencia de lo anterior*. Obtenido de Carballar:

<https://carballar.com/que-es-5g-y-en-que-se-diferencia-de-lo-anterior>

Cárdenas, A. C. (25 de agosto de 2022). *Cambia la infraestructura de redes para echar andar*

5G. Obtenido de Computer Weekly:

<https://www.computerweekly.com/es/noticias/252524223/Cambia-la-infraestructura-de-redes-para-echar-andar-5G>

Cardenas, A. C. (2022 de agosto de 2025). *Cambia la infraestructura de redes para echar andar*

5G. Obtenido de Computer Weekly:

<https://www.computerweekly.com/es/noticias/252524223/Cambia-la-infraestructura-de-redes-para-echar-andar-5G>

Conoce e-Estonia, el gobierno más digitalizado del mundo. (5 de marzo de 2024). Obtenido de

America Digital: <https://congreso.america-digital.com/conoce-e-estonia-el-gobierno-mas-digitalizado-del-mundo/>

Consejo de Gabinete de la República de Panamá. (11 de abril de 2024). *Resolución de Gabinete*

N.º 38. Obtenido de Gaceta Oficial Digital:

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/30010_B/104272.pdf

- Darah, D. (25 de julio de 2024). *5G NSA vs. SA: How do the deployment modes differ?* Obtenido de TechTarget Networking: <https://www.techtargget.com/searchnetworking/feature/5G-NSA-vs-SA-How-does-each-deployment-mode-differ>
- Duran, S. (12 de abril de 2024). *Panamá establece precios por uso de bandas y anuncia nuevo espectro para 5G.* Obtenido de DPL News: <https://dplnews.com/panama-precios-por-uso-de-bandas-y-nuevo-espectro-5g/>
- Equipo de Expertos en Ciencia y Tecnología. (21 de marzo de 2018). *Evolución de la red de comunicación móvil, del 1G al 5G.* Obtenido de Universidad Viu: <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/evolucion-de-la-red-de-comunicacion-movil-del-1g-al-5g>
- Ericsson. (June de 2022). *5G standalone deployment: Moving beyond eMBB.* Obtenido de Ericsson: <https://www.ericsson.com/49f649/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2022/063022-emr-june-2022-5g-sa-deployment-article-web.pdf>
- González, J. (2021). La modernización tecnológica en Panamá: Retos y oportunidades. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 45-60.
- González, M. A. (s.f.). Telemedicina: Retos y oportunidades en la era digital." *Revista de Salud Pública*. 2020, págs. 345-356.
- Gonzalez, R. (2007). *Competencia y regulación en las telecomunicaciones: El caso de Panamá.* México, D. F.: IDRC/CEPAL.
- Grupo Banco Mundial. (2024). <https://datos.bancomundial.org/pais/panama>. Obtenido de bancomundial: <https://datos.bancomundial.org/pais/panama>
- GSA. (Septiembre de 2024). *5G Market Snapshot September 2024.* Obtenido de GSA: <https://gsacom.com/5g-ecosystem/>

