

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**MEJORA DE EXPERIENCIA DEL SERVICIO DE  
TELEFONÍA MÓVIL EN ZONAS DE ALTA DEMANDA A  
NIVEL NACIONAL**



**PRESENTADO POR  
YULIANA MELISSA HERRERA CENTENO**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ELECTRÓNICA**

**LIMA – PERÚ  
2021**



**CC BY-NC-SA**

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**MEJORA DE EXPERIENCIA DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN  
ZONAS DE ALTA DEMANDA A NIVEL NACIONAL**

**PRESENTADO POR**

**HERRERA CENTENO, YULIANA MELISSA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERA ELECTRÓNICA**

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi madre que, con su ejemplo, dedicación y cariño me inspiró a no desfallecer ni claudicar para conseguir el grado de ingeniera electrónica, a pesar de la situación actual de pandemia.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis familiares y amigos por brindarme todo su apoyo en momentos complejos por la pandemia.

Gracias por su inquebrantable cariño.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Empresa</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Actividad o Giro de la Organización</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Estructura Orgánica</b>	<b>4</b>
<b>2.4 Información general sobre la empresa</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Área de responsabilidad</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO III. APLICACIÓN PROFESIONAL</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Antecedentes</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Caso de estudio aplicando lo aprendido en la Universidad</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA</b>	<b>87</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS</b>	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1 Número de enlaces microondas por operador (2018-2019)	17
Tabla 2 Estado de las Bandas de Espectro	26
Tabla 3 Estado de las Bandas de Espectro	28
Tabla 4 Descripción de tope de espectros	32
Tabla 5 Resultados a nivel distrital por operador (Lima metropolitana y Callao)	47
Tabla 6 Autorizaciones y permisos especiales	60
Tabla 7 Parámetros de rendimiento cable tipo monomodo	66
Tabla 8 Presupuesto solicitado.	71
Tabla 9 Pronóstico de Tráfico y usuarios 4G	72
Tabla 10 Soluciones implementadas	78
Tabla 11 Departamentos que requieren de ampliacion de capacidad	79
Tabla 12 Distritos de mayor impacto	80
Tabla 13 Niveles de contingencia	81
Tabla 14 Limitaciones para el incremento de la capacidad	81
Tabla 15 Presupuesto por mes	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Estructura orgánica de ENTEL PERÚ en Perú	5
Figura 2 Evolución del alcance de internet móvil periodo 2012-2019	8
Figura 3 Tráfico de datos de acuerdo con la modalidad (2021-I)	9
Figura 4 Segmentos dentro de la red	10
Figura 5 Cobertura a una localidad	11
Figura 6 Extensión de la fibra óptica dentro del país	13
Figura 7 Fibra Óptica Inter-urbana (2019)	14
Figura 8 Fibra Óptica Intra-urbana (2019)	15
Figura 9 Evolución del tendido de Fibra Óptica (2012-2019)	15
Figura 10 Infraestructura de nodos junto a la fibra óptica	16
Figura 11. Redes de fibra óptica en el Perú (2019)	16
Figura 12 Redes de fibra óptica en el Perú (2019)	18
Figura 13 Estado de la asignación de las bandas bajas y medias	28
Figura 14 Estado de la asignación de las bandas altas	31
Figura 15 Espectro actualmente utilizado	31
Figura 16 Trafico móvil de datos	38
Figura 17 Cantidad de móviles que acceden a la red	38
Figura 18 Líneas móviles con acceso a la red 2020-I y 2121-I	39
Figura 19 Expansión de tecnologías de red en el Perú 2021-I	40
Figura 20 Crecimiento del tráfico móvil de llamadas	41

Figura 21 Tráfico de llamadas móviles por red de destino en el Perú	41
Figura 22 Ranking de distritos según la calidad del servicio móvil	46
Figura 23 Evolución de red a nivel nacional	51
Figura 24 Diseño de para postes de telecomunicación	53
Figura 25 Estructura de poste de telecomunicación	54
Figura 26 Características físicas de antena.	55
Figura 27 Modelo de instalación mediante fibra óptica.	56
Figura 28 Escenario con transporte microondas.	57
Figura 29 Modos de cables de fibra monomodo	66
Figura 30 Dimensiones de antena	68
Figura 31 Dimensiones de RRU	68
Figura 32 Estructura tipo tanque.	70
Figura 33 Estructura tipo árbol.	70
Figura 34 Estructura tipo radomo.	70
Figura 35 Estrategia de expansión de capacidad 2019.	73
Figura 36 Estrategia de despliegue de capacidad 2019. Elaboración: la autora	74
Figura 37 Estructura equipo de proyecto.	74
Figura 38 Estructura de desglose de trabajo.	75
Figura 39 Apariencias físicas de equipos.	77
Figura 40 Despliegue Mensual 2019.	78
Figura 41 Despliegue en Lima.	81
Figura 42 Indicador de PRB.	82
Figura 43 Mejora de TH.	83
Figura 44 Celdas pertenecientes al objetivo del proyecto.	84
Figura 45 Ejecución del presupuesto.	85

## RESUMEN

Actualmente, la sociedad peruana demanda más servicios de telecomunicaciones, necesarios para su desarrollo y comunicación. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC - promueve la competencia y se preocupa porque el desarrollo de la experiencia del usuario sea óptima. Una manera de cumplir con esta misión es que los operadores autorizados para brindar estos servicios aumenten su alcance en áreas urbanas o rurales mediante la instalación de nueva infraestructura física y electrónica que permita una mejor comunicación. Sin embargo, existen varios problemas latentes que impactan directamente en la capacidad y/o cobertura de la red, dentro de ellas, la oposición de determinados grupos de la sociedad tales como instituciones públicas, colectivos ciudadanos, etc. que tienen motivos e intereses opuestos al objetivo planteado. Por ese motivo, ENTEL PERÚ ha apostado por la búsqueda de soluciones creativas de bajo impacto y complejidad, de acuerdo con el marco regulador y el objetivo de la empresa, a pesar de subsistir problemas y riesgos. Se logró implementar el equipamiento en 21 departamentos del Perú que representaron 1243 sitios intervenidos, con los que se mejoró la calidad y experiencia del servicio de 3.3 Mbps a 5.67 Mbps, en promedio como throughput de red.

**Palabras clave:** Ingeniería, telecomunicaciones, capacidad de red y experiencia de usuario.

## ABSTRACT

Currently, Peruvian society demands more telecommunications services, necessary for its development and communication. the Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC - promotes competition and care that the development of the user experience is optimal. One way to fulfill this mission is for operators, authorized to provide services, to increase their reach in urban or rural areas through the deployment of physical and electronic infrastructure that allows communication. However, there are several latent problems that directly impact in capacity and / or coverage, for example the opposition of certain groups in society (public institutions, citizen groups, etc.) that have various motives and interests opposed to the proposed objective. Faced with reality, ENTEL PERÚ Peru has opted for the search for creative solutions of low impact and complexity, in accordance with the regulatory framework and the objective of the company, despite subsisting problems and risks. It was possible to implement the equipment in 21 departments of Peru, that represented 1,243 intervened sites, where it was possible to increase the quality of user service from 3.3 Mbps to 5.67 Mbps on average as network performance.

**Keywords:** Engineering, telecommunications, network capacity and user experience.

## NOMBRE DEL TRABAJO

MEJORA DE EXPERIENCIA DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN ZONAS DE ALTA DEMANDA A NIVEL NACIONAL

## AUTOR

YULIANA MELISSA HERRERA CENTENO

## RECUENTO DE PALABRAS

23264 Words

## RECUENTO DE CARACTERES

123988 Characters

## RECUENTO DE PÁGINAS

113 Pages

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.5MB

## FECHA DE ENTREGA

Oct 21, 2022 8:26 PM GMT-5

## FECHA DEL INFORME

Oct 21, 2022 8:35 PM GMT-5

● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Biblioteca FIA

Juana Chunga Rodriguez  
Bibliotecóloga

## INTRODUCCIÓN

La descripción del informe corresponde al desarrollo del trabajo, desde su concepción hasta el cierre. Además, se explican las limitaciones que se tuvo en el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, pese a que el Estado, a través del MTC, promueve el desarrollo de las telecomunicaciones para beneficio de la sociedad acorde con la Ley N° 29022, que sustenta el fortalecimiento de la expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones, dictada en la resolución Ministerial N°974-2018 MTC/01.03 y publicada en el Diario Oficial El Peruano el 6 de diciembre de 2018.

En esta ley, se analizan las diversas alternativas de mimetizados en el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones, a fin de generar un bajo impacto visual en su despliegue.

Infraestructura Tipo poste, por su especial multiuso y multipropósito se instala en avenidas, calles, intersecciones y carreteras.

Infraestructura Tipo Greenfield, donde resalta las soluciones tipo árbol.

Infraestructura Tipo Panel Publicitario, usada en avenidas, vías de evitamiento y carreteras.

Infraestructura Tipo Rooftop, usada en azoteas de edificaciones de manera mimetizada.

Infraestructura en zonas rurales, no se mimetizan, incluye infraestructura tipo Greenfield autosoportada, ventadas (con fijación), monopolos (estructuras tipo poste superior a 18 mts) o similares.

Gracias a esta Ley, las operadoras de telecomunicaciones tienen el respaldo del estado para introducir, incrementar y mantener en óptimas condiciones la capacidad de servicios de datos para telefonía móvil en diversas zonas a nivel nacional. Sin embargo, pese a la vigencia de este reglamento se evidencia una escasa comunicación (desinformación) de la ley y sus beneficios, a fin de aclarar las dudas y sensibilizar a las posiciones contradictorias, opuestas al desarrollo de las telecomunicaciones. Por esa razón, existen diversos grupos interesados de la sociedad que no ven con buen agrado el despliegue de dicha infraestructura. Esta oposición genera impactos negativos en los operadores como por ejemplo el retiro y/o traslado de la infraestructura de telecomunicaciones, en adelante red de nodos, de un área poblacional, privándolos del servicio elemental de comunicaciones.

Pese a esta realidad y contingencia, las operadoras continúan desplegando redes de nodos en zonas de interés comercial, incurriendo en considerables cantidades de inversión – CAPEX – con la finalidad de incrementar su presencia y mejorar la experiencia del cliente. Siendo más específicos y centrándonos en el informe, el alcance del análisis se enfoca en demostrar que el despliegue de nodos tiene como objetivo brindar mejores servicios de datos de telefonía móvil en los sitios de interés comercial de la operadora, y generando beneficios en la población beneficiada.

La información que se muestra tiene data que corresponde al periodo 2019, donde se vio la necesidad de incrementar la capacidad de telefonía móvil a nivel nacional bajo el proyecto “Expansión de capacidad” donde su principal objetivo fue mejorar la experiencia del usuario a través de la navegación de internet en la red 4G y así mantener los estándares de calidad de la empresa.

El informe comprende cuatro (4) capítulos. En el primero, se aborda la trayectoria profesional de acuerdo con los cargos que me he desempeñado. En el segundo, el contexto en el que se desarrolló la experiencia desde un plano organizacional. En el tercero, se presenta el desarrollo del proyecto a nivel tecnológico, precedentes de la

calidad de red en ese momento y el caso de estudio. En el cuarto capítulo se desarrolla la reflexión crítica de la experiencia tanto en lo laboral, como en lo personal.

## **CAPÍTULO I**

### **TRAYECTORIA PROFESIONAL**

El inicio de labores fue el 1 de noviembre 2013 hasta la actualidad. Este informe considera el periodo de enero a diciembre 2019 como desarrollo del proyecto más relevante y con alta visibilidad en la empresa dentro de la vicepresidencia de redes.

Desde el inicio de mis funciones en ENTEL PERÚ, he desarrollado proyectos en diversas áreas tales como la Gerencia de Infraestructura de Red de Acceso y la Gerencia de Transporte, se desarrollaron despliegues basados en: Transporte con enlaces Microondas, Transporte con enlaces de Fibra Óptica, Despliegue de soluciones de antenas de RF (Radiofrecuencia)

Actualmente, formo parte de la Oficina de Proyectos, con el puesto de jefe de Gestión de Proyectos de Red de Acceso. Las principales funciones que desempeño son:

- a. Defino el alcance según la iniciativa o proyecto junto con el patrocinador del proyecto, en el cual se incluyen tiempos de desarrollo del alcance y el presupuesto estimado de alto nivel.
- b. Constituyo el equipo de proyecto y planifico con ellos el detalle del alcance (a nivel de actividades), tiempo de ejecución y costo según etapas y actividades del proyecto, realizado en conjunto con el equipo de proyecto, detallando todos los procesos, tareas y actividades que conlleva la ejecución del proyecto y obteniendo la línea base del tiempo y costo.
- c. Gestiono la ejecución del despliegue de antenas de Radiofrecuencia (GUL ó LTE) y/o Red de acceso (Microondas o Fibra Óptica), monitoreo y controlo el

cumplimiento de todo lo planificado previamente a fin de no desviar la línea base establecida en tiempo, costo y alcance.

Dentro de la etapa de ejecución se determina también los planes de respuesta al riesgo o los eventos de riesgo, con la finalidad de tener el mínimo impacto y no afectar la línea base del proyecto.

- d. Controlo el presupuesto asignado al proyecto de acuerdo con la línea base del proyecto, se realizan estimaciones según el cumplimiento de ejecución determinado por la vicepresidencia de Redes.
- e. Realizo el cierre del proyecto, incluyendo activación contable de los equipos (Input netamente para el área de contabilidad) y servicios ejecutados en el proyecto, asimismo se obtiene la validación por parte del cliente interno de la Vicepresidencia de redes (Operaciones) con la satisfacción que las soluciones cumplen las políticas de calidad determinadas en la Vicepresidencia de Redes.

## **CAPÍTULO II**

### **CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA**

#### **2.1 Empresa**

ENTEL PERÚ es una empresa de telecomunicaciones del grupo ENTEL PERÚ CHILE con 6 años de operación en el Perú y 50 años en Latinoamérica, reconocida por ser la empresa de Telecomunicaciones con la mejor experiencia servicio de telecomunicaciones móviles al cliente y la tercera en participación de mercado

- **MISIÓN:**

La misión que tiene la empresa es: “Hacer que vivamos mejor conectados, contribuyendo a transformar responsablemente al Perú”.

- **VISIÓN:**

La visión de la empresa es: “Ser un referente en el sector de las telecomunicaciones brindando una experiencia distintiva, un lugar donde las personas se realizan, una empresa que desafía al mercado y crece de manera sostenible”.

## **2.2 Actividad o Giro de la Organización**

ENTEL PERÚ cuenta con las mejores prácticas de Vodafone, el cual es reconocido como el segundo operador móvil más grande del mundo. Su matriz se encuentra en Chile y brindan servicios de telecomunicaciones como de servicios de tecnologías de la información (conocido como TI) los cuales se dirigen hacia mercados compuestos por personas o empresas. ENTEL PERÚ se posiciona como una de las líderes dentro de la industria de Telecomunicaciones brindando diversos servicios a través de sus filiales Americatel Perú, ENTEL PERÚ y Servicios de Call Center del Perú.

## **2.3 Estructura Orgánica**

ENTEL PERÚ cuenta con 2 oficinas administrativas principales:

- La primera ubicada en Av. República de Colombia 769 - San Isidro
- La segunda Ubicada en la Av. Circunvalación 2886 – San Borja

ENTEL PERÚ se encuentra liderada por su Gerente General Ramiro Lafarga quien asumió el cargo de CEO de la empresa el 03 de Abril del 2017.

La estructura organizacional se encuentra definida de la siguiente manera:

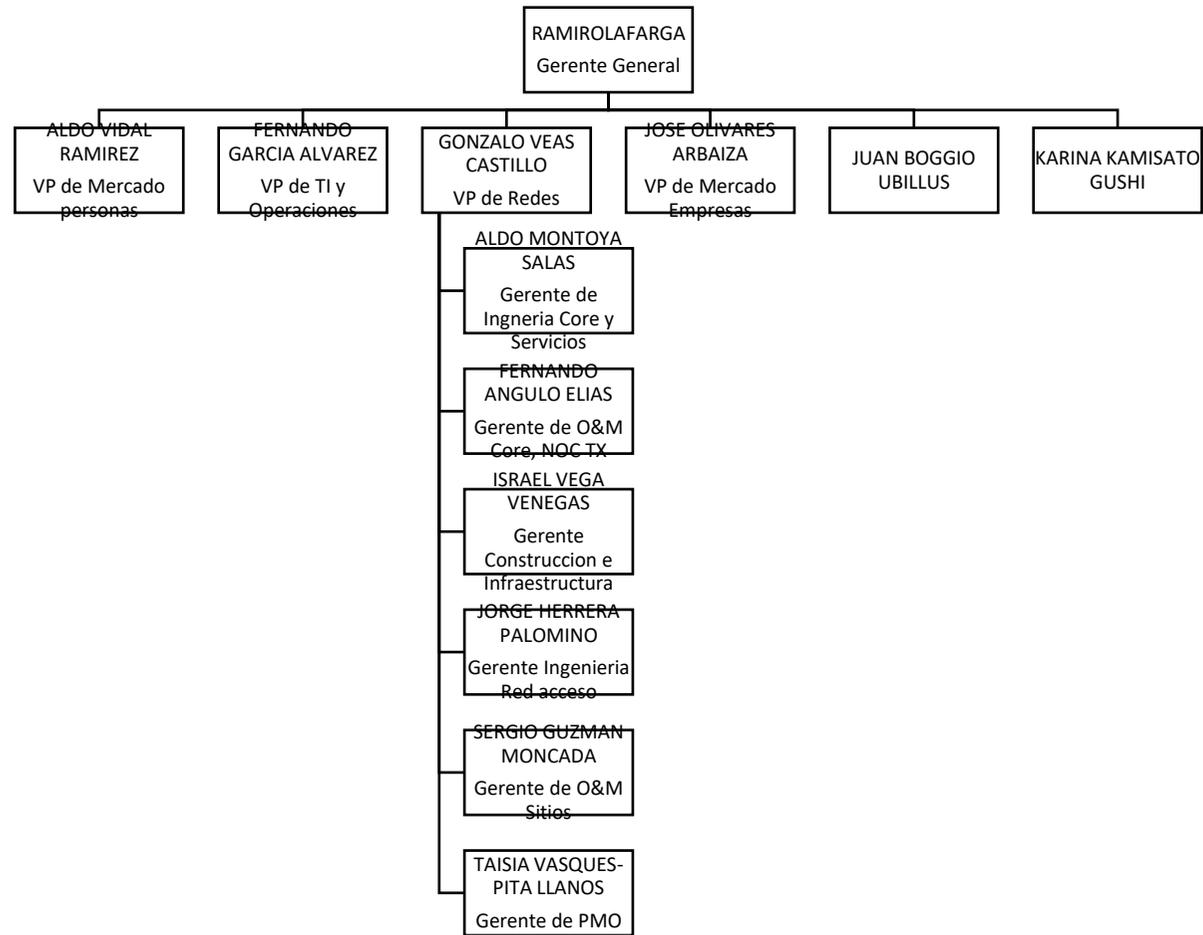


Figura 1 Estructura orgánica de ENTEL PERÚ en Perú

Elaboración: la autora

## **2.4 Información general sobre la empresa**

ENTEL PERÚ inició operaciones en el mes de octubre del año 2014. A fines del año 2018 alcanzó el primer puesto de portabilidad de acuerdo con los informes publicados por la Osiptel. La cantidad de usuarios que optan por emplear sus servicios totalizan más de 8 millones de clientes. Asimismo, posee el primer puesto como operador que brinda la mejor experiencia y trato al cliente en Iberoamérica, reconocimiento dado por parte del Best Customer Experience (BCX) en el 2020. En el año 2018 recibió el reconocimiento por formar parte del grupo de empresas que poseen mayor admiración dentro del Perú. Además, esta ha sido reconocida como la empresa de telecomunicaciones que mayor desarrollo, expansión y crecimiento ha tenido dentro del País; y a nivel internacional se ubica en la quinta posición.

Como antecedente dentro de las telecomunicaciones en el país, ENTEL PERÚ CHILE realizó la adquisición de la empresa Nextel Perú en el mes de Abril del año 2013. La operación se realizó por una transacción de alrededor de US\$ 410,6 millones de dólares. Posteriormente, tras esta operación, en el mes de octubre del año 2014 Nextel Perú cambió su razón social y marca comercial a ENTEL PERÚ bajo el eslogan “La señal que estabas esperando”.

Desde su lanzamiento ENTEL PERÚ ha conseguido un gran desarrollo a nivel nacional pues ha conseguido mejorar la calidad de sus servicios e incrementando considerablemente su participación de mercado en la mayoría de ciudades del Perú.

Sin embargo, la empresa aun continua con su crecimiento y ya posee proyectos por realizar los cuales comprenden una inversión de US\$ 1.100 millones que servirá para mantener y mejorar sus operaciones durante todo el 2021 dentro del Perú. La finalidad es poder reforzar considerablemente la cobertura y la calidad que posee la transmisión de datos y voz en territorio nacional.

## **2.5 Área de responsabilidad**

ENTEL PERÚ cuenta con 3 Vicepresidencias, siendo la Vicepresidencia de Redes la que maneja el mayor presupuesto CAPEX de la empresa mediante

proyectos de ingeniería de redes de acceso y core que permite el despliegue de las soluciones para mejorar la cobertura y la capacidad de los servicios que maneja la compañía. A su vez gestiona los recursos necesarios e indispensables en la infraestructura de Core para no tener limitaciones en los servidores que controlan el ancho de banda de las redes de transporte y servicios de valor agregado

La Oficina de Proyectos, es la gerencia que controla toda la cartera de proyectos de la Vicepresidencia de Redes. Dentro de la cartera de proyectos se gestionan proyectos de infraestructura de acceso que representan el 70% del presupuesto de la vicepresidencia de Redes

## CAPÍTULO III APLICACIÓN PROFESIONAL

### 3.1 Antecedentes

El inicio del despliegue realizado por la operadora fue para brindar cobertura a nivel Nacional de las tecnologías 2G, 3G y 4G.

Dentro de todo el Perú se ha conseguido obtener un avance significativo sobre el alcance del internet tanto móvil como fijo. De acuerdo con Pacheco (2021) en los últimos siete años se ha podido conseguir una triplicación de dispositivos con acceso a internet dentro de todo el Perú.

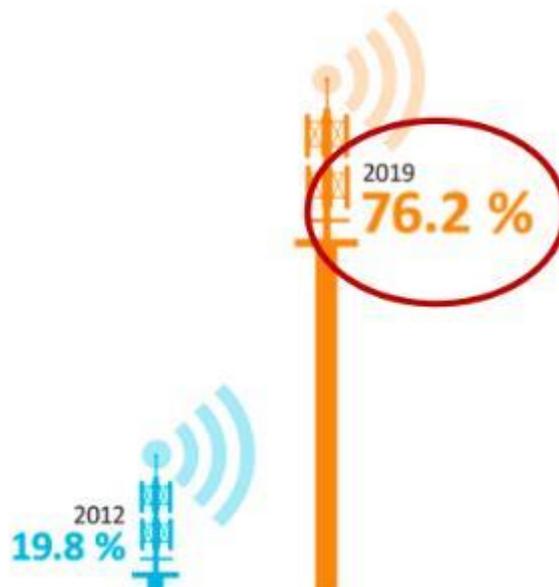


Figura 2 Evolución del alcance de internet móvil periodo 2012-2019

Elaboración: OSIPTEL

Asimismo, el alcance dentro de zonas rurales fue muy considerable pues se pudo conseguir que en estos siete años se multiplique 20 veces los resultados. Es decir, durante el año 2012 el acceso solo era del 2% de hogares rurales, mientras que para el año 2019 esta cifra llegó hasta los 41,5% de hogares rurales.

### 3.1.1 Internet móvil desde teléfonos móviles

La evolución ha sido considerable si comparamos los resultados trimestrales de los últimos años.. Por ejemplo, de acuerdo con el informe de OSIPTEL (2021) si se compara el primer trimestre del año 2020 con el del año 2021 se pudo conseguir un aumento del 79% de datos móviles utilizados por distintos usuarios de diversas compañías móviles.

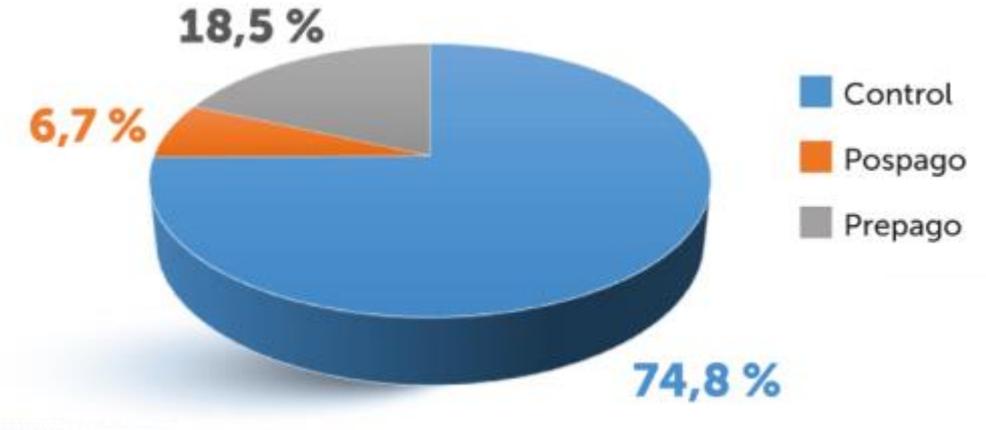


Figura 3 Tráfico de datos de acuerdo con la modalidad (2021-I)

Elaboración: DPRC – PUNKU-OSIPTEL

### 3.1.2 Principales segmentos de una red de telecomunicaciones

Con el fin de dar la mejor calidad de servicio es importante que se considere que todos los segmentos que componen la red estén funcionando adecuadamente desde todas las perspectivas correspondientes. Asimismo, una mayor calidad será notable si es que la calidad es perceptible por parte de los usuarios que reciben el servicio.

### 3.1.2.1. Nodo Principal (Core)

- Todos los equipos, sistemas o plataformas empleadas para poder establecer la conexión de todos los servicios de telecomunicaciones existentes.
- Ejemplo de estos pueden ser los routers, las centrales, etc.

### 3.1.2.2. Transporte - ruta principal

- Todos los equipos, sistemas o plataformas empleadas para poder realizar el despliegue de los enlaces desde un punto hacia otro o de uno hacia muchos con respecto a la red de telecomunicación.
- La fibra óptica es un claro ejemplo de este segmento descrito.

### 3.1.2.3. Transporte - Distribución

- Todos los equipos, sistemas o plataformas empleadas para poder realizar el despliegue de las redes de distribución, es decir, aquellas que se provocan el enlace entre los nodos core y las de acceso. La característica particular de este segmento es la ramificación que integran.
- Entre los ejemplos se mencionan a las fibras ópticas y microondas.

### 3.1.2.4. Acceso

- Representado por todos los implementos a la vista de los usuarios como fibras ópticas, microondas y el cobre. Asimismo se encuentran dentro de este grupo las plantas externas y las estaciones.

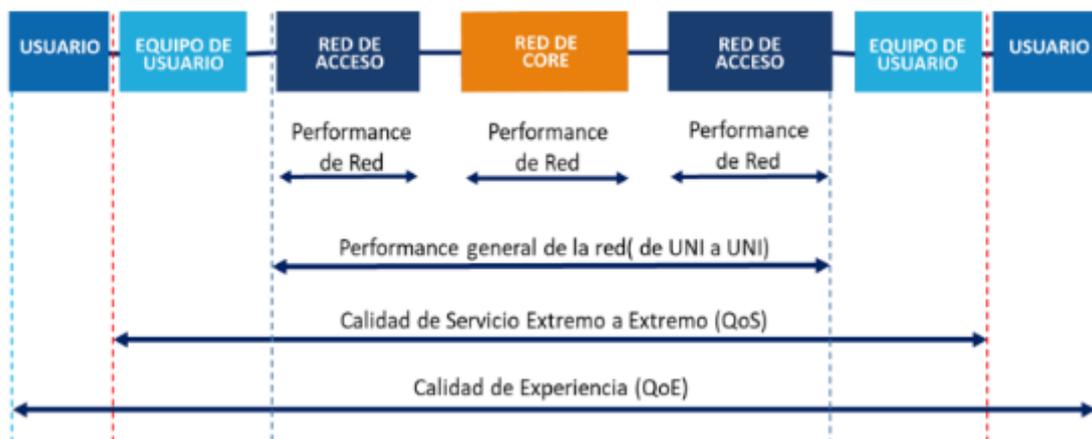


Figura 4 Segmentos dentro de la red

Elaboración: Rec. ITU-T E.804

### 3.1.3. Cobertura

Basándose en lo establecido dentro del Reglamento de Cobertura, un centro poblado es reconocido como un ambiente en el que hay una cobertura de datos y voz aceptable si es que cumple con todos estos requisitos:

- La intensidad presente dentro de los puntos de prueba en el centro poblado debe ser máximo de -95dBm.
- Debe cumplirse con la retenibilidad y accesibilidad tanto de llamadas como de datos.
- Existencia de una buena cobertura pues esto se traduce como buena calidad en el servicio otorgado.

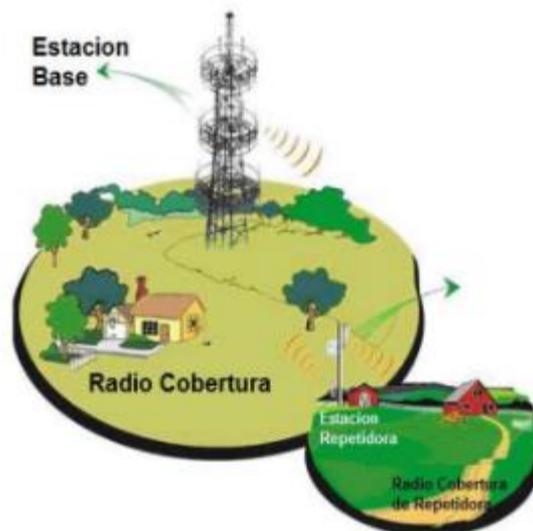


Figura 5 Cobertura a una localidad

Elaboración: OSIPTEL

Factores causantes de una baja cobertura dentro de una determinada localidad o zona urbana:

- Cantidad de edificaciones presentes dentro del territorio.
- Obstáculos que perjudiquen el paso de la cobertura.
- Presencia de espacios cerrados en donde el acceso de la cobertura no es buena.
- Barreras interpuestas tras el despliegue de las infraestructuras.

Factores causantes de una baja cobertura dentro de una determinada localidad o zona rural:

- Despliegue de infraestructura insuficiente.
- Lejanía entre el centro poblado y la estación base de donde se abastece la red.

### **3.1.4. Redes de transporte de fibra óptica**

#### **3.1.4.1. Tendido de fibra óptica en el Perú durante el año 2019**

La fibra óptica compone las redes que hacen posible la transferencia de información en distintas velocidades las cuales van desde menos de 1 Mbps hasta datos extremadamente altos que requieren de velocidades de Gbps y también Tbps, la cual se caracterizan por poseer retardos que reciben la denominación de latencia y que por lo general, es mínima. Debido a sus capacidades es, en la actualidad, el medio de transporte adecuado para poder establecer una conectividad optima entre distintas partes del mundo (BlackBox, 2019).

En el Perú, las redes de fibra óptica también se han implementado pues se conoce que en el año 2019 se estableció por parte de distintas empresas de telecomunicaciones una distancia de fibra óptica repartida de 70 mil km alrededor de todo el territorio nacional. No obstante, es importante considerar que de la totalidad de extensión, un aproximado de 69 mil km de fibra óptica extendida se encuentra instalada y operativa, mientras que menos de mil km solo están instaladas pero no se encuentran operativas (More & Argandoña, 2020).

Además, con respecto a las redes de fibra óptica que se encuentran operativas, del cien por ciento se conoce que el 54% se encuentra instalada dentro de un entorno inter urbano o entre ciudades; mientras que la diferencia se encuentra desplegada en un entorno intra urbano o dentro de las ciudades en las que se instalaron.

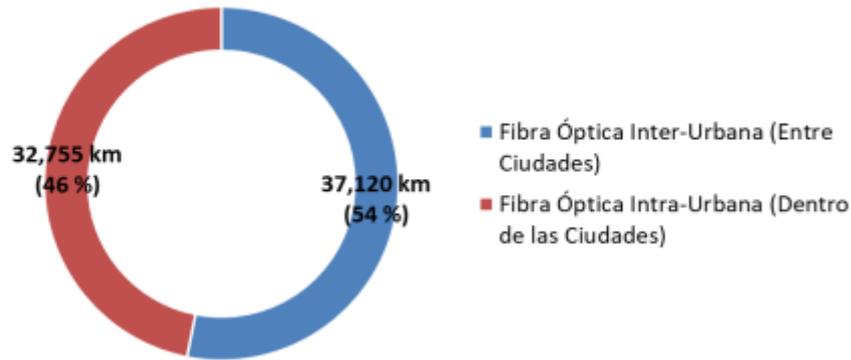


Figura 6 Extensión de la fibra óptica dentro del país

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

Además, de acuerdo con More & Argandoña (2020) dentro del país existe una extensión de fibra óptica inter urbana (5813 km) e intra urbana (3430 km) que pertenece a terceros. Debido a que su origen pertenece a la modalidad de fibra oscura, no es tomada en cuenta dentro de la figura 6 mostrada.

### **Fibra óptica interurbana**

Esta denominación es adoptada por la extensión de fibra que se ubica alrededor de las ciudades y se encarga de unir las, por lo tanto, se puede decir que estas realizan un recorrido por las ciudades más importantes del territorio nacional. Asimismo, esta recibe otras denominaciones como “red de transmisión nacional”, “red dorsal”, etc.

Dentro del ranking de operadores que poseen una mayor extensión de fibra óptica se encuentra dentro del primer lugar al operador Azteca, en segundo lugar se encuentra Viettel, seguido de Telefónica, Internexa y completa los cinco primeros operadores la empresa América Móvil. Es preciso mencionar que Azteca posee una extensión que se originó gracias a la promoción de un proyecto por parte del estado (Osiptel, 2021).

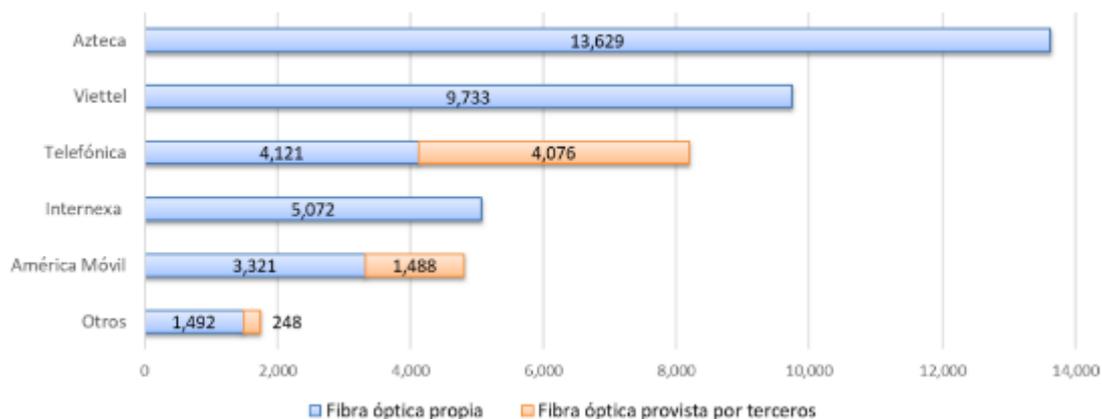


Figura 7 Fibra Óptica Inter-urbana (2019)

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

Mientras tanto, con respecto a la extensión de fibra óptica que ha sido desplegada por parte de terceros, estos corresponden a empresas como América Móvil, Antamina, Internexa, Viettel, DKR, Redesur, Egemsa, Econocable, World´S TV, Electrocentro, Elorsa, Tele Cable Chanchamayo, Statkraft Perú y ATN 1 S.A. No obstante, un caso particular dentro de esta lista es la empresa América Móvil la cual posee una provisión de fibra óptica dada por parte de Abengoa, San Gabán, Redesur y Telefónica.

### **Fibra Óptica Intra-urbana**

Denominación que recibe la extensión de fibra óptica que se ha desplegado en el interior de las ciudades para poder establecer la red de acceso o la red de backhaul móvil.

Dentro de este tipo de fibra los operadores más destacados son América Móvil y Viettel; además, se menciona a la operadora Telefónica la cual se caracteriza por tener la mitad de fibra desplegada correspondiente a terceros por lo que este despliegue es considerablemente menor que la de América Móvil.

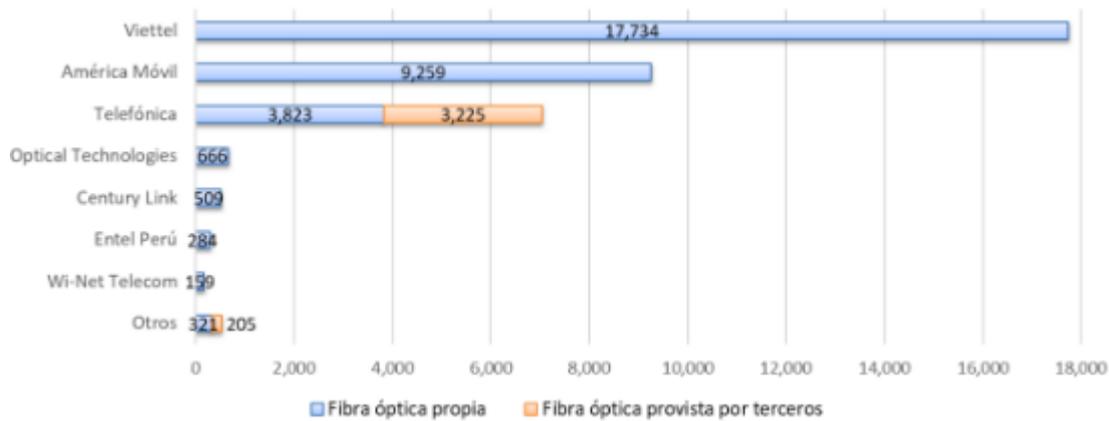


Figura 8 Fibra Óptica Intra-urbana (2019)

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

### 3.1.4.2. Evolución del tendido de fibra óptica 2012-2019

Aunque cada año el crecimiento de redes de fibra óptica ha ido constante, este ha sido en menor proporción por lo que se estima que en los próximos años la situación debería mejorar considerablemente gracias al crecimiento de los productos de fibra óptica al hogar denominados como “FTTH”. El crecimiento se debe en parte a los 21 proyectos que se tienen en carpeta por parte de distintos gobiernos regionales y también a la operatividad que ha alcanzado la red de fibra óptica subfluvial desplegada entre Yurimaguas e Iquitos.

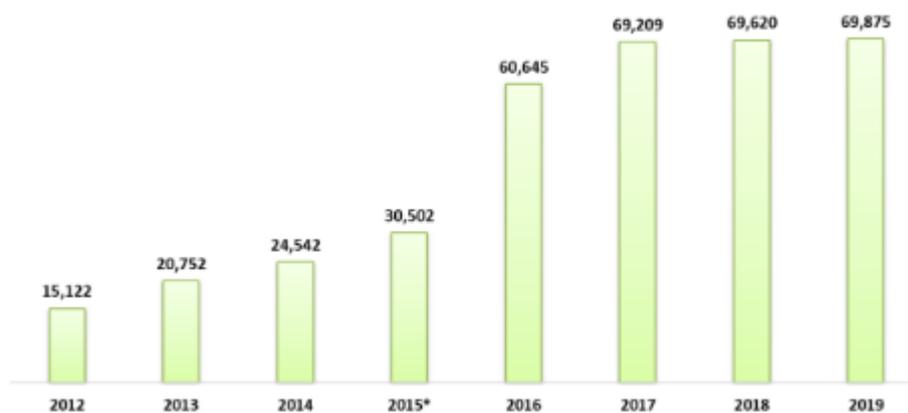


Figura 9 Evolución del tendido de Fibra Óptica (2012-2019)

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

### 3.1.4.3. Red de fibra óptica en el Perú

Para poder determinar la cobertura que poseen las redes de fibra óptica es necesario considerar la cantidad de nodos presentes que se han establecido por parte de los operadores dentro de todo el territorio peruano. Sin embargo, es necesario tener en consideración que existen nodos instalados que son empleados como repetidores los cuales cumplen la función de facilitar el tráfico de entrada y salida haciendo que la red de fibra óptica obtenga la conexión deseada hacia otras redes de acceso o transporte como por ejemplo la red satelital, móvil, microondas, entre otros.



Figura 10 Infraestructura de nodos junto a la fibra óptica

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL



Figura 11. Redes de fibra óptica en el Perú (2019)

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

### 3.1.5. Red de transporte de microondas

Aunque el despliegue de fibra óptica es grande, aún existen ciertas zonas en las que aún no se han implementado por lo que en este caso, la alternativa adecuada es el uso de redes microondas. Una característica propia de las redes microondas que las diferencia de las de fibra óptica es la facilidad para su instalación pues solo se necesita establecer dos puntos que tengan una separación establecida en donde se ubica el equipamiento correspondiente para la existencia de la línea de vista comprendida entre los puntos mencionados. No obstante, la capacidad que posee esta es menor a la de la fibra óptica pues la velocidad máxima es solo de 10Gbps.

Tabla 1 Número de enlaces microondas por operador (2018-2019)

<b>Operador</b>	<b>Enlaces 2018</b>	<b>Enlaces 2019</b>
Entel	3 687	3 855
América Móvil	2 358	1 767
Telefónica	774	944
Century Link	313	288
Viettel	253	274
Otros	441	840
<b>Total</b>	<b>7 826</b>	<b>7 968</b>

Elaboración: DPRC-OSIPTEL.



Figura 12 Redes de fibra óptica en el Perú (2019)

Elaboración: DPRC-OSIPTTEL

### 3.1.6. Evolución de las tecnologías móviles

El ente que realiza la emisión de recomendaciones dentro del sector de las telecomunicaciones es la UIT (Unión internacional de telecomunicaciones). Esta gracias al despliegue de sus funciones ha podido conseguir que haya armonía entre todos aquellos que forman parte del sector como operadores, fabricantes, entre otros.

Conforme ha ido avanzando el tiempo, la evolución de las redes de comunicación móvil ha ido en constante avance. La primera aparición de estos fue bajo la denominación del 1G analógico y el 2G digital, en donde se daba un servicio de comunicación mediante la voz gracias a su infraestructura que poseía una conmutación de circuitos y posterior conmutación de paquetes transmisores de datos caracterizados por su velocidad baja dentro de redes GSM a través de un sistema llamado GPRS consiguiendo un desarrollo mayor que recibió la denominación de 2.5G. Esta tecnología mejorada se caracterizó por prestar un servicio de comunicación a través de datos mediante una velocidad que no superaba los 115 Kbps. Posteriormente las comunicaciones dieron un paso más adelante tras el lanzamiento

de la denominada tercera generación, 3G o también llamada UMTS en donde la velocidad teórica era mucho mayor pues llegaron hasta los 2 Mbps.

Seguidamente, debido a la presencia de nuevas tecnologías que complementaron la infraestructura 3G se realizó la aprobación del estándar LTE (Release 8) la cual es una tecnología que otorga mayor velocidad a la red, tanto así que es comparable con las redes que son de acceso alámbrico haciendo que los clientes puedan tener un ancho de banda móvil aceptable de entre 5 y 10 Mbps consiguiendo así una calidad de video adecuada en transmisiones. Desde el año 2010 la UIT bajo un análisis respectivo pudo concluir que dichas tecnologías cumplen con los requisitos establecidos en el IMT-Advanced para considerar así la cuarta generación o 4G que poseen una base en el estándar IEEE 802.16m y LTE-Advanced de 3GPP (LTE, 2009).

Con respecto al LTE, esta tiene como particularidad que posee una base conformada por las tecnologías de generaciones anteriores junto con las que esta posee como novedad. Asimismo, la capacidad de transmisión y el soporte para distintas interfaces de esta tecnología es mucho mayor por lo que las diferencias entre lo alámbrico y lo inalámbrico es casi inexistente haciendo que la convergencia se realice de forma natural.

Asimismo, la UIT basándose en la recomendación UIT-R M.1645, "*Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores*" ha determinado los objetivos y metas que deben poseer los sistemas avanzados que aparezcan posteriormente, denominando a esto como *IMT-Advanced*. Dentro de los requerimientos se encuentran que las velocidades alcanzadas deben de ser de por lo menos 100 Mbps dedicadas al acceso móvil mientras que en el caso del acceso nomádico inalámbrico esta tiene que ser de 1 Gbps.

Debido a la evolución cada vez mayor que adquieren las comunicaciones móviles es que se ha generado un enfoque de administración en cuanto al espectro radioeléctrico en donde se considerarán nuevos requisitos técnicos en base a las velocidades altas por establecerse y ser empleadas por usuarios los cuales son semejantes a las velocidades otorgadas por redes alámbricas de acceso de banda ancha.

Asimismo, respecto a las nuevas velocidades se puede decir que estas poseen mayores requerimientos como el de espacios dentro de los rangos de frecuencia a disposición, por ello es que se identificaron nuevos rangos correspondientes al espectro radioeléctrico en donde se desarrollará y operará la tecnología de cuarta generación (4G), como las bandas de 700 MHz y 1,7/2,1 GHz.

#### **3.1.6.1. GSM**

Fue implementada a partir de la década de los 90's teniendo como funciones más importantes la capacidad para realizar llamadas (Por sobre el servicio de datos) y poder realizar el envío y recepción de mensajes de texto denominados como los clásicos "SMS". Actualmente en Perú aún se tiene el servicio 2G desplegado y es utilizado como servicio mínimo necesario para la comunicación de voz. Sus siglas corresponden a la denominación "Global System for Mobile communications" y la característica más llamativa es su capacidad para transmitir voz y datos, aunque con velocidades bajas (GSMA, 2016).

Fue reconocida como la tecnología móvil digital con mayor disponibilidad y utilización en todo el mundo por parte de la asociación GSM teniendo un alcance de cerca del 82% de terminales a lo largo del planeta. No obstante, poseía muchas desventajas como un ancho de banda bastante lento y diversidad de interferencias electrónicas presentes en su utilización.

#### **3.1.6.2. GPRS**

Sus siglas corresponden a la denominación "General Packet Radio Service" y fue reconocida como una versión optimizada del GSM. Entre las capacidades que tiene se encuentra la mensajería instantánea, servicios de envío de mensajes cortos denominados como SMS y también los multimedia reconocidos como MMS, además del envío mediante email, haciendo que los usuarios se encuentren conectados de forma permanente, aunque con ciertas debilidades en el servicio.

Entre las características que posee es una completa cobertura inalámbrica junto con una velocidad que oscila entre los 56 y 144 Kbps. Es decir, se puede realizar el envío de alrededor de 30 SMS en menos de 60 segundos, que en comparación con la tecnología GSM es bastante pues con esta última se podría por minuto entre 6 y 10 SMS.

### **3.1.6.3. EDGE**

Su denominación corresponde a “Enhanced Data Rates for GSM of Evolution” y se evidencia cuando en el teléfono móvil se encuentra una letra E en la zona de señal, la cual indica que el terminal al que se ha conectado corresponde al servicio EDGE o también conocido como EGPRS. De acuerdo con los usuarios, tildan este servicio como una tecnología optimizada del GPRS.

Las velocidades correspondientes a este servicio alcanzan los 384 kbps como máximo y tiene la capacidad de poder transmitir y recibir datos móviles de gran peso como es el caso de archivos adjuntos en un email o la descarga de estos dentro de una página web, además del ingreso a esta última aunque posea gran complejidad.

Está reconocida como el puente entre las redes de segunda y tercera generación pues posee propiedades de ambas además de ser capaz de mostrar compatibilidad con cualquier red correspondiente al GPRS que haya recibido algún tipo de activación mediante algún software.

Si el teléfono móvil tiene problemas para establecer conexión con el 3G este se conectará a esta red obteniendo una velocidad aceptable de navegación. Es decir, la conexión en esta red se dará solo si es que el móvil no ha podido establecer una conexión hacia la 3G o 4G, teniendo así una conexión mucho mejor que si se hubiese empleado el servicio GPRS.

### **3.1.6.4. 3G o UMTS**

La tercera generación empieza su predominio desde el año 2000 atrayendo a muchos más usuarios pues tenía una lista de ventajas mucho más extensa dentro de las cuales resaltó la velocidad, en esta tecnología la velocidad es de 7 veces mayor a lo establecido en la tecnología anterior (Karlos Perú, 2019).

En un principio, cuando se lanzó esta nueva generación, se estableció la red solo para poder hablar; no obstante, sus capacidades iban más allá permitiendo que se disminuya la brecha de información.

El objetivo en esta generación se encuentra en brindar dentro de sus servicios mayor facilidad para la transferencia de archivos multimedia junto con una conexión

inalámbrica de forma permanente y una velocidad de transmisión de datos mucho más rápida que la habitual para aquel tiempo.

Asimismo, en comparación con otras generaciones, esta posee mayor estabilidad y seguridad que la mostrada en la transmisión de datos mediante el GSM.

Además, en comparación con la tecnología EDGE, esta es más completa y posee muchas mejoras. Por ejemplo, su capacidad permite que se pueda cargar un sitio web complejo en solo 10 segundos lo cual es el doble o triple de la velocidad que el EDGE puede otorgar.

Por lo tanto, esta generación supuso un gran salto de la velocidad de transmisión de datos para la época pues esta velocidad era de al menos unos 2 Mbps.

#### **3.1.6.5. H y H+**

Se evidencia cuando en el teléfono móvil se encuentra una letra H en la zona de señal, la cual indica que el terminal se ha conectado a la red HSPA que significa High Speed Downlink Packet Access.

Otras denominaciones que recibe esta conexión es la de 3,5G, 3G+ o Turbo3G y las velocidades de transmisión son bastante considerables llegando a tener unos 14 Mbps si es que se encuentra dentro de las condiciones adecuadas.

Se puede decir que esta tecnología pertenece a una versión mejorada de la UMTS que se encuentra dentro de la infraestructura del 3G que aunque posee una velocidad aceptable aún no se encuentra al nivel de la cuarta generación.

En la actualidad aun esta red tiene predominancia con una cobertura presente en todos los países latinoamericanos a excepción de Nicaragua, Haití, Cuba y Brasil.

#### **3.1.6.6. 4G o LTE**

Desde el 2010 hizo su aparición prometiendo diversas ventajas que hasta el momento predominan. Entre las que se conocen y somos testigos es el goce de una velocidad de conexión mucho mayor que permite emplear diversas aplicaciones conectadas a la red al mismo tiempo (Velocidades de hasta 150 Mb de bajada y 75

Mb de subida). Actualmente aun muestra predominio sobre todo porque brinda una buena seguridad de la información que el usuario comparte con el dispositivo.

También es conocida como tecnología LTE y hasta el momento es considerada como la más veloz desplegada en una considerable cantidad de países. No obstante, aún no se encuentra disponible en todo el planeta ni tampoco posee compatibilidad con los terminales ni tarjetas SIM existentes y en operación.

De acuerdo con la ONU (2019) muchas naciones poseen gran despliegue de esta tecnología mientras que existen otras que aún se encuentran dentro de la etapa adolescente.

A nivel latinoamericano, el país de Uruguay es uno de los más avanzados con respecto al despliegue masivo de redes. La disponibilidad de esta dentro del territorio es del 84% por lo que se iguala con países asiáticos como Singapur.

Además, dentro del continente hay otros países que destacan como es el caso de Bolivia que tiene un despliegue dentro de su territorio del 67%, mientras que le sigue Perú con el 61% y México con el 60%; por su parte hay países en las que el 4G no llega de la forma que se desearía como es el caso de Ecuador que apenas tiene un alcance del 39%.

Basándose en las disposiciones que la UIT estableció se requerían de ciertos requisitos para que una tecnología pueda considerarse como 4G. Esta requiere de velocidades de transmisión que igualen o superen los 100 Mbps si es que se encuentra en movimiento y en reposo una velocidad de 1 Gbps.

La base de esta nueva generación es la convergencia de cables y redes inalámbricas, considerando la infraestructura que la empresa Telefónica despliega en el país.

Siguiendo la capacidad de esta infraestructura tecnológica se puede decir que la tecnología 4G brinda un servicio de calidad en la que se garantiza una seguridad alta que otorga permisibilidad para poder dar los servicios sin considerar el tiempo que fuese, ni la clase, ni el lugar estableciendo el coste más económico posible (Blasco, 2016).

Si se comparara con alguna conexión equivaldría a la ADSL correspondiente a una línea fija dentro del hogar. Quiere decir que su velocidad quintuplica y hasta es 10 veces mayor que la otorgada por la red 3G por lo que es difícil que se pueda caer la conexión.

En los últimos años el término 4G ha sido adoptado por distintos operadores de redes inalámbricas fijas y móviles que predominan en distintos países; es decir, dentro de las ofertas comerciales que comparten se encuentra registrada la tecnología LTE, WiMAX y también la HSPA+. La adopción se realizó desde mucho antes cuando aún la definición taxativa del 4G no era considerada por la UIT, quien desplegó distintos comunicados donde advertía sobre que existía la posibilidad de que tecnologías diferentes a las habituales consideradas como IMT advanced sean llamadas como este término. Por ello, teniendo la ausencia de un término concreto y aceptado por parte de la UIT con respecto a la red 4G es que se creó confusión respecto a las expectativas del usuario que opta por hacer uso de estas tecnologías móviles. No obstante, visto desde el ámbito de la ingeniería se puede decir que la cuarta generación trata acerca de una tecnología que efectivamente posee capacidades y velocidades muy por encima de las que muestra la tercera generación (Perusmart, 2015).

Asimismo, con respecto al Perú, desde fines del año 2011 se realizó el despliegue de esta tecnología a cargo de los operadores Telefónica y América móvil las cuales debutaron mediante la emisión de una publicidad comercial en donde demostraban el lanzamiento al mercado peruano de redes móviles con tecnología HSPA+ las cuales tenían la denominación de 4G. Por su parte, nuevos operadores se sumaron a esta novedad siendo las siguientes WiMAX, Velatel y OLO las cuales también emitieron ofertas comerciales hacia sus usuarios en donde detallaban el uso de redes inalámbricas con tecnología mejorada dentro de la banda de 2.6 GHz (en el caso de WiMAX móvil). Mientras tanto, en aquel momento los productos que se comercializaron fueron el “Go Móvil” por parte de Velatel mientras que “OLO Internet 4G” se lanzó por parte de OLO; ambos operadores emplearon el término 4G.

Por su parte, es preciso considerar que el rendimiento que el usuario puede considerar tiene que ver además de otros factores ajenos a la tecnología móvil como es el caso de los componentes de red los cuales tienen que estar adecuados a los

requisitos que estas tecnologías necesitan. Es el caso del soporte de altas velocidades que las tecnologías móviles imparten por lo que se requiere que el segmento del backhaul sea de fibra óptica, además, con respecto al espectro radioeléctrico, este posee requerimientos mayores. Respecto a ello, debido a que se necesitaba de una masificación de la banda ancha dentro del territorio nacional, en el año 2012 se promulgó la Ley N° 29904 en donde se indica lo necesario que es construir una red dorsal nacional de fibra óptica integrada a todas las provincias que contiene el país; además, se licitaron bandas espectrales en donde se realizará el despliegue de tecnologías móviles consideradas como avanzadas.

### **3.1.7. Espectro radioeléctrico en el Perú**

De acuerdo con el MTC (2011), el espectro radioeléctrico es reconocido como un recurso natural que forma parte del patrimonio del país y que se encuentra bajo la administración del estado. Es el recurso más importante y valiosos para los operadores que buscan ofrecer sus servicios a la población peruana pues sirve como el soporte para desplegar la tecnología inalámbrica como es el caso del internet móvil y también la telefonía móvil.

El constante avance tecnológico que ocurre en el mundo es el causal para que las políticas de gestión del espectro reciban actualizaciones constantes también para poder preparar todos los requerimientos para adoptar y masificar los avances mencionados, sobre todo aquellos que están evolucionando más recientemente dentro de las tecnologías móviles con la única finalidad de poder brindar satisfacción a las demandas sobre velocidad que los usuarios requieren.

Por lo tanto, del recurso del espectro se puede decir que es necesaria contar con la cantidad de ello (Hz) para que se den las prestaciones de servicios que las redes móviles ofrecen, asimismo se necesita de políticas de gestión del espectro para poder dar un uso más óptimo de este recurso dentro de un ambiente competente.

#### **3.1.7.1. Estado actual de las bandas de espectro radioeléctrico**

Hasta la actualidad en el país se poseen distintas y diversas bandas de espectro radioeléctrico que se identifican para poder prestar los servicios públicos correspondientes a las telecomunicaciones; sobre todo para los servicios de internet y telefonía móvil. Asimismo, se estima que en algunos años, contando con que los

organismos internacionales como es el caso del grupo 3GPP y la UIT puedan establecer dentro de la Conferencia Mundial de Comunicaciones de la existencia de nuevas bandas de espectro ideales para poder emplearlas como recurso que preste servicios avanzados (para evoluciones de la red actual) contando también con las bandas que existen dentro del territorio nacional.

Respecto a ello, se muestra a continuación una tabla en la que se resume el estado actual de las bandas de espectro radioeléctrico que se han atribuido, asignado y canalizado para que puedan prestar servicios públicos de telecomunicaciones:

Tabla 2 Estado de las Bandas de Espectro

Rango de Frecuencias	Nota PNAF	Operadores	Área de Asignación	Ancho de Banda	Tecnologías Implementadas
385 - 386 MHz y 395 - 396 MHz	P41	Dolphin Telecom del Perú S.A.C	Prov. de Lima, Callao, y algunas provincias del país.	0.5+0.5 MHz	ND
		Nikela Telecom S.A.C	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país.	0.25+0.25 MHz	ND
411,675-416,675 MHz y 421,675-426,675	P45	Ninguno	Banda no canalizada ni asignada	3.325+3.325 MHz	ND
416,675-420 MHz y 426,675-430	P45	M.G. Digital S.A.C.	Dpto. de La Libertad	50 + 50 KHz	ND
MHz		Dolphin Telecom del Perú S.A.C	Dpto. de Lima y algunas provincias del país	250 + 250 KHz	ND
		Sigma Comunicaciones S.A.C.	Algunas provincias del país	50+50 KHz	ND

450-452.5 MHz y 460-462.5 MHz	P48A	Winner Systems	Algunas provincias del país	2.5+2.5 MHz	CDMA 450
		Rural Telecom	Algunas provincias del país	2.5+2.5 MHz	ND
452.5-457.5 MHz y 462.5-467.5	P48	Telefónica del Perú	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	5+5 MHz	ND
MHz		América Móvil	Algunas provincias del país	5+5 MHz	ND
698 - 806 MHz	P51	ENTEL PERÚ	A nivel nacional	15+15 MHz	LTE y evoluciones
		América Móvil	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND
		Gamacon (Espectro embargado)	Prov de Pasco y Daniel Alcides Carrión (Dpto. Pasco)	5+5 MHz	ND
3600-3800	P73B	Ninguno	-	-	-

*Elaboración: la autora*

Dentro del rango correspondiente a las bandas bajas y medias, es decir aquellas que presentan frecuencias por debajo de los 6 GHz, el espectro es de aproximadamente un 1301,7 MHz los cuales pertenecen a la atribución correspondida a los servicios públicos de telecomunicaciones que se prestan. De estos se sabe que un 59% están asignados a un operador mientras que el 41% aún se encuentran sin asignación de algún operador (MTC, 2012).

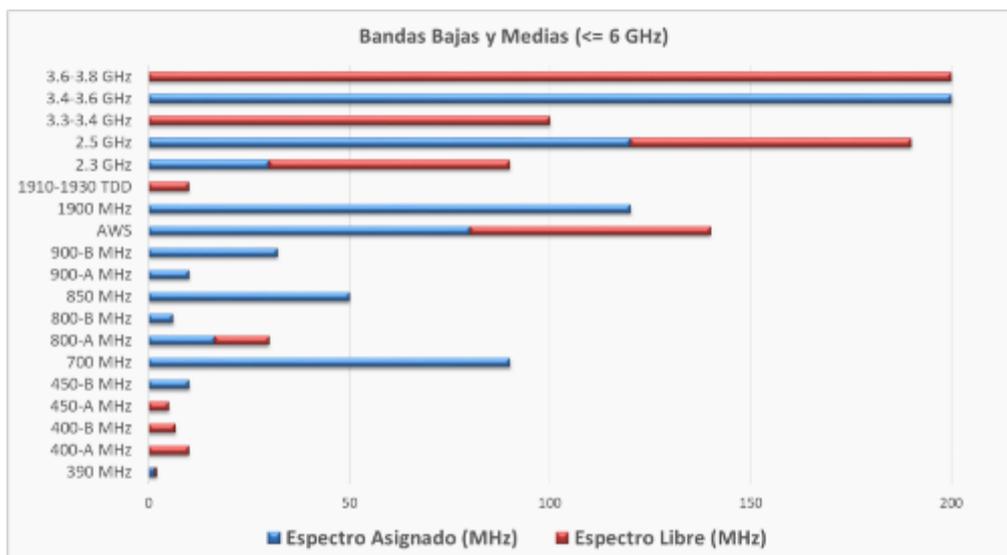


Figura 13 Estado de la asignación de las bandas bajas y medias

Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

Mientras tanto, con respecto a las bandas altas, con total evidencia se puede decir que el total de espectro autorizado para el uso de las telecomunicaciones es de 4671 GHz. De este total, aproximadamente el 27% ya posee alguna asignación para un operador mientras que la diferencia aún no posee alguna asignación (MTC, 2012).

Tabla 3 Estado de las Bandas de Espectro

Rango de Frecuencias	Nota PNAF	Operadores	Área de Asignación	Ancho de Banda	Tecnologías Implementadas
		América Móvil	A nivel nacional	15+15 MHz	
		Telefónica del Perú	A nivel nacional	15+15 MHz	
806 - 821 MHz y 851 - 866 MHz	P52	ENTEL PERÚ	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	328 canales de 25KHz c/u en Lima y Callao	iDEN*
821 - 824 MHz y 866 - 869 MHz	P52	ENTEL PERÚ	Prov. de Lima y Callao	3+3 MHz	iDEN*

824-849 MHz y 869-894 MHz	P53	Telefónica del Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		América Móvil	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
894-899 MHz y 939-944 MHz	P55	Telefónica del Perú	Prov. de Lima y Callao	5+5 MHz	ND
894-902 MHz y 939 - 947 MHz			Resto del País	8+8 MHz	ND
899-915 MHz y 944-960 MHz	P57	Viettel Perú	Prov. de Lima y Callao	16+16 MHz	LTE
902-915 MHz y 947 - 960 MHz			Resto del País	13+13 MHz	LTE
1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz	P65	América Móvil	A nivel nacional	17.5+17.5 MHz	GSM y evoluciones
					HSPA y evoluciones LTE y Evoluciones
		ENTEL PERÚ	A nivel nacional	17.5+17.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		Telefónica del Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	GSM y evoluciones HSPA y evoluciones
		Viettel Perú	A nivel nacional	12.5+12.5 MHz	HSPA y evoluciones LTE y Evoluciones

1910-1930 MHz	P65	Ninguno	--	20 MHz	--
1710-1780 MHz y 2110-2180 MHz	P65	Telefónica del Perú	A nivel nacional	20+20 MHz	LTE y Evoluciones
		ENTEL PERÚ	A nivel nacional	20+20 MHz	LTE y Evoluciones
2300-2400 MHz	P68A	Direcnet	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias del país	30 MHz	LTE y Evoluciones
		Dolphin Telecom	Prov. de Yauli	30 MHz	ND
2500-2692 MHz	P67	TVS Wireless	Prov. de Lima y Callao	30 + 30 MHz	LTE CA*
				20 MHz	ND
		ENTEL PERÚ	Prov. de Lima y Callao y algunas provincias	20 + 20 MHz	LTE
		OLO	A nivel nacional excepto Lima y Callao	30 + 30 MHz	LTE CA*
				20 MHz	ND
		Viettel	Algunas Provincias	20 + 20 MHz	ND
COTEL	Algunas Provincias	20 MHz	ND		
3300-3400	P73A	Ninguno	-	-	-
3400-3600 MHz	P73	ENTEL PERÚ	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND
		Telefónica	A nivel nacional	25+25 MHz	ND
		Americatel	Prov. De Lima, Callao, y algunas provincias del país.	25+25 MHz	ND

Elaboración: la autora

Es importante tener en consideración que ciertas bandas poseen restricciones con respecto a sus servicios pues debido a la atribución que se le ha otorgado se encuentran limitadas a emplear sistemas de acceso fijo inalámbrico de acuerdo a como se muestra a continuación, ciertas bandas se han identificado por parte de la UIT para poder realizar el despliegue de redes IMT.

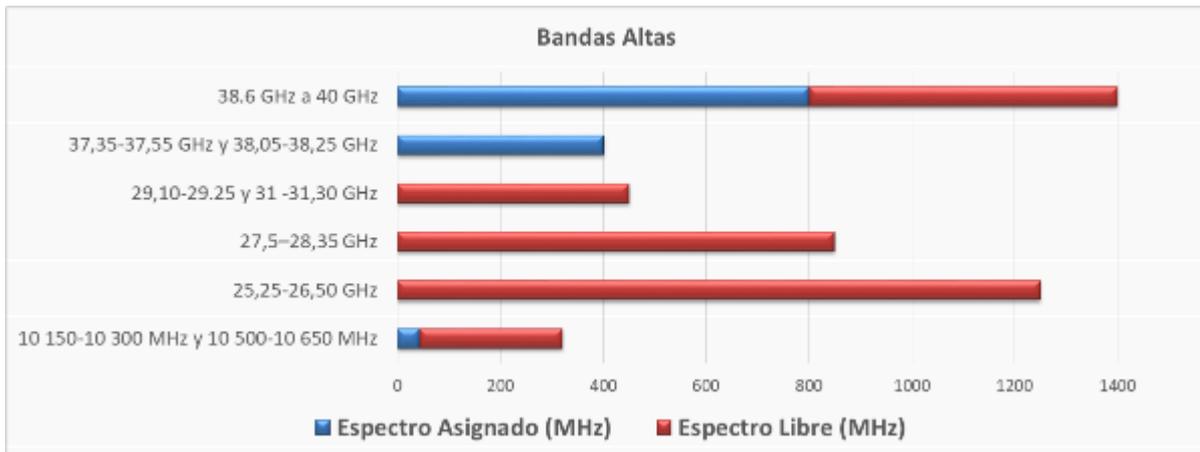


Figura 14 Estado de la asignación de las bandas altas

Elaboración: GPRC-OSIPTTEL

Por lo tanto, se tienen unos 5,97 GHz de espectro asignado para poder brindar la prestación de servicios públicos de telecomunicación teniendo en cuenta que ciertas bandas se encuentran restringidas para que solo se puedan instalar en ellas tecnologías fijas. En la actualidad se considera que todas las bandas no están siendo empleadas pues solo se tiene unos 584,4 MHz empleados dentro del país para la prestación de los servicios móviles correspondientes (More & Argandoña, 2020).



Figura 15 Espectro actualmente utilizado

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio-GPRC-OSIPTTEL

### 3.1.8. Topes para la asignación de espectro radioeléctrico en servicios públicos móviles dentro del Perú y de manera internacional

#### 3.1.8.1. Tope de espectros

Los topes son herramientas de política que sirven para poder establecer el espectro radioeléctrico o spectrum caps que se asignará, la cual es empleada por parte de distintas administraciones para poder determinar la más eficiente utilización del recurso perteneciente al estado; evitando de esta manera que se acapare y fomentando a que se desarrolle una competencia por parte de los mercados interesados en formar parte de algún proyecto al respecto (MTC, 2012).

Teniendo claro el objetivo, las administraciones tienen la labor de poder determinar la cantidad máxima de espectro que emplearán las empresas que lo soliciten dentro del territorio que le compete a dicha administración (MTC, 2011).

Los topes poseen una clasificación que se le otorga de acuerdo a las ventajas y desventajas que poseen; estas se desarrollan como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4 Descripción de tope de espectros

<b>Tipo de tope</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ventaja</b>	<b>Desventaja</b>
Tope "Duro"	Caracterizado por establecer límites absolutos.	La aplicación es simple, solo se comprueba.	Inclusión de bandas que no conforman algún tipo de ventaja competitiva.
Tope "Suave"	En caso de que el tope se haya excedido se realiza la aplicación de condiciones extras para la licencia correspondiente al espectro.	Herramienta de regulación más focalizada.	Los topes son analizados previamente por lo que la aplicación es más compleja.

Tope "Suelto"	El impacto es limitado con respecto a la utilización del espectro asignado a un operador con la finalidad de evitar que se concentre altamente el espectro.	Enfocado a regulación asimétrica frente al poder de mercado de un actor específico.	Requiere estudios previos de determinación de poderes de mercado.
Tope "Ajustado"	La estructura correspondiente al espectro a asignar es limitada con el fin de evitar el riesgo percibido de estructuras de mercado anticompetitivas.	Asegura pluralidad de actores en el mercado.	Las ganancias no están aseguradas dentro de economías de reducción de costos correspondientes a algún actor. Por lo tanto, es complicado dentro de economías reducidas.
Tope por banda específica	Tope por banda específica sin referencia a otras asignaciones de espectro.	Manejo focalizado sobre bandas estratégicas.	No existe consideración de los efectos combinados de consolidación de recursos por parte de un actor al emplear distintas bandas.
Tope acumulativo	Caracterizada por considerar la asignación de los espectros en diversas bandas, esta puede ser acumulativa o solo incluir elementos acumulativos en las bandas.	Mecanismo más flexible, incluye bandas estratégicas y no excluye bandas no estratégicas.	Las bandas a asignar tienen que revisarse de forma continua.
Tope relacionado con un evento	Solo se aplica cuando ya se ha realizado la adjudicación del espectro.	Se pueden tomar decisiones de coyuntura acerca de cada proceso.	No se evidencia la generación del mensaje de política regulatorio para largo plazo con el que se pueda planear inversiones.
Tope durable	Su establecimiento se da cuando se realiza	Simple y personalizado	Al presentarse condiciones

	la adjudicación. Caracterizado por ser aplicable a subsecuentes comercios de espectro y adquisiciones.	para cada actor.	cambiantes dentro de la estructura del mercado no brinda la permisibilidad para su flexibilidad.
Otro tope	Topes iniciales dentro del concurso que se caracterizan por abrir la posibilidad de ser extra sobresaliente en rondas posteriores.		

Elaboración: la autora

### **3.1.8.2. Tope de espectro en el Perú**

En el país, de acuerdo con las disposiciones establecidas, dentro del Decreto Supremo N° 011-2005-MTC, que se publicó en el año 2005, se define como tope en 60 MHz junto con la asignación de espectro correspondiente a los servicios de telefonía móvil, troncalizado y los servicios de comunicación personal (More & Argandoña, 2019).

Asimismo, dentro del decreto también se considera que la restricción comprende no solo a las empresas que están directa e indirectamente involucradas sino que también a ciertas empresas concesionarias. Además, se encuentra establecido que el titular de las dos bandas A y B de 800 MHz no puede ser algún concesionario, en otras palabras, la banda no puede poseer más de 25 MHz.

De acuerdo con lo establecido dentro del decreto, el tope establecido se encuentra a disposición para poder asignar el espectro radioeléctrico para establecer los servicios de comunicaciones personales, telefonía móvil y el troncalizado sin saber específicamente algún tipo de banda en particular; esto quiere decir que solo bastará con la presentación de una solicitud para poder asignar mencionado recurso para el establecimiento de los servicios ya dichos contando con la evaluación de la aplicación del tope por parte de la administración.

Además, dentro del ya mencionado decreto se resalta la importancia de establecer la fijación de topes que sean aplicables para poder asignar el espectro radioeléctrico dentro de las bandas 806-824 MHz / 851-869 MHz, 824-849 MHz/ 869-894 MHz, 1 710-1 850 MHz, 1 850-1 990 MHz, asimismo que este tope pueda ser aplicable para las otras bandas empleadas para poder brindar los servicios móviles determinados por parte del MTC (MTC, 2012).

Asimismo, dentro del apartado en la que se exponen los motivos correspondientes a la norma, se hace mención a que no se tomaron en cuenta ciertas bandas de frecuencias debido a las siguientes razones:

- I. Con respecto a la banda 410-430 MHz, esta no se ha considerado debido a que se encontraba asignada para el servicio público troncalizado; asimismo, no se consideró por motivo de que se tiene restricción de la disponibilidad del espectro tanto en Lima como en el Callao.
- II. Las bandas 452,5-457,5 MHz y 462,5-467,5 MHz mostraban disposición para su utilización en los servicios correspondientes; no obstante, la fecha en la que se expuso el decreto supremo aun estas bandas estaban siendo estudiadas por los que no se consideraron.
- III. Asimismo, las bandas 1 990-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz no fueron consideradas debido a que se encontraban reservadas y no se estableció en aquel momento su distribución.

En conclusión, a través del Decreto Supremo N° 011-2005-MTC se estableció el tope de espectro de 60 MHz el cual aplica para el espectro radioeléctrico asignado en las siguientes bandas: 806-824 MHz/851-869 MHz, 824-849 MHz/869-894 MHz, 1 710-1 850 MHz, 1 850-1 990 MHz; además de otras bandas establecidas como aptas para prestar servicios móviles de acuerdo con lo que dictamine el MTC.

Un dato a mencionar con respecto a la fecha en la que se expuso el decreto supremo (2005) es que antes de que se apruebe estos topes, dentro del mercado móvil correspondiente al Perú se encontraban en operación tres operadores junto con alrededor de 4,3 millones de líneas en servicio y un porcentaje de teledensidad de 16,1%. Dentro de esas fechas aún no se generaban la prestación de servicios de banda ancha móvil dentro de territorio nacional (MTC, 2011).

### **3.1.9. Crecimiento del tráfico móvil en los últimos años en el Perú**

La aparición del covid-19 terminó de recalcar la importancia de las telecomunicaciones en el mundo moderno y obligó a empresas y estados a impulsar y mejorar los servicios para satisfacer la demanda de la población. Esto se reflejó en el aumento de las prestaciones de servicios móviles dentro del país por parte de los usuarios. De acuerdo con Osiptel (2021) para el año 2021 se registró un incremento considerable del 79% al finalizar el primer trimestre si se compara con el registro emitido en la misma fecha del año 2020, los resultados indican que se totalizaron al menos 722 mil Tb de datos cursados.

En el país andino se totalizaron 27 millones líneas móviles con acceso a internet durante el periodo 2021-I, evidenciando así el incremento de este servicio pues en comparación con el periodo 2020-I se tiene una diferencia del 11% correspondiente al aumento de tráfico; asimismo comparando con el último semestre del 2020 la diferencia es de un 3%. Con Respecto al acceso a internet móvil por medio de cada empresa se registró aumento de usuarios significativos como es el caso de Claro que ahora posee unos 9,2 millones de líneas habilitadas, seguidamente se encuentra movistar, ENTEL PERÚ, y finaliza la lista Bitel con 4,3 millones de líneas habilitadas.

No obstante, detrás del incremento de los usuarios con servicio móvil se encuentran factores que han producido esta consecuencia como es el caso de la caída del precio de tarifa la cual se redujo considerablemente en el año 2015 (93%) y se ha mantenido así hasta la actualidad; sin embargo, la caída de estos precios se dio debido a la competencia existente por parte de otros operadores y los cargos por interconexión.

En cuanto a las conexiones de banda ancha móvil en marzo del presente año se registró un aumento de teléfonos móviles con acceso a redes 4G en un 79%. Lo cual significa un incremento del 3% en comparación con el registro del periodo 2020-IV y un incremento de 5% más comparando con el mismo periodo en el año anterior. Mientras que, en el caso del acceso a la red 3G, esta se ha incrementado en un 12% manteniéndose en segundo lugar de las redes que mayor incremento de acceso han tenido, seguido por la tecnología UMTS, HSDPA y HSUPA las cuales poseen alrededor de 7% de incremento.

Con respecto al tráfico de llamadas desde líneas móviles, se evidencia un aumento considerable del 22,6% en solo el último año; el periodo correspondiente es desde finales del periodo 2020-I y finales del periodo 2021-I. De acuerdo a los registros correspondientes a Osiptel (2021) la cantidad de minutos empleados para la comunicación entre líneas móviles y teléfonos fijos a destinos nacionales y para el extranjero es de 99,125 millones en total durante todo el periodo mencionado. Determinando así que el consumo de minutos de llamadas diariamente es alrededor de 271,5 millones durante el periodo de pandemia.

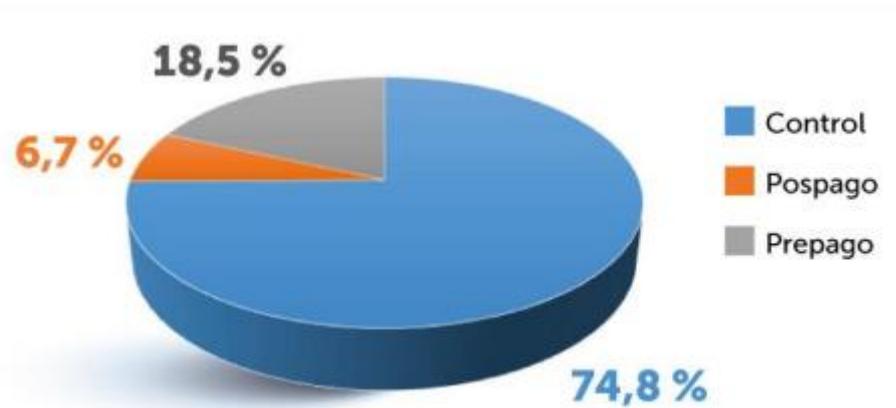


Figura 16 Trafico móvil de datos

Elaboración: OSIPTEL

### 3.1.9.1. Líneas que acceden a internet móvil

Durante el periodo 2021-I el acceso de líneas móviles a internet llegó hasta un total de 27072167. Esto indica un aumento considerable del 11% mayor que los registros obtenidos durante el periodo 2020-I y una diferencia del 3% comparando con el último periodo del año 2020. De acuerdo con estos números se puede decir que la brecha correspondiente al total de líneas móviles operativas es menor pues se tiene una diferencia de 5,4% comparando los periodos 2020-I (37,8%) y 2021-I (32,4%).



Figura 17 Cantidad de móviles que acceden a la red

Elaboración: DRPC-PUNKU-OSIPTEL

Asimismo, con respecto a la situación del acceso a internet móvil por cada empresa operando en el país, se evidencia un aumento de las líneas activas en usuarios de la empresa Claro con 9,2 millones; en segunda posición se encuentra la empresa Movistar que posee unos 8,6 millones de líneas operáticas; seguidamente

se encuentra ENTEL PERÚ con 4,9 millones y finaliza la lista la empresa Bitel que registra un aumento de 4,3 millones de líneas. A continuación mediante la figura 20 se hace de conocimiento la repartición correspondiente:



Figura 18 Líneas móviles con acceso a la red 2020-I y 2121-I

Elaboración: OSIPTEL

De acuerdo con Osiptel (2021) el internet móvil se encuentra presenta dentro del país en alrededor del 82% de usuarios que poseen líneas móviles dentro de todo el territorio nacional, lo cual se traduce como un aumento de 2% más que los números estadísticos obtenidos en el registro desarrollado en el periodo 2020-IV. Las cifras indican que de cada diez peruanos, ocho poseen acceso a internet móvil mediante las líneas móviles que poseen

**3.1.9.2 Expansión del 4G**

De acuerdo con los últimos reportes dados por Osiptel, se considera que el aumento de accesibilidad a la tecnología inalámbrica de banda ancha se muestra constante. Hasta el mes de marzo se evidenciaba un incremento de teléfonos móviles con acceso a internet móvil de tecnología LTE en un total de 79%; lo cual quiere decir que el aumento con respecto al periodo 2020-IV ha sido de 3% mayor mientras que con el periodo 2020-I es de 5%. Mientras que la situación respecto a la red HDSPA+ o 3G indica que se ha conseguido un aumento del 12%, seguido por el acceso a tecnología 3.5G que tiene un aumento del 7%. Por último se tiene también un ligero

aumento en tecnologías como la GSM y GPRS/EDGE en donde se registra un aumento del 1% para cada tecnología.

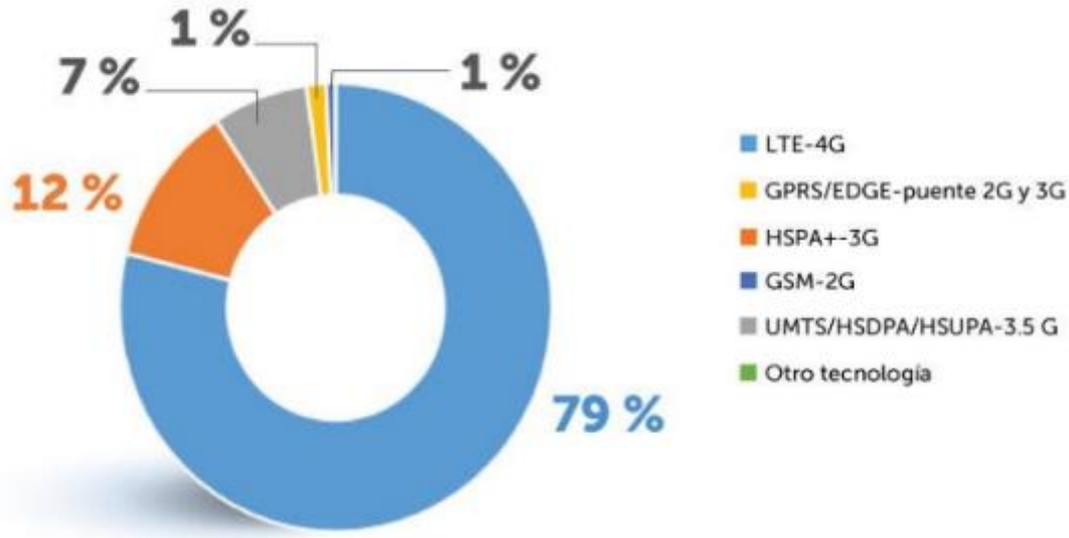


Figura 19 Expansión de tecnologías de red en el Perú 2021-I

Elaboración: OSIPTEL

### 3.1.9.3. Tráfico de llamadas

Con respecto al tráfico de llamadas mediante líneas móviles se conoce que durante el último año se ha conseguido un incremento del 22,6% más; este periodo corresponde desde el mes de abril del año 2020 y el mes de marzo del año 2021. De acuerdo a los registros correspondientes a Osiptel (2021) la cantidad de minutos empleados para la comunicación entre líneas móviles y teléfonos fijos a destinos nacionales y para el extranjero es de 99,125 millones en total durante todo el periodo mencionado. Dentro de los registros se consideran los minutos empleados para llamada diariamente durante la época de pandemia la cual es de alrededor de 271,5 millones. La modalidad de llamada que mayores números generaron fueron las correspondientes al contrato postpago en donde se tiene el 69,9% del total de minutos empleados, casi el doble de lo empleado mediante el contrato prepago durante la misma temporada.

Los factores que ayudaron al incremento considerable del tráfico de llamadas tienen que ver con el impacto que ha tenido la emergencia sanitaria por Covid-19 dentro del país; esto generó ofertas competitivas dentro del mercado para que

diversidad de usuarios tengan que comunicarse mediante la voz sin considerar el plan o el operador de emisión y recepción.

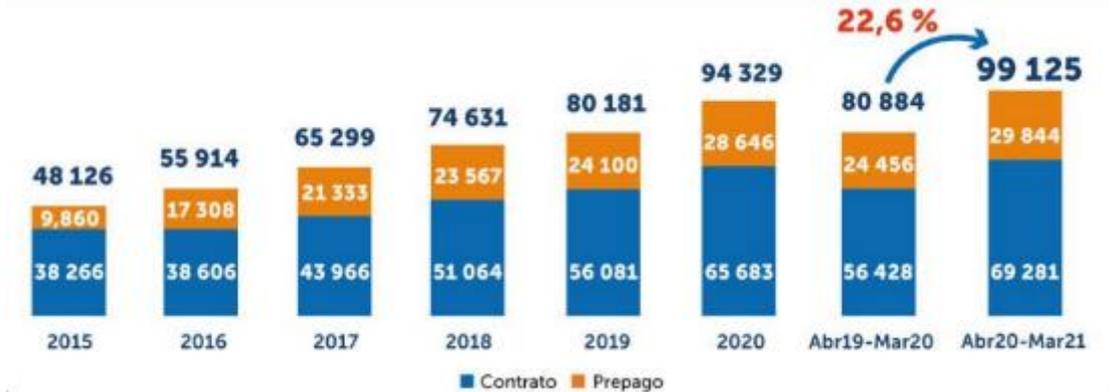


Figura 20 Crecimiento del tráfico móvil de llamadas

Elaboración: OSIPTEL

Solo en territorio nacional, el total de minutos utilizados para comunicación mediante líneas móviles es de 98921 millones. De acuerdo con los registros de Osipitel (2021), un 54,3% de minutos empleados en llamadas corresponden a comunicación establecida con la línea móvil de otro operador con un total de 53753 millones de minutos empleados; por su parte, el 42,4% corresponde a la comunicación realizada mediante el establecimiento de contacto desde una misma línea móvil correspondiente al mismo operador con un total de minutos de 41964 millones. Finalmente, la parte mínima corresponde a la comunicación hacia líneas de telefonía fija con un 3,2% con un total de 3204 millones de minutos.

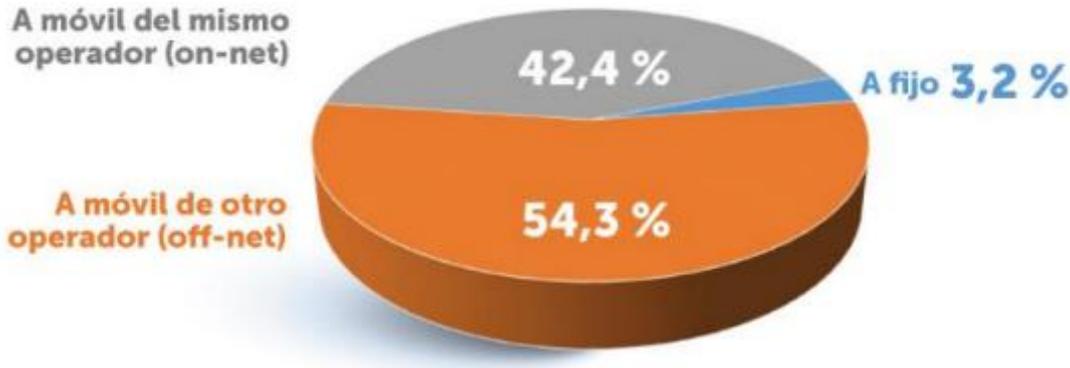


Figura 21 Tráfico de llamadas móviles por red de destino en el Perú

Elaboración: OSIPTEL

### **3.1.10. Importancia de la evolución de la capacidad de red**

Si bien es cierto, las mejoras que se les implementan a las redes permiten conseguir ventajas importantes dentro del servicio asegurado, lo real es que ello es mucho más que solo el plan mensual contratado. Si un país dispone de la mayor cantidad de instalaciones para permitir una mayor conexión, este al mismo tiempo conseguirá un crecimiento más homogenizado. El internet ha pasado en ser un simple servicio a conformar una plataforma con muchas oportunidades para adentrarse en el sector económico, social y educativo.

Con la existencia de una sociedad digital, la calidad de vida se ve mejorada en muchos aspectos. Por ejemplo, si el usuario tiene una conexión sostenible y estable puede evitar los tiempos de espera al realizar largas colas para realizar algún trámite o el pago de cierto servicio. Asimismo, en el caso de las empresas, la contabilidad alcanza un nuevo nivel de optimización si es que ella recibe adaptación al sistema tributario en línea con lo que se puede conseguir mayores ingresos económicos. Asimismo, la evolución de la capacidad de red junto a la adaptación presente en la bancarización permite evitar acciones que por lo general demandan mayor tiempo como el caso de las colas formadas por usuarios; asimismo, las ventajas de ello permiten conseguir un acceso más rápido al contenido requerido, compras de productos en línea, uso de efectivo mediante banca móvil, entre otros beneficios importantes. Además, la importancia de la red es tanta actualmente que la asistencia social depende de ella actualmente pues los programas utilizados actualmente son de telesalud, con la que se redujo los tiempos de espera para recibir atención y a la vez la calidad de vida de las personas mejoran considerablemente (MTC, 2011).

En la actualidad, es importante que la capacidad de red siga mejorando y evolucionando pues con ello también evoluciona la forma de vivir de las personas, claramente, para el bien de ellas. Es el caso del sector educativo, en el que la banda ancha tiene gran relevancia mediante su implementación pues actualmente no solo se sigue un proceso educativo tradicional, sino que, debido a la emergencia sanitaria, la educación tuvo que modificar sus procesos para poder ser brindada a través de la internet. Otros de los sectores en las que se evidencia la importancia de esta evolución es en las capacitaciones de todo tipo que se realizan, ya sea para algún tipo de empleo desde caso, realización de tutoriales o la masificación de elementos culturales

correspondientes a la región requieren de la red y una buena capacidad para ser transmitida al público mediante red.

Las tecnologías de información y comunicaciones denominadas también simplemente como TIC's no solo tienen beneficios dentro del sector en donde se desarrollan, sino que también actúan sobre otros sectores aparentemente independientes. Además, esta importancia abarca también a la telefonía móvil. Mientras las redes alcanzan mayor efecto se tiene una mayor influencia, sobre todo cuando se incrementa el número de usuarios que optan por emplear el servicio. Aún más efecto se obtiene cuando se muestran mejoras que los usuarios perciben; los aparatos móviles a su vez cada cierto tiempo alcanzan nuevos niveles en las que muestran mejoras dentro de los servicios que entregan junto con nuevas acciones y servicios de calidad con respecto a las comunicaciones.

Además, conforme la cobertura y los servicios aumentan, al mismo tiempo los precios tienden a bajar considerablemente. Las características dentro de los teléfonos móviles se desarrollan cada vez más presentando innovaciones útiles para promover la invención de nuevos servicios, productos y también procesos. Entre innovaciones que se encuentran actualmente lanzadas se tienen la utilización de las llamadas perdidas para la realización de actividades cotidianas o las operaciones mediante banca móvil sin importar la zona en la que el usuario se encuentre.

Las características ya mencionadas reciben la denominación de "tecnología para fines generales" y las ventajas que demuestran son mucho más que aplicarse dentro de procesos comerciales pues con ellas se pueden realizar mejoras notables de la calidad y cantidad de productos y servicios puestos a disposición en el mercado. Un ejemplo de lo que puede ocasionar estas tecnologías son los teléfonos fijos, con las que se tiene una telefonía móvil que permite que se realicen modificaciones dentro de la organización diaria en la vida personal del usuario como en los negocios que este posee. Sin considerar que las empresas sean grandes, medianas o pequeñas se puede evidenciar que la economía que estas presentan se ven afectadas de manera positiva con la utilización de dispositivos móviles para ciertas operaciones en las que se les requiere. Gracias a la existencia de comunicación inalámbrica es que se consigue una flexibilidad considerable de las gestiones y procesos que requieren de las comunicaciones.

Basándose en las evidencias que se demuestran se puede decir que al utilizar dispositivos móviles se logra la reducción de los costos que requiere el acceso a la información. Obviamente esto también se considera dentro de aquellos casos en los que se presenta ausencia de barreras técnicas o de precios para acceder a cierta información. Mediante la facilitación del acceso a la información los negociantes son capaces de tomar mejores decisiones pues se encuentran informados y, por lo tanto, el mercado muestra mayor eficacia. Asimismo, los gastos de transacción se reducen y la transparencia del mercado aumenta.

Un TIC tiene tanta importancia que su popularización puede ocasionar que la estructura productiva de una economía se altere alcanzando de esta manera contribución al desarrollo de la productividad y hasta le alcanza capacidad para poder cambiar las fuentes principales dentro del crecimiento económico considerando que la capacidad organizativa correspondiente a las unidades de producción local se modifique también. De esta manera se puede intuir que el impacto de las tecnologías móviles es tanta que con el fin de alcanzar mayor optimización se podría reconfigurar ciertos procesos de producción. Visto de esa forma, los teléfonos móviles poseen mayor compatibilidad que las computadoras o el internet dentro de las labores económicas y productivas que realizan las personas. En conclusión, de esta tecnología se puede resaltar que posee facilidad para su aprendizaje, sobre todo si se trata de comunicaciones audibles, y con requisitos presentes en su infraestructura que permiten su accesibilidad.

Las ventajas de la comunicación móvil no solo se dan dentro del sector económico, sino que también tiene impacto dentro del desarrollo social. La razón de esta afirmación se debe a que la sociedad encuentra una base en la comunicación que realiza por lo que los aspectos sociales dependen mucho de la comunicación y de aquellos instrumentos que facilitan esta acción.

Con respecto al desarrollo económico de manera global, se muestran evidencias que indican que la telefonía móvil permite un mayor desarrollo. Desde el punto de vista macroeconómico, muchas de las contribuciones en el mundo tienen que ver con las telecomunicaciones, aunque dentro de Latinoamérica ésta aún se encuentra de forma escasa. Visto de una manera amplia, lo que se busca es poder reconocer si es que las comunicaciones móviles generan ventajas dentro del

desarrollo socioeconómico, y si esto fuese de tal manera, como ello puede ser generalizado dentro de un punto de vista macroeconómico. De hecho, existen diversos autores que tratan de demostrar este hecho mediante obras, como es el caso de Galperin y Castells (2011) quienes mediante su libro “Comunicación Móvil y Desarrollo Económico y Social en América Latina” tratan de examinar el tema. El análisis se desarrolla dentro de un proyecto de investigación que tuvo una duración de dos años bajo financiación de la Compañía Telefónica. Se busca demostrar la manera en la que la difusión de la telefonía móvil contribuye al desarrollo que alcanza Latinoamérica.

Considerando la evolución y desarrollo en Latinoamérica en comparación con el resto del mundo es necesario entender el desarrollo de forma multidimensional, por lo que será necesario enfocarse a través de tres perspectivas distintas las cuales son el crecimiento económico, la reducción de la pobreza y la reducción de la desigualdad. El análisis implica sobre todo a 18 países pertenecientes a Latinoamérica con los que se contarán para entender las ventajas que otorgan y han otorgado las telefonías y redes móviles.

### **3.1.11. Calidad móvil en distritos del país**

Debido a las circunstancias actuales provocadas por la emergencia sanitaria, es muy común ser partícipe de una educación remota o teletrabajo los cuales requieren de una buena conexión, siendo este factor una gran prueba para demostrar la calidad que poseen los servicios de telecomunicación, plasmadas dentro del informe publicado por Osiptel (2021).

Según el Ranking de Calidad Móvil Distrital de Osiptel (2021), el promedio de velocidad de carga entre las operadoras presentes dentro del mercado peruano con respecto a la red 4G es de 21,16 Mbps; demostrando que este posee una mayor optimización en comparación con la empresa Claro y ENTEL PERÚ.

De acuerdo con los datos correspondientes al informe de Osiptel (2021), la calidad móvil correspondiente a la zona de Lima metropolitana posee un rango mayor proveniente de la empresa ENTEL PERÚ pues posee un 87.37% los cuales marcan una diferencia notable con respecto a otras operadoras como Claro, Movistar y Bitel con 85.58%, 82.02% y 59.69% respectivamente.

De acuerdo con More & Argandoña (2020) se afirma que la conectividad ha evidenciado su importancia dentro de las acciones diarias que realizan los usuarios. Solo en Lima y Callao se tienen alrededor de 15,4 millones de líneas móviles en operación por lo que es importante que las operadoras puedan generar mejoras dentro de los servicios que prestan, además de la infraestructura y la calidad en la capacidad para un soporte de tráfico de voz y datos óptimo.

Mediante ello, es necesario considerar el ranking con los distritos que poseen de mayor a menor calidad móvil. De acuerdo con Osiptel, considerando los 50 distritos correspondientes a Lima Metropolitana y el Callao, la mayor calidad que se ha registrado corresponde a Barranco con un 91.51%, seguido por el distrito de Surco (91.38%) y completa el podio el distrito de La Molina (91.13%).

Por el contrario, se registraron como los distritos con una calidad de servicio móvil pésima a Mi Perú con 50.93%, seguido por Pachacamac y Carabayllo con 70.96% y 72.70% respectivamente.

Los factores tomados en cuenta por parte de Osiptel fueron la cobertura de servicio, la velocidad de subida y bajada poseída por las redes correspondientes, la calidad de voz en llamada y las tasas de llamadas.

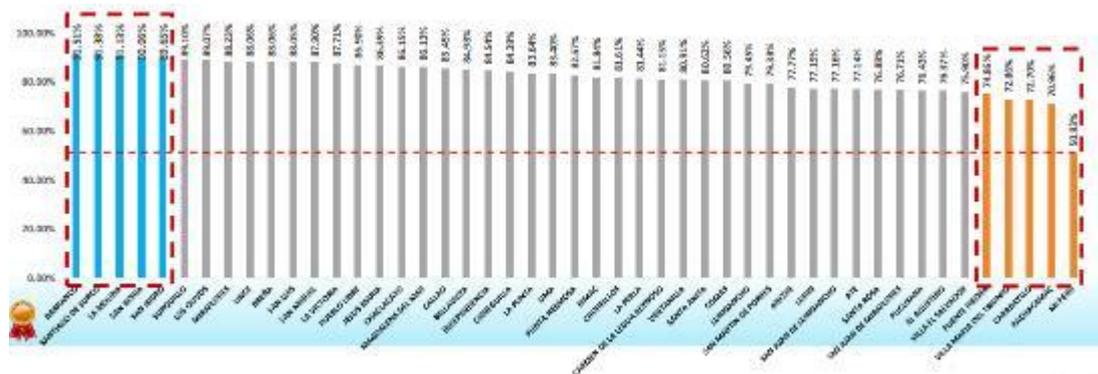


Figura 22 Ranking de distritos según la calidad del servicio móvil

Elaboración: OSIPTEL

Los distritos de Barranco, Santiago de Surco, La Molina, San Borja y San Isidro son los cinco distritos con mejor calidad del servicio móvil. Mientras que Puente Piedra, Villa María del Triunfo, Carabayllo, Pachacamac y Mi Perú registran menor calidad del servicio.

Tabla 5 Resultados a nivel distrital por operador (Lima metropolitana y Callao)

Puest o	Distrito	Claro	Movista r	ENTEL PERÚ	Bitel	Indicador calidad distrital
1	BARRANCO	94.60 %	93.97%	92.91%	77.22 %	91.51%
2	SANTIAGO DE SURCO	94.64 %	93.44%	92.60%	77.94 %	91.38%
3	LA MOLINA	94.23 %	92.27%	92.01%	80.57 %	91.13%
4	SAN BORJA	94.92 %	93.38%	93.13%	66.71 %	90.06%
5	SAN ISIDRO	94.97 %	94.00%	92.40%	63.99 %	89.65%
6	SURQUILLO	94.75 %	93.54%	93.13%	59.71 %	89.10%
7	LOS OLIVOS	93.74 %	91.03%	92.85%	67.20 %	89.07%
8	MIRAFLORES	94.27 %	90.28%	92.11%	63.21 %	88.23%
9	LINCE	94.96 %	93.75%	93.14%	51.31 %	88.06%
10	BREÑA	95.14 %	93.69%	90.67%	56.59 %	88.06%
11	SAN LUIS	94.80 %	93.11%	92.57%	54.11 %	88.05%
12	SAN MIGUEL	94.83 %	93.63%	92.88%	51.23 %	87.90%
13	LA VICTORIA	95.02 %	92.52%	93.11%	51.17 %	87.71%
14	PUEBLO UBRE	92.05 %	91.25%	90.96%	58.66 %	86.90%
15	JESÚS MARÍA	93.34 %	93.66%	92.53%	43.94 %	86.39%
16	CHACLACAYO	93.24 %	92.77%	84.10%	63.20 %	86.15%
17	MAGDALENA DEL MAR	94.43 %	88.32%	86.82%	63.41 %	86.13%
18	CALLAO	94.49 %	83.09%	86.15%	70.39 %	85.45%
19	BELLAVISTA	94.90 %	82.95%	81.31%	77.32 %	84.98%
20	INDEPENDENCIA	93.72 %	79.04%	92.47%	59.21 %	84.54%
21	CIENEGUILLA	91.63 %	90.64%	88.81%	47.33 %	84.39%
22	LA PUNTA	94.60 %	94.08%	74.10%	62.05 %	83.64%
23	LIMA	71.89 %	88.93%	92.90%	74.19 %	83.40%
24	PUNTA HERMOSA	74.09 %	91.29%	91.84%	62.11 %	82.67%

25	RÍMAC	94.56 %	73.09%	88.58%	58.58 %	81.84%
26	CHORRILLOS	93.55 %	78.51%	84.20%	57.92 %	81.61%
27	LA PERLA	94.96 %	88.19%	64.22%	79.37 %	81.44%
28	CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO	94.64 %	77.64%	79.17%	65.41 %	81.15%
29	VENTANILLA	91.81 %	74.56%	87.52%	56.80 %	80.91%
30	SANTA ANITA	92.50 %	80.13%	87.71%	41.68 %	80.62%
31	COMAS	93.69 %	70.10%	85.58%	63.73 %	80.56%
32	LURIGANCHO	85.48 %	77.41%	88.30%	51.49 %	79.45%
33	SAN MARTIN DE PORRES	60.23 %	89.30%	92.82%	67.92 %	79.38%
34	ANCÓN	89.01 %	75.60%	78.61%	57.53 %	77.77%
35	LURÍN	87.42 %	75.85%	79.65%	52.98 %	77.19%
36	SAN JUAN DE LURIGANCHO	70.18 %	85.79%	86.84%	52.19 %	77.16%
37	ATE	85.90 %	74.80%	80.55%	56.44 %	77.14%
38	SANTA ROSA	94.23 %	75.50%	72.19%	55.20 %	76.88%
39	SAN JUAN DE MIRAFLORES	72.83 %	76.72%	89.56%	55.63 %	76.71%
40	PUCUSANA	83.23 %	76.71%	80.63%	52.68 %	76.43%
41	EL AGUSTINO	82.87 %	70.23%	84.04%	58.29 %	76.37%
42	VILLA EL SALVADOR	86.37 %	70.49%	81.72%	52.51 %	75.90%
43	PUENTE PIEDRA	84.66 %	69.10%	81.10%	52.26 %	74.86%
44	VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	84.24 %	64.48%	79.84%	50.95 %	72.86%
45	CARABAYLLO	79.62 %	65.83%	82.72%	49.95 %	72.70%
46	PACHACAMAC	72.02 %	73.18%	77.28%	50.15 %	70.96%
47	MIPERU	50.54 %	37.90%	73.58%	26.85 %	50.93%

Elaboración: Osiptel

### **3.2 Caso de estudio aplicando lo aprendido en la Universidad**

El estudio analiza la ampliación de capacidad en una red de nodos de la tecnología 4G que usa la banda de radiofrecuencia AWS (frecuencias pareadas en 1700 y 2100MHz), basados en el criterio de demanda insatisfecha de servicios de datos en Perú. De acuerdo con un reporte de la GSMA (2016), la banda AWS es beneficiosa para incrementar la capacidad y calidad de transmisión de las telecomunicaciones. Según el reporte, el beneficio económico de uso de la banda AWS para servicios móviles de datos significará unos US \$53 mil millones adicionales en países donde todavía no se utiliza.

Antes de realizar una ampliación de capacidad, las operadoras utilizan, como criterio de decisión, las políticas de calidad del servicio de datos que tienen establecidos con el fin de conocer que zonas requieren dicha ampliación para mejorar la experiencia del cliente. Las herramientas de decisión que utiliza la política de calidad de ENTEL PERÚ son 2 indicadores principales: a) el Physical Resource Block (PRB) y b) el Throughput (TH) de la red de nodos, a los cuales se establecen umbrales de referencia para conocer el desempeño de la red de nodos. Si el desempeño no cumple los indicadores, entonces se toma la decisión de introducir o incrementar la capacidad del nodo de la red para mejorarla. Por limitaciones de acceso a la información, analizaremos solamente el indicador de TH que es el principal parámetro de medición de percepción del usuario.

Una vez definidas las políticas de calidad del servicio, se realiza el análisis estadístico estocástico de todos los nodos de red desplegados que se encuentran bajo esta política de calidad para conocer el desempeño de cada una y, además, a este análisis se le adiciona la proyección de los próximos meses de la demanda de servicios de datos, medidos a través del indicador TH, a fin de tener claridad sobre la decisión de intervención en los nodos

### **3.2.1 Situación problemática**

En el año 2018, ENTEL PERÚ tenía 5 años de operación con un vertiginoso crecimiento en ventas y en expansión por todo el Perú. Así mismo, el mercado peruano continuó demandando mayores servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, este crecimiento debe estar acompañado de una mejora en la capacidad de la empresa con el fin de, cumplir con el contrato comercial acordado con el cliente y mejorar de sobremanera la experiencia de usuario (ENTEL PERÚ fue reconocido como la operadora con mejor calidad de datos). A inicios del 2018 la empresa empezó a presentar problemas de congestión y reportes de mala experiencia del usuario debido al desfase entre el crecimiento de capacidad de la red versus el incremento de la demanda de servicio. El riesgo de no tomar acción podía decantar en el aumento del CHURN (Portabilidad y fuga de usuarios), siendo los costos de recuperación de usuarios más elevados que el mantenimiento de este. Para atender esta gran demanda de acceso a servicios de telecomunicaciones se creó el proyecto expansión de capacidad enfocada como un proyecto netamente reactivo, donde se colocan soluciones a nivel de 4G enfocado solo en la capacidad de la red.

La siguiente grafica muestra la evolución del cumplimiento de la política de calidad de la RED de telecomunicaciones de ENTEL PERÚ a nivel nacional donde se muestra que durante el 2018 se incrementó la cantidad de celdas que presentaban niveles de desborde o saturación de cliente - Fuera de Umbral. La acción de la empresa fue establecer un proyecto de adición de soluciones para repotenciar la tecnología 4G con el fin de controlar las celdas Fuera de Umbral (FU) para cumplir con la política de calidad y estrategia general de la empresa pese al crecimiento de usuarios proyectado durante todo el año 2019.

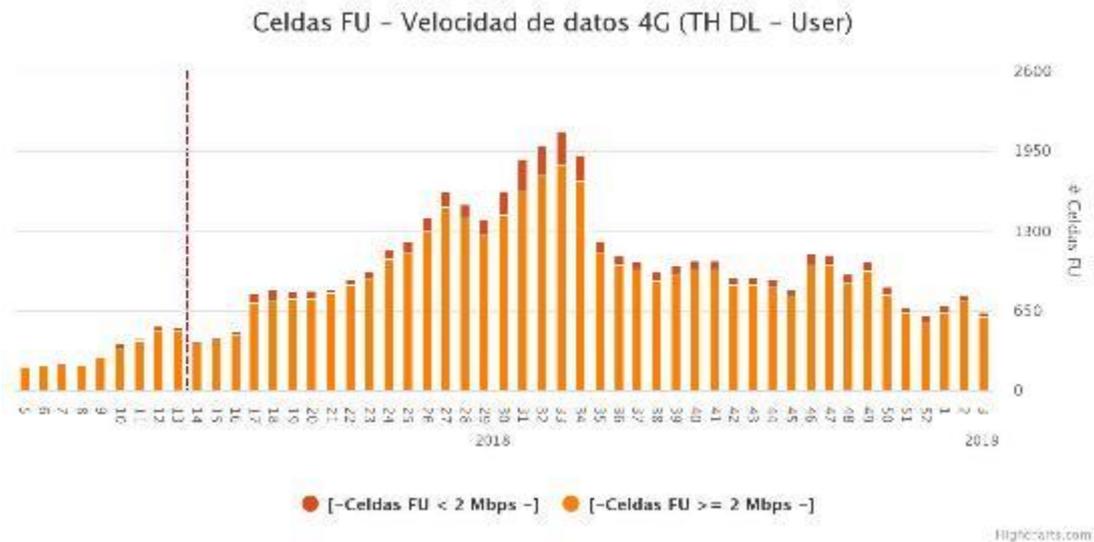


Figura 23 Evolución de red a nivel nacional

Elaboración: ENTEL PERÚ

### 3.2.2 Objetivos

#### a. General:

- Implementar 1243 soluciones de capacidad en AWS que permita mantener la velocidad de descarga (Mbps) dentro de las políticas internas de ENTEL PERÚ (3.3 Mbps a nivel de red Lima y Regiones) durante el periodo 2019, con una dispersión menor al 10%

#### b. Específicos

- Planificar la necesidad (cantidad y tipo) de soluciones de capacidad para la iniciativa del siguiente año a fin de iniciar la gestión de adquisición del equipamiento requerido (Rf y energía)
- Seleccionar las celdas a las que se les incrementará la capacidad, priorizándolas de acuerdo con la necesidad y en cumplimiento de la política de calidad.
- Diseñar las soluciones (Tipo de equipamiento) requeridas según la demanda del proyecto (celdas FU y política de calidad).
- Implementar las soluciones de capacidad a demanda de acuerdo con los ANS (acuerdo de nivel de servicio)

- Monitorear la eficiencia de las soluciones y dar retroalimentación al proyecto para el refuerzo en la solución y/o implementación de otra solución en zona aledaña.

### 3.2.3 Análisis de la problemática

Debido al incremento de tráfico fue necesario primero buscar soluciones costo eficiente y priorizados que ayuden a mejorar la calidad de la red. Para ello, fue importante tomar como premisa el cumplimiento de la política de Calidad donde los indicadores de red (OSS) reflejan cuantitativamente la verdadera experiencia de cliente. Por ejemplo, un usuario normal debe experimentar velocidades de 3.3 Mbps y usuarios ubicados en borde de cobertura (cell Edge) presentan velocidades de 2 Mbps, lo que permite reproducir un video en estándar definición de 360 p.

El segundo paso corresponde a la priorización de celdas y se decide tomando en cuenta los siguientes indicadores, se detalla:

**Smart capex**, es un indicador que combina distintas prioridades de la red y de la compañía que representen la mayor importancia empresarial bajo los siguientes criterios:

- **Redes:**

Tráfico contenido; es el tráfico que se deja de cursar debido a la capacidad limitada de la celda. Estas son las celdas que reportan mayor cantidad de caída de sesiones de datos.

Índice de concentración; son celdas de baja velocidad, donde se busca orientar las inversiones por clúster (calles, avenidas, huecos de cobertura)

- **Importancia comercial:**

Priorización de polígono; las áreas comerciales priorizan las zonas de ventas. Estas dependen del índice de ventas y/o estrategia de venta

Costo por Giga; determina el ingreso en soles por cada Giga cursado por cada estación base

- **Económico:**

TIR (Tasa interna de retorno), evaluación financiera final que define si el beneficio esperado es mayor al esperado o establecido por la política financiera de la empresa.

Con esos filtros se determinan las zonas (Distritos) mediante celdas que deben ampliarse.

La planificación inicial puede variar dependiendo el crecimiento o el consumo de datos por zona, lo que nos obligó a redireccionar los esfuerzos para mitigar la alta demanda. Asimismo, se tomó en cuenta la predicción de crecimiento de red hasta finales de año, y esto se logra considerando los esfuerzos de venta e información histórica del crecimiento de tráfico en los últimos 6 meses.

Entonces, con la Priorización a nivel de red, la proyección de ventas y rentabilidad esperada se determina el tipo de solución a desplegar.

### **3.2.4 Planteamiento de soluciones**

Se puede optar por diversas opciones para la implementación de soluciones que mejoren la capacidad de la red:

#### **3.2.4.1. Soluciones de baja altura**

Se implementó la siguiente solución en zonas con aglomeración de excesiva de personas, la zona conocida como Gamarra en el distrito de La Victoria. Este desarrollo fue ajeno al presupuesto establecido para “Expansión de capacidad”. A continuación, se muestra el diseño planificado.

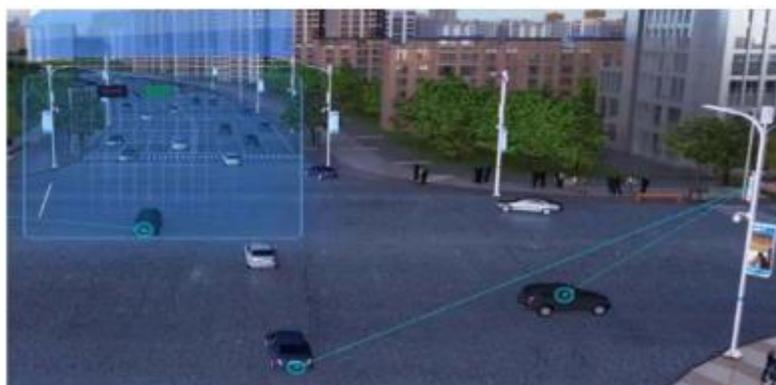


Figura 24 Diseño de para postes de telecomunicación

Elaboración: la autora

Para ese despliegue fue necesario instalar postes de telecomunicaciones. La imagen mostrada es una referencia, en el diseño original se instalaron postes de telecomunicaciones de 11 mts (2 bajo tierra y 9 visible) que sirvieron de infraestructura para la instalación de microceldas de RF para brindar capacidad de datos a los usuarios, a continuación, se muestra la estructura del poste junto con el equipo RF y equipos de energía que permiten que la solución sea factible:

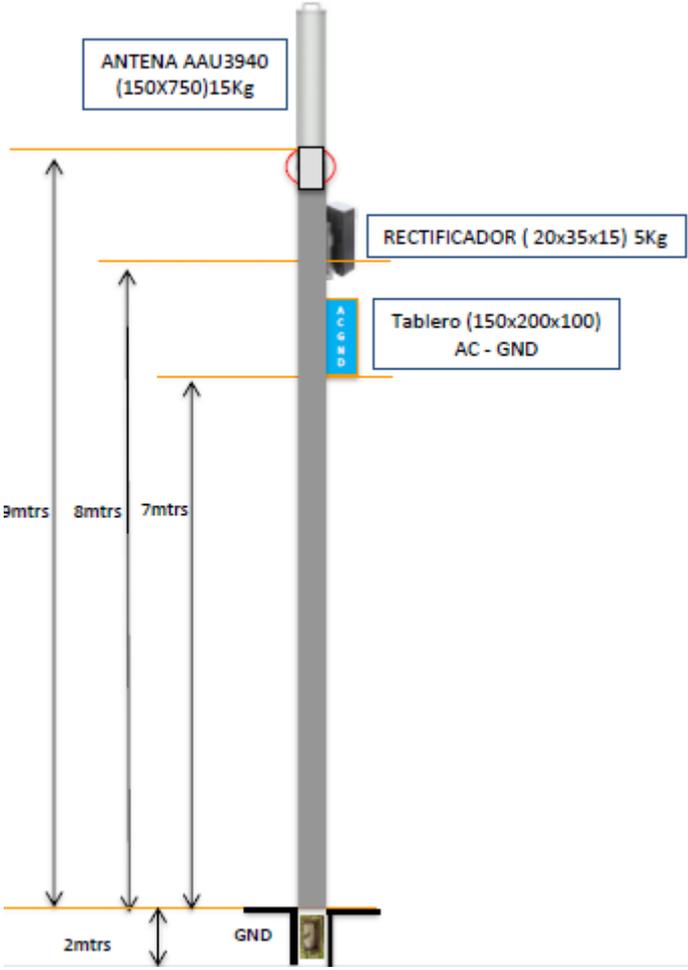


Figura 25 Estructura de poste de telecomunicación

Elaboración: la autora

El equipo RF sobre la parte superior del poste es el equipo llamado Easy Macro o AAU3940 diseñado específicamente para soluciones tipo poste o de bajo impacto visual, la característica que tiene este tipo de antena es que solo proporciona

tecnología 3G Y 4G y representa una sola dirección, permite habilitar el transporte mediante la fibra óptica o mediante enlace de microondas.

### Características de las antenas Easy Macro

Las características físicas de la antena común que se usa para mejorar la cobertura y capacidad del proveedor Huawei es la siguiente:



Figura 26 Características físicas de antena.

Elaboración: la autora

### Medio de Transporte:

El medio de transporte que requiere este tipo de soluciones es de 2 tipos transporte microondas o transporte mediante fibra óptica.

En la siguiente grafica se observa el modelo de instalación mediante enlace de Fibra Óptica, el tipo de tendido empleado fue un mix entre canalizado tradicional, microcanalizado (Técnica particular, orientado solo a la última Milla, no normado) y tendido aéreo mediante postes propios y/o rentados:

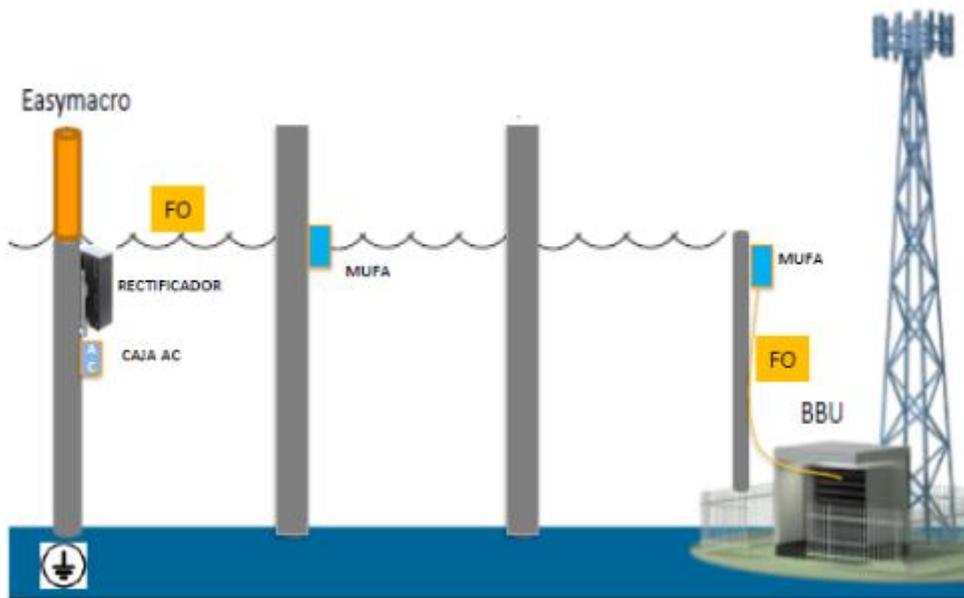


Figura 27 Modelo de instalación mediante fibra óptica.

Elaboración: la autora

### **Transporte mediante enlace de Microondas**

Al tratarse de una solución de bajo impacto visual, los enlaces de microondas son de 0.30 cm de diámetro. Aunque el despliegue de fibra óptica es grande, aún existen ciertas zonas en las que aún no se han implementado por lo que en este caso, la alternativa adecuada es el uso de redes microondas. Una característica propia de las redes microondas que las diferencia de las de fibra óptica es la facilidad para su instalación pues solo se necesita establecer dos puntos que tengan una separación establecida en donde se ubica el equipamiento correspondiente para la existencia de la línea de vista comprendida entre los puntos mencionados. No obstante, la capacidad que posee esta es menor a la de la fibra óptica pues la velocidad máxima es solo de 10Gbps.

En la siguiente imagen se muestra el escenario con transporte microondas:



Figura 28 Escenario con transporte microondas.

Elaboración: la autora

### **Transporte de Fibra óptica**

Cuando hablamos de despliegue de soluciones de baja altura debemos gestionar los permisos correspondientes para la instalación de la antena de Rf y para la instalación del poste de telecomunicaciones, amparados en la ley 29022, ley de fortalecimiento de la expansión de telecomunicaciones de infraestructura de telecomunicaciones.

### **Permisos de banda ancha**

Desde el año 2018 se ha dado mayor prioridad de forma globalizada al reto de la brecha digital. De acuerdo con la ONU (2019) durante el año 2018 y 2019 se ha conseguido realizar la conexión del 50% de personas alrededor del mundo, lo cual tiene mucho que ver con las sociedades centralistas dentro de territorio peruano, donde aún es necesario establecer una buena tasa de conexión en ciertas zonas de la sierra y la selva.

Aclarando la situación peruana, de acuerdo con Pacheco (2021) dentro del total de población peruana, al menos un 30% de hogares posee una computadora conectada a internet. Ahora, si ello se desagrega de acuerdo con distintas zonas de acceso, en la capital se tendría más de la mitad de hogares conectados mientras que

en otras zonas urbanas se encuentra una cuarta parte de hogares con acceso a la red mediante computadora. La situación va de la siguiente forma: En Lima uno de cada dos hogares se encuentra conectado a internet mediante una computadora; por su parte en provincias, uno, de cada cuatro hogares está conectado a internet a través de una computadora, mientras que en zonas rurales este es de uno por cada 50 hogares.

No obstante, el acceso al servicio por parte de las familias peruanas no tiene que ver con la velocidad de conexión a internet que el Perú posee. Con respecto a este, la velocidad que posee el servicio de internet en territorio peruano es de 10,4 Mbps en promedio dentro de los hogares. Ello no quiere decir que esta sea la velocidad más alta, pues como se sabe existen planes menores y mayores, solo corresponde al promedio de velocidad que los usuarios peruanos reciben. Incluso, la velocidad de subida correspondiente al plan de datos es mayor.

Sin embargo, lo importante dentro de este contexto es la realización de proyectos regionales para la banda ancha las cuales requieren de permisos especiales a través de distintas vías. Los contratos más importantes para el estado durante estos últimos años han sido los siguientes:

Para el año 2012 se realizó la implementación de fibra óptica para beneficiar al estado dando inicio desde parte de la costa peruana. Aquella en la actualidad sigue bajo implementación pues aún existen zonas en las que no ha llegado el despliegue por lo que se tiene por prioridad, actualmente, a zonas de la sierra y la selva. La autorización se dio mediante la promulgación de la Ley N° 29904 con la que se hace promoción de la banda ancha y con ella la construcción de la red dorsal nacional de fibra óptica, La finalidad del estado fue, desde un principio, conseguir el impulso para desarrollar y masificar el servicio de banda ancha dentro de todo el territorio peruano (Congreso de la Republica, 2015).

Asimismo, en el año 2014 el estado peruano cerró acuerdos con la empresa Azteca Comunicaciones Perú la cual, de acuerdo con Blasco (2016) la empresa en mención realizó la entrega de una red de transporte de fibra óptica desplegada con una extensión de 13500 km la cual cumplía con la función de conectar a 22 capitales distintas pertenecientes a distintas regiones y 180 capitales correspondientes a

provincias a lo largo de todo el Perú. La conclusión de todo este proceso se dio para el año 2016, año en el que se dio inicio al enrutamiento de señales para 29 empresas que pugnaron por concesiones para el servicio de banda ancha.

Lo claro dentro de todo ello es que, la infraestructura necesaria para el despliegue de banda ancha se ha dado mediante la autorización y monitoreo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, haciendo que este organismo sea imprescindible para las gestiones respecto a telecomunicaciones en el país.

Teniendo una infraestructura sólida, el país puede avanzar hacia un futuro en el que el servicio de internet esté garantizado. Teniendo el acceso a la red dorsal, las distintas empresas de telecomunicación han desplegado labores para distribuir adecuadamente la banda ancha sobre la carretera de fibra situada. Siendo este el caso, la cobertura se da desde tres ejes distintos los cuales son:

- Zona Norte: Beneficio otorgado a 288 localidades distintas mediante un sistema mixto que comprende servicio inalámbrico y la fibra óptica. Regiones que comprende esta zona: Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, San Martín y parte de Ancash y Huánuco
- Zona Centro: Beneficio otorgado a 477 localidades distintas mediante un sistema de fibra óptica dirigida a las capitales de provincias y una red de radio frecuencia para mayor alcance. Regiones que comprende esta zona: Ancash, Lima, Junín, Ucayali, Pasco y Huánuco.
- Zona Sur: Beneficio otorgado a 571 localidades distintas mediante un sistema abastecido desde Lima teniendo un recorrido de 3500 km. Regiones que comprende esta zona: Junín, Huancavelica, Ayacucho, Ica, Apurímac, Cusco, Arequipa y Puno.

La estructura presente garantiza que en el futuro exista la posibilidad de mejorar la velocidad y calidad de la tecnología, como es el caso de la tecnología DWDM en donde se permite que se otorgue mayor cantidad de canales dentro de menos espacio. Aunque se tratan de sistemas costosos, la realidad es que esta inversión tiene gran impacto para el futuro.

Respectos a los permisos relacionados con la banda ancha en Perú, ciertas autorizaciones importantes dentro del territorio se han dado a lo largo de los años como se muestran en la Tabla 7.

Tabla 6 Autorizaciones y permisos especiales

	AUTORIZACIONES - PERMISOS ESPECIALES	ÁREA RESPONSABLE	NORMATIVA	COSTO
1	<b>Autorización, permisos y licencias para instalar y operar estaciones de teleservicios privados</b>	<b>Dirección General de Telecomunicaciones</b>	D.S.N° 013-93-TCC(06.05.93) Arts. 22°, 36° y 55° D.S.N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.114° o D.S.N° 06-94.TCC y D.S.N° 005-98-MTC(26.03.98)Art. 144° D.S.N° 003-99-MTC(21.01.99)Art. 153° D.S.N° 005-98-MTC y D.S.N° 029.2001-MTC (06.07.01) ART. 146° D.S.N° 005-98-MTC, D.S.N° 022-98-MTC (13.08.98) Art. 205° Y D.S.N°003-99-MTC Art. 210° R.D.N° 076-98-MTC/15.19(18.07.98)	<b>Gratuito (*) (1)</b>
2	<b>Ampliación de autorización de teleservicios privados</b>	<b>Dirección General de Telecomunicaciones</b>	D.N.S° 013-93-TCC (06.05.93) Arts. 22° Y 36° D.S.N° 06-94-TCC Y D.S.N° 005-98-MTC(26.03.98) Art. 144° D.S.N° 06-94-TCC (18.02.94) Art. 114° D.S.N° 005-98-MTC Y D.S.N° 029-2001-MTC (06.07.01) Art.146° D.S.N° 005-98-MTC,D.S.N° 022-98-MTC (13.08.98) Art. 205° Y D.S.N° 003-99-MTC Art. 210° D.S.N° 003-99-MTC Art. 153	<b>Gratuito (*) (1)</b>
3	<b>Modificación de características técnicas; ampliación de frecuencias, cambios de ubicación bloques horario y otros de estaciones de teleservicios privados</b>	<b>Dirección General de Telecomunicaciones</b>	D.S.N° 06-94-TCC(18.02.94) Art. 114° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) Art. 169° D.S.N° 003-99-MTC Art. 153° D.S.N° 002-99-MTC (21.01.99) Art. 193° D.S.N° 029-2001-MTC (06.07.01) Art. 121 A	<b>3% DE 1 UIT</b>
4	<b>Autorización de enlaces auxiliares de radiodifusión</b>	<b>Dirección General de Telecomunicaciones</b>	D.S.N° 013-93-TCC (06.05.93) Arts. 22°, 36° Y 55° D.S.N° 06-94-TCC (18.02.94) Art. 114° D.S.N° 06-94-TCC y D.S N° 005-98-MTC (26.03.98) Arts. 144° D.S.N° 005-98-MTC 029-2001-D.S.N°MTC (06.07.01) Art 146° D.S.N° 005-98-MTC, D.S.N° (029.08.98) Art. 205° y D.S.N° 003-99-MTC Art. 210° D.S.N° 003-99-MTC Art. 153°	<b>Gratuito (*) (1)</b>

5	Autorización para el establecimiento del servicio de circuito cerrado de televisión	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S.N° 013-93-TCC (06.05.93) Arts. 22°, 36° Y 55° D.S.N° 06-94-TCC (18.02.94) Art. 114° D.S.N° 06-94-TCC y D.S N° 005-98-MTC (26.03.98) Arts. 144° - D.S.N° 003-99-MTC (21.01.99) Art. 153° D.S.N° 005-98-MTC, D.S.N° 022-98-MTC (13.08.98) Art. 205° y D.S.N° 003-99-MTC° Art. 210°	Gratuito (*) (1)
6	Autorización, permiso y licencia para instalar y/u operar estaciones de radioaficionado (categoría novicio)	Dirección General de Telecomunicaciones	D.N.S° 06-94-TCC (18.02.94) Arts. 114° Y 154° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) D.S.N° 029-2001-MTC(06.07.01) Art. 146° D.S.N° 005-98-MTC, D.SN° 0.22-98- MTC (13.08.98) Art. 205° y D.S.N° 003-99-MTC Art. 210° R.M.N° 460-95-MTC/15.17 (18.11.95) Arts 8°, 17° inca)18°,28° y 29°	Gratuito (*) (1)
7	Autorización para el cambio de categoría a la inmediata superior de radioaficionado	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S.N° 06-94-TCC(18.02.94) Art. 114° y 154° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) D.S.N° 029-2001-MTC (06.07.01) Art. 146° R.M.N° 460-95-MTC/15.17 (18.11.95) Arts 8°, 17° inc.b y c). 19°, 20°, 28° y 29°	Gratuito (*) (1)
8	Autorización para el establecimiento de radiocomunicación privada canales omnibus(banda ciudadana)	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S.N° 013-93-TCC(06.05.93) Arts. 22°, 36° y 55° D.S.N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.114° D.S.N° 06-94.TCC y D.S N° 005-98-MTC(26.03.98) ArtS. 144° D.S.N° 003-99-MTC(21.01.99)Art. 153° D.S.N° 055-98-MTC Y D.S.N° 029-2001- (06.07.01)Art. 146° D.S.N° 005-98-MTC, D.S.N° 022-98-MTC (13.08.98) Art. 205° Y D.S.N° 003-99-MTC Art. 210	Gratuito (*) (1)
9	Autorización para el establecimiento de un servicio de radiodifusión sonora y por televisión	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S.N° 013-93-TCC (6.05.93). Art.22°, 36°Y 55 D.S.N° 06-94-TCC (18.02.94) Art.114°y 161° D.S.N° 16-94-TCC y D.S N° 005-98-MTC (16.03.98) Arts. 144° D.S.N° 002-99-MTC (21.01.99) Arts.137° y 148° D.S.N° 029-2001-MTC (06.07.01)Arts.97° D.S.N° 005-98-MTC Y D.S N° 029-2001-MMTC/06.07.01) Art. 146°	Gratuito (*) (1)
10	Modificación de características técnicas de estaciones de radiodifusión (ubicación (***) potencia, frecuencia, modalidad de operación.	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC(06.05.93) Arts. 36° D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.114° y 161° D.S. N° 002-99-MTC (21.01.99)Art. 193° D.S. N° 05-98.MTC (26.03.98) Art. 169° D.S. N° 029-2001-MTC (06.07.01) ArtS. 121A	10% DE 1 UIT

11	Transferencia de autorización de radiodifusión	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC(6.05.93) Arts. 23° y 51 D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.114°, 149° y 161° D.S. N° 002-99-MTC (21.01.99)Arts. 120°	Gratuito
12	Renovación de autorización servicio de radiodifusión y teleservicios privados	Dirección General de Telecomunicaciones	D.N.S° 06-94-TCC (18.02.94) Arts. 114°, 161° Y 180° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) Art. 178° D.S.N° 022-98-MTC(13.09.98) Art. 181° y 182° D.S. N° 005-98-MTC y D.S. N° 022-98-MTC Art. 205	Gratuito (*)(**)(1)
13	Suspensión de operaciones servicio de radiodifusión	Dirección General de Telecomunicaciones	D.N.S° 06-94-TCC (18.02.94) Arts. 114°, 150° numeral 2 y 151° numeral 4	Gratuito
14	Denuncias sobre llamadas maliciosas	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC(06.05.93) Arts. 86° y 89° D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.13°,114° y 233° R.M. N° 042-88-TC/TEL (20.05.88)	0.50%
15	Inscripción y renovación en el registro de casas comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC(6.05.93) Arts. 65° y 66° D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.114° Y 221 D.S. N° 005-98-MTC (26.03.98).Art. 226° D.S. N° 002-99-MTC (21.01.99)Arts. 222° R.M. N° 198-2001-MTC/15.03 (19.05.01)	INSCRIPCIÓN Gratuito Y RENOVACIÓN 5%
16	Permiso de internamiento de equipos y aparatos de telecomunicaciones	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC (06.05.93) Arts. 65° y 66° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) Art. 226° - B	3% DE 1 UIT por factura
17	Permiso de internamiento temporal de equipos y aparatos de telecomunicaciones hasta por 60 días	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC (06.05.93) Arts. 65° y 66° D.S.N° 005-98-MTC (26.03.98) Art. 226° -	1% de 1 UIT por factura
18	Quejas sobre interferencia radioeléctricas	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Arts. 192°,199° y 200°	Gratuito
19	Homologación de equipos y aparatos de telecomunicación	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 013-93-TCC(6.05.93) Arts. 63° y 75°. D.S N° 06- 94-TCC (18.02.94) Arts.220°, 221° Y 226° D.S. N° 002-99-MTC (21.01.99) Art.225	Por Modelo
20	Designación de entidades (para el caso de evaluación)	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 06-94-TCC(18.02.94) Art.201°, 202° y 204° R.M.N° 063-98-MTC/15.03 Arts 12° R.M. N° 303-98-MTC/15.03	10% DE 1 UIT

21	Fraccionamiento de deudas por concepto de tasas, canon y/o multas	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 043-2000-MTC (26.08.00) D.S. N° 029-2001-MTC(06.07.01) D.S. N° 049-2001-MTC (30.11.01)	Gratuito
22	Asignación de códigos y series de numeración para la prestación de servicios públicos	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N° 020-98-MTC (05.08.00) D.S. N° 009-91-TC(02.04.91) D.S. N° 018-97-MTC (19.08.97) Art. 9	Gratuito
23	Asignación de códigos de puntos de señalización a las empresas operadoras de servicios públicos de telecomunicaciones	Dirección General de Telecomunicaciones	D.S. N°020-98- MTC (05.08.98)	Gratuito

*Elaboración: MTC*

### **Permisos vía TUPA**

Sus siglas representan la denominación “Texto único de procedimientos administrativos” y es un documento unificado en donde se indica toda la información correspondiente a la tramitación de los procedimientos administrativos o simplemente conocidos como trámites; estas son realizadas por distintas dependencias correspondientes a las entidades de la administración pública. Además de contener la información relacionada con los servicios prestados. Tiene distintas finalidades como el de:

- Brindar uniformidad a los criterios empleados por la administración con la finalidad de crear y eliminar procedimientos administrativos.
- Agilización de trámites a través de las aplicaciones de principios como es el caso del silencio administrativo o la aprobación automática.
- Optimizar y hacer las labores de administración pública más sencilla puesto que reduce la cantidad de trámites y exigencias hacia el público.
- Mejorar la eficacia de la labor de control ejercida por parte de la administración pública.
- Brindar seguridad jurídica en todo lo relacionado con administrativo debido a que administraciones particulares se mantendrán informados sobre el estado

en el que se encuentran los trámites, el plazo de estos y ante quine dirigirse para realizar las impugnaciones.

Asimismo, muchos organismos e instituciones se encuentran obligados a realizar el TUPA para la realización de algún proyecto puesto en carpeta, es el caso de:

- El poder ejecutivo junto con los ministerios y organismos públicos descentralizados.
- Poder Judicial
- Poder legislativo
- Gobiernos locales
- Gobiernos regionales
- Organismos reconocidos como autónomos por parte de la constitución política peruana y las leyes.
- Entidades, organismos, programas y proyectos.
- Personas jurídicas bajo régimen privado que ejercen funciones administrativas o realizan la prestación de servicios públicos.

Con respecto al contenido del TUPA a presentar, este debe contener los siguientes detalles dentro de su contenido:

- Descripción taxativa y clara de todos los requerimientos que se exigen para poder realizar completamente cada procedimiento.
- Calificación correspondiente a cada procedimiento de acuerdo a donde corresponda entre los procedimientos de evaluación previa y los de aprobación automática.
- Si correspondiese a los procedimientos de evaluación previa detallar si este es de silencio administrativo aplicable negativo o positivo.
- Los supuestos en que procede el pago de derechos de tramitación indicando el monto pagado y la forma en que se ha efectuado el pago. El monto de derechos será expresado con relación a la UIT publicándose en entidades en moneda de curso legal.
- Las vías de recepción optimar para los accesos correspondientes a los procedimientos detallados dentro del TUPA.

- La autoridad correspondiente para la resolución en cada instancia presente en el procedimiento, así como los recursos a interponerse para el acceso a esta.
- Los formularios utilizados durante el tiempo en que se realizó la tramitación del procedimiento administrativo.
- Inclusión de los servicios que se prestaron exclusivamente por la entidad que presente el TUPA.

Mientras tanto, la aprobación del TUPA se da mediante la autorización dada tanto por el Decreto Supremo del sector, la norma de máximo nivel correspondiente a autoridades regionales, ordenanza municipal o por la resolución del titular del organismo reconocido como autónomo por parte de la Constitución Política, de acuerdo con el nivel de gobierno correspondiente (Congreso de la Republica, 2015).

### **Permisos vía FUIIT**

Las siglas corresponden a la denominación de “Formulario Único de Instalación de Infraestructura de Telecomunicaciones” y se define como aquel documento en el que se solicita la autorización y adecuación correspondiente para la proyección de infraestructura de telecomunicaciones.

Este documento debe ser llenado y suscrito por parte del solicitante, o también, por su representante legal y se dirige hacia la entidad correspondiente conteniendo la solicitud para la obtención de la autorización necesaria (el FUIIT se encuentra contemplado en el Anexo I del Decreto Supremo N° 003-2015-MTC).

Con respecto al trámite realizado hacia las entidades de la administración pública, esta es iniciada mediante la presentación del FUIIT junto con los requerimientos que se le notifica de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 y 6 de la presente ordenanza.

La aprobación del FUIIT será establecido solo si este se ha presentado respetando todos los requerimientos provistos dentro de los artículos ya mencionados sin que haya habido algún tipo de observación o cuando la presentación se haya dado después de subsanadas las observaciones.

Con respecto al tipo de fibra óptica empleado, este es el monomodo, el cual se caracteriza por tener solamente un modo de propagación el cual es mediante una

longitud de onda de luz dentro del núcleo de la fibra. Ello quiere decir que entre las diversas longitudes de onda de luz hay ausencia de interferencias y solapamientos los cuales si existieran podrían ocasionar distorsiones de datos que se transportan hacia grandes distancias, situación que ocurre sobre todo en el cable multimodo (BlackBox, 2019).

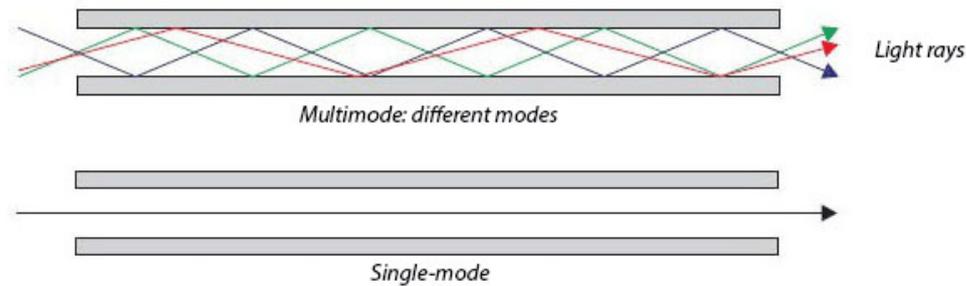


Figura 29 Modos de cables de fibra monomodo

Elaboración: BlacBox

Entre las características que presenta el cable monomodo se encuentra de que este posee un pequeño núcleo de vidrio que tienen un diámetro de entre 8 y 10 micras lo que lo hace menor en tamaño que el núcleo presente en un cable multimodo; asimismo, solo posee una ruta para el paso de la luz o también dicho modo de propagación. Debido a que posee solo una longitud de onda de luz en transmisión mediante el núcleo, la fibra presente en este cable realiza la realineación de la luz hacia el centro del núcleo de esta. Por lo general este tipo de cable presenta un color amarillo por lo que ello facilita mucho su identificación.

Tabla 7 Parámetros de rendimiento cable tipo monomodo

Tipo de cable	Longitud de onda	Atenuación máxima	Longitud de ancho de banda modal mínimo	Longitud de ancho de banda modal efectivo
Monomodo Interior-Exterior	1310 nm	0,5 dB/km	ND	ND
	1383 nm	0,5 dB/km	ND	ND
	1550 nm	0,5 dB/km	ND	ND
Monomodo Interiores	1310 nm	1,0 dB/km	ND	ND
	1383 nm	1,0 dB/km	ND	ND
	1550 nm	1,0 dB/km	ND	ND
Monomodo Exteriores	1310 nm	0,4 dB/km	ND	ND
	1383 nm	0,4 dB/km	ND	ND
	1550 nm	0,4 dB/km	ND	ND

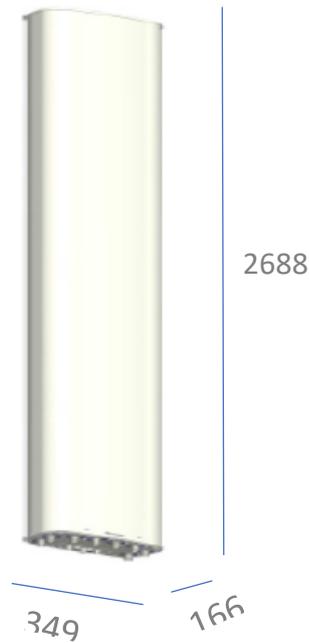
Elaboración: BlackBox

### 3.2.4.2. Soluciones de mayor capacidad:

Otro tipo de solución a implementar soluciones AWS es mediante soluciones (antenas en sitios existentes), este tipo de despliegue se caracterizó por las antenas 4T6S que fue inyección directa al AWS del site.

**Solución 4T2S;** es un tipo de antena que proporciona alta capacidad hasta 4 veces el TH actual del nodo utilizando RRU (Unidad de Radio Remoto) de doble banda de alta potencia, esto ocasiona que el usuario perciba una mejor navegación de internet. Este tipo de antenas es instalado en sitios existentes como antena adicional.

Físicamente la antena y la RRU tienen las siguientes dimensiones

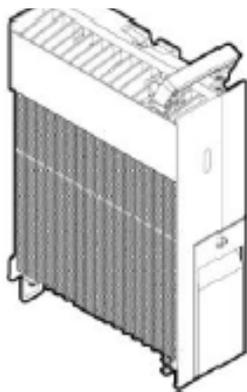


**Dimensiones:** 2688 x 349 x 166 mm

**Peso:** 32.5 Kg

Figura 30 Dimensiones de antena

Elaboración: Huawei



**RRU 3971 – AWS**

**Dimensiones:** 400 x 300 x 100

**Peso:** 15 Kg

Figura 31 Dimensiones de RRU

Elaboración: Huawei

Existe también un método rápido, de menos impacto, pero con menor ganancia, es conocido como la ampliación 4T4R

**Solución 4T4R;** se trata de una RRU adicional que se instala al costado del sector que se pretende ampliar, tiene una ganancia de aproximadamente 1.8 respecto al TH actual.

La implementación de cualquiera de las 2 soluciones trae consigo el incremento de la capacidad del nodo y por ende la mejora de la experiencia del usuario. Para ejemplificar mejor estas soluciones, supongamos que los indicadores de red muestran

que el nodo tiene un TH inferior a 2 Mbps, entonces se decide implementar una solución 4T6S, obteniendo al final un incremento de hasta 8 Mbps. Si el indicador TH es superior a 3.3 Mbps, se implementa solamente una solución 4T4R.

Este tipo de soluciones son implementadas en diferentes sites, con diferentes tipos de infraestructura, dependiendo la ubicación de la necesidad y las restricciones impuestas por las entidades del gobierno, por las municipalidades o por la oposición de pobladores.

Dependiendo de la criticidad de la zona se determina el tipo de solución a implementar, por ejemplo:

Si los Kpis muestran que el NodoB tiene un TH inferior a 2 Mb se implementa una solución 4T6S, por la ganancia que tiene.

Si los Kpis muestran que el NodoB tiene un TH superior a 3.3 Mb se implementa una solución 4T4R.

A continuación, detallaremos las estructuras más usuales implementadas en Perú, el tipo de estructura mimetizado depende de la ordenanza de cada municipalidad, siendo las más conocidas, tipo Radomo y tipo Tanque



### **Estructura tipo Tanque**

Instalado en azoteas con tamaños específicos y normados por el Ministerio de transporte y comunicaciones

Figura 32 Estructura tipo tanque.

Elaboración: ENTEL DEL PERÚ



Figura 33 Estructura tipo árbol.

Elaboración: ENTEL PERU

### **Estructura tipo árbol**

Instalado en avenidas principales y/o parques, se encuentran normados por el Ministerio de transporte y comunicaciones



Figura 34 Estructura tipo radomo.

Elaboración: ENTEL PERÚ

### **Estructura tipo Radomo:**

Instalado en avenidas principales y/o parques, se encuentran normados por el Ministerio de transporte y comunicaciones.

Este tipo de solución son más económicas que las de tipo árbol.

### 3.2.5. Desarrollo del proyecto:

Para el desarrollo del proyecto es necesario conocer lo mencionado previamente (Tipo de transporte, tipo de tecnología, tipo de estructura) porque de ello depende el éxito del proyecto.

La Vicepresidencia de Redes en ENTEL PERÚ trabaja los proyectos con la metodología Project Management Institute (PMI), se trabajan las 5 fases y los Project Manager intervienen desde la iniciación del proyecto hasta asegurar el cierre. También se está incursionando en manejar proyectos ágiles bajo la metodología SCRUM.

Los procedimientos basados en la gestión de proyecto son:

- a. **Iniciación:** La participación que tengo en este proceso es aterrizar el proyecto a un alto nivel en presupuesto y tiempo de ejecución basado en el juicio experto, el sponsor lleva a aprobación a un comité de Finanzas la inversión. Una vez aprobada se procede a la planificación del proyecto.

El siguiente cuadro muestra el presupuesto solicitado al área de finanzas para la implementación de las soluciones 4T6S Y 4T4R:

Tabla 8 Presupuesto solicitado.

Capacidad Plan	Cantidad	Costo/Unitario	Costo/Unitario	Total DOL	Total SOL
SERVICIO - Implementación de Nodos - 196 Sectores 4T6S - Implementación de Nodos	266	3,979.35	13,346.38	1,058,507.80	3,550,137.00
SERVICIO - Construcción de Sitios / Obras Civiles - 196 Sectores 4T6S - OCCC	266	3,159.28	11,023.97	840,369.60	2,932,375.00
SERVICIO - Construcción de Sitios / Obras Civiles - 196 Sectores 4T6S - OCCC - Energia	168	2,568.00	8,525.76	431,424.00	1,432,327.68
SERVICIO - Initial Tuning - RND + IT 196 Sectores 4T6S				-	-
HW 196 4T6S	266	7,929.30	26,325.27	2,109,193.63	7,002,522.86

SERVICIO - Implementación de Nodos - 778 sectores 4T4R	778	678.14	2,019.92	527,592.92	1,571,495.00
SERVICIO - Construcción de Sitios / Obras Civiles - 778 Sectores 4T4R - OCCC	10	12,626.54	41,920.10	126,265.36	419,201.00
SERVICIO - Initial Tuning - RND + IT 778 Sectores 4T4R	266	33.16	223.31	8,820.00	59,400.00
HW 196 4T4R	778	1,929.88	6,413.63	1,501,446.64	4,989,804.00
Hw Energía	1	390,047.84	2,222,538.00	390,047.84	2,222,538.00
				6,993,667.79	24,179,800.54

Elaboración: *la autora*

El sponsor inicia el estudio de capacidad 4G tomando en cuenta la distribución del tráfico pronosticada por el área de Planificación comercial y cómo este tráfico impacta en la velocidad de la red ENTEL PERÚ (nodos).

Tabla 9 Pronóstico de Tráfico y usuarios 4G

	unidad	Real Dic-18	ENE-19	FEB-19	MAR-19	ABR-19	MAY-19	Planificado Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
Usuarios (Personas + dispositivos)	Usuarios (milks)	7,034	8,052	8,294	8,203	8,000	8,024	8,026	8,032	7,981	8,019	8,100	8,251	8,498
MWatt - Datos	GB (000)	22,785	24,225	22,160	24,580	24,228	26,681	28,815	31,280	33,212	34,124	35,880	35,282	38,500

Con esta información se calcula la cantidad de nodos que requieren de una intervención de capacidad 4G para que se cumpla la Política de Calidad ENTEL PERÚ (3.3 Mbps a nivel de red Lima & Regiones y una dispersión menor al 10%).

El tipo de expansión a realizarse depende de la configuración actual del nodo y de su siguiente paso de expansión de acuerdo con la estrategia de expansión de capacidad 4G (Figura 35).

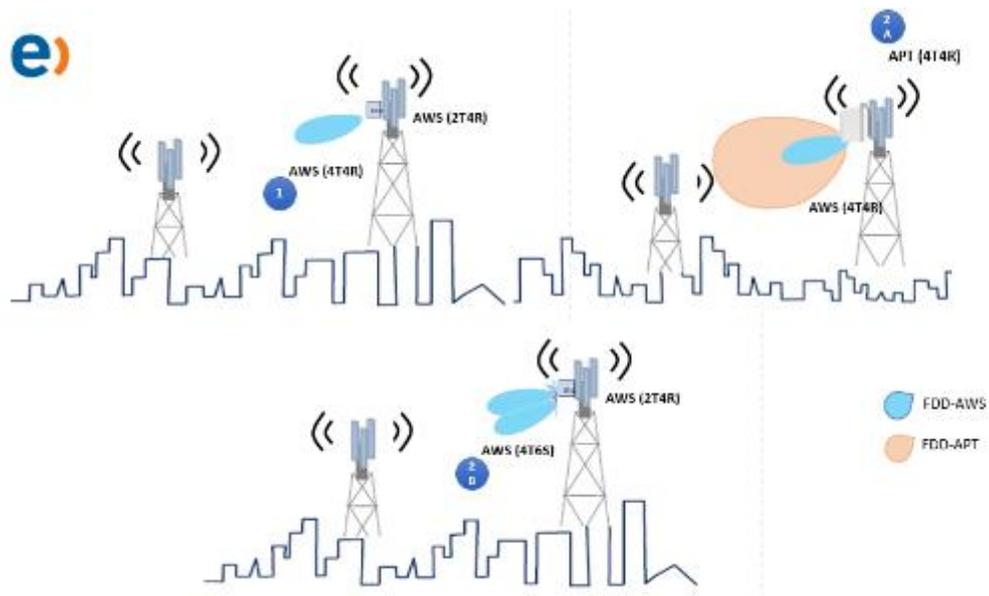


Figura 35 Estrategia de expansión de capacidad 2019.

Elaboración: ENTEL DEL PERÚ

Figura 1 - Muestra la inserción de una solución tipo 4T4R en la banda FDD AWS, usualmente en zonas donde se requiere un refuerzo de capacidad

Figura 2A - Muestra la inserción de una solución APT ( Banda 700) mas la instalación de un solución 4T4R, usualmente se usa este tipo de solución en zonas donde se requiere mayor penetración de señal indoor y refuerzo de calidad en zonas Outdoor

Figura 2B - Muestra la instalación de la antena 4T6S (4T2S), usualmente se usa esta solución cuando la zona requiere de mucha capacidad.

Finalmente, la ejecución del proyecto se da de manera reiterativa cada 4 meses, validando que las implementaciones hayan menguada la necesidad, si

no, se evalúa nuevamente la zona y se determina con que tipo de solución se debe reforzar.

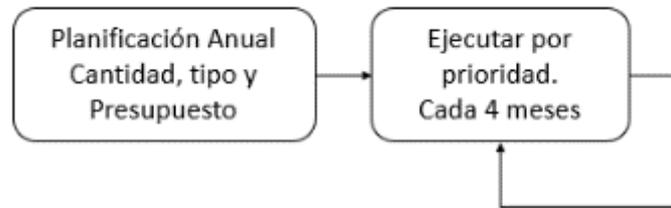


Figura 36 Estrategia de despliegue de capacidad 2019.  
Elaboración: la autora

b. **Planificación:** En esta fase se procede a detallar las actividades a realizar:

- Se arma el equipo de proyecto, para este caso se trabajó con un especialista dedicado al proyecto de cara área. Se trabajó con 9 personas especialistas.



Figura 37 Estructura equipo de proyecto.

Elaboración: la autora

- Se prepara mediante un análisis de ingeniería la lista de NodosB que requieren ampliar capacidad.
- Compra de equipamiento necesario para sostener el despliegue del proyecto.
- Se generan y/o se revisan los contratos que brindaran los servicios de implementación de nodos, adecuaciones de energía, adecuaciones de infraestructura.

- Se elabora la estructura de desglose del trabajo (EDT) manejado en el enfoque PMI como un desglose de trabajos que se debe desarrollar, dentro de cada bloque de trabajo se encuentran las tareas a detalle que debe desarrollar el equipo.

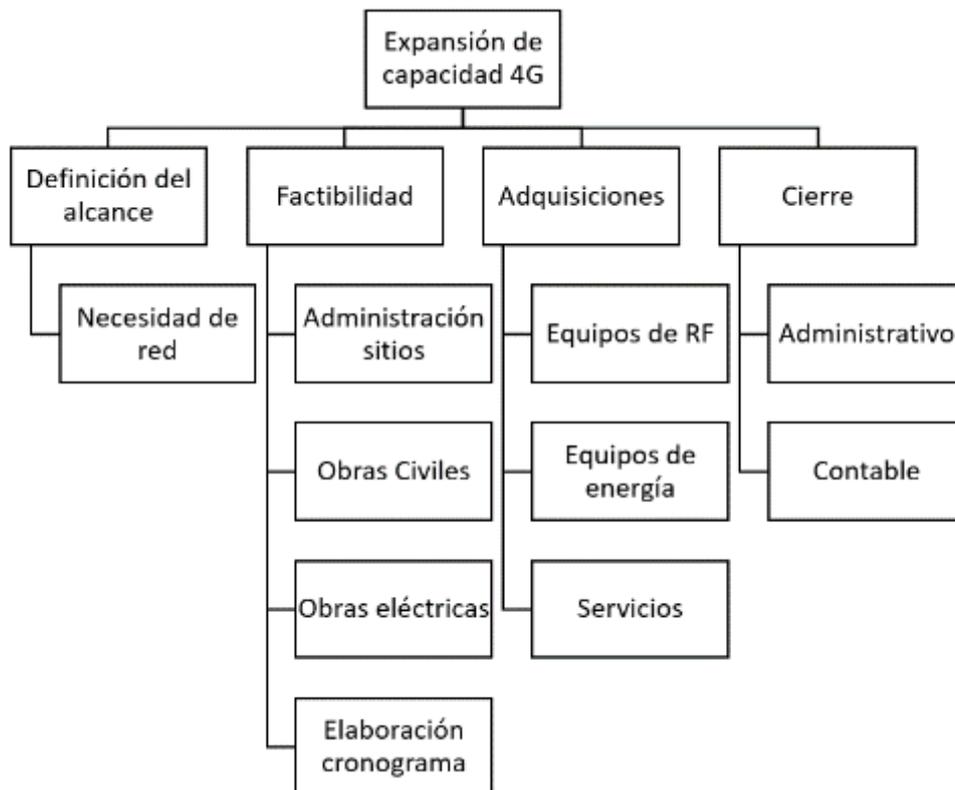


Figura 38 Estructura de desglose de trabajo.

Elaboración: la autora

- Una vez definidos los sitios a desplegar y al tratarse de sitios existentes se debe pasar una factibilidad técnica y contractual para garantizar una implementación exitosa, se detalla:
  - Administración de sitios: Se debe asegurar que la implementación se da sin riesgos contractuales y si los hay deben tratarse a tiempo para lograr la instalación en el site.

- Obras Civiles: Estructuralmente existen mayor trabajo, debido a que la antena tiene dimensiones más grandes que las antenas regulares, en tal sentido, el objetivo de esta actividad es dejar la infraestructura adecuada (Se hacen reforzamientos desde leves hasta agresivos) para la instalación de la antena (s).

Para ello es indispensable considerar el tipo de estructura que se tiene y respetar las dimensiones iniciales, si existe modificación es necesario realizar una actualización a la licencia obtenida al inicio del permiso por el funcionamiento del sitio.

- Energía: Se revisan 3 factores esenciales:
  - o La Capacidad en corriente continua (DC): normalmente se trabaja con una potencia de 12 KW a nivel de DC, si el análisis resulta que se consumirá mas de 12 Kw energía DC, se procede a gestionar la compra de gabinete si posterior a la llegada se realiza un swap de gabinete de energía a uno de mayor capacidad, normalmente el de 24 Kw.
  - o La capacidad en Corriente Alterna (AC): Normalmente esta capacidad viene desde el nacimiento del site, se normaliza 12 Kw, 20 Kw o 50 Kw, dependiendo el tipo de site. Si dentro del análisis se requiere Mayor potencia AC se realizan las solicitudes a la concesionaria eléctrica de la zona para incrementar la potencia y adecuar la acometida de energía.
  - o Autonomía del site: Por norma de ente, se debe mantener una autonomía de 4 hrs en el site frente aun corte de energía en la zona. Si la evaluación disminuye la autonomía, se gestiona la compra de baterías de litio y se procede a la instalación.
- Se genera la primera línea base de todo el despliegue del proyecto y se establecen los hitos principales del proyecto.

- Se genera la primera línea base de presupuesto para mapear la correcta ejecución presupuestal.

c. **Ejecución:** Dentro de esta fase se desarrollan las siguientes actividades:

- Se realizan todas las adecuaciones necesarias tanto de energía e infraestructura.
- Se constata que el sitio está listo para implementar y se procede a la implementación de la antena adicional que nos brindará la capacidad.

Cuando todas las áreas relevantes en el proyecto han dado su validación se procede a la instalación de la antena y a su integración.

Las apariencias físicas de los equipos luego de la instalación son los siguientes.

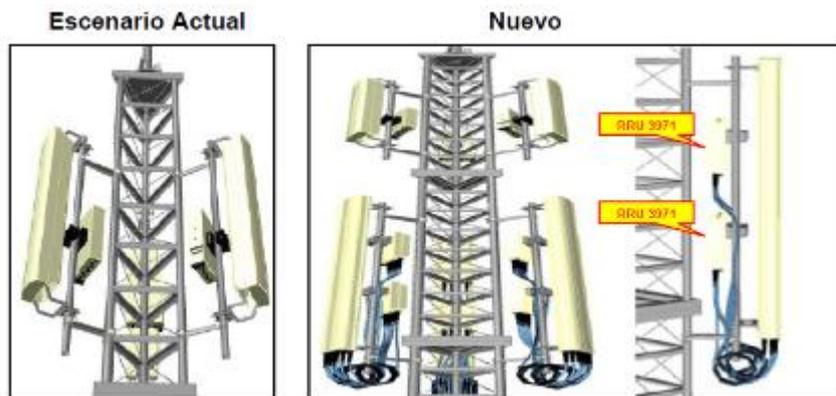


Figura 39 Apariencias físicas de equipos.

Elaboración: la autora

En el gráfico se muestra el escenario actual que son las antenas regulares llamadas GUL por las tecnologías que traen consigo GSM (2G), UMTS (3G) y LTE (4G) y al lado derecho se muestra como se instalan las antenas 4T2S.

En el año 2018 se implementaron más de 1000 soluciones 4T6S y más de 500 soluciones 4T4R que incrementaron el indicador de TH de la red de nodos a 7 Mb en promedio y por consecuencia mejoraron la experiencia del usuario.

En el año 2019 se reflejó el mismo esfuerzo, habilitando 250 4T6S, 972 soluciones 4T4R y otras soluciones mixtas.

A continuación, mostramos el despliegue mensual realizado:

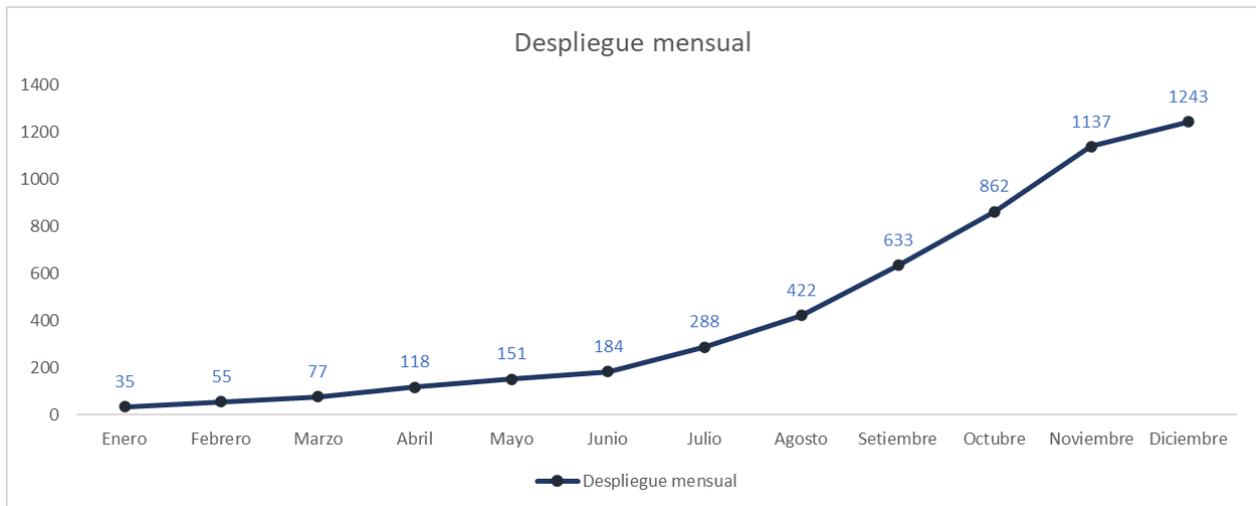


Figura 40 Despliegue Mensual 2019.

Elaboración: la autora

El siguiente cuadro refleja el tipo de soluciones implementadas

Tabla 10 Soluciones implementadas

Soluciones desplegadas	Cantidad
4T4R	972
4T6S	250
APT	7

APT Capacidad	4
4T6S+APT	5
APT-4T	5
Total	1243

Elaboración: la autora

- Nótese que los despliegues con soluciones APT no fueron contempladas dentro del proyecto, el área de Ingeniería obtuvo eficiencias en otros proyectos y dispuso del equipamiento para el despliegue

Los Departamentos donde se necesitó la ampliación de capacidad:

Tabla 11 Departamentos que requieren de ampliacion de capacidad

Departamento	Total
Lima	768
Ica	71
La Libertad	69
Junín	60
Arequipa	54
Piura	49
Ancash	34
Lambayeque	29
Loreto	29
Huánuco	27
Cajamarca	10
Pasco	10
Puno	10
Cusco	8
Amazonas	5
Tacna	3
Ayacucho	2
San Martin	2
Apurímac	1
Moquegua	1
Tumbes	1
Total general	1243

Elaboración: la autora

Si ampliamos los distritos en el departamento de Lima de mayor impacto:

Tabla 12 Distritos de mayor impacto

Distrito	Total
San Juan De Lurigancho	71
Villa El Salvador	56
Lima	46
San Martin De Porres	44
Comas	42
Los Olivos	41
Ate	38
La Victoria	35
Villa Maria Del Triunfo	35
Independencia	29
San Juan De Miraflores	29
Ventanilla	29
Callao	27
Puente Piedra	23
Carabaylo	21

Elaboración: la autora

Notamos que los distritos con mayor crecimiento de capacidad se encuentran fuera de Lima metropolitana, sin embargo, en el 2021 se observó que muchos de estos distritos no permiten el crecimiento de N° de antenas en su distrito, a continuación, una pequeña estadística basada en el despliegue de sitios nuevos 2021 en Lima

## DESPLIEGUE LIMA

■ Moderado ■ Alta Dificultad

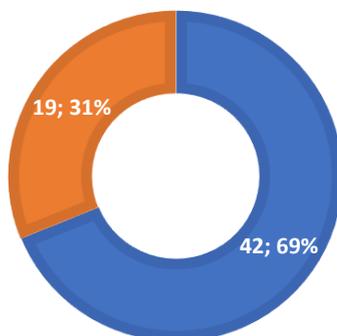


Figura 41 Despliegue en Lima.

Elaboración: *la autora*

Tabla 13 Niveles de contingencia

Nivel de contingencia	Total
Moderado	42
Alta Dificultad	19
<b>Total general</b>	<b>61</b>

Elaboración: la autora

Otro punto importante, es la cantidad de sitios que no se pudo incluir en el incremento de capacidad debido a los diversos problemas de aspecto social, limitaciones a nivel de capacidad en las redes eléctricas de la zona y/o pagos adicionales gasto operativo por coubicacion en una Torrera esto impidió la instalación de los equipos necesarios.

A continuación el detalle:

Tabla 14 Limitaciones para el incremento de la capacidad

Motivo	Soluciones			Total general
	4T4R	4T6S	Mixta	
Contingencia	12	14	2	28
Energia	69	46	2	117
Infraestructura	2	10	0	12
Opex adicional	6	40	8	54
Activo	955	228	60	1243

Total general	1044	338	72	1454
---------------	------	-----	----	------

Elaboración: la autora

Nótese que de 1454 se logró instalar el 85% de la necesidad, 211 solicitudes tuvieron restricción.

Como consecuencia los usuarios que residen en dichas zonas notaron degradaciones del servicio y por ende una percepción negativa en la experiencia del usuario.

Asimismo, las exigencias municipales son muy estrictas y si la zona de despliegue se encuentra ubicada en una zona rígida o monumental la gestión puede durar años.

**d. Monitoreo posterior a la implementación:**

Validación de Indicadores, posterior a la instalación se hace una revisión de los principales indicadores para constatar que efectivamente se haya incrementado la capacidad de la zona y que cumplan con la política de calidad proporcionado por la empresa.

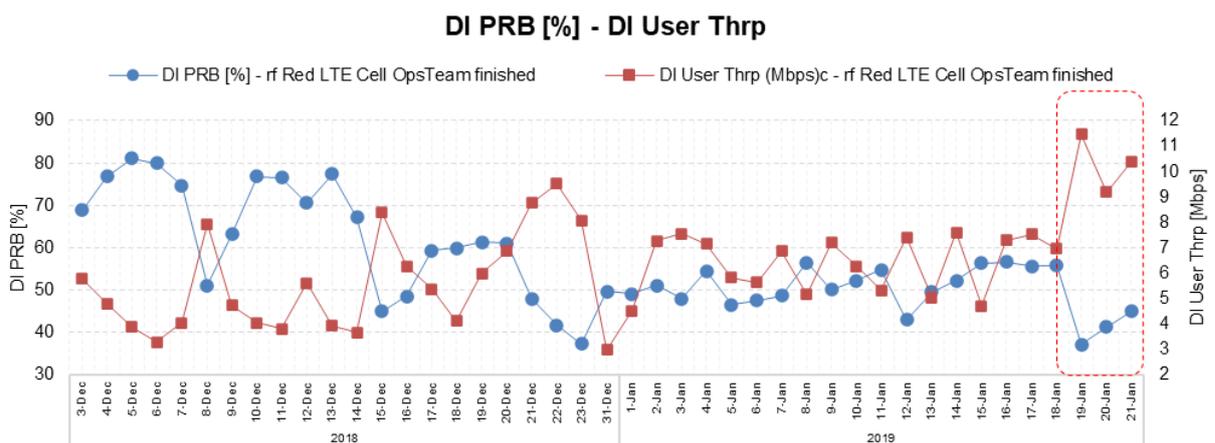


Figura 42 Indicador de PRB.

Elaboración: ENTEL PERÚ

En la gráfica de muestra uno de los principales indicadores como es el PRB, la interpretación es la siguiente:

Mientras el PRB se encuentre por encima del 30% se entiende que tiene problemas de capacidad en el nodoB o en la capacidad del transporte, mientras más bajo sea el PRB los niveles de capacidad serán buenos en el nodoB.

Otro indicador importante es el TH de red, para considerarse bueno debe estar por encima del 3.3 Mbps en promedio.

Una vez revisado los principales indicadores, si cumplen las condiciones y si aporta positivamente tal cual fue planificado se da por validado el nodoB y se procede al pase operativo.

Un ejemplo exitoso se dio en la provincia de Amazonas, donde se tenían indicadores por debajo de la política de calidad, se analizó la provincia y se determinó la cantidad de soluciones a implementar a fin de mejorar la experiencia del usuario, en la siguiente grafica se observa el incremento en el indicador de TH para esta provincia, asimismo se observa la nivelación a lo largo de las semanas, esto debido al trabajo de optimización que se realiza en la zona.

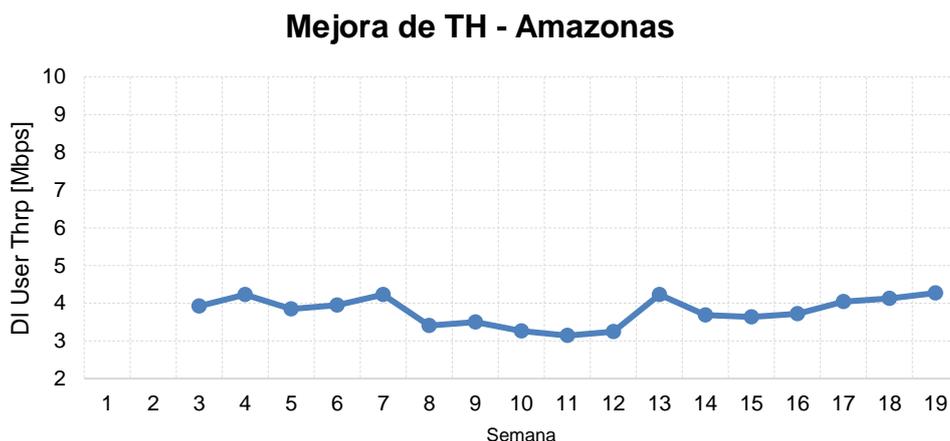


Figura 43 Mejora de TH.

Elaboración: *la autora*

Con el pase Operativo se da por concluido el ciclo de ejecución del proyecto y se inicia el ciclo de activación contable de todo el equipamiento instalado.

Finalmente, Se cumplieron los objetivos del proyecto

- Si bien la cantidad de celdas Fuera de Umbral crecieron (1726), el throughput de red se controló a 5.02 Mbps manteniéndose dentro de las pólizas de calidad planificadas
- Celdas reincidentes: reflejan las celdas que pese a haberse ingresado una solución, vuelven a incumplir la política de calidad, Los motivos pueden ser varios, como, instalación solo de solución paliativa, solución definitiva no se logró instalar por ser mas demandante en espacio, energía o iniciar contingencia vecinal
- Celdas Nuevas: Es la identificación de celdas que ingresan al control y monitoreo, para instalar solución nueva.
- Celdas FU<2Mbps: Son celdas críticas donde la experiencia del usuario es mala dado que se mantienen en menor a 2 Mbps. No se logra mejorar debido a problemas por contingencia vecinal, energía.

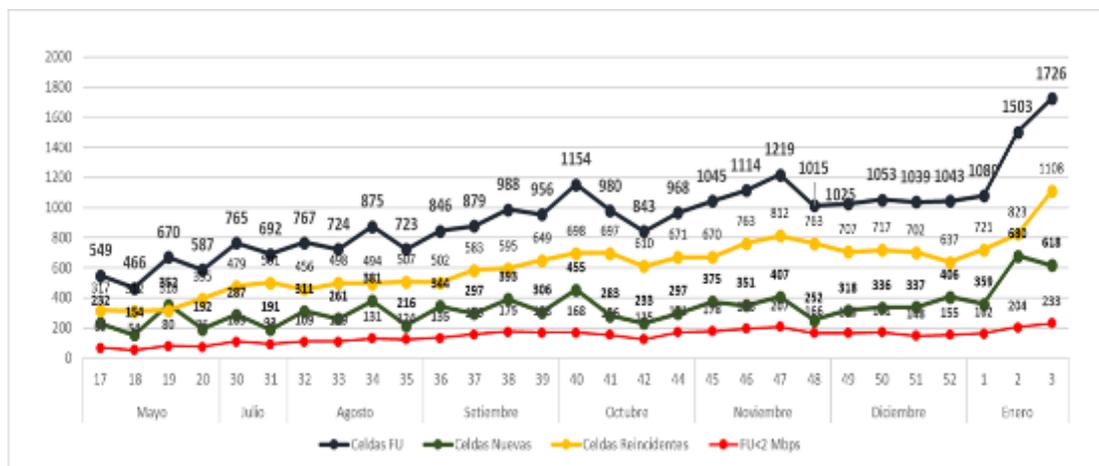


Figura 44 Celdas pertenecientes al objetivo del proyecto.

Elaboración: la autora

- e. **Cierre:** Dentro de esta fase se desarrollan las siguientes actividades:

Activación contable: La activación en los libros contables de la empresa nos sirve para capitalizar toda la inversión realizada por la empresa, en ese

sentido, se hace la verificación de todos los números de serie de equipamiento activo, se asocia a los números de órdenes de compra y se asocia al sitio donde se instalaron, de tal manera que el equipo de contabilidad tenga la valorización anual de todos los sites intervenidos en todos los proyectos de la empresa.

A continuación se muestra la ejecución de presupuesto expresado en Millones



Figura 45 Ejecución del presupuesto.

Elaboración: la autora

Tabla 15 Presupuesto por mes

Descripción	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Ene-20	Feb-20
Ejecutado Real	665,000	1,958,338	4,265,752	6,902,279	10,673,920	16,731,749	17,530,764	18,960,946	21,714,196	22,712,855	23,457,041

Elaboración: la autora

En el despliegue solo 2019 se invirtió 23.4 Millones de soles, el cual tuvo que ser capitalizado a las áreas contables

Una vez concluida esta actividad se culmina el cierre administrativo dándose por terminado el proyecto

## **CAPÍTULO IV**

### **REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA**

#### **a.- En el aspecto laboral**

Entre los logros más resaltantes que he tenido son:

- El reconocimiento de liderazgo del equipo de trabajo. La empresa catalogó este proyecto como uno de los más importantes y retadores por su impacto en la experiencia del usuario y sin margen de error. Por ello, la empresa decidió gestionarlo con un grupo dedicado (War Room), que es la agrupación de trabajadores de cada especialidad a fin de acortar los tiempos de respuesta. Para que esto funcione se empleó el liderazgo democrático para que los integrantes del equipo sientan confianza y que son un aporte valioso.
- La toma de decisiones, dependiendo la situación o momento del proyecto, también se aplicó el liderazgo autocrático. Este tipo de liderazgo se aplicaba cuando se tenía que tomar una decisión importante, rápida y mayormente en incertidumbre con el fin de encaminar y/o redireccionar al equipo, o cuando se presentaban las restricciones en el proyecto.
- Cumplir los objetivos del proyecto, en el alcance indicado, en el tiempo específico, bajo el presupuesto estimado, cumpliendo el objetivo y el éxito del proyecto.

## **b.- En el aspecto de su formación académica:**

Con respecto a la formación académica puedo resaltar lo siguiente:

- Pude desarrollar y ejecutar los conocimientos adquiridos en las clases de Telecomunicaciones, demostrando su aplicación e importancia en el beneficio de nuestra sociedad.
- Pude complementar los conocimientos adquiridos en mi etapa universitaria con los adquiridos en mi etapa profesional en el área de desarrollo de las tecnologías móviles, específicamente el despliegue de 4G para la mejora de la capacidad de la red. Esta experiencia trajo consigo un aprendizaje dado que mediante estadísticas se pueden determinar que zonas requieren mejorar la experiencia del usuario. Así mismo, al momento de aplicar la solución constataba que efectivamente el esfuerzo empleado dio los resultados esperados
- Asimismo, mis experiencias previas en diversas áreas tales como el de energía o infraestructura aportó positivamente en el desenvolvimiento y gestión del proyecto

## **c.- En el aspecto personal**

- Desarrollé el Networking social con compañeros de vasta experiencia en el campo de las telecomunicaciones. Asimismo, me permitió conocer los otros campos necesarios para que exista viabilidad, tales como temas de energía, construcción, temas contractuales (normas técnicas, resolución ministerial para desplegar)
- Desarrollé habilidades blandas con el fin de aplicarlas para mejorar el desempeño y desarrollo del equipo. Dada la criticidad y visibilidad a nivel ejecutivo del proyecto, el equipo de trabajo sufrió de mucha presión y estrés. Por ello, un factor clave para mantener el enfoque en el objetivo del proyecto fue la aplicación de técnicas o tácticas para mejorar las habilidades blandas

del equipo. tales como la gestión de conflictos, habilidades de comunicación, etc.

## **2. Señale las limitaciones que tuvo en el desempeño como trabajador:**

### **a.- En el aspecto laboral**

- Al inicio se presentó reticencia de los integrantes del equipo frente a los cambios. Una de las características del proyecto fue el cambio de alcance, esto provocaba estrés en los recursos y reticencia para adoptar los nuevos cambios. Esta acción impactaba directamente sobre el cronograma planteado, lo cual obligaba a un trabajo extra para la recuperación.
- Manejar ideas disruptivas. Como en todo proyecto existen riesgos internos, externos, exógenos que genera incertidumbre sobre el cumplimiento del objetivo. Al inicio no se manejaban opciones para la resolución de conflictos, solo se ceñían a los procesos establecidos. Romper ese esquema de trabajo tomo algún tiempo, pero al final nos adaptamos y fue beneficioso para el proyecto.

### **b.- En el aspecto de su formación académica**

- Tuve la oportunidad de actualizarme sobre las nuevas tecnologías que ingresaron al mercado 3G, 4G, el entendimiento de funcionamiento y su integración con la red existente.
- Adquirí nuevos conocimientos sobre las normas técnicas y gestión de permisos a nivel ministerial necesarias para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

### **c.- En el aspecto personal**

- Por la complejidad del proyecto las horas hombre empleadas para el proyecto se elevaron hasta jornadas de 10 horas diarias, lo que limito mi continuidad en mi desarrollo académico.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones que podemos extraer del informe son:

1. La necesidad de la sociedad en las telecomunicaciones se vuelve cada vez más exigente. La población tiene mayor necesidad de estar interconectados y actualizados, por ello las telecomunicaciones contribuyen al desarrollo social junto con la mejora de la calidad de vida de la población.
2. Los operadores móviles juegan un papel muy importante en la sociedad, permiten al usuario tener diversidad de opciones para acceder a los servicios de telecomunicaciones con fines de desarrollo
3. La necesidad y las demandas de la sociedad por los servicios de telecomunicaciones son el catalizador de las empresas operadoras para realizar incrementos de la cobertura de sus servicios en la sociedad. ya sea a través de la mejora de cobertura, mejora de la capacidad de datos o ingresar en nuevos mercados. Este análisis permite identificar las zonas que requieran algún tipo de mejora y junto con las soluciones de ingeniería (diseño y selección del tipo de equipamiento) permiten hacer ampliaciones de capacidad que ayuden al usuario a tener una mejor experiencia en el servicio de telecomunicaciones.
4. La operatividad juega también un papel importante ya que tienen como rol principal mantener el buen funcionamiento de las estructuras en las redes. Por ello es importante y clave que las áreas de energía e infraestructura soporten, mantengan y optimicen la red desplegada para mantener la operatividad de los sitios y el servicio a los clientes.
5. La gestión de proyectos juega también un rol importante, permite controlar los avances del alcance tanto en la planificación como en la ejecución real, pudiendo evidenciar las desviaciones y tomar acciones para las correcciones.
6. Para el desarrollo de un proyecto tan desafiante, es importante considerar un buen clima de trabajo que permita al equipo, mantenerlos motivados y enfocados en el objetivo del proyecto. Esta es una actividad constante que requiere de enfoque y aplicación de herramientas.
7. Es importante disminuir el porcentaje de sitios con negativas de intervención por parte de los gobiernos municipales u otros agentes externos, así como la

disminución de los tiempos de gestión de autorizaciones para estos trabajos con el fin de cubrir las zonas con nodos de bajo desempeño en capacidad, de lo contrario ocasionaría un impacto negativo en el objetivo de ampliar y/o mejorar el servicio de datos y accesibilidad a la red.

8. Las instituciones públicas locales, regionales no promueven y comunican lo suficiente a los ciudadanos de su localidad sobre las bondades y beneficios de la ampliación de la infraestructura de telecomunicaciones. Esto genera incertidumbre en la población que se traduce en temor y protestas ante cualquier las iniciativas de las operadoras privadas.
9. Las normas o marcos normativos de las instituciones públicas encargadas de supervisar y promover las telecomunicaciones no se encuentran, en su mayoría, actualizadas acorde con la evolución tecnológica o no reflejan totalmente la realidad de la sociedad. Un ejemplo de ello son las ordenanzas municipales que prohíben el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones si no se tiene la certeza que estas no producen efectos dañinos en la salud o en su defecto las trabas burocráticas de estas entidades generan una barrera administrativa que desincentiva.
10. El Estado, a través de su organismo de salud y Ministerio de Transporte y Comunicaciones, no han realizado las acciones suficientes en conjunto enfocadas a informar o aclarar que las señales emitidas por la infraestructura de telecomunicaciones no producen daños a la salud, dejando un vacío que es aprovechado por la desinformación y/o especulación de intereses particulares.
11. Hace falta una articulación y/o iniciativa que recopile las necesidades particulares de telecomunicaciones de las localidades a fin de integrarlas y buscar soluciones transversales, de ser posible, con la participación de los interesados claves – privados y gobierno.
12. Existen muy pocas iniciativas entre instituciones públicas y privadas orientadas a cerrar la brecha en las telecomunicaciones. Actualmente, tenemos pocos, pero claros ejemplos de iniciativas en conjunto con buenos resultados como el de canje de pago de impuestos respecto al uso de las bandas asignadas a cada operador por incremento de infraestructura de telecomunicaciones en centros poblados de interés social.

13. Hace falta un mecanismo de comunicación que albergue y disponibilice de manera amigable la información pertinente e importante relacionadas al sector de las telecomunicaciones a fin de desmitificar o aclarar las especulaciones que se han generado por los despliegues de infraestructura. En todo el Perú tenemos varias alarmas sociales generadas a raíz de la desinformación de los despliegues.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden dar son:

1. Frente a una mala señal de cobertura o capacidad los usuarios El estado debe promover y desarrollar un marco normativo a nivel nacional con un adecuado sustento técnico, elaborado entre el público y privado, que proteja, alienten y faciliten las acciones de despliegue de las operadoras. Este marco debe incluir el pedido de información innecesaria o excesiva, plazos adecuados, una clara demarcación entre los requisitos para infraestructura nueva y la existente, recursos de apelación posibles, etc.
2. De la mano con el Ministerio de Salud, los entes reguladores de las telecomunicaciones deben realizar seguimientos a las evoluciones tecnológicas, medir el impacto en la salud de la población y difundir los hallazgos a través de las plataformas de comunicación hacia los interesados y población para minimizar o evitar cualquier desinformación e incertidumbre que alarme a la sociedad.
3. Asimismo, y no menos importante, el Estado debe ser asertivo y empático con la sociedad al momento de comunicar los beneficios y bondades de estas para evitar o mitigar los riesgos asociados a la incertidumbre de los avances tecnológicos. Una buena idea sería establecer unas plataformas comunes entre todos los interesados para informar a la sociedad, realizar charlas que informen a los representantes municipales y vecinos sobre todo lo concerniente a los despliegues.

4. El Estado y/o las instituciones públicas locales no solo deben promover las inversiones en telecomunicaciones con el fin de disminuir la brecha en telecomunicaciones, sino que estas deben ir de la mano con un grupo de iniciativas complementarias y propias de cada centro poblado que recojan las características locales y que apunten a mejorar la calidad de los servicios públicos como privados.
5. El Estado debe coordinar y articular constantemente con el sector privado acciones que permitan converger las necesidades de la sociedad con los intereses privados, por ejemplo, a través de iniciativas de obras por impuestos, asociaciones público-privadas o promover el uso de los espacios públicos o similares con el fin de canalizar de manera óptima los esfuerzos y con un enfoque de eficiencia que suele caracterizar a las instituciones privadas.
6. Difundir las evidencias científicas o informes de instituciones privadas, estatales o similares de prestigio que demuestren lo inofensivo que son las ondas electromagnéticas con el fin de eliminar las normas que prohíben el despliegue de infraestructura en diversos lugares especialmente los restringidos como colegios, etc. (y de ser necesario reforzar la mimetización) y acercar estos servicios a instituciones de interés social y del privado.
7. Frente a una mala señal de cobertura o capacidad los usuarios deben tener la facilidad, disponibilidad y acceso a mecanismos provistos por el estado y/o privados donde puedan reportar problemas que presenten en su servicio a fin de que el ente regulador exija a los operadores móviles buenos niveles de conexión
8. Mantener la operatividad de la infraestructura es una buena práctica que debe regularse en todas las operadoras de Perú.
9. Manejar diversas opciones o técnicas que permitan reducir el impacto visual de las antenas en zonas monumentales.
10. Explotar la infraestructura existente de otros operadores a fin de realizar compartición de antenas o coubicación en la misma infraestructura y así evitar la construcción de nuevos sites y permisos ante autoridades locales.
11. En lugares con difícil acceso y/o restricciones del ministerio de cultura, se debe contemplar la explotación de soluciones de baja altura y flexibilizar o suprimir

las exigencias administrativas de los municipios locales o regionales con el fin de mejorar la capacidad de la zona y por ende la experiencia del usuario.

12. Manejar este tipo de despliegues bajo el enfoque PMI y/o metodologías ágiles tipo Scrum que permite monitorear las restricciones más importantes del proyecto bajo un presupuesto específico, un tiempo limitado y realizar las correcciones oportunas para cumplir el objetivo.
13. Se debe repotenciar el artículo 9º, así como el artículo 40º de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipales, Ordenanza Reguladora De La Instalación Y Operación De Antenas, Estaciones De Base Radioeléctricas, Accesorios, Similares Para Prestación De Servicios De Telecomunicaciones De Telefonía Móvil. Pero no solo como reglamento, sino promover campañas de concientización a la población de la importancia que tiene estar conectados y de reducir la brecha de telecomunicaciones a nivel nacional., Para hacer esto realidad es necesario implementar nuevos sites de telecomunicaciones y/o instalar antenas que ayuden en la capacidad de la red.
14. PERUSMART (2015) Reforzar la campaña que promueve AFIN (Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional) donde lanzó un spot publicitario llamado “Sin antenas no hay comunicación” la cual es considerado como un spot que muestra simpleza pero posee buena efectividad, demostrando mediante distintas situaciones que aquello que marca las diferencias entre la vida y la muerte es una llamada telefónica, la misma que, mediante la situación presentada, no se da como se quiere debido a la presencia de una mala cobertura. Dentro de la campaña realizada se muestra publicidad hacia una página web (<http://www.masantenasperu.com/>) la cual posee en su contenido temas informativos en las que se presentan datos, estadísticas, registros, mitos y verdades y todo aquello relacionado con las necesidades de la población respecto a la instalación de nuevas antenas junto con las ventajas que estas producirían.

## GLOSARIO

15. **2G:** Perteneciente a la segunda generación, fue implementada a partir de la década de los 90's teniendo como funciones más importantes la capacidad para realizar llamadas (Por sobre el servicio de datos) y poder realizar el envío y recepción de mensajes de texto denominados como los clásicos "SMS".
16. **3G:** Refiere a la tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil también conocido como UMTS
17. **4G:** Refiere a la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil
18. **AAU: Active Antena Unit** refiere Antena activa que se instalan en los sites para cubrir la zona.
19. **AWS: Advanced Wireless Services** Refiere a la banda que se usa para el despliegue de redes móviles LTE
20. **AC: Alternating Current** refiere flujo eléctrico se da en dos sentidos, alternando uno y otro ( de uso comercial)
21. **BBU: Base Band Unit** refiere a la banda base se refiere al rango de frecuencia original de una señal de transmisión antes de ser modulada.
22. **BCX: Best Customer Experience**, refiere a la principal herramienta de Marketing sobre experiencia de cliente a nivel Iberoamérica
23. **CAPEX:** Refiere a inversiones de capital que crean beneficios, una empresa invierte en la compra de un activo fijo o para añadir valor a un activo fijo.
24. **FO: Fiber Optic** refiere al medio de transmisión de datos utilizado principalmente en telecomunicaciones.

25. **GSM: Global System for Mobile** Empleado durante el principio del siglo XX, se le conoce también como 2G y hace referencia a la evolución de las comunicaciones digitales hacia las analógicas.
26. **Greenfield:** Refiere a las construcciones realizadas en zonas en las que no se han establecido aun construcciones por lo que es innecesario realizar remodelaciones, demoliciones, mantenimientos o adaptaciones de estructuras para iniciar la construcción del nuevo proyecto.
27. **GND: Ground** refiere a una conexión a tierra del chasis es un enlace entre diferentes partes metálicas de una máquina para garantizar una conexión eléctrica entre ellas
28. **GUL:** refiere al acrónimo que se le da a la unión de las 3 tecnologías 2G (GSM), 3G (UMTS), 4G (LTE), normalmente instalado en un mismo site.
29. **HW: Hardware** componentes físicos y tangibles correspondientes a un sistema informático como por ejemplo los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos.
30. **KPI: Key Performance Indicator** refiere a aquel medidor de desempeño con el que se puede medir el rendimiento que está llevando un proceso.
31. **Kw: Kilovatio** refiere a la Unidad que se utiliza para medir potencia eléctrica
32. **LTE: Long Term Evolution** refiere al estándar para comunicaciones inalámbricas de transmisión de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos
33. **MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones** órgano correspondiente al estado peruano que tiene por finalidad dar un ordenamiento territorial racional con respecto a las áreas de producción, mercados y centros poblados mediante la promoción y regulación de la infraestructura de transportes y comunicaciones.
34. **MUFA:** Cierre de empalme de Fibra óptica para proteger los puntos de fusión de la fibra óptica.
35. **NodeB:** refiere al equipo de telecomunicaciones en particular las redes de comunicación móvil de acceso.
36. **OCC:** Refiere al acrónimo denominado a las Obras civiles a desarrollarse en lo sites de telecomunicaciones.

37. **OOEE:** Refiere al acrónimo denominado a las Obras eléctricas a desarrollarse en lo sites de telecomunicaciones.
38. **PRB: Physical Resource Block** refiere al mínimo elemento de información que puede ser asignado por el NodeB a un terminal móvil.
39. **Políticas de Calidad:** refiere a un conjunto de KPIS (indicadores de red) que deben ser cumplidos por la Red y que reflejan la calidad de la experiencia que las telecomunicaciones puede darle al cliente.
40. **Project Management Institute (PMI):** Refiere a una organización de morigen estadounidense en donde se asocian profesionales involucrados en la Gestión de proyectos.
41. **Radio Frequency (RF):** refiere al espectro electromagnético que se utilizan en las radiocomunicaciones.
42. **Radomo:** refiere al hallazgo de una antena la cual recibirá protección para evitar afecciones hacia sus propiedades electromagnéticas.
43. **Remote Radio Unit (RRU):** refiere a un sistema en la estación que puede ser configurado con la base band unit (BBU) de manera física.
44. **Rooftop:** refiere a las construcciones que se realizan sobre un área existente (edificios, domicilios) para el desarrollo de un proyecto.
45. **SCRUM:** refiere al trabajo en equipo con la finalidad de establecer un software óptimo. Comprende el proceso para aplicar de forma regular el conjunto de prácticas adecuadas para el trabajo colaborativo con el fin de generar el mejor resultado.
46. **Site:** refiere al cuarto de telecomunicaciones donde se instalan los equipos de Radiofrecuencia y energía para poner en servicio una estación.
47. **Throughput (TH):** refiere a la tasa promedio de éxito en la entrega de un mensaje sobre un canal de comunicación. Este dato puede ser entregado sobre un enlace físico o lógico, o a través de un cierto nodo de la red.
48. **Universal Mobile Telecommunications System (UMTS):** refiere a la tecnología de telecomunicaciones usada por los móviles de tercera generación.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Blasco, L. (2016, September 5). *Cuáles son las diferencias entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G y esas otras redes a las que se conecta tu celular (y cómo te afectan tu conexión a internet)* - BBC News Mundo.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37247130>

Congreso de la Republica. (2015). Ley N° 29904 - Ley de Promocion de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica. *El Peruano*, 1–12.

GSMA. (2016). *La banda AWS se consolidó como 4G de capacidad para las ciudades*. <https://www.gsma.com/latinamerica/es/banda-aws-se-consolido-como-4g/>

LTE. (2009). *LTE o La Cuarta Generación (4G) De Comunicaciones Móviles*. 9–34.

Marín, J., Barragán, X., & Zaballos, A. (2014). *Informe sobre la situación de conectividad de Internet y banda ancha en Colombia*. 1–105.

More, J., & Argandoña, D. (2019). *Estado del espectro radioeléctrico en el Perú y recomendaciones para promover su uso*. 121.

More, J., & Argandoña, D. (2020). *Las redes de transporte de fibra óptica , microondas y satelital y su rol para promover la expansión de la cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones*. 53.

MTC. (2011). Plan nacional para el desarrollo de la banda ancha en el Perú. *Gobierno Del Perú*, 241.

MTC. (2012). Topes a la asignación del espectro radioeléctrico para prestar servicios públicos móviles. *El Peruano - Diario Oficial, R.M. N° 01*.

Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Las comunicaciones móviles y el desarrollo socioeconómico: Una perspectiva latinoamericana | Naciones Unidas*.

Osiptel. (2021a). *Ranking de calidad movil en distritos*. <http://www.quepasa.cl/articulo/actualidad/2015/12/ranking-de-calidad-de-alumnos.shtml/>

Osiptel. (2021b). *Reporte estadístico septiembre 2021 N°6*. 5–8.

Pacheco, L. (2021). *Nuevos desafíos en el monitoreo de la calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones en el Perú*.

## **Hemerográficas**

Karlos Perú. (2019). *Cuales son las bandas 2G, 3G y 4G que se usan en Perú*. <https://www.karlosperu.com/cuales-son-las-bandas-2g-3g-y-4g-que-se-usan-en-peru/>

BlackBox. (2019). *Cable de fibra óptica multimodo vs. monomodo*. <https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/28535/Recursos/Technical/black-box-explica/Fibre-Optic-Cable/Cable-de-fibra-optica-multimodo-vs-monomodo>

Perusmart. (2015). *Lanzan campaña para concientizar sobre la importancia de las antenas de telefonía móvil*. <http://www.perusmart.com/lanzan-campana-para-concientizar-sobre-la-importancia-de-las-antenas-de-telefonía-movil/>

## **ANEXOS**



## Anexo 2. Modelo permiso vía FUIIT

<b>FORMATO FUIIT</b>	<b>FORMULARIO ÚNICO DE INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES</b>
<b>I. DATOS DEL SOLICITANTE</b>	
PERSONA NATURAL <input type="checkbox"/> PERSONA JURÍDICA <input type="checkbox"/>	
NOMBRES Y APELLIDOS/ DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL	
DOMICILIO LEGAL (AVENIDA / CALLE / JERÓN / PASAJE / N° / DEPARTAMENTO / MANZANA / LOTE / URBANIZACIÓN)	
DISTRITO	PROVINCIA
DEPARTAMENTO	
D.N.I.	C.P.E. <input type="checkbox"/> C.C.I. <input type="checkbox"/>
N° DE RUC	
TELÉFONO / FAX	CELULAR
CORREO ELECTRÓNICO	
REPRESENTANTE LEGAL (NOMBRES Y APELLIDOS)	
D.N.I.	C.P.E. <input type="checkbox"/> C.C.I. <input type="checkbox"/>
N° DE RUC	
<b>II. TIPO DE PROCEDIMIENTO SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES</b>	
<input type="checkbox"/> 2.1 Instalación de Estaciones de Radiocomunicación (ER) <input type="checkbox"/> 2.2 Instalación de Infraestructura de Telecomunicaciones distinta a una ER <input type="checkbox"/> 2.3 Adecuación de infraestructura de Telecomunicaciones	
<b>III. REQUISITOS GENERALES PARA LA APROBACIÓN AUTOMÁTICA</b> (deberá adjuntarse todos los anexos en hojas adicionales y su presentación completa es requisito indispensable para su evaluación).	
<b>FORMULARIO GRATUITO</b>	<b>NO SE ACEPTAN BORRONES NI ENMIENDADURAS</b>
3.1 Copia simple de la documentación que acredite las facultades de representación	Aplica <input type="checkbox"/> Cumple <input type="checkbox"/>
3.2 Copia simple de la resolución ministerial que otorga la concesión para prestar Servicios Públicos de Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.3 Copia simple del certificado de inscripción como empresa prestadora de Servicio de Valor Afijado	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.4 Copia simple de la constancia de inscripción en el Registro de Proveedores de Infraestructura Pasiva	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5 Plan de Obras (de conformidad con el Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.1 Cronograma detallado de ejecución del proyecto	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.2 Memoria descriptiva, planos de ubicación y detalle de trabajos a realizar (literal b) del Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.2.1 Memoria descriptiva	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.2.2 Planos de ubicación	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.2.3 Planos de estructuras (en caso de obras civiles para la instalación de Estaciones de Radiocomunicación)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.2.4 Planos eléctricos (en caso de obras civiles para la instalación de Estaciones de Radiocomunicación)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.3 Declaración jurada del Ingeniero civil colegiado y responsable de la ejecución de la obra (literal c) del Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.4 Plano de ubicación conteniendo la propuesta de desvíos, señalización y acciones de mitigación (en caso implique interrupción del tránsito, de conformidad con el literal d) del Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.5 Copia simple del Certificado de Habilidad vigente, que acredite la habilitación del Ingeniero responsable de la ejecución de la obra; y de ser el caso, del Ingeniero civil que suscribe los planos descritos en el literal b) del Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.6 Formato de mimetización de acuerdo a lo previsto en la Sección I del Anexo 2 del Reglamento de la Ley N° 29022.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.5.7 Carta de compromiso del Operador o Proveedor de Infraestructura Pasiva solicitante (de conformidad con el literal g) del Artículo 15°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.6 Comprobante de pago o acta notarial (de conformidad con el literal e) del Artículo 12°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.7 Instrumento de gestión ambiental aprobado por el Ministerio (de conformidad con el literal f) del Artículo 12°)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>IV. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE RADIOCOMUNICACIÓN</b>	
En caso de la instalación de una Estación de Radiocomunicación:	
4.1 Copia simple de la partida registral o certificado registral inmobiliario del predio (antigüedad no mayor a dos meses de su fecha de emisión). De no estar inscrito el predio, el título que acredite su uso legítimo.	Aplica <input type="checkbox"/> Cumple <input type="checkbox"/>
4.2 Copia del acuerdo que permita utilizar el bien con firmas de las partes legalizadas notarialmente o por el Juez de paz en las localidades donde no existe notario (en caso el predio sea de titularidad de terceros)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.3 Copia simple del acuerdo suscrito con el representante de la Junta de propietarios (en caso de predios en los que coexisten unidades inmobiliarias de propiedad exclusiva y de propiedad común). Cuando los alres pertenezcan a un único condómino, el acuerdo de uso del predio debe ser suscrito también por el representante de la Junta de Propietarios.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Nota: Los Artículos citados en el FUIIT hacen referencia al Reglamento de la Ley N° 29022, en caso no se precise otra norma.

**V. REQUISITOS ADICIONALES ESPECIALES****(En caso parte o toda la Infraestructura de Telecomunicaciones a instalar recaiga sobre áreas o bienes protegidos por leyes especiales).**

	Aplica	Cumple
5.1 Autorización emitida por el Ministerio de Cultura (Para el caso de Instalación de Infraestructura de Telecomunicaciones en bienes culturalmente protegidos y declarados como Patrimonio Cultural de la Nación)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 Permiso otorgado por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP (Para el caso que la instalación se realice en un Área Natural Protegida)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 Autorización otorgada por Provías Nacional o la Instancia de gobierno regional o local competente (En el caso de utilizar el derecho de vía)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 Autorización de la Entidad competente de acuerdo a la referida ley especial (Cuando la instalación se realice en otros bienes o áreas protegidas por leyes especiales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aplica : Para ser llenado por el Solicitante  
 Cumple : Para ser llenado por la Entidad

**VI. DECLARACIÓN JURADA**

**DECLARO BAJO JURAMENTO QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE FORMULARIO ES VERAZ**

HUJELLA DIGITAL



APELLIDOS Y NOMBRES

FIRMA DEL SOLICITANTE / REPRESENTANTE LEGAL

Ley N° 29022 (artículo 5°)

**LEÍDA:** En caso de comprobar fraude o falsedad en la declaración, información o en la documentación presentada por el administrado, la entidad considerará no satisfecha la exigencia respectiva para todos sus efectos, procediendo a comunicar el hecho a la autoridad jerárquicamente superior, si lo hubiera, para que se declare la nulidad del acto administrativo sustentado en dicha declaración, información o documento; imponga a quien haya empleado esa declaración, información o documento una multa en favor de la entidad de hasta veinticinco unidades impositivas tributarias vigentes a la fecha de pago; además, si la conducta se adecua a los supuestos previstos en el Título XIX Delitos Contra la Fe Pública del Código Penal, ésta se comunicará al Ministerio Público.

**VII. RECEPCIÓN DE LA SOLICITUD Y APROBACIÓN AUTOMÁTICA****(Ha ser llenado por la unidad de trámite documentario o mesa de partes de la Entidad de la Administración Pública).**
 Número de registro de la solicitud:  Fecha:  Hora:  Número de hojas:   
( día / mes / año )

Datos del funcionario que recepciona la solicitud:

APELLIDOS Y NOMBRES

FIRMA DEL FUNCIONARIO

SELLO DE RECEPCIÓN



DE HABER OBSERVACIONES: (en caso aplique)

Pendientes Subsanadas

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

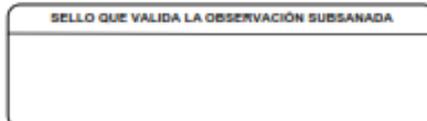
SUBSANACIÓN DE LAS OBSERVACIONES: (en caso aplique)

Datos del funcionario que valida la observación subsanada:

APELLIDOS Y NOMBRES

FIRMA DEL FUNCIONARIO

SELLO QUE VALIDA LA OBSERVACIÓN SUBSANADA

Fecha:   
( día / mes / año )Hora: 

Reglamento de la Ley N° 29022 (numeral 16.7 del artículo 16°)

Para todo efecto, el FUIST tiene carácter de Declaración Jurada de acuerdo a lo previsto en el artículo 3° de la Ley N° 29060, Ley de Silencio Administrativo. El mismo valor tiene el FUIST con la constancia notarial respectiva, sino se presentaran observaciones pendientes de subsanación.

**SÍRVASE COMPLETAR TODOS LOS CASILLEROS CON LETRA LEGIBLE**