

<b>A</b>	:	JOHNNY ANALBERTO MARCHÁN PEÑA <b>GERENTE GENERAL</b>
<b>ASUNTO</b>	:	PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DEL CARGO DE INTERCONEXIÓN TOPE POR TERMINACIÓN DE LLAMADAS EN LAS REDES DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES - PUBLICACIÓN PARA COMENTARIOS
<b>REFERENCIA</b>	:	EXPEDIENTE N° 00001-2025-CD-DPRC/IX

	<b>CARGO</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>ELABORADO POR</b>	ANALISTA ECONÓMICO ANALISTA DE TARIFAS ANALISTA ECONÓMICO ESPECIALISTA DE REDES COORDINADOR DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS	BRUNO ARANDA CYNTHIA CASTILLO ERIKA COLLANTES ELÍAS RUIZ RUBÉN GUARDAMINO
<b>REVISADO POR</b>	SUBDIRECTOR DE REGULACIÓN	MARCO VÍLCHEZ
<b>APROBADO POR</b>	DIRECTOR DE POLÍTICAS REGULATORIAS Y COMPETENCIA	LENNIN QUIISO

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>SERVICIO A REGULAR.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Definición del Cargo Móvil.....	8
3.2.	Mercado de servicios móviles .....	9
3.2.1.	Líneas.....	9
3.2.2.	Tráfico .....	10
3.2.3.	Ingresos.....	12
3.2.4.	Concentración del mercado móvil.....	13
3.2.5.	Cobertura móvil .....	14
3.2.6.	Tecnologías de acceso.....	15
3.3.	Mercado de interconexión móvil.....	16
3.3.1.	Tráfico .....	16
3.3.2.	Evolución de los Cargos Interconexión Tope.....	18
3.3.3.	Ingresos.....	19
<b>4.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>20</b>
4.1.	Interconexión en una y dos direcciones.....	20
4.2.	Metodología del cálculo del Cargo Móvil .....	22
4.2.1.	Costos de Interconexión .....	22
4.2.2.	Contribuciones a los costos totales.....	23
4.2.3.	Margen de utilidad razonable y método de depreciación .....	23
4.2.4.	Esquema general de costos utilizado por el Osiptel.....	23
4.2.5.	Cálculo del Margen de Utilidad Razonable .....	25
4.2.6.	Anualidad de la Inversión .....	25
4.2.7.	Exclusiones en la estimación del Cargo Móvil .....	25
<b>5.</b>	<b>PROPUESTAS DE LOS OPERADORES .....</b>	<b>25</b>
5.1.	Propuesta de ENTEL .....	26
5.1.1.	Propuesta presentada .....	26
5.1.2.	Cargo propuesto.....	26

5.1.3.	Descripción del modelo de costos que sustenta la propuesta.....	26
5.1.4.	Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador .....	27
5.2.	Propuesta de INTREGRATEL .....	29
5.2.1.	Propuesta presentada .....	29
5.2.2.	Cargo propuesto .....	30
5.2.3.	Modelo de costos .....	30
5.2.4.	Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador .....	30
5.3.	Conclusiones.....	31
<b>6.</b>	<b>PROPUESTA DEL OSIPTEL .....</b>	<b>31</b>
6.1.	Consideraciones generales .....	33
6.1.1.	Servicios y red a considerar.....	33
6.1.2.	Operador hipotético eficiente (OHE).....	34
6.1.3.	Enfoque <i>Scorched Earth</i> para la red de acceso y <i>Scorched Node</i> para la red de núcleo.....	34
6.1.4.	Modelamiento LRAIC+.....	34
6.1.5.	Tecnologías de acceso 2G, 3G, 4G y 5G .....	35
6.1.6.	Fecha de corte.....	35
6.1.7.	Método de anualidad .....	35
6.1.8.	Exclusiones .....	35
6.2.	Evaluación de los servicios y demanda .....	36
6.2.1.	Demanda.....	36
6.2.2.	Cuota de mercado (cantidad de operadores).....	37
6.2.3.	Líneas.....	38
6.3.	Evaluación de aspectos geográficos .....	39
6.3.1.	Población.....	39
6.3.2.	Geotipos .....	40
6.4.	Evaluación del modelamiento y diseño de la red.....	41
6.4.1.	Topología general de la red .....	41
6.4.2.	Parámetros generales de modelamiento .....	42
6.4.3.	Parámetros relativos al tráfico .....	48
6.4.4.	Parámetros relativos a la red de transmisión .....	51

6.4.5.	Parámetros relativos a la red de núcleo (red <i>core</i> ) .....	52
6.4.6.	Tratamiento de voz sobre redes 4G (VoLTE).....	54
6.4.7.	Factores de asignación de servicios .....	55
6.5.	Evaluación de elementos de red, capacidades y precios .....	55
6.5.1.	Generalidades .....	55
6.5.2.	Elementos de la red móvil.....	56
6.5.3.	Sitios .....	58
6.5.4.	Enlaces.....	59
6.6.	Evaluación de parámetros económicos .....	59
6.6.1.	WACC .....	59
6.6.2.	Inflación .....	60
6.6.3.	Tipo de cambio .....	60
6.6.4.	Contribución a costos comunes – Overhead .....	60
6.6.5.	Actualización del año de cálculo de precios y tipos de cambio .....	61
6.6.6.	Valores de los cargos de interconexión móvil y fijo .....	61
6.6.7.	Tratamiento del Canon .....	61
6.7.	Otros cambios en el modelo propuesto .....	62
6.7.1.	Actualización de la tabla de velocidades por Channel Element para LTE y 5G	62
6.7.2.	Actualización de nombres, fórmulas matriciales y simplificación de fórmulas para soportar nuevos elementos adicionados .....	62
6.8.	Resultados del Modelo de Costos .....	63
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO N° 1:</b>	<b>MODELO DE COSTOS PROPUESTO POR EL OSIPTEL.....</b>	<b>66</b>
A.1	Estructura del Modelo .....	66
A.1.1	Estructura lógica.....	66
A.1.2	Estructura del archivo en Microsoft Excel .....	68
A.1.3	Diseño geográfico.....	70
A.1.4	Servicios modelados .....	72
A.1.5	Parámetros financieros.....	73
A.1.6	Fuentes de información .....	73

A.2 Configuración de red móvil.....	74
A.2.1 Arquitectura física.....	74
A.2.2 Arquitectura de transmisión .....	77
A.2.3 Arquitectura de conmutación .....	78
A.3 Módulo de Control.....	81
A.4 Módulo de Mercado .....	82
A.5 Módulo de Costeo de red.....	85
A.5.1 Dimensionado de red y hora cargada .....	85
A.5.2 Precios unitarios .....	100
A.5.3 Costos totales de red.....	101
A.5.4 Método de anualidad .....	102
A.6 Módulo de Costeo de servicios .....	105
A.6.1 Costos totales de red.....	105
A.6.2 Incremento .....	107
A.6.3 Costos comunes.....	107
A.6.4 Valor de cargo .....	108
<b>ANEXO N° 2: DETERMINACIÓN DEL COSTO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)</b>	
<b>109</b>	
<b>ANEXO N° 3: DETERMINACIÓN DE LOS CARGOS DIFERENCIADOS .....</b>	<b>112</b>

## 1. OBJETIVO

Sustentar la propuesta regulatoria para comentarios de la norma que establece los valores del cargo de interconexión tope por terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos de telecomunicaciones móviles (en adelante, Cargo Móvil), que deberán aplicar los operadores móviles con red<sup>1</sup>.

## 2. ANTECEDENTES

Conforme el literal c) del numeral 3.1 del artículo 3 de la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, el Osiptel cuenta con la facultad de dictar, en el ámbito y en materia de sus competencias, los reglamentos, normas que regulen los procedimientos a su cargo, otras de carácter general y mandatos u otras normas de carácter particular referidas a intereses, obligaciones o derechos de las entidades o actividades supervisadas o de sus usuarios.

El numeral 37 de los Lineamientos de Política de Apertura del Mercado de Telecomunicaciones del Perú, aprobados mediante Decreto Supremo N° 020-98-MTC, establece que el Osiptel tiene competencia exclusiva sobre los temas de la interconexión de los servicios públicos de telecomunicaciones.

El inciso i) del artículo 25 del Reglamento General del Osiptel, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2001-PCM (en adelante, Reglamento General), señala que este Organismo Regulador, en ejercicio de su función normativa, tiene la facultad de dictar reglamentos o disposiciones de carácter general referidas a las condiciones de acceso a servicios y redes, e interconexión entre las mismas.

El numeral 1 del artículo 4 de los Lineamientos para Desarrollar y Consolidar la Competencia y la Expansión de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones en el Perú (en adelante, Lineamientos de Competencia), aprobados por Decreto Supremo N° 003-2007-MTC, reconoce que corresponde al Osiptel regular los cargos de interconexión y establecer el alcance de dicha regulación, así como el detalle del mecanismo específico a ser implementado, de acuerdo con las características, la problemática de cada mercado y las necesidades de desarrollo de la industria. Asimismo, en el numeral 4 del artículo 9 de los mismos lineamientos, se establece que la revisión de los cargos de interconexión se efectuará cada cuatro (4) años.

---

<sup>1</sup> Si bien los operadores móviles virtuales (OMV) se sujetan a las disposiciones específicas establecidas en el marco normativo vigente, es posible que el análisis de costos incluya su demanda y costos asociados en caso sea relevante.

El artículo 6 del Texto Único Ordenado de las Normas de Interconexión (en adelante, Normas de Interconexión), aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 134-2012-CD/OSIPTEL, establece que, para los fines de interconexión y teniendo en cuenta los Acuerdos de la Organización Mundial del Comercio, una red o servicio puede ser desagregado en instalaciones esenciales. Al respecto, una instalación esencial es toda parte de una red o servicio público de transporte de telecomunicaciones que (i) sea suministrada exclusivamente o de manera predominante por un solo proveedor o por un número limitado de proveedores; y (ii) cuya sustitución con miras al suministro de un servicio no sea factible en lo económico o en lo técnico.

Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 215-2018-CD/OSIPTEL, se aprobaron las Normas Procedimentales para la Fijación o Revisión de Cargos de Interconexión Tope y Tarifas Tope (en adelante, el Procedimiento para Revisión), en las cuales se detallan las etapas y reglas a las que se sujetan los procedimientos de revisión que inicie el Osiptel.

En este contexto, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 070-2005-CD/OSIPTEL, publicada el 24 de noviembre de 2005, se establecieron los primeros Cargos Móviles. Estos fueron revisados posteriormente, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 093-2010-CD/OSIPTEL publicada el 20 de agosto de 2010, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 031-2015-CD/OSIPTEL publicada el 01 de abril de 2015, Resolución de Consejo Directivo N° 021-2018-CD/OSIPTEL publicada el 28 de enero de 2018 y mediante Resolución de Consejo Directivo N° 083-2022-CD/OSIPTEL publicada el 03 de mayo de 2022.

En relación con la revisión del Cargo Móvil, y en cumplimiento con el artículo 9 de los Lineamientos de Competencia, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 054-2025-CD/OSIPTEL, publicada el 09 de junio de 2025, se inició el procedimiento para la revisión del Cargo Móvil, otorgándose un plazo de cincuenta (50) días hábiles a los operadores involucrados para la presentación de sus propuestas.

Posteriormente, luego de haber evaluado los argumentos de los administrados para solicitar una ampliación del plazo, y conforme a lo dispuesto en el artículo 12 de las Normas Procedimentales, mediante Resolución de Presidencia Ejecutiva N° 127-2025-PE/OSIPTEL, publicada el 10 de septiembre de 2025, se aprobó otorgar veinte (20) días hábiles adicionales al plazo inicialmente establecido, a fin de garantizar la adecuada entrega de información y sustentos técnicos por parte de los administrados.

En ese sentido, el 19 de agosto de 2025, la empresa operadora Entel Perú S.A. (en adelante, ENTEL) presentó al Osiptel su propuesta de Cargo Móvil. Por otra parte, el

19 de septiembre de 2025, la empresa Integratel Perú S.A.A. (en adelante, INTEGRATEL)<sup>2</sup> remitió su propuesta correspondiente.

Cabe precisar que, en el plazo establecido, no se han recibido las propuestas de los operadores América Móvil Perú S.A.C. (en adelante AMÉRICA MÓVIL) y Viettel Perú S.A.C. (en adelante, VIETTEL).

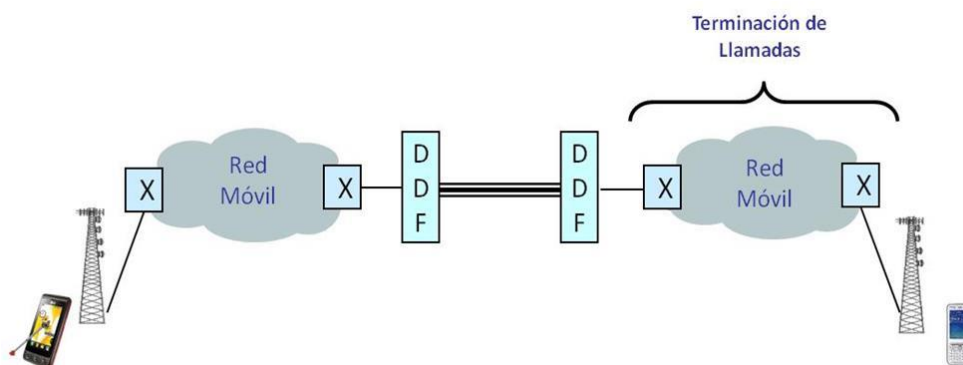
Asimismo, mediante cartas dirigidas a AMÉRICA MÓVIL, ENTEL, INTEGRATEL y VIETTEL, el 01 de agosto de 2025, de conformidad con el Procedimiento para Revisión y en el marco de las facultades previstas en el artículo 100 del Reglamento General, se solicitó información relacionada a la demanda, red y costos para atender los servicios prestados tanto a sus propios usuarios como a otros operadores de telecomunicaciones (en adelante, el Requerimiento de Información).

Finalmente, los operadores solicitaron y se otorgó una ampliación del plazo hasta el 15 de setiembre de 2025 para la entrega del Requerimiento de información. Así, mediante diversas comunicaciones remitieron parte de la información solicitada, la cual ha sido utilizada en el análisis correspondiente.

### 3. SERVICIO A REGULAR

#### 3.1. Definición del Cargo Móvil

La Terminación de Llamadas es la terminación o la originación de una comunicación conmutada hacia o desde el cliente de una red, la cual implica todos los elementos de red desde la central que sirve para la interconexión hasta la estación base a la cual está asociado el abonado que recibe la comunicación (se excluye la retribución por el uso del espectro radioeléctrico).



---

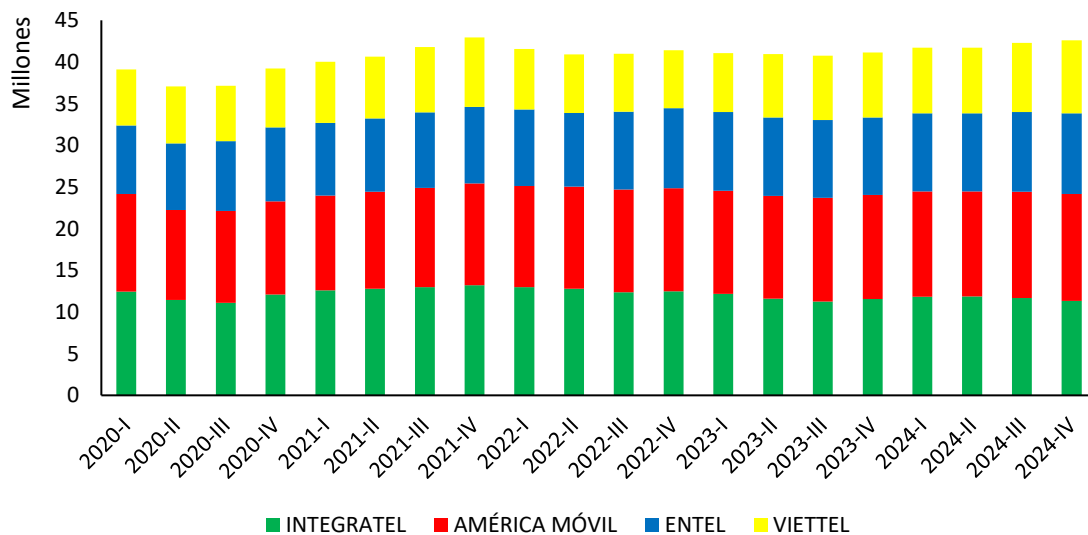
<sup>2</sup> Antes Telefónica del Perú S.A.A.

### 3.2. Mercado de servicios móviles

#### 3.2.1. Líneas

La evolución de las líneas de servicio de operadores con red muestra que, en el año 2024 estas se han incrementado en 3,28% en comparación al año 2023 (ver Gráfico N° 1). A diciembre de 2024 existen cerca de 42,7 millones de líneas en servicio, de las cuales el 55% son líneas prepago y el 45% son líneas asociadas a una renta fija (postpago o control). Este elevado número de líneas en servicio ha llevado a que la penetración alcance las 125 líneas por cada 100 habitantes.

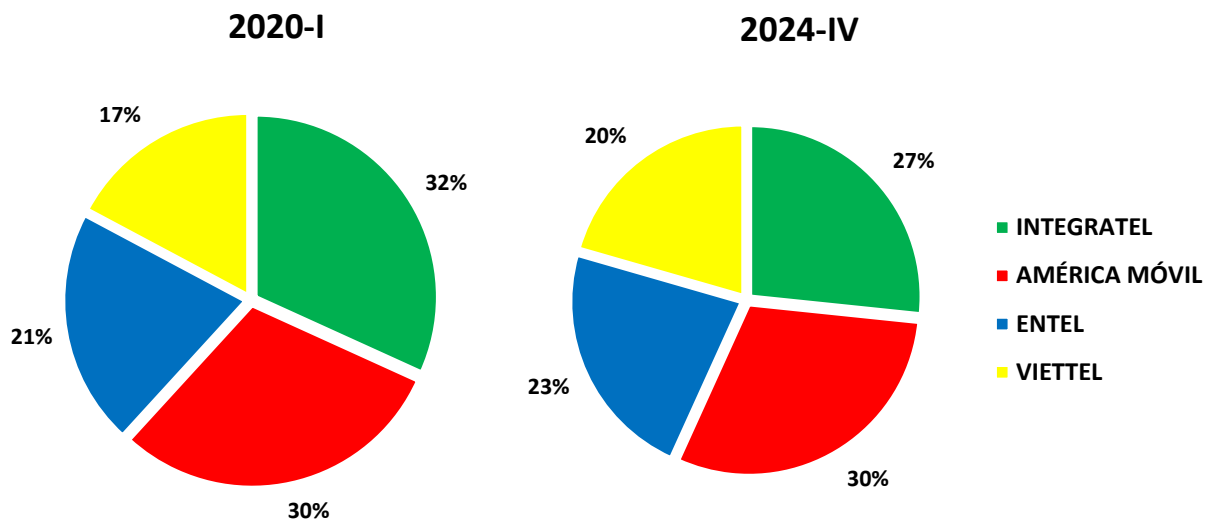
**Gráfico N° 1: Evolución de líneas móviles en servicio de operadores con red**



Fuente: PUNKU. Elaboración: Osiptel

En cuanto a la participación del mercado, en el Gráfico N° 2 se observa el cambio en la de participación de líneas en servicio de los operadores móviles, mostrando una distribución más equitativa en el cuarto trimestre de 2024 en comparación con el primer trimestre del año 2020, con un crecimiento para las empresas ENTEL y VIETTEL.

Gráfico N° 2: Participación de líneas móviles en servicio por empresa operadora con red

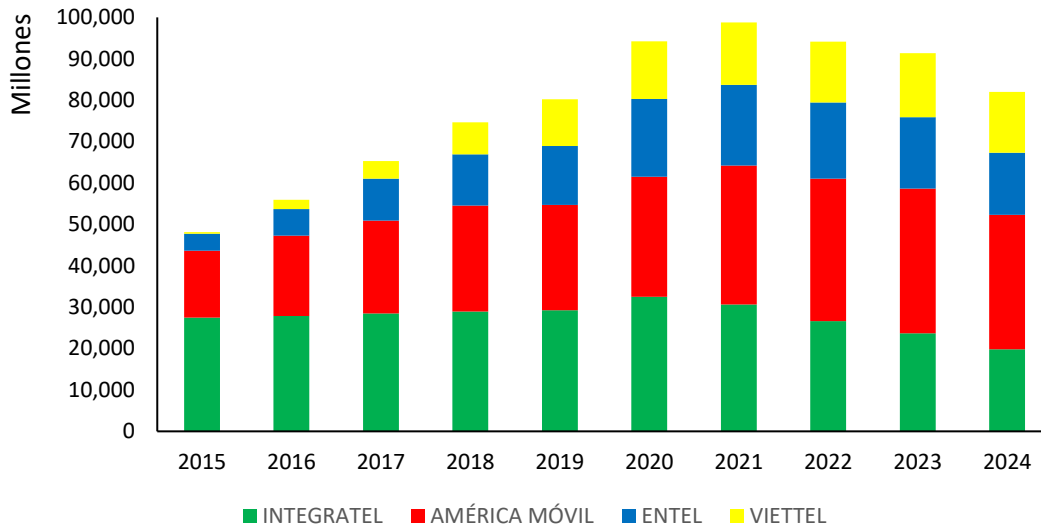


Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

### 3.2.2. Tráfico

A pesar del aumento en la contratación de líneas móviles en el último año, el tráfico de llamadas en 2024 presentó una reducción del 10,3% respecto al año 2023. (Ver Gráfico N° 3).

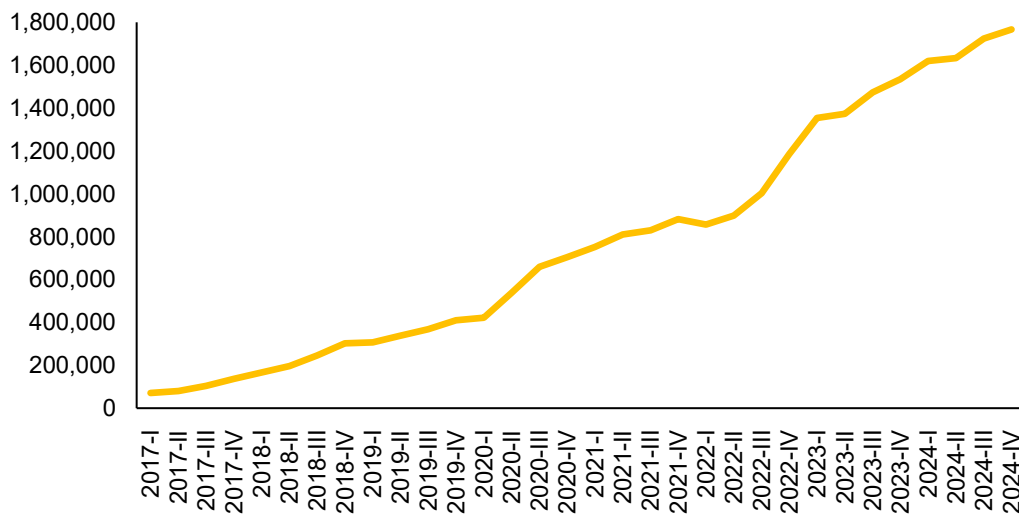
**Gráfico N° 3: Evolución del tráfico de llamadas móviles, en minutos**



Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

Sin embargo, el tráfico de Internet móvil ha crecido aproximadamente en 15% en el último año. Esto refleja la mayor importancia que viene mostrando el servicio de Internet móvil en los últimos años (ver Gráfico N° 4).

**Gráfico N° 4: Evolución del tráfico de internet móvil, en Megabytes**



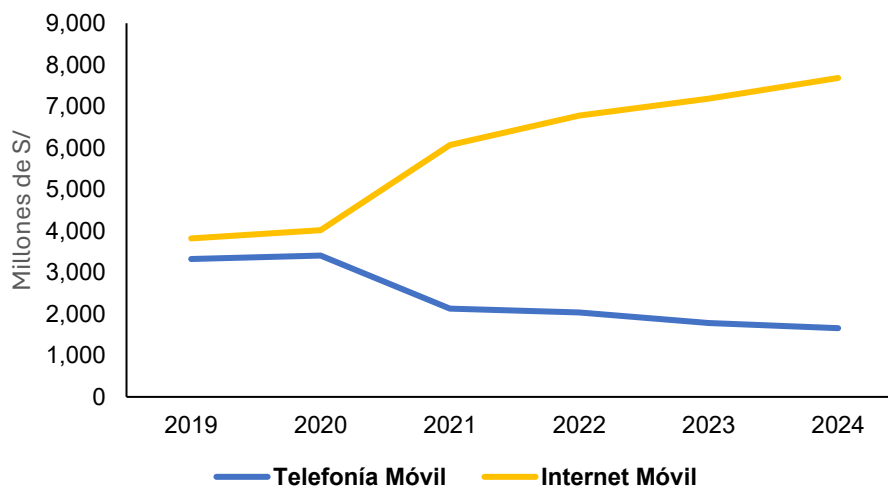
Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

### 3.2.3. Ingresos

Los ingresos por telefonía móvil (servicio de voz) viene mostrando una tendencia decreciente durante el periodo 2021-2024.

En contraste, los ingresos por Internet móvil vienen teniendo un crecimiento sostenido desde el año 2021. (Ver gráfico siguiente).

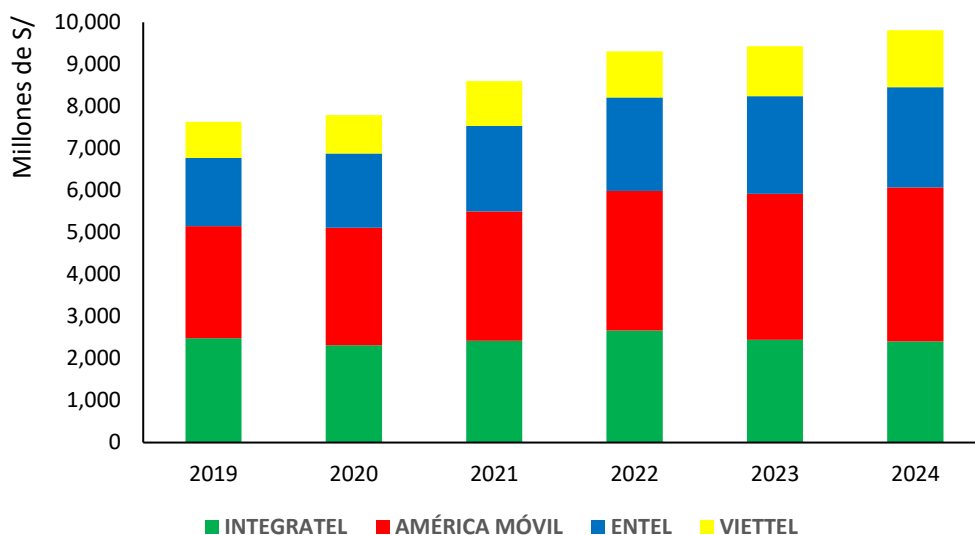
**Gráfico N° 5: Ingresos por tipo de servicio del mercado móvil**



Fuente: Información reportada por las empresas operadoras.

Elaboración: Osiptel

**Gráfico N° 6: Ingresos totales del mercado móvil, en soles**



Notas: Se incluyen los ingresos por Telefonía móvil, Internet móvil y Otros servicios minoristas brindados sobre redes móviles.

Fuente: Información reportada por las empresas operadoras.

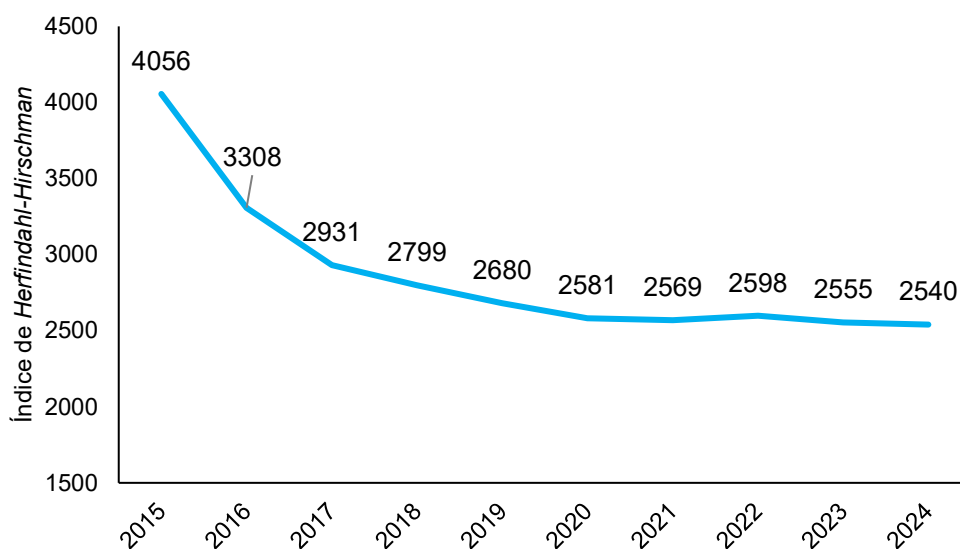
Elaboración Osiptel

### 3.2.4. Concentración del mercado móvil

Utilizando la información de líneas en servicio por operador móvil, es posible determinar el valor del Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI, por sus siglas en inglés). Este índice permite medir el grado de concentración que existe en el sector, proporcionando una mayor información del mercado respecto de su estructura<sup>3</sup>.

Al respecto, el Gráfico N° 7 muestra como el HHI ha disminuido de forma importante desde el año 2015. Sin embargo, desde el año 2020, el referido índice ha mantenido un valor alrededor de 2 569, evidenciando como el mercado móvil presenta una distribución prácticamente uniforme entre los cuatro (4) operadores móviles con red.

<sup>3</sup> De acuerdo con la clasificación establecida en el numeral 5.3 -Market Concentration- del "Horizontal Merger Guidelines", emitido por el U.S. Department of Justice y el Federal Trade Commission el 19 de Agosto de 2010.

**Gráfico N° 7: Evolución del Índice de Herfindahl-Hirschman**


Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración: Osiptel

### 3.2.5. Cobertura móvil

Sobre el enfoque de cobertura móvil, mediante Resolución N° 151-2023-CD/OSIPTEL se derogó el Reglamento para la Supervisión de la Cobertura de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones Móviles y Fijos con Acceso Inalámbrico; y se optó por modificar el enfoque hacia uno en base al reporte de manchas, el cual ilustra mejor la naturaleza de la propagación de las ondas electromagnéticas emitidas por las antenas de servicios móviles.

En detalle, mediante este nuevo enfoque, la cobertura móvil se visibiliza a través de dos (2) categorías:

- **Cobertura Garantizada**, que es el área geográfica, determinada por la empresa operadora, donde esta ofrece el servicio móvil garantizando el cumplimiento de los valores objetivos de todos los indicadores de calidad de servicio.
- **Capacidad Adicional de Red**, que es el área geográfica que se extiende a partir del área de Cobertura Garantizada y donde los usuarios aún podrían acceder a los servicios móviles debido a las características de propagación de las señales electromagnéticas.

De acuerdo con los reportes de las cuatro (4) empresas operadoras con red para el periodo 2024, en la Tabla N° 1 se presenta el porcentaje con Cobertura Total<sup>4</sup> del área poblada a nivel nacional, según empresa operadora y tecnología.

**Tabla N° 1. Cobertura Total 2024 (%)**

Empresa operadora	Tecnología			
	2G	3G	4G	5G
INTEGRATEL	83.9%	65.4%	89.1%	N.A.
AMÉRICA MÓVIL	85.0%	83.4%	74.8%	9.1%
ENTEL	82.2%	86.3%	89.4%	39.7%
VIETTEL	N.A.	87.0%	89.0%	32.6%

Fuente: Checa tu Señal.  
Elaboración: DPRC-Osiptel.

### 3.2.6. Tecnologías de acceso.

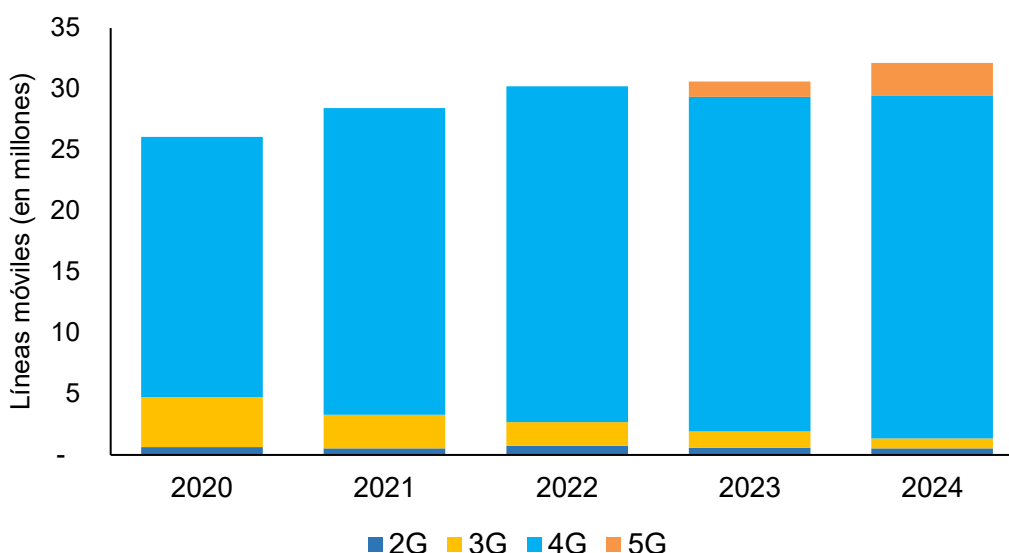
Adicionalmente a las tecnologías 2G, 3G y 4G, la tecnología 5G provee un flujo de datos mayor (20 Gbps), así como una menor latencia y mayor eficiencia espectral. Para ello es necesario poner a disposición de las empresas operadoras una mayor cantidad de espectro móvil. Por dicha razón, recientemente el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), mediante Resolución Ministerial N° 199-2025-MTC/03, ha convocado el mecanismo especial de asignación y acondicionamiento en la banda 3.5 GHz.

Por lo pronto, de cara a la evolución en el acceso de las distintas tecnologías durante el periodo (2020-2024) (ver Gráfico N° 8), se advierten tres (3) hechos: (i) el acceso mediante tecnología 3G ha seguido decayendo, (ii) la tecnología 4G continúa siendo la predominante, y (iii) desde 2023 se reporta el acceso a partir de tecnología 5G.

---

<sup>4</sup> Entendido como la agregación de la Cobertura Garantizada y la Capacidad Adicional de Red.

**Gráfico N° 8: Evolución de líneas móviles que acceden al servicio de acceso a Internet, según tecnología**



Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración Osiptel.

### 3.3. Mercado de interconexión móvil

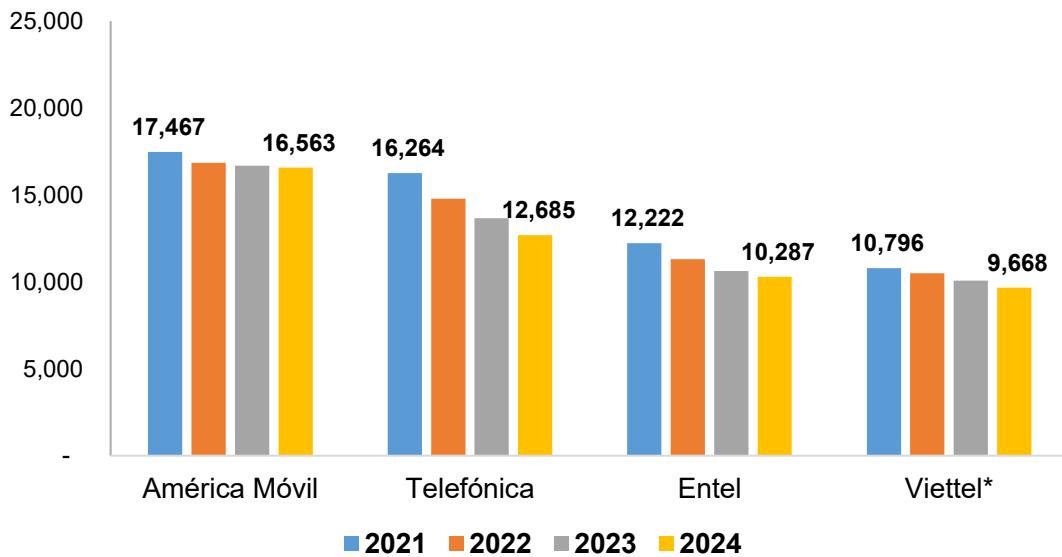
#### 3.3.1. Tráfico

En el Gráfico N° 9 se muestra la evolución del tráfico por la originación y terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos móviles, según empresa operadora. Al respecto, el tráfico cursado se puede entender como la demanda que experimenta cada una de las empresas operadoras en cuanto a la interconexión. Al respecto, se aprecia una tendencia decreciente del tráfico cursado para todas las empresas móviles durante el periodo de análisis 2021-2024.

En particular, América Móvil - empresa que registra un mayor tráfico por interconexión - ha registrado una reducción acumulada en sus niveles de tráfico entre 2021 y 2024, aunque en menor medida respecto al resto de empresas (-5%). Así, en el caso de Integratel, Entel y Viettel se registraron reducciones de 22%, 16% y 12%, respectivamente.

Cabe señalar que, según el sentido del tráfico, se evidencia una marcada concentración en la terminación de llamadas dentro de la demanda que enfrentan las empresas operadoras en el ámbito de la interconexión. En el año 2024, el tráfico por terminación representa, en promedio, el 99,7 % del tráfico cursado de interconexión, mientras que el tráfico por originación alcanza únicamente el 0,3 %.

**Gráfico N° 9. Origenación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, en millones de minutos (2021-2024)**



\*Tráfico estimado para los años 2023 y 2024<sup>5</sup>.

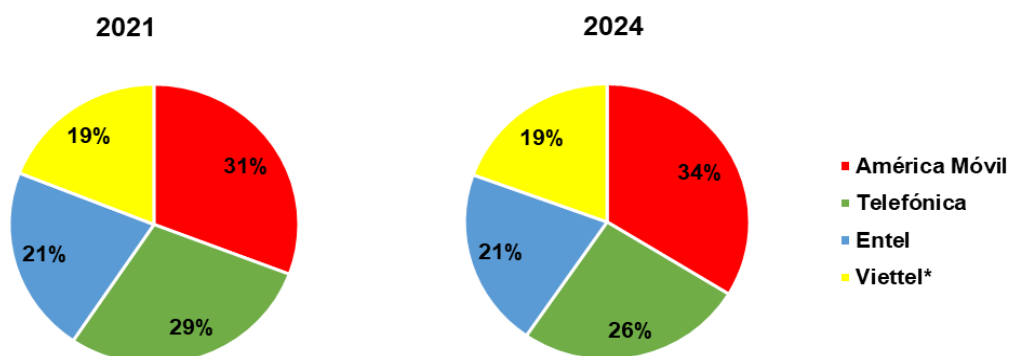
Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración. Osiptel.

En el Gráfico N° 10 se muestra la comparación entre las participaciones del tráfico demandado por origenación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, según operador para los años 2021 y 2024. Al respecto, se aprecia que América Móvil incrementó su participación a 34%, posicionándose como la principal empresa operadora para la interconexión en redes móviles; mientras que Integratel redujo su participación a 26%. No obstante, Entel y Viettel mantienen su representación en 21% y 19%, respectivamente.

<sup>5</sup> En el caso de Viettel, se ha podido observar que la información consignada en los reportes de la NRIP, correspondiente a los años 2023 y 2024, ha presentado inconsistencias en sus niveles de tráfico, lo que ha implicado realizar una estimación de la información a partir de la tasa de crecimiento promedio anual del tráfico reportado por las demás empresas operadoras, perteneciente al periodo 2022-2024.

**Gráfico N° 10: Participación de la originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil**



\*Tráfico estimado.

Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

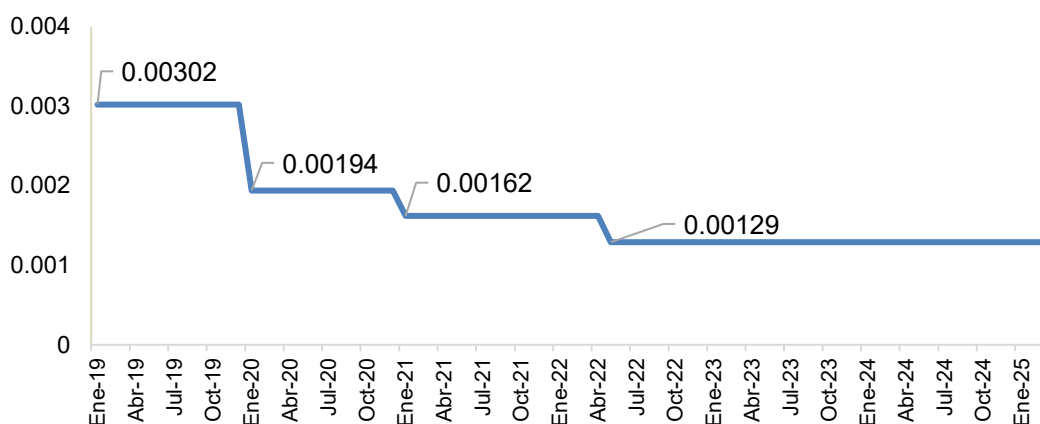
Elaboración. Osiptel.

### 3.3.2. Evolución de los Cargos Interconexión Tope

Los Cargos Móviles han presentado en el tiempo una disminución continua en sus valores, como resultado de la ejecución periódica de procedimientos de revisión, siendo que la última revisión se realizó en el año 2022. Así, en el Gráfico N° 11 se aprecia que el Cargo móvil pasó de USD/min 0,00302 en el año 2019, a USD/min 0,00129 en mayo de 2022, valor que se mantiene vigente.

Cabe mencionar que en cada revisión se analiza el mercado y se establece la implementación regulatoria correspondiente, aplicándose un Cargo móvil único para todas las empresas, mecanismo que se viene aplicando desde el año 2018.

**Gráfico N° 11: Evolución de los Cargos de Interconexión Tope (en USD por minuto sin IGV)**



Fuente: Resoluciones de Consejo Directivo N° 275-2018-CD/OSIPTEL, N° 160-2019-CD/OSIPTEL, N° 196-2020-CD/OSIPTEL, N° 083-2022-CD/OSIPTEL.

Elaboración: Osiptel.

### 3.3.3. Ingresos

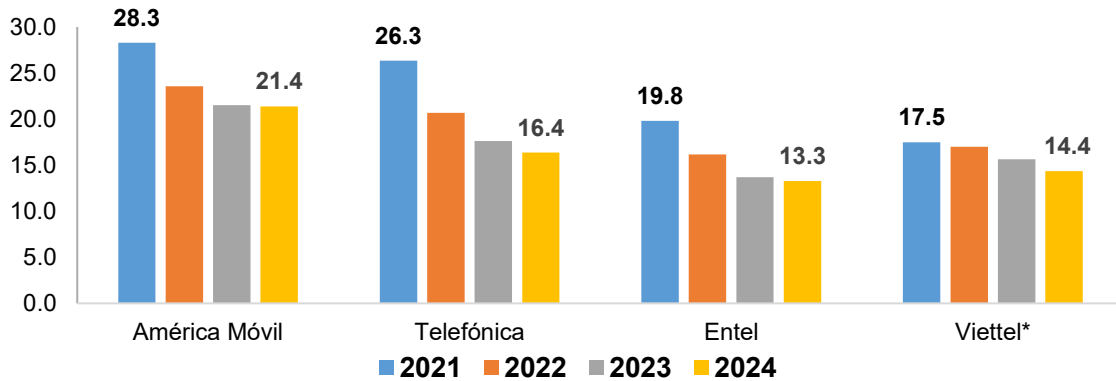
El Gráfico N° 12 muestra la evolución de los ingresos estimados de interconexión por la terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos móviles, según empresa operadora<sup>6</sup>. Cabe resaltar que el referido gráfico ha sido calculado de acuerdo con el tráfico reportado por las empresas y los cargos de interconexión tope establecidos a lo largo del periodo.

Al respecto, se aprecia una reducción consistente de los ingresos en el periodo 2021-2024. Ello, debido a que los valores son estimados a partir del tráfico, se puede concluir que dichas reducciones son producto del menor tráfico cursado, así como de los menores cargos móviles aplicados en dicho periodo.

---

<sup>6</sup> Cabe señalar que estos ingresos corresponden a los ingresos brutos recibidos por las empresas operadoras.

**Gráfico N° 12: Ingresos estimados por la originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, en millones de soles (2021-2024)**



\*Valor estimado para los años 2023 y 2024.

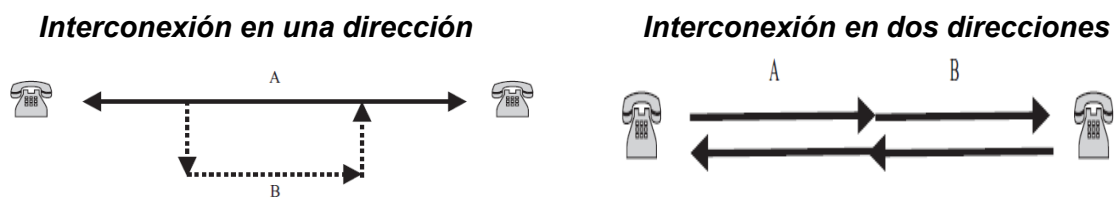
Fuente: Empresas operadoras -Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración. Osiptel.

#### 4. MARCO CONCEPTUAL

##### 4.1. Interconexión en una y dos direcciones

La interconexión entre redes se define como el mecanismo que permite a todos los operadores acceder desde su propia red a todos los usuarios, todos los servicios y redes de otros proveedores. En ese sentido, las relaciones que se establecen entre los operadores dependen de las redes que posean. Así, la interconexión se puede dar en una dirección o en dos direcciones tal como se muestra a continuación:



Cuando la interconexión ocurre en una dirección, el propietario de la red tiene poder de mercado para negar el acceso a su red a sus competidores o fijar un precio de interconexión muy elevado. El problema se agudiza si el monopolista de la red compite con sus rivales en el mercado final, es decir, si existe integración vertical.

Cuando la interconexión es en dos direcciones, los diferentes operadores poseen sus propias redes y, por lo tanto, tienen poder de mercado sobre la terminación. De acuerdo con la OECD (2009), el problema al igual que en el caso anterior, es que las empresas grandes pueden excluir a las empresas pequeñas al fijar un cargo de interconexión

elevado, limitando de ese modo la competencia y evitando que los usuarios de las empresas pequeñas se beneficien de las externalidades de red en el mercado final.

En el sector de las telecomunicaciones, la interconexión en dos direcciones aparece cuando cada empresa necesita conectarse con la red de sus competidores para llegar a todos los usuarios. De esta manera, cada empresa requiere de la terminación de llamadas en otras redes para brindar el servicio final, es decir, no existe un sustituto para la terminación de llamadas en la red de sus competidores. Por tal razón, en todos los casos en los que los usuarios involucrados en la llamada utilizan operadores distintos, el operador que origina la llamada debe pagar un cargo de interconexión al operador que la termina.

Así, cuando un usuario contrata el servicio de un operador, dicho operador tiene poder monopólico sobre la terminación de llamadas a dicho usuario y, por lo tanto, puede extraer rentas monopólicas de cualquier usuario que se comunique con un miembro de su red. Aun cuando la competencia por suscriptores sea intensa, y no existan ganancias extraordinarias en el mercado móvil a nivel agregado, las ganancias monopólicas por terminación de llamada pueden tener efecto sobre la competencia. Por ejemplo, estas pueden ser empleadas para financiar menores tarifas minoristas con el fin de atraer suscriptores. Tal como sostiene Armstrong (2002), este tipo de prácticas genera ineficiencias en la industria.

En 1997 el OFTEL reconoció que el mercado de “terminación de llamada” no era un mercado competitivo pues ni el usuario que origina la llamada ni el operador dueño de la red en la que se origina pueden decidir sobre qué red terminar dicha llamada:

*“Los operadores de redes móviles tienen una posición de dominio sobre la terminación de llamadas en sus propias redes, porque cuando alguien quiere hacer una llamada a un móvil o cualquier otro teléfono, la persona que llama no tiene más remedio que llamar a la red a la que la parte llamada se ha suscrito”<sup>7</sup>*  
(OFTEL, 1997)

Por su parte, Littlechild (2006) sostiene que en mercados en los que se maneja el esquema *Calling Party Pays* (CPP)<sup>8</sup>, como el peruano, el problema se agudiza, dado que el abonado del operador que termina la llamada no paga el costo de la llamada y,

---

<sup>7</sup> Traducción libre de [Mobile network operators, like all network operators, have a monopoly position over the “termination” of calls on their own networks. Operators have such a monopoly position because when someone wants to make a call to a mobile, or any other phone, then the calling party has no choice but to call the network to which the called party has subscribed]

<sup>8</sup> Sistema tarifario que determina que la parte que origina la llamada paga todo el costo de la comunicación.

por lo tanto, dicho usuario no puede ejercer ningún tipo de presión sobre los precios de la terminación de llamada, pudiéndose generar precios muy elevados. De esta forma, el esquema CCP incrementa el poder de monopolio de la terminación de llamada.

No obstante, algunos autores justifican la existencia de cargos de terminación altos. Por ejemplo, se argumenta que los ingresos obtenidos por los operadores les permiten ofrecer subsidios a los terminales y tarifas de llamadas salientes más baratas, lo que a su vez genera un mayor número de suscriptores en las redes (incrementa la penetración del servicio) y beneficia a todos los usuarios que los llaman (Wright; 2000 y Mirrlees; 2003). Sin embargo, no existe garantía que los operadores móviles escogerán el nivel de subsidio óptimo; y el argumento de que los subsidios generan mayor penetración va perdiendo fuerza en los mercados donde los niveles de penetración ya son bastante altos como en el caso peruano.

#### **4.2. Metodología del cálculo del Cargo Móvil**

De acuerdo con el numeral 14.2 del artículo 14, de las Normas de Interconexión, el cargo de interconexión tope que establezca el Osiptel serán iguales a la suma de: (i) los costos de interconexión; (ii) contribuciones a los costos totales; y, (iii) un margen de utilidad razonable. Teniendo en cuenta ello, a continuación, se resume la metodología de cálculo de cada uno de los componentes involucrados en la estimación de un cargo de interconexión tope.

##### **4.2.1. Costos de Interconexión**

De acuerdo con el artículo 16 de las Normas de Interconexión, el cálculo del costo de interconexión se rige bajo los siguientes principios básicos:

“ (...)

- a) *Los costos de interconexión incluirán únicamente los costos asociados a las instalaciones y activos necesarios para la interconexión.*
- b) *Para calcular el valor de los activos se considerará su valor de adquisición utilizando las tecnologías más eficientes que puedan ser utilizadas para proveer la instalación necesaria para la interconexión.*
- c) *Para determinar los factores de depreciación, se utilizará la vida útil de los activos de acuerdo a los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados en el Perú.*
- d) *Los costos de interconexión incluirán los de planeamiento, suministro, operación y conservación de la infraestructura necesaria. No se incluirán costos de modernización o mejoras de la red, salvo que se hubiese tenido que incurrir en ellos para efectuar la interconexión.*
- e) *No forman parte de los costos de interconexión aquellos en los que el concesionario u otros operadores vinculados directa o directamente incurran, o hayan incurrido, que no estén relacionados directamente con proporcionar el acceso a la instalación.*

(...)”

#### 4.2.2. Contribuciones a los costos totales

La contribución a los costos totales (Overhead) debe cubrir una porción de los costos comunes del operador multiproducto, que no son directamente atribuibles a la prestación de interconexión a la que se le establecerá el cargo tope.

#### 4.2.3. Margen de utilidad razonable y método de depreciación

El margen de utilidad razonable se estima en base al costo promedio ponderado del capital y el método de depreciación utiliza la fórmula de anualidad simple.

#### 4.2.4. Esquema general de costos utilizado por el Osiptel

A continuación, se describen los principales componentes de costos considerados en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial:

##### **A. Costos Directos:**

Conformados por el CAPEX y el OPEX directamente atribuibles a la instalación esencial.

##### ✓ CAPEX (*Inversión Anualizada*).

Como parte del CAPEX (inversión anualizada) se consideran solo las inversiones en activos directamente involucrados en la provisión de la instalación esencial, la cual incluye, además de la infraestructura de red, las tecnologías de información requeridas para proveer tal instalación.

Asimismo, se optimiza el dimensionamiento de los elementos de red con la finalidad de que las inversiones requeridas por la empresa modelada, para la provisión de la instalación esencial, tengan un enfoque de costos económicos eficientes, tomando en cuenta el uso compartido de elementos de la red.

Los principales conceptos de costos que conforman el CAPEX con el cual se calculan los costos unitarios eficientes de una instalación esencial incluyen:

- Inversión en equipos de telecomunicaciones<sup>9</sup> (incluye hardware y software).
- Costos de instalación e implementación.
- Costos de adquisición de licencias requeridas.
- Costos de infraestructura de soporte, entre otros.

---

<sup>9</sup> Considerando la tecnología más eficiente.

✓ *OPEX (Costos Recurrentes).*

En cuanto al OPEX, se incluyen los costos de operación y mantenimiento propiamente dichos, directamente atribuibles a la prestación mayorista a la que se le establecerá el costo unitario eficiente. Todos los costos reportados deben corresponder al periodo de evaluación<sup>10</sup>.

Los principales conceptos de costos que conforman el OPEX a ser tomado en cuenta en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial incluyen:

- Gastos de operación y gestión de los diversos elementos de red.
- Gastos de mantenimiento de los diversos elementos de red.
- Otros gastos, solo si están directamente atribuidos a la prestación mayorista a la que se le establecerá el cargo tope.

**B. Costos Compartidos:**

A continuación, se detallan los costos compartidos considerados en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial:

✓ *Costos compartidos de Red.*

Son los costos de la infraestructura de red que se utiliza para la prestación de diversos servicios, los cuales deben asignarse entre los diferentes servicios involucrados (voz, datos, etc.). Un ejemplo de dichos costos son los asociados con los elementos de transmisión.

✓ *Costos compartidos de Operación y Mantenimiento.*

De forma similar al punto anterior, estos costos están referidos a la operación y mantenimiento de los elementos compartidos de la red.

**C. Contribución a los Costos Comunes del Negocio.**

---

<sup>10</sup> Es decir, si se considera un periodo de cálculo de doce (12) meses, considerando la fecha de corte establecida, no se incluyen los costos de operación y mantenimiento de los periodos anteriores o provisiones futuras para el corto, mediano o largo plazo.

La contribución a los costos comunes cubre una porción de los costos que no son directamente atribuibles a la prestación de interconexión a la que se le establecerá el cargo tope.

#### 4.2.5. Cálculo del Margen de Utilidad Razonable

El margen de utilidad razonable es estimado como el promedio simple de los cuatro (4) valores hallados, en base al costo promedio ponderado del capital (denominado WACC, por sus siglas en inglés). En el Anexo 2 puede encontrarse el detalle del cálculo realizado.

#### 4.2.6. Anualidad de la Inversión

Utilizando el WACC (antes de impuestos) y el número de años de vida útil del activo, se calcula la anualidad del CAPEX de acuerdo a la siguiente fórmula de anualidad simple:

$$A = I_0 \times \left[ \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} \right]$$

donde:

A : Valor de la anualidad (CAPEX).

$I_0$  : Inversión en el activo efectuada en el año 0.

n : Número de años de vida útil del activo.

r : Tasa anual (costo de capital antes de impuestos - WACC).

#### 4.2.7. Exclusiones en la estimación del Cargo Móvil

En el cálculo de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial, no se incluye ningún costo referido a la comercialización minorista (retail) de los servicios finales que presta una empresa operadora, así como los costos de gestión comercial (presencial o tele-gestión), atención de reclamos de usuarios, demás costos asociados directamente al servicio final (mercado minorista), y costos relacionados al espectro radioeléctrico; tal como se ha señalado en los procedimientos regulatorios anteriores, llevados a cabo por el Osiptel.

## 5. PROPUESTAS DE LOS OPERADORES

De acuerdo con el plazo establecido por este organismo, ENTEL e INTEGRATEL remitieron sus propuestas de Cargo Móvil; sin embargo, dentro del plazo otorgado no se han recibido propuestas por parte de AMÉRICA MÓVIL y VIETTEL.

A continuación, se resumen las propuestas presentadas por los operadores, las cuales se encuentran publicadas en la página web del Osiptel

## 5.1. Propuesta de ENTEL

### 5.1.1. Propuesta presentada

La propuesta del operador fue presentada el 19 de agosto de 2025 mediante carta CGR-3222-2025-JGPR. A continuación, se resumen los puntos relacionados con la propuesta regulatoria.

- Actualización del valor del Cargo Móvil. ENTEL tomó como referencia el modelo LRAIC+ desarrollado en la regulación vigente —cuyo valor final fue establecido en el año 2022 (en adelante, MODELO 2022)—, y procedió a actualizar los costos y parámetros, estimando un nuevo valor para el Cargo móvil.
- Reposición del mecanismo MAV. La empresa operadora propone reponer el mecanismo MAV, que permita incorporar la marginalización de los servicios de voz frente a la creciente demanda de servicios de datos.

### 5.1.2. Cargo propuesto

El valor propuesto por el operador es de USD 0,00033 por minuto.

### 5.1.3. Descripción del modelo de costos que sustenta la propuesta

Las modificaciones realizadas al MODELO 2022 para la estimación del valor del cargo propuesto se detallan a continuación:

- Actualización de la cobertura geográfica según tecnología de acceso y geotipo.
- Actualización de la distribución del tráfico de voz y datos según tecnología de acceso y geotipo (incluyendo 5G en datos).
- Actualización de las proporciones del tráfico diario de voz y datos durante las horas cargadas.
- Actualización del área (km<sup>2</sup>) y población por geotipo.
- Actualización del vector de demanda, como por ejemplo, el tráfico entrante y saliente de voz y SMS, y el tráfico de datos.
- Inclusión de parámetros de diseño para la tecnología 5G, por ejemplo, el tamaño de portadora, la relación de velocidad pico versus velocidad promedio, la escalera de velocidades.
- Ajuste de la capacidad del Media Gateway Control Function.
- Actualización del precio de los sitios de terceros (estaciones micro y macro), del Call Server de la red que procesa la voz en 4G (red IMS), y del Session Border Controller.
- Actualización del valor de la inflación.
- Ajuste de asignación de costos para redes 3G y 4G.

#### 5.1.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador

Si bien el operador toma como base el MODELO 2022 elaborado por el Osiptel, y realiza modificaciones, se advierten diversos aspectos que deben ser observados:

- No se actualizan parámetros necesarios:
  - Parámetros económicos, como por ejemplo el WACC, el cargo de interconexión fija, o la cuota de canon por uso de espectro.
  - Parámetros de diseño, como el Protocolo de transmisión para el acceso de última milla (LMA) para sitios 2G, la asignación del espectro para cobertura y capacidad (bandas y MHz, incluyendo el uso para la tecnología 5G), la cantidad de microceldas (incluyendo aquellas para tecnología 5G), la población por departamento, el porcentaje de interconexión SIP, el radio de celda (cell radii) por frecuencia y geotipo, la proporción de los emplazamientos propios, o la tasa de los enlaces LMA<sup>11</sup> (solo utilizado para líneas alquiladas y MW).
  
- Algunos de los parámetros no consideran valores adecuados:
  - Parámetros de diseño, como la cobertura geográfica por tecnología y por geotipo, presentan valores diferentes respecto a la estimación realizada por el Osiptel en base a la información reportada por los operadores.
  - Migración del tráfico entre tecnologías (2G, 3G, 4G y 5G) para servicios de voz y datos, difiere del promedio reportado por los operadores en el Requerimiento de Información.
  - Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de datos y Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz, no incluyen información que pueda ser corroborada para fines de validación de los valores proporcionados.
  - Tecnologías de acceso de última milla (LMA), no incluyen la actualización de la proporción de enlaces según la tecnología de transmisión utilizada (Líneas alquiladas, Microondas, Fibra y Satelite). Asimismo, no incluyen el empleo de tecnología satelital.
  - Reparto del tráfico entre downlink y uplink, difiere del valor promedio reportado por los operadores en el Requerimiento de Información.
  
- Algunos parámetros propuestos presentan inconsistencias en su estimación:
  - Tráfico de voz entrante y saliente

---

<sup>11</sup> Se mantienen las velocidades de 10, 30, 100 y 300 Mbps del MODELO 2022, lo que resulta insuficiente para casos de sitios ubicados en zonas urbanas densas, donde la demanda resulta superior a dicha capacidad.

- El MODELO 2022 requiere conocer el tráfico entrante y saliente por operador, el cual debe ser igual en su volumen total (el tráfico de voz móvil saliente de cuatro (4) operadores debe ser igual al tráfico de voz móvil entrante a los mismos cuatro (4) operadores). En tal sentido, dicho modelo asume como válido el tráfico de voz saliente, y estima el tráfico entrante mediante la transposición del tráfico según cada operador.
  - Sin embargo, en el modelo propuesto por el operador, el tráfico de voz saliente hacia móvil es diferente al tráfico de voz entrante desde móvil.
  - Esta inconsistencia conlleva a que la demanda de interconexión de voz del operador resulte mucho mayor a la demanda estimada por el Osiptel (44,786,174,300 minutos anuales vs. 25,825,144,797 minutos anuales).
  - Tamaño de canal para portadora 5G
    - El operador considera un valor de 5 MHz para este parámetro, sin embargo, la capacidad del canal es establecida empleando una portadora de 50 MHz.
  - Escalera de tasas en LTE, por portadora sobre el total de la celda
    - El operador mantiene el uso de una portadora de 5 MHz del MODELO 2022, sin embargo, en la información reportada por los operadores se muestra el empleo de portadoras de 5, 10, 15 y 20 MHz para esta tecnología.
  - Escalera de tasas en 5G, por portadora sobre el total de la celda
    - Las velocidades esperadas de la portadora 5G en su propuesta (32.4 y 39.3 Mbps) resultan incoherentes con el tamaño de la portadora asociada (50 MHz).
  - Inflación
    - Según el MODELO 2022, el valor de la inflación es construido a partir del *Producer Price Index by Commodity*. No obstante, el operador emplea un valor de la inflación diferente al que se obtiene empleando dicha fuente de información.
  - Asignación de costos para redes 5G
    - El operador ha incluido en su modelo la red 5G, sin embargo, no ha incluido elementos de costos asociados a dicha red, asimismo, tampoco ha incluido los factores de asignación de costos respectivos.
- Respecto a la reposición del mecanismo MAV, cabe señalar que en el año 2022, el Osiptel optó por retirar dicho mecanismo debido a la tendencia decreciente del

Cargo Móvil, y a que las tasas a las que decrecía el valor del cargo en las actualizaciones habían sido cada vez menores.

## 5.2. Propuesta de INTEGRATEL

### 5.2.1. Propuesta presentada

La propuesta del operador fue presentada el 19 de setiembre de 2025 mediante carta INT-02934-AG-AER-25. A continuación, se presenta un resumen de la propuesta regulatoria:

- Desregulación del Cargo Móvil. INTEGRATEL propone como primer mejor el uso de la metodología Bill and Keep (en adelante, BaK) para las liquidaciones de cargo por terminación de llamadas en otra red<sup>12</sup>.

INTEGRATEL señala que dicho esquema conllevaría beneficios como simplicidad regulatoria y menores costes regulatorios, mayor alineamiento con la evolución tecnológica hacia redes IP / NGN, entre otros. Asimismo, presentó como experiencia internacional el caso de Colombia.

- Mantener el valor del cargo vigente: Como segundo mejor, INTEGRATEL propone que se mantenga el valor del Cargo Móvil vigente (establecido en USD 0,00129 por minuto) aplicable a todas las empresas operadores de servicios públicos móviles por los próximos cuatro (4) años, complementada con un esquema regulatorio BaK híbrido, que permita que los operadores puedan establecer el acuerdo de no cobro del Cargo Móvil cuando el nivel de la diferencia entre el tráfico mensual entrante y saliente este por debajo de un umbral.
- Otras consideraciones:
  - El cambio en el valor del Cargo Móvil no va a tener el efecto en el mercado que ha tenido históricamente debido a la alta intensidad competitiva del mercado móvil, la cual se centra en la prestación de datos móviles.
  - El nivel actual del Cargo Móvil en el Perú es uno de los cargos de interconexión móvil más bajos de la región.

---

<sup>12</sup> Dicho esquema consiste en que los cargos de terminación entre los operadores sean iguales a cero. Es decir, cada operador asume el costo de terminar las llamadas en su propia red, sin cobrarle al operador que origina la llamada. En otras palabras, no se aplican cargos de terminación entre redes.

### **5.2.2. Cargo propuesto**

El valor del Cargo Móvil propuesto por el operador es de cero (0), o USD 0,00129 por minuto para los próximos cuatro (4) años, que corresponde a mantener el valor del cargo vigente.

### **5.2.3. Modelo de costos**

El operador no presenta modelo de costos que sustente su propuesta.

### **5.2.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador**

Respecto a la implementación del esquema BaK, se debe señalar que la presente revisión se realiza, de conformidad a lo dispuesto en los Lineamientos de Competencia y las Normas de interconexión, cuya regulación establece que el cargo de interconexión se define sobre la base de la información de costos y de demanda proporcionada por las empresas. En ese sentido, el valor del Cargo Móvil debe sustentarse en un modelo de costos eficiente.

Por lo tanto, la implementación de un mecanismo BaK, al implicar que no se perciben ingresos por la prestación del servicio de interconexión, independientemente de los costos incurridos por las empresas, requeriría de una revisión de los referidos lineamientos y la normativa de interconexión, que pueda permitir su aplicación.

Adicionalmente, se hace hincapié que la implementación del BaK, por su naturaleza, corresponde a la formulación de una nueva propuesta regulatoria del cargo de interconexión tope, que resulta distinto a la propuesta formal de cargo tope remitida por una empresa operadora<sup>13</sup>.

Sin perjuicio de lo anterior, y sobre el comentario de Integratel con respecto al caso colombiano, cabe destacar que dicha aplicación se ha realizado en conjunto con otras medidas, por ejemplo, para los operadores que por primera vez hayan obtenido permisos para el uso y explotación de espectro radioeléctrico para la prestación de servicios móviles, se establece una senda de reducciones graduales de los cargos de acceso<sup>14</sup>.

La segunda propuesta de INTEGRATEL de mantener el valor actual del Cargo Móvil (USD 0,00129 por minuto) por cuatro años carece de sustento técnico, ya que no se ha demostrado que dicho valor refleje costos eficientes ni que garantice las condiciones

---

<sup>13</sup> La propuesta de Entel presentada mediante carta CGR-3222-2025-JGPR el 19 de agosto de 2025.

<sup>14</sup> Véase: <https://www.crcom.gov.co/sites/default/files/normatividad/00007007.pdf>

actuales de competencia en el mercado. La normativa en vigor exige que cualquier modificación o mantenimiento del Cargo Móvil esté respaldado por estudios de costos que aseguren la eficiencia económica.

La propuesta de un esquema híbrido BaK, condicionado a diferencias de tráfico menores a un umbral, no puede ser evaluada en este procedimiento, dado que este análisis implica la recopilación y evaluación de información detallada que no forma parte del alcance del presente procedimiento regulatorio.

### 5.3. Conclusiones

La propuesta de desregulación presentada por INTEGRATEL, mediante la implementación del esquema Bill and Keep, no se ajusta al marco normativo vigente, el cual establece que el cargo de interconexión debe definirse sobre la base de costos eficientes. La adopción del BaK implicaría una revisión normativa integral, que excede el alcance del presente procedimiento. Asimismo, la propuesta de mantener el valor vigente del Cargo Móvil carece de sustento técnico, al no demostrar que dicho valor refleje costos eficientes. En consecuencia, la propuesta de INTEGRATEL no cumple con los criterios regulatorios y técnicos exigidos, por lo que debe ser descartada.

Por otra parte, si bien ENTEL toma como referencia el MODELO 2022 elaborado por Osiptel, las modificaciones realizadas presentan limitaciones que no garantizan la eficiencia económica ni la consistencia técnica requerida.

## 6. PROPUESTA DEL OSIPTEL

La propuesta está basada en el MODELO 2022, cuyas principales características son las siguientes:

- Operador hipotético eficiente (en adelante, OHE) basado en operadores existentes.
- Participación de mercado: Porcentaje determinado según análisis.
- Operador utiliza tecnologías móviles para proveer servicios de voz (on-net y off-net), datos y mensajes (SMS y MMS)
- Enfoque *scorched earth*: Cuantifica el número de estaciones o “celdas” necesarias para atender el área geográfica de interés, en base a la cobertura que proporciona una sola celda. A diferencia del enfoque *scorched node*, no se mantienen a-priori las ubicaciones existentes de las estaciones base de un operador en particular.
- Tecnología de acceso: GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G) y NR (5G).
- Tecnología de nodo de acceso: Single RAN

Con el propósito de reflejar el uso de soluciones modernas, eficientes y tecnológicamente disponibles en todas las empresas operadoras, el modelo propuesto por el Osiptel considera el uso de tecnologías “*Single Radio Access Network*” (Single RAN), “transmisión agregada de tipo IP” y en general elementos de red multi tecnología.

En particular, en la modelación de la red de acceso se utilizan estaciones del tipo “Single RAN”, entendidas como equipos capaces de atender los servicios 2G, 3G, 4G y 5G simultáneamente, y en más de una frecuencia de operación, sin que sea preciso desplegar una nueva infraestructura, en línea con las prácticas adoptadas en las redes móviles actuales.

La funcionalidad de esta estructura radica en la integración de tecnologías 2G y 3G en una misma infraestructura, lo que ha facilitado la migración hacia 4G/LTE de manera eficiente, sin requerir modificaciones sustanciales en los equipos existentes. Actualmente, este esquema se ha extendido para incorporar también la tecnología 5G, consolidando un modelo evolutivo que optimiza recursos. Esta solución contribuye significativamente a la reducción del espacio físico requerido, el consumo energético, los costos operativos (OPEX) y los gastos asociados al mantenimiento.

La transmisión sobre protocolo IP cumple una función equivalente, dado que permite la digitalización de todos los flujos de tráfico para su agregación en un único tipo de enlace IP. De manera análoga, los elementos del núcleo de red (*core*), tales como conmutadores y bases de datos especializadas —incluyendo HLR y HSS—, gestionan de forma integrada la provisión de todos los servicios móviles.

- Frecuencias de operación: Se determinan según su uso por parte de los operadores.
- Definición de geotipos para caracterización de localidades: Se determina según información disponible de los operadores.
- Metodología de costeo: LRAIC + (Costo Incremental Medio de Largo Plazo más una contribución a los Costos Comunes).
- Metodología de anualidad: Simple.
- OPEX: Vector de valores.
- Overhead: Determinado según análisis.
- No se incluye el valor del espectro radioeléctrico.
- WACC en dólares americanos (USD) antes de impuestos.
- Periodo de análisis: 1 de enero de 2024 a 31 de diciembre de 2024.

Para efectos de evaluar los supuestos y parámetros correspondientes, se tomarán en cuenta las propuestas e información recibida en el marco del presente procedimiento,

incluyendo los modelos de costos y sus sustentos respectivos, así como la información proporcionada al Osiptel en diversas fuentes como son la Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP), nuevo enfoque de Cobertura<sup>15</sup>, Reglamento de Calidad<sup>16</sup>, y el Requerimiento de Información. De manera adicional, se utilizarán algunas fuentes externas como son el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) o el Instituto de Información Estadística e Informática (INEI), entre otros.

La descripción actualizada del modelo de costos se encuentra en el Anexo 1. Asimismo, el archivo Excel adjunto contiene el modelo de costos que sustenta la presente determinación del cargo móvil, conforme a los lineamientos metodológicos establecidos y en concordancia con la normativa vigente.

## 6.1. Consideraciones generales

### 6.1.1. Servicios y red a considerar

Actualmente los operadores móviles sujetos a la presente regulación utilizan redes móviles para la prestación de los servicios. Sin embargo, dos (2) de ellos (AMÉRICA MÓVIL e INTEGRATEL) utilizan adicionalmente otras redes de diferente naturaleza, capacidad y cobertura (redes PSTN, HFC<sup>17</sup>, XDSL<sup>18</sup>, GPON<sup>19</sup>) que les permiten a su vez la prestación de otros servicios (telefonía fija, telefonía de larga distancia, televisión por cable, acceso a internet, o alquiler de circuitos). Es decir, estos operadores son multiservicios y multiredes.

En ese contexto, para la fijación de cargos de interconexión o tarifas mayoristas, se podría considerar la prestación de todos los servicios y de todas las redes existentes, tal como fue aplicado por ejemplo en el año 2023<sup>20</sup>. Sin embargo, este tratamiento incorpora mayor complejidad<sup>21</sup>, por lo que se decide mantener el modelamiento solo a los servicios prestados en la red móvil, de manera similar a la regulación vigente del Cargo Móvil.

---

<sup>15</sup> Aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 00151-2023-CD/OSIPTEL.

<sup>16</sup> Aprobado mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 214-2024-CD/OSIPTEL

<sup>17</sup> HFC, acrónimo de “Hybrid Fiber Cooper”.

<sup>18</sup> XDSL, acrónimo de “X – Digital Subscriber Line”, donde X denota la generalización de enlaces de tipo “Asymmetric” (asimétrico, el estándar inicial) o “Very High” (de mayor velocidad comparado con el estándar inicial).

<sup>19</sup> GPON, acrónimo de “Gigabit Passive Optical Network”.

<sup>20</sup> Resolución de Consejo Directivo N° 147-2023-CD/OSIPTEL.

<sup>21</sup> La complejidad se refiere al desarrollo de un modelo que incluya múltiples redes (PSTN, HFC, XDSL, GPON, entre otras, y que adicionalmente incluya a la red móvil); y que sea capaz de atender las demandas de todos los servicios prestados usando estas redes (multiservicio).

De esta forma, se mantiene el enfoque de considerar los servicios de voz (entrante, saliente y on-net, hacia/desde redes móviles, fijas y de larga distancia), datos y mensajes (SMS y MMS), mediante una red móvil.

#### **6.1.2. Operador hipotético eficiente (OHE)**

De cuatro (4) operadores en el mercado, solo dos (2) presentaron propuestas, y de las cuales solo una (1) se encontraba sustentada en un modelo de costos. Cabe señalar que dicho modelo consideraba un OHE para la prestación de los servicios.

Considerando ello, y que dicho modelo resulta coherente con la forma cómo se han establecido los valores del Cargo Móvil en las regulaciones previas (*benchmarking*, valores para cada operador, valores para operadores grandes y pequeños y finalmente un valor único), se mantiene el empleo de un OHE para establecer el valor del Cargo Móvil.

#### **6.1.3. Enfoque *Scorched Earth* para la red de acceso y *Scorched Node* para la red de núcleo**

El modelamiento de la red para un OHE contempla dos enfoques diferenciados para el diseño de la red de acceso y la red de núcleo, atendiendo a las características y funciones propias de cada red.

Para la red de acceso, se adoptó el enfoque *scorched earth*, dado que resulta complejo definir una red completa con la ubicación precisa de todos sus elementos —incluyendo estaciones base—, como lo exige el enfoque *scorched node*.

En contraste, para la red de núcleo se consideró el enfoque *scorched node*, en virtud de que la ubicación de los nodos y equipos principales se concentra en tres ciudades principales: Trujillo, Lima y Arequipa. Esta característica facilita la aplicación de dicho enfoque.

En síntesis, el modelamiento de la red del OHE se estructura bajo el enfoque *scorched earth* para la red de acceso y el enfoque *scorched node* para la red de núcleo, garantizando así una representación coherente y ajustada a la realidad.

#### **6.1.4. Modelamiento LRAIC+**

La estimación del valor del cargo se realiza aplicando el método de incremento de costos de tipo LRAIC+ (*Long Run Average Incremental Cost Plus*)<sup>22</sup>. Este procedimiento implica

---

<sup>22</sup> LRAIC+, acrónimo de “*Long Run Average Incremental Cost +*”. Puede observarse mayor detalle en la página 18 del informe “*Pricing principles and methodologies for future regulation of wholesale voice call termination services*”, del 9 de marzo de 2018, disponible en <https://www.comreg.ie/media/2018/05/ComReg1819a.pdf>

el modelamiento de una red móvil capaz de atender la demanda de múltiples servicios, asignando los costos al servicio de voz mediante la utilización de factores de enrutamiento, e incorporando una contribución destinada a cubrir los costos comunes.

No se ha identificado evidencia que invalide la pertinencia de esta metodología, por lo que se ratifica la aplicación del enfoque LRAIC+ para la determinación del Cargo Móvil.

#### **6.1.5. Tecnologías de acceso 2G, 3G, 4G y 5G**

En la actualidad, los operadores mantienen el despliegue simultáneo de redes móviles basadas en tecnologías 2G, 3G, 4G e incluso 5G, por lo que, para efectos del modelamiento, se incluyen todas estas tecnologías en la definición de la red de acceso. Esta consideración permite reflejar adecuadamente la heterogeneidad tecnológica presente en el mercado y garantizar que el análisis sea consistente con la realidad operativa.

#### **6.1.6. Fecha de corte**

Se ha establecido que la evaluación del Cargo Móvil se realice considerando una fecha de corte al 31 de diciembre de 2024. En consecuencia, el análisis incorpora los costos, parámetros y configuraciones al ejercicio completo del año 2024.

#### **6.1.7. Método de anualidad**

No se ha identificado evidencia que indique un reemplazo acelerado de elementos de red ni la aplicación de mecanismos alternativos que modifiquen la vida útil de los activos<sup>23</sup>. En consecuencia, se mantiene la utilización de la anualidad y la depreciación estándar, conforme a las prácticas establecidas para la estimación de costos en el largo plazo.

#### **6.1.8. Exclusiones**

No se ha identificado ninguna razón que justifique la modificación de los criterios de exclusión aplicados previamente en el cálculo de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial. En tal sentido, se mantiene la exclusión de costos de comercialización minorista (*retail*) de servicios finales, así como costos de gestión comercial (presencial o tele-gestión), atención de reclamos de usuarios, y demás costos asociados directamente al servicio final (mercado minorista), así como los costos relacionados al espectro radioeléctrico.

---

<sup>23</sup> Para la anualización de inversiones, se suele utilizar la depreciación estándar cuando los activos recuperan su inversión en forma normal a lo largo de su vida útil. Sin embargo, en algunos casos los activos tienen vidas útiles más cortas y requieren que la recuperación de inversión sea más rápida al inicio de su vida útil. A este caso se le denomina depreciación acelerada.

## 6.2. Evaluación de los servicios y demanda

### 6.2.1. Demanda

Utilizando la información reportada en la NRIP, se determina el vector de demandas correspondiente a los servicios que serán considerados en el modelamiento.

**Tabla N° 2: Demandas a utilizar en el modelo de costos**

FUENTE	MERCADO	AMÉRICA MÓVIL	ENTEL	INTEGRATEL	VIETTEL
<b>Voz (millones de minutos)</b>					
<b>Tráfico Total</b>	<b>143,299</b>	<b>52,846</b>	<b>27,653</b>	<b>35,165</b>	<b>27,636</b>
<b>On-net</b>	39,999	19,310	6,001	8,075	6,613
<b>Saliente off-net</b>	51,952	<b>17,156</b>	<b>10,406</b>	<b>13,407</b>	<b>10,983</b>
<b>hacia móviles</b>	49,949	<b>16,432</b>	<b>10,168</b>	<b>12,542</b>	<b>10,807</b>
ENTEL	10,905	4,986	0	3,509	2,410
AMÉRICA MÓVIL	15,765	0	4,656	6,088	5,022
VIETTEL	9,867	4,877	2,045	2,945	0
INTEGRATEL	13,412	6,569	3,468	0	3,376
<b>hacia fijos</b>	1,774	701	70	828	175
<b>Internacional</b>	229	24	168	37	1
<b>Entrante off-net</b>	51,349	<b>16,379</b>	<b>11,245</b>	<b>13,683</b>	<b>10,041</b>
<b>desde móviles</b>	49,949	<b>15,765</b>	<b>10,905</b>	<b>13,412</b>	<b>9,867</b>
ENTEL	10,168	4,656	0	3,468	2,045
AMÉRICA MÓVIL	16,432	0	4,986	6,569	4,877
VIETTEL	10,807	5,022	2,410	3,376	0
INTEGRATEL	12,542	6,088	3,509	0	2,945
<b>desde fijos</b>	809	284	227	190	109
<b>Internacional</b>	591	330	113	82	65
<b>SMS (millones de mensajes)</b>					
<b>On-net</b>	1,683	633	193	652	204
<b>Saliente off-net</b>	2,480	728	451	815	486
<b>Entrante off-net</b>	2,092	678	497	541	376
<b>MMS (millones de mensajes)</b>					
<b>On-net</b>	0.23	0.23	0	0	0
<b>Saliente off-net</b>	-	0	0	0	0
<b>Entrante off-net</b>	-	0	0	0	0
<b>Datos (terabytes)</b>					
<b>Demanda Anual</b>	<b>6,790,136</b>	2,535,929	1,597,707	1,384,113	1,272,386

Fuente: Reportes de las empresas operadoras.

Cabe mencionar que se ha mantenido la aplicación de los criterios establecidos en la regulación anterior: (i) excluir el tráfico de operadores móviles sin red (tráfico no relevante), (ii) balancear el tráfico de voz móvil (el tráfico de voz móvil saliente hacia otros operadores móviles debe ser igual al tráfico entrante desde operadores móviles,

siendo utilizado el tráfico saliente como referencia). Asimismo, la demanda del servicio de datos considera el tráfico *onnet*<sup>24</sup> sólo una vez, e incluye tanto a líneas móviles como otros dispositivos.

### **6.2.2. Cuota de mercado (cantidad de operadores)**

Tal como se aprecia en el Gráfico N° 13, durante el período 2020-2024 la participación en el mercado móvil ha experimentado variaciones, en detrimento de INTEGRATEL y en favor de AMÉRICA MÓVIL y VIETTEL<sup>25</sup>, operadores que han incrementado su cuota de mercado. Al cierre del año 2024, el mercado presenta una distribución más equilibrada entre las empresas participantes.

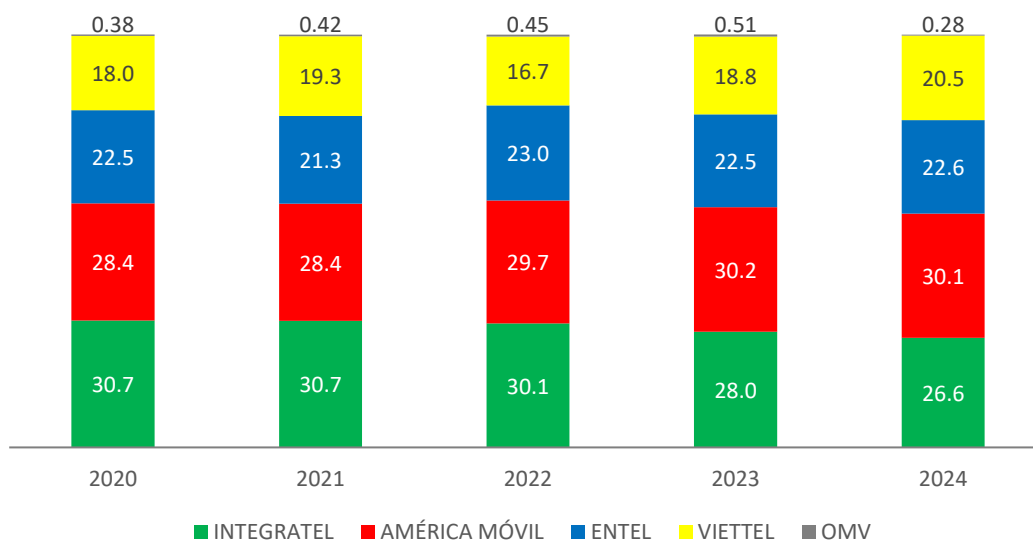
Respecto a los Operadores Móviles Virtuales (OMV), su participación continúa siendo incipiente. No obstante, debe considerarse que el modelo de negocio de los OMV se orienta a nichos específicos, por lo que su proyección futura no será comparable con la de los operadores móviles con red.

En este contexto, para efectos de determinar la cuota de mercado que atendería el OHE, se ha establecido un supuesto de participación equivalente al 25% del mercado.

---

<sup>24</sup> Tráfico en los usuarios del mismo operador.

<sup>25</sup> ENTEL ha mantenido su participación en el mercado durante el periodo 2020-2024.

**Gráfico N° 13: Participación en el mercado móvil (en porcentaje)**


Fuente: PUNKU.

Elaboración: DPRC-Osiptel

### 6.2.3. Líneas

#### Subscriptores

En el modelamiento se ha utilizado el promedio mensual de líneas móviles reportadas en el año 2024 en la NRIP, resultando en 41 987 671 líneas.

#### Líneas que hacen uso de voz y de datos

Se ha identificado el total de líneas que utilizan exclusivamente servicios de voz, calculando el porcentaje correspondiente mediante la relación entre dichas líneas y el número total de suscriptores. El modelo emplea el complemento de este valor, es decir, el porcentaje de líneas que hacen uso tanto de voz como de datos, el cual asciende a 90%.

### 6.3. Evaluación de aspectos geográficos

#### 6.3.1. Población

Para la estimación de la población se ha utilizado el Directorio Institucional de Centros Poblados elaborado por Osiptel en el marco de la NRIP<sup>26</sup>. La siguiente tabla presenta la población total y la cantidad de centros poblados considerados en el análisis.

**Tabla N° 3: Población por departamento a utilizar en el modelo**

Departamento	Cantidad de Centros Poblados	Población
Amazonas	3 520	414,579
Ancash	8 330	1,397,505
Apurímac	4 566	632,928
Arequipa	6 060	1,358,624
Ayacucho	8 365	994,494
Cajamarca	6 835	265,276
Callao	7	387,762
Cusco	10 497	1,208,526
Huancavelica	7 309	1,258,126
Huánuco	7 059	364,360
Ica	1 657	1,265,929
Junín	5 116	1,094,428
La libertad	3 977	857,392
Lambayeque	1 645	901,927
Lima	6 254	9,495,693
Loreto	2 682	176,889
Madre de Dios	361	1,873,331
Moquegua	1 545	507,077
Pasco	3 167	144,282
Piura	3 058	1,219,543
Puno	10 459	330,684
San Martín	3 308	830,186
Tacna	1 054	740,741
Tumbes	211	1,863,418
Ucayali	1 186	225,080
<b>Total general</b>	<b>108 228</b>	<b>29 808 780</b>

Fuente: Osiptel.

<sup>26</sup>Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/osiptel/normas-legales/4257347-176-2023-gg-osiptel>

### 6.3.2. Geotipos

Para la red de acceso, el enfoque *scorched earth* determina la cantidad de sitios mediante la relación entre la superficie a atender y la superficie cubierta por cada sitio (estación móvil)<sup>27</sup>. Para ello, la superficie del país se segmenta en áreas más pequeñas caracterizadas por algún parámetro específico, siendo utilizada en este caso la densidad poblacional (habitantes por unidad de superficie (km<sup>2</sup>)).

Estas áreas corresponden a la división política más pequeña del país: el distrito. Se han actualizado los polígonos georreferenciados de los distritos al año 2024, recalculando las densidades poblacionales conforme a la información actualizada presentada en el acápite anterior. La selección de la densidad asociada a cada geotipo se ha mantenido respecto al modelo anterior, dado que genera una cantidad de sitios de cobertura consistente con la reportada por los operadores al cierre de 2024, conforme se detalla en los acápites posteriores (proceso de calibración).

**Tabla N° 4: Geotipos**

Geotipo	Rango (hab/km <sup>2</sup> )	% área del país	% población del país
Muy denso	≥400	0,53%	50,77%
Denso	≥30 y <400	9,07%	29,80%
Poco denso	≥2 y <30	48,33%	18,00%
Otros	<2	42,07%	1,43%

Fuente y Elaboración: Osiptel.

De esta manera, se muestra a continuación la superficie y población resultante según cada geotipo.

**Tabla N° 5: Superficie y población según geotipo**

Geotipo	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Población
Muy denso	6 865,29	15 133 893
Denso	116 827,54	8 884 414
Poco denso	622 801,10	5 364 094
Otro	542 024,91	426 379

Fuente y Elaboración: Osiptel.

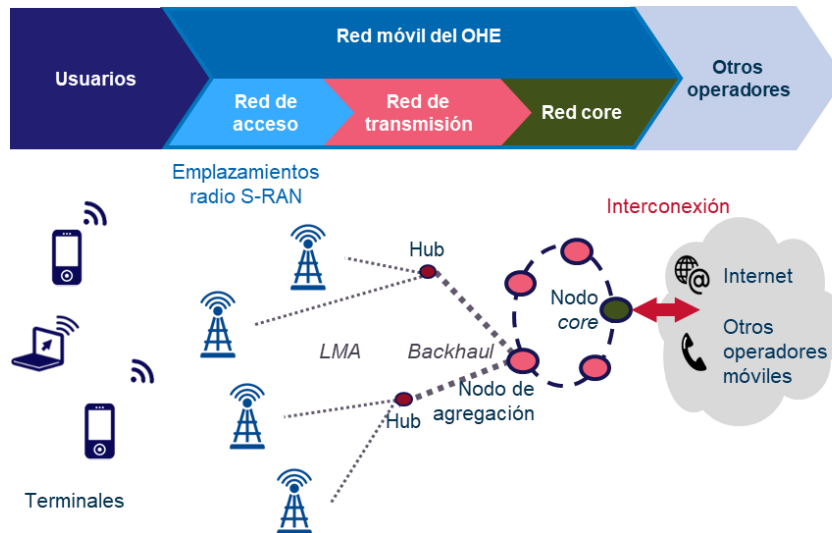
<sup>27</sup> Estos sitios se denominan “sitios de cobertura”, dado que son utilizados para proporcionar una cobertura básica o mínima del servicio. Sobre esta cantidad inicial, se incorporan sitios adicionales destinados a proveer mayor capacidad, conocidos como “sitios de capacidad”.

## 6.4. Evaluación del modelamiento y diseño de la red

### 6.4.1. Topología general de la red

La red se modela en cuatro (4) niveles: emplazamientos de radio (sitios donde se ubican las estaciones base para la provisión del servicio móvil), *hubs* (puntos intermedios que concentran tráfico proveniente de varios emplazamientos), nodos de agregación (encargados de consolidar el tráfico de los hubs y optimizar la transmisión hacia el núcleo) y nodos *core* (elementos centrales donde se realiza el control del tráfico y la gestión de los servicios), tal como se aprecia a continuación.

Gráfico N° 14: Esquema general de red del OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017.

Los terminales móviles de los usuarios se conectan a las estaciones base ubicadas en los emplazamientos, utilizando las tecnologías disponibles (2G, 3G, 4G y 5G) y consumen los servicios establecidos (voz, datos y mensajes), conformando la red de acceso.

A su vez, los emplazamientos se conectan hacia los nodos *core* en dos (2) etapas: en hubs, conformando el acceso de última milla (LMA-Last Mile Acces); y en los nodos de agregación, conformando el *Backhaul*. A su vez, estos nodos de agregación se conectan hacia los nodos de *core* mediante enlaces según cada caso.

Los nodos *core* proporcionan la base de los servicios provistos hacia los usuarios: voz, datos y mensajes, así como funcionalidad adicional requerida para el adecuado funcionamiento de la red (autenticación, base de datos de usuarios, entre otros).

De acuerdo con la información proporcionada por los operadores, la topología de red utilizada en el modelamiento no ha experimentado modificaciones, por lo que se mantiene sin cambios respecto a la configuración previamente establecida.

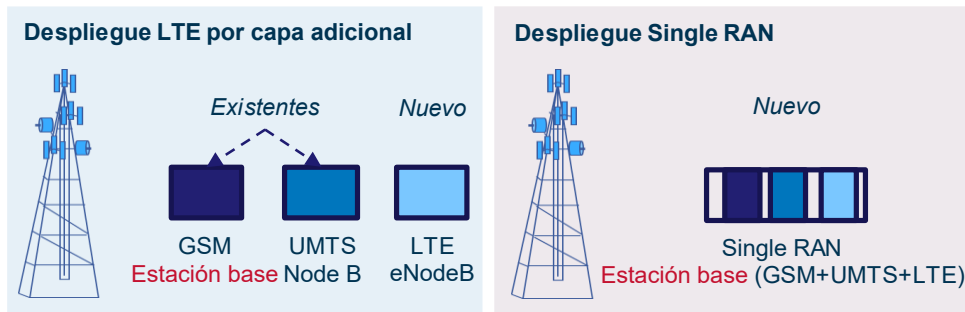
**6.4.2. Parámetros generales de modelamiento**

Emplazamientos de radio Single RAN

Dentro de los emplazamientos se despliegan las estaciones base asociadas a cada tecnología móvil: 2G, 3G, 4G y 5G, empleando una arquitectura *Single Radio Access Network* (S-RAN). Esta configuración permite que una única estación base proporcione servicios en las cuatro tecnologías radio desplegadas, gracias a su diseño flexible. Cabe señalar que esta técnica ya había sido aplicada en la revisión anterior, cuando se incorporó la tecnología 4G.

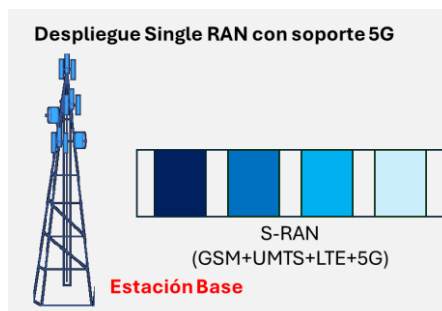
El Gráfico N° 15 ejemplifica el modelado de una red sin arquitectura S-RAN frente a una red con S-RAN para la tecnología 4G. Por su parte, el Gráfico N° 16 ilustra la implementación de una red S-RAN con soporte para 5G, destacando la integración flexible de múltiples tecnologías en una única estación base.

**Gráfico N° 15: Ejemplificación de una red S-RAN versus una red sin S-RAN**



Fuente: Analysys Mason, 2017

**Gráfico N° 16: Ejemplificación de una red S-RAN con soporte 5G**



Fuente: Adaptado de Análisis Mason.

Considerando lo anterior, se determina la configuración de la estación base a implementar en cada emplazamiento. Para las tecnologías 2G y 3G, se mantiene el cálculo de una configuración estándar por estación base. En el caso de las tecnologías 4G y 5G, se adiciona la capacidad de varias configuraciones, seleccionando aquella que mejor se ajusta a la demanda esperada en cada sitio, según el geotipo correspondiente.

**Bandas de frecuencia**

Se han evaluado las asignaciones de bandas de frecuencia otorgadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante, MTC); así como la tecnología empleada por los operadores.

**Tabla N° 6: Bandas 3GPP por operador y tecnología asignada**

Bandas	2G	3G	4G	5G
<b>AMÉRICA MÓVIL</b>				
700 MHz			15+15 MHz	
850 MHz	2.5+2.5 MHz	10+10 MHz		
1900 MHz	2.5+2.5 MHz		15+15 MHz	
2.5 GHz			FDD: 30+30 MHz TDD: 20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz
<b>ENTEL</b>				
700 MHz			15+15 MHz	
1900 MHz	2.5+2.5 MHz	5+5 MHz	10+10 MHz	
1.7/2.1 GHz			20+20 MHz	
2.3 GHz			30 MHz	
2.5 GHz			20+20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz
<b>INTEGRATEL</b>				
700 MHz			15+15 MHz	
850 MHz	2.5+2.5 MHz	10+10 MHz		
1900 MHz	2.5+2.5 MHz		10+10 MHz	
1.7/2.1 GHz			20+20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz

VIETTEL		
900 MHz		15+15 MHz (Lima) 10+10 MHz (Prov.)
1900 MHz	10+10 MHz	
2.5 GHz		20+20 MHz (Algunas Prov.)

Fuente: MTC y empresas operadoras. Elaboración: Osiptel

Por otra parte, de la información de sectores de estaciones base reportada por los operadores en el marco de la NRIP se evidencia un incremento en la cantidad de bandas utilizadas respecto al modelo anterior, así como una mayor intensidad en su uso relativo.

**Tabla N° 7: Uso porcentual de bandas utilizadas**

Banda (MHz)	450	700	850	900	1900	1700/2100	2300	2600	3500
Porcentaje	0%	14%	25%	7%	30%	9%	1%	13%	1%

Fuente: Empresas operadoras (NRIP).

En particular, se ha observado que, para las diferentes tecnologías, los operadores realizan un uso diferenciado de las bandas asignadas, en función de su disponibilidad y estrategia de despliegue. En algunos casos, una o más bandas presentan un uso reducido, por lo que son descartadas para efectos del modelamiento, procurando que su capacidad sea reasignada a las bandas restantes<sup>28</sup>.

Este criterio asegura que el modelo refleje la utilización real del espectro y optimice la asignación de capacidad en función de la demanda. En ese contexto, se consideran las siguientes asignaciones de espectro según tecnología y banda.

**Tabla N° 8: Asignación de bandas, total y por tecnología**

Banda (MHz)	Total (MHz)	2G	3G	4G	5G
700	20	0	0	20	0
850	18	3	15	0	0
1 900	25	5	5	15	0
1 700 / 2 100	25	0	0	0	25
2 600	50	0	0	0	50

Fuente: Empresas operadoras (NRIP)

<sup>28</sup> Como en el caso de la banda de 900 MHz para la tecnología 2G, las bandas de 700 y 900 MHz para la tecnología 3G, las bandas de 850, 900, 1700/2100, 2300 y 3500 MHz para la tecnología 4G, y las bandas de 2300 y 3500 MHz para la tecnología 5G.

### Radios de cobertura de estaciones base

Los radios de cobertura fueron estimados considerando la información reportada sobre sectores, diferenciando entre estaciones macro (cobertura geográfica) y micro (cobertura específica).

Los sectores macro se consolidan en su emplazamiento según las coordenadas donde se ubican. Los emplazamientos de todos los operadores son agregados dentro de un rango de 10 metros para reducir errores asociados a coordenadas cercanas.

De manera similar a la regulación anterior, cada emplazamiento se clasifica según su ubicación en un geotipo auxiliar, definido como: Urbano (polígonos de centros poblados urbanos de la NRIP), Suburbano (1 km alrededor de polígonos de centros poblados urbanos), Centro Poblado Rural (200 m alrededor de centros poblados rurales), Carretera (1 km alrededor de las carreteras-nacional, departamental y vecinal), Rural (5 km alrededor de centros poblados rurales) y Otros (resto de superficie).

Para cada operador, banda y tecnología, se seleccionan los emplazamientos y se identifican los emplazamientos cercanos dentro de un radio de búsqueda, calculando su distancia promedio. Cuando no se encuentran emplazamientos cercanos, se utiliza el promedio del grupo equivalente. El radio de cada emplazamiento se calcula como la mitad de la distancia promedio, adicionando un 20% para permitir el *handover* (traspaso) entre emplazamientos conexos.

Posteriormente, se utiliza la coordenada de cada emplazamiento para determinar el distrito y el geotipo correspondiente. Se calculan los promedios de radios por geotipo y banda (sin incluir la tecnología en este cálculo) y se ajustan para que la cantidad de sitios estimados sea consistente con los sitios reportados (proceso de calibración).

Cabe mencionar que se mantiene el radio de cobertura de microceldas<sup>29</sup> en 0,10 km., según información proporcionada por ENTEL en el procedimiento anterior.

Los radios de cobertura resultantes del proceso de calibración se muestran a continuación:

---

<sup>29</sup> Cabe señalar que la cantidad de microceldas no se calculan mediante el procedimiento descrito, sino que se incorpora en otro parámetro del modelo.

**Tabla N° 9: Radios de celda efectivos asociados a cada banda de espectro para cada geotipo después del proceso de calibración**

Geotipo	700 Mhz	850 MHz	1 900 MHz	1,7/2,1 GHz	2 600 MHz
Muy denso	1,42 km	1,44 km	1,40 km	1,35 km	1,41 km
Denso	2,82 km	2,40 km	2,56 km	2,03 km	2,32 km
Poco denso	3,22 km	3,18 km	3,41 km	2,67 km	3,28 km
Otros	2,66 km	3,07 km	3,35 km	3,20 km	2,75 km

Fuente: Empresas operadoras.

Elaboración: Osiptel.

Cabe señalar que los radios obtenidos después del proceso de calibración difieren de los valores que se esperarían en diseños reales<sup>30</sup>, dado que en este modelo tiene como propósito aproximarse al número de sitios reportados por los operadores.

#### Microceldas para cobertura

El modelo considera tres tipos de celdas: i) macro(celdas) para la cobertura geográfica, calculadas dividiendo la superficie a atender (geotipo) entre el área promedio de una celda; ii) micro(celdas) para cobertura, incorporadas como un parámetro en el modelo; y iii) celdas para capacidad, obtenidas restando la demanda requerida y la capacidad instalada por las macro y micro celdas.

En particular, para determinar la cantidad de micro(celdas) que se ingresan como parámetro, se ha mantenido el criterio anterior considerando como macro(celdas) aquellos sectores reportados como tipo de elemento de red “macro-celdas”; y considerar como micro(celdas) los demás sectores (“micro-celdas”, “pico-celdas”, “femto-celdas”, “hotel-BTS”, etc.); clasificados según tecnología de acceso (2G, 3G, 4G y 5G). Asimismo, los nuevos tipos reportados como “RAN Sharing” se han considerado como “macro(celdas)”.

Así, utilizando la información reportada por los operadores en la NRIP se ha determinado que las micro(celdas) para cobertura son las siguientes:

---

<sup>30</sup> Por ejemplo, en el geotipo “Otros”, que corresponde a áreas donde la población con cobertura es muy reducida —como carreteras o zonas rurales dispersas—, una estación base puede presentar radios de cobertura de 5 km o incluso superiores.

**Tabla N° 10: Microceldas para cobertura**

Tecnología	Cantidad
2G	518
3G	488
4G	815
5G	13

Fuente: empresas operadoras

### Cobertura geográfica<sup>31</sup>

A diferencia de los procedimientos anteriores, actualmente los operadores reportan en forma periódica la cobertura de su servicio móvil, según sea cobertura adicional o garantizada<sup>32</sup>. Para el presente procedimiento, se utilizará la cobertura