- GSMA. (noviembre de 2018). *Espectro 5G: Postura de la GSMA sobre política pública*.
Obtenido de GSMA: <https://www.gsma.com/about-us/regions/latin-america/wp-content/uploads/2019/03/5G-Spectrum-Positions-SPA.pdf>
- GSMA Intelligence. (Febrero de 2024). *The State of 5G 2024*. Obtenido de GSMA:
<https://data.gsmaintelligence.com/api-web/v2/research-file-download?file=210224-The-State-of-5G-2024.pdf&id=79791087>
- Guarin, C. (10 de septiembre de 2023). *ESPECTROS DE LUZ (Parte II)*. Obtenido de Aquí estamos online: <https://aquiestamosonline.com/espectros-de-luz-parte-ii/>
- Häkkinen, P. (2021). Innovations in Education with 5G Technology. *Journal of Educational Technology*.
- Heraldo. (6 de mayo de 2022). Operan por vez primera de forma asistida un cáncer de mama entre España y Portugal gracias al 5G. *Heraldo*, págs.
<https://www.heraldo.es/noticias/salud/2022/05/06/movistar-zaragoza-cirugia-asistida-cancer-mama-5g-tespana-portugal-realidad-aumentada-1572439.html>.
- Hernández, K. (10 de octubre de 2024). Más Móvil lanza red 5G en más de 360 puntos de la ciudad de Panamá y ASEP prepara licitación para 2025. *La Prensa*, págs.
<https://www.prensa.com/economia/mas-movil-lanza-red-5g-en-mas-de-360-puntos-de-la-ciudad-de-panama-y-asep-prepara-licitacion-para-2025/>.
- Hernández, K. (24 de abril de 2024). Panamá comienza pruebas de 5G, Asep otorga espectro temporal para la red. *La Prensa*, págs. <https://www.prensa.com/economia/panama-comienza-pruebas-de-5g-asep-otorga-espectro-temporal-para-la-red/?form=MG0AV3>.
Obtenido de <https://www.prensa.com/economia/panama-comienza-pruebas-de-5g-asep-otorga-espectro-temporal-para-la-red/?form=MG0AV3>

IMF. (abril de 2024). Obtenido de Report for selected countries and subjects:

<https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/1aZ1eKL5YSTpXHVvnVnrP3/lists/3MRSj9zsyWBNVKvzMPpBnl/>

INFORME de MERCADO de TELECOMUNICACIONES de URUGUAY. (diciembre de 2023).

Obtenido de Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones :

<https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/sites/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/files/2024-05/INFORME%20DE%20MERCADO%20TELECOMUNICACIONES.pdf>

Interempresas. (16 de 01 de 2019). *Samsung presenta su proyecto educativo 5G en una escuela japonesa junto a KDDI*. Obtenido de Interempresas:

<https://www.interempresas.net/Tecnologia-aulas/Articulos/232108-Samsung-presenta-su-proyecto-educativo-5G-en-una-escuela-japonesa-junto-a-KDDI.html>

ITU. (2019). *The State of Broadband*. Obtenido de Broadband Commission:

<https://broadband.itu.int/publication/the-state-of-broadband-2019/>

Lala Tanmoy Das, C. J. (3 de june de 2020). *Preparing Telemedicine for the Frontlines of Healthcare Equity*. Obtenido de Springer Link:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11606-020-05941-9?form=MG0AV3>

Lara, K. E. (30 de abril de 2024). Bajar el precio del espectro, la estrategia para el desarrollo del 5G. *Panamá América*, págs. <https://www.panamaamerica.com.pa/economia/bajar-el-precio-del-espectro-la-estrategia-para-el-desarrollo-del-5g-1235138>.

Liberty Latin America. (Julio de 2024). *Liberty Latin America Reports Q2 & H1 2024 Results*.

Obtenido de https://s29.q4cdn.com/560491837/files/doc_financials/2024/q2/Liberty-Latin-America-Reports-Q2-H1-2024-Results.pdf:

https://s29.q4cdn.com/560491837/files/doc_financials/2024/q2/Liberty-Latin-America-Reports-Q2-H1-2024-Results.pdf

Lopez, J. C. (19 de marzo de 2020). *Banda milimétrica (mmWave): qué es y por qué este es el 5G tan rápido como la fibra óptica que nos han prometido las operadoras*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/moviles/banda-milimetrica-mmwave-que-que-este-5g-rapido-como-fibra-optica-que-nos-han-prometido-operadoras>

Lyntia. (21 de agosto de 2020). *Operadores neutros y 5G: un tándem para el éxito de las telecomunicaciones*. Obtenido de Lyntia: <https://www.lyntia.com/news/operadores-neutros-y-5g-un-tandem-para-el-exito-de-las-telecomunicaciones/>

Man, S. (12 de julio de 2024). *Desafíos y Oportunidades en la Implementación del Espectro 5G en Panamá: Perspectivas Técnicas y Regulatorias*. (T. Diaz, Entrevistador)

Mansell, R. (Julio de 2012). Obtenido de Research Gate:

https://www.researchgate.net/publication/291601944_Imagining_the_internet_communication_innovation_and_governance

Martínez, L. (2022). Impacto de la digitalización en la economía panameña. *Análisis Económico*, 78-92.

Martinis, W. (15 de agosto de 2024). *Análisis del Panorama 5G en Panamá*. (T. Diaz, Entrevistador)

Mercados y Finanzas. (9 de abril de 2024). *El Salvador tiene una penetración significativa de líneas telefónicas con 11.3 millones registradas, según Siget*. Obtenido de Mercados y Finanzas: <https://www.mercadosyfinanzas.com/el-salvador-tiene-una-penetracion-significativa-de-lineas-telefonicas-con-11-3-millones-registradas-segun-siget/>

Millicom. (2023). *Annual Report 2023*. Obtenido de Millicom:

<https://www.millicom.com/media/5769/ar-2023-w-mic-sa.pdf>

Mordor Intelligence. (2024). *Tamaño del mercado de servicios 5G y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029)* Source:

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/5g-services-market>. Obtenido de

Mordor Intelligence: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/5g-services-market>

Mordor Intelligence. (s.f.). *Tendencias del mercado de telecomunicaciones de Panamá* Source:

<https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/panama-telecom-market/market-trends>. Obtenido de Mordor Intelligence: <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/panama-telecom-market/market-trends>

Muhumed, A. (6 de Junio de 2023). *What are NSA and SA standards in 5G?* Obtenido de

Medium: <https://medium.com/@ahmedmuhumed/what-are-nsa-and-sa-standards-in-5g-e5403b415c49>

NGEEK. (s.f.). *Palo Alto Networks lanza soluciones de seguridad privadas 5G con un*

ecosistema de socios. Obtenido de NGEEK: <https://ngeek.net/2024/04/palo-alto-networks-lanza-soluciones-de-seguridad-privadas-5g-con-un-ecosistema-de-socios/>

Nolan, S. (24 de octubre de 2021). *How 5G will change Singapore's public services*. Obtenido

de Gov Insider: <https://govinsider.asia/intl-en/article/how-5g-will-change-singapores-public-services-francois-chin-astar>

Palacios, R. (26 de Agosto de 2024). *Perspectivas Técnicas y Operativas sobre la Transición*

hacia el 5G en Redes Móviles y Fijas. (T. Diaz, Entrevistador)

- Panacrypto Team. (25 de julio de 2024). *El impacto de la digitalización en la economía panameña*. Obtenido de PanamCrypto: <https://panacrypto.com/es/digitalizacion-economia-panama/>
- plokiko. (13 de abril de 2020). *Del 1G al 5G: así funcionan las redes móviles y todo lo que cambia tras cada salto de generación*. Obtenido de Xakata Movil: <https://www.xatakamovil.com/conectividad/1g-al-5g-asi-funcionan-redes-moviles-todo-que-cambia-cada-salto-generacion>
- Recio, A. (11 de Septiembre de 2024). *Descubre los tipos de virtualización y sus funciones*. Obtenido de AO Data Cloud: <https://aodatacloud.es/blog/tipos-de-virtualizacion-y-sus-funciones/>
- Red Hat. (25 de enero de 2023). *¿Qué es la virtualización?* Obtenido de Red Hat: <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-virtualization>
- Remmert, H. (19 de marzo de 2021). *¿Qué es la arquitectura de red 5G?* Obtenido de DIGI: <https://es.digi.com/blog/post/5g-network-architecture>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. Simon and Schuster.
- Sandoval, Y. (1 de julio de 2022). *C&W Panamá completa compra de las operaciones de Claro en el país*. Obtenido de La Prensa: <https://www.prensa.com/economia/cw-panama-completa-compra-de-las-operaciones-de-claro-en-el-pais/>
- Statista. (s.f.). *Porcentaje de suscriptores de telefonía móvil sobre el total de la población de Colombia entre 2020 y 2030*. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1395695/smartphones-penetracion-de-la-telefoniamovil-en-colombia/>

Taras, A. G. (29 de marzo de 2023). *5G en Latinoamérica: una carrera a diferentes velocidades*.

Obtenido de Datacenter Dynamics:

<https://www.datacenterdynamics.com/es/features/mapa-del-5g-en-latinoam%C3%A9rica-un-crecimiento-a-diferentes-velocidades/>

TecnoFuturo. (30 de diciembre de 2023). *Los Componentes clave de la arquitectura de redes*

5G. Obtenido de TecnoFuturo: [https://tecnofuturo.net/5g-y-](https://tecnofuturo.net/5g-y-telecomunicaciones/arquitectura-redes-5g-entendiendo-componentes-hacen-posible-magia/)

[telecomunicaciones/arquitectura-redes-5g-entendiendo-componentes-hacen-posible-magia/](https://tecnofuturo.net/5g-y-telecomunicaciones/arquitectura-redes-5g-entendiendo-componentes-hacen-posible-magia/)

Telefonica. (3 de mayo de 2023). *¿Qué es la mmWave y qué tiene que ver con el 5G?* Obtenido

de Telefonica: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/que-es-la-mmwave-y-que-tiene-que-ver-con-el-5g/>

Telesemana. (2023). *PANORAMA DE MERCADO - PANAMÁ*. Obtenido de Telesemana:

<https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/panama/>

tourisme-carcassonne. (s.f.). *tourisme-carcassonne*. Obtenido de tourisme-carcassonne:

<https://www.tourisme-carcassonne.fr/es/actividad/pelicula-de-realidad-virtual-la-vida-cotidiana-en-la-edad-media/>

Weissberger, A. (27 de enero de 2024). *Global 5G Market Snapshot; Dell’Oro and GSA Updates*

on 5G SA networks and devices. Obtenido de IEEE ComSoc Technology Blog:

<https://techblog.comsoc.org/2024/01/27/global-5g-market-snapshot-delloro-and-gsa-updates-on-5g-sa-networks-and-devices/>

Wikipedia. (s.f.). *5G*. Obtenido de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/5G?form=MG0AV3>

Yaici, K. (29 de Julio de 2024). *Faster Speeds and the Promise of New Use Cases is Driving 5G*

SA Adoption. Obtenido de ookla: <https://www.ookla.com/articles/5gsa-q2-2024>

ANEXOS

Entrevista al Ingeniero Jorge Candanedo

Profesional experimentado en el campo de las Telecomunicaciones por más de 15 años de experiencia en proveedores de tecnología y operadores móviles.

- 1. ¿Cuáles son sus expectativas sobre el impacto del 5G en Panamá en los próximos años, tanto en términos de innovación tecnológica como de desarrollo económico, y cómo cree que esto podría transformar la vida cotidiana de los ciudadanos?**

En Panamá se verá un incremento de parte de los operadores de servicios móviles en la implementación de sitios 5G a partir del 2025, esto en sí no representa una innovación per se porque las tecnologías 5G ya tienen un par de años en los mercados globales, pero para Panamá sí será un avance en comparación con las ya salientes tecnologías como 2G (GSM), y mejorará la experiencia final de los usuarios en velocidad y menor latencia con relación a 3G/4G.

- 2. ¿Qué oportunidades específicas cree que la implementación del 5G podría generar para el desarrollo de sectores económicos clave en Panamá, como la agricultura, la salud o la educación?**

Todo dependerá del desarrollo de iniciativas tipo *5G Network Slicing*, si los operadores y las empresas privadas logran sinergias para crear redes privadas con objetivos y aplicaciones específicos, por ejemplo: aplicaciones de misión crítica, automatización, IoT, riego a través de drones, monitoreo de ganados, etc.

3. Desde su perspectiva, ¿cómo podría el 5G contribuir a mejorar la inclusión digital en áreas rurales y marginadas de Panamá, y qué beneficios económicos podría traer esto al país?

Desde mi perspectiva, lo primero es lograr mayor conectividad. Uno de los "*downsides*" con 5G es que no son tecnologías baratas, y los requerimientos de infraestructura para soportar las mismas son altos: energía, transmisión, etc.

Pensaría primero en llevar tecnologías 3G/4G, WiFi, que son más maduras y económicas a nivel nacional; y desarrollar 5G en casos muy puntuales en zonas de difícil acceso.

Entrevista a Ingeniero Roberto Palacios

El Ingeniero Palacios ha trabajado en la red fija para un operador y actualmente es gerente de soluciones junior para la red de transmisión de redes móviles, con más de 10 años de experiencia en el sector de las telecomunicaciones.

1. ¿Qué diferencias clave ha notado en el enfoque técnico y operativo entre las redes fijas y las redes móviles, especialmente en el contexto de la transición hacia el 5G?

He trabajado tanto en redes fijas como en redes móviles, y la diferencia más notable que puedo decir es el uso del tráfico y la movilidad. En las redes fijas, el enfoque está en la estabilidad, capacidad y el mantenimiento de un servicio continuo, mientras que, en redes móviles, y ahora con 5G, se prioriza la flexibilidad, la baja latencia y la capacidad de manejar una gran cantidad de dispositivos conectados simultáneamente, adicional a que se han implementado tecnologías que son específicas para redes móviles como *beamforming* y *Masive MIMO* que no se pueden implementar en redes fijas.

2. Desde su experiencia, ¿cuáles son los principales desafíos que enfrenta al implementar soluciones de transmisión para redes móviles?

De los principales desafíos que se enfrenta las redes de transmisión para 5G son la optimización del espectro y la integración de nuevas tecnologías con infraestructuras existentes que garantice baja latencia y alta fiabilidad en las conexiones, sobre todo en áreas densamente pobladas o con alta demanda de datos.

3. ¿Cómo considera que la evolución de las tecnologías de transmisión afectará la calidad del servicio en las redes móviles 5G?

La calidad del servicio en 5G depende en gran medida de la evolución de las tecnologías de transmisión las cuales son esenciales para soportar la alta capacidad y baja latencia que demanda 5G. Además, la virtualización de la red y el *Network Slicing* permiten gestionar el tráfico de forma eficiente, garantizando una experiencia óptima incluso con el crecimiento masivo de dispositivos conectados.

4. ¿Qué papel juegan las innovaciones en equipamiento y tecnología en la mejora de la infraestructura de transmisión para redes móviles?

Las innovaciones en equipamiento y tecnología son fundamentales para la mejora de la infraestructura de transmisión. Equipos más avanzados y eficientes, como antenas inteligentes y sistemas de transmisión óptica Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa (DWDM, por sus siglas en inglés: *Dense Wavelength Division Multiplexing*), permiten una mayor capacidad y cobertura de la red. Además, la implementación de tecnologías con la Inteligencia Artificial y posibilidad de aprendizaje automático optimiza la gestión y el rendimiento de la red.

5. En su opinión, ¿cómo deberían prepararse los operadores y proveedores para afrontar los retos que presenta la implementación del 5G?

Pienso que los operadores deben comenzar a invertir en la actualización de su infraestructura y en la capacitación de su personal para manejar las nuevas tecnologías. Adicional que es crucial establecer colaboraciones con otros actores de la tecnología 5G, como fabricantes de equipos y

desarrolladores de aplicaciones, para asegurar una implementación exitosa. La planificación y la gestión eficiente.

6. ¿Cómo cree que la falta de competencia afecta el acceso a servicios avanzados como 5G?

La falta de competencia en Panamá puede tener un impacto significativo en el acceso a servicios para 5G. Cuando hay menos competencia, las empresas tienen menos incentivos para invertir rápidamente en la infraestructura necesaria, lo que puede resultar en un despliegue más lento y en costo altos para los consumidores. Esto no solo afecta la calidad del servicio, sino que también podría aumentar la desigualdad de cobertura 5G en áreas urbanas y rurales. Para el mercado panameño la clave sería que el regulador impulse la entrada de nuevos operadores para incentivar la competencia. Esto no solo promovería la inversión en nueva infraestructura, sino que también mejoraría la calidad del servicio y reduciría los costos para los usuarios finales. Un mercado más competitivo garantizaría que todos los panameños tengan acceso a tecnologías de 5G.

Entrevista al Ingeniero William Martinis

El Ingeniero Martinis es Experto Senior de tecnología móvil con más de 18 años trabajando en el sector de las telecomunicaciones, como Gerente de Soluciones y Gerente Comercial Especializado.

1. ¿Cuáles considera que son los principales retos técnicos y regulatorios que enfrenta un operador al implementar 5G en Panamá?

Me parece que a nivel comercial existe un panorama muy amplio y atractivo para el desarrollo de la tecnología 5G en Panamá, ya que definitivamente hay un gran número de empresas e industrias en el país que podrían verse beneficiadas.

Hoy por hoy, a nivel técnico no veo que exista un mayor reto que quizás el propio que podría presentar el negocio a nivel de dispositivos/terminales, esto hablando en términos de volumen durante un despliegue a nivel de empresas e industrias en el país. Para esto toca considerar que para Operadores Multinacionales como lo son Millicom (Tigo) y Liberty (Cable and Wireless), dicho volumen poblacional puede que no les resulte atractivo para el desarrollo de 5G en una industria portuaria, por ejemplo. Esta es una realidad que tenemos en el país considerando negocios en el cual imperan economías de escala y dicha perspectiva podría mermar estos desarrollos y enfoques.

Basándonos en la premisa previamente planteada, este mismo vendría siendo el gran reto a nivel regulatorio que se tiene en Panamá, debido a que se requerirán tener políticas muy flexibles para permitir un entorno propicio para el desarrollo de esta nueva tecnología en industrias existentes en el país. De igual forma se necesitaría poner a disposición de los operadores móviles suficiente cantidad de espectro, a un precio accesible, el cuales permita que las oportunidades y casos de negocios planteados por dichos operadores móviles resulten atractivas. De esta forma

definitivamente los operadores móviles podrían aventurarse en nuevos espacios de mercado que quizás hasta el día de hoy con las tecnologías existentes como LTE no pueden ser exploradas.

2. Desde su experiencia como gerente de soluciones, ¿qué innovaciones tecnológicas considera clave para el éxito del 5G?

En un país pequeño como Panamá seguramente que la alta disponibilidad de fibra óptica distribuida a lo largo de toda la geografía del país será clave para el correcto desarrollo de 5G en el país. Esta será la única forma en la cual podríamos asegurar conectividad a nivel nacional y poder cerrar la brecha digital a nivel nacional. Se lograrían conectar aulas de clases, universidades, consultorios médicos y en general proveer una real experiencia de banda ancha inalámbrica a las poblaciones de todo el país sin importar el acceso a sus residencias. Existen otras consideraciones importantes como la virtualización de elementos controladores de datos en el núcleo de la red y la apropiada distribución y redundancia a lo largo de la geografía del país.

3. ¿Cómo ha visto evolucionar el rol de los proveedores de equipos y servicios en el despliegue de redes 5G?

Al ser fabricantes, desarrolladores e influenciadores de las distintas tecnologías que luego son estandarizadas por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP por sus siglas en inglés: *3rd Generation Partnership Project*), los proveedores de equipos actualmente cumplen un rol clave dentro del desarrollo de las redes 5G, ya que al tener una visión y experiencia a nivel global del desarrollo del negocio, tendencias y la tecnología, los mismos están sirviendo un rol

educativo que aporta una gran asesoría en todos los niveles; desde temas regulatorios, comerciales, mercadeo y técnicos son trabajados en conjunto con el regulador así también como los distintos operadores móviles.

4. ¿Qué tan preparado está el mercado panameño, tanto a nivel de usuarios como de regulación, para adoptar los servicios 5G?

Al día de hoy es posible decir que a nivel regulatorio estamos bien posicionados para la correcta introducción de una tecnología 5G. Existen temas triviales manejados a nivel gubernamental que podrían limitar el crecimiento de dichas tecnologías 5G, como lo puede ser por ejemplo el tema del precio por el espectro requerido para su desarrollo, sin embargo, esto ya vendría siendo un tema un poco alejado del marco regulatorio como tal.

A nivel de usuario final, me parece que la población panameña aún no está mentalmente preparada para las innumerables posibilidades que se estarían habilitando gracias a los beneficios que esta tecnología traería al país. La verdad que, en este punto, el desarrollo de la tecnología en el país tiene mucho que ver con la creatividad de los usuarios para su correcta utilización para aprovecharla al máximo y me parece que esto será un producto del tiempo que esté la tecnología disponible para los usuarios y la población en general, por lo que mientras más rápida sea desplegada la misma, más rápidamente se verá su provecho para la población.

5. ¿Qué consejos daría a un operador que está iniciando su camino en 5G en cuanto a la relación con proveedores y gestión de la cuenta?

A los operadores inicialmente les recomendaría invertir mucho en temas educativos hacia los usuarios finales, ya que esta nueva tecnología no solo requiere un dispositivo móvil especial para poderla utilizar, sino que también los múltiples beneficios que la misma podría traer a la población en general irá mucho de la mano con la estrategia comercial que los operadores utilizarán para desarrollar dicha tecnología en el país. Dentro del amplio abanico de posibilidades con los servicios a entregar a los usuarios, a cada operador le toca realizar un estudio de mercado muy atinado para saber exactamente cuál de estas opciones lanzar en el país y ofrecer como servicio a sus usuarios finales. La mejor forma de realizar esto es realizando un gran trabajo de educación, mercadeo y comunicación en general con la población en general.

Una de las alternativas para evitar una inversión tan alta a nivel de espectro de forma inicial, puede ser utilizar las bandas, o las concesiones ya existentes los operadores con los espectros, en los cuales tienen otras tecnologías como LTE. De esta forma al usar estas tecnologías llamada DSS, en el cual el espectro puede ser compartido entre LTE y 5G, el operador podría inicialmente realizar un lanzamiento en más corto plazo para una tecnología 5G. Sin embargo, la experiencia del usuario las velocidades que podrá utilizar no serán tan importantes o tan relevantes como si hicieron un lanzamiento utilizando una banda de 3.5 GHz. Esto lo podrían hacer mientras tanto logren conseguir el espectro punto de 3.5 GHz, sin embargo, la experiencia del usuario no va a ser muy distinta en comparación a las que ya realiza, ya tienen los usuarios y los clientes con la tecnología LTE. Por lo cual habría ser un arma de doble filo para el operador que lo utilice, ya que los usuarios finales podrían llegar a pensar que el 5G no es nada del otro mundo.

6. ¿Qué desafíos regulatorios ha observado que podrían limitar la adopción del 5G en Panamá, y qué cambios considera necesarios para facilitar su implementación?

Aunque hoy en día podemos decir abiertamente que la regulación para el desarrollo de 5G en Panamá se encuentra lista, también es importante decir que la misma ha llegado un poco tarde en comparación con otros países en Latinoamérica. En efecto, al día de hoy existen al menos 9 países en nuestra región que ya cuentan con esta tecnología y nos llevan una amplia delantera en lo que a desarrollo tecnológico se refiere. Esto no quiere decir que por estar entre los últimos seremos necesariamente los peores, sin embargo, sí deja muy en claro que necesitamos acelerar el desarrollo de esta tecnología en el país. Definitivamente que históricamente las tecnologías móviles han formado una parte importantísima en el desarrollo de los países y en definitiva tenemos un trecho que recorrer y recuperar terreno para estar a la altura de los países más visionarios tecnológicamente de nuestra región.

7. ¿Cómo cree que la falta de competencia afecta el acceso a servicios avanzados como 5G?

Actualmente al haber solo dos operadores, ellos tienen tecnología de 2G, 3G, 4G y están por implementar una real tecnología 5G. Ellos no tienen ninguna presión, básicamente los dos están en una zona de confort, sin embargo, al entrar un tercer operador y no cabe duda que es operador para poder entrar en el mercado y ser exitoso seguramente van a tener que llegar utilizando una tecnología de punta y es muy probable no tengo la menor duda de que es operador entraría inmediatamente dando o entregamos servicios de 5G para los usuarios en el país. Es la única forma de llegar con un servicio nuevo disruptivo, que saque estos dos operadores de su zona ya que actualmente sería principalmente a la única forma a nivel de tecnología de que ellos puedan ofrecer

algo que haga a una persona cambiarse de uno de los proveedores existentes a uno nuevo. Tiene que ser una tecnología nueva y obviamente a un precio accesible. Sin embargo, si esto no ocurre como ya comenté los dos operadores mayor presión no van a tener, más que la que uno se ejerza sobre el otro y eso no necesariamente ninguno de los dos va a tomar un riesgo en el mercado. Ellos van a hacer sus movimientos de una forma o de la forma más relajada, más segura posible para evitar tener que perder tanto dinero, malversar inversiones y así como también perder suscriptores que conllevaría a lo mismo.

Entrevista a Magíster Samuel Man

Experto más de 15 años trabajando en Operadores como Gerente de Radio Frecuencias y optimización para redes Móviles.

1. ¿Cuáles considera que son los principales desafíos técnicos en la implementación del espectro 5G en Panamá?

Considero que los desafíos son cobertura, por las altas velocidades se requiere que la estación base (RBS por sus siglas en inglés: *Radio Base Station*) (estación base) esté más cerca de los usuarios y brinden mayor calidad de la señal, esto involucra la infraestructura y la facilidad de estar más cerca de los terminales. Dependiendo de la frecuencia que ofrezca el ente regulador afecta el diseño y las capacidades de velocidad que se puedan entregar a los usuarios, deben facilitar que la concesión de frecuencias sea más barata considerando que la inversión de equipos para soportar nuevas frecuencias; se requiere un recurso monetario alto. La migración a esta tecnología lo frenan los terminales de los usuarios ya que solo terminales de alta gama lo soportarán.

2. Desde su experiencia, ¿qué aspectos regulatorios deberían ser priorizados para facilitar la adopción del 5G?

Se debe priorizar la asignación de frecuencias adecuada con suficiente espectro para lograr las velocidades demandadas por los usuarios y casos de uso. Y otro punto que el ente regulador es facilitar el proceso de permisos para la implementación de nuevas infraestructuras.

3. ¿Cómo cree que la optimización de redes móviles puede influir en la percepción pública sobre el 5G?

La optimización mejorará la experiencia de los usuarios para ofrecer mayores velocidades, menor latencia y conectividad más estable, lo que puede lograr mayor aceptación.

4. ¿Cómo evalúa el nivel de preparación del mercado panameño para la transición hacia el 5G?

Actualmente, no estamos listos. Los operadores deben hacer migraciones masivas de cambio de terminales que soporten la tecnología 5G. El % de penetración es bajo, solo terminales de última gama de los últimos 2 años soportan 5G. Esta tecnología se podrá usarse en casos de usos específicos como Bodegas especializadas, inventarios.

5. ¿Qué tecnologías emergentes considera que complementarán al 5G en el futuro cercano?

El Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés: *Internet of the Things*) para conectar una gran cantidad de dispositivos y poder gestionarlos. Telemedicina para cirugías a distancia y monitoreo remoto de pacientes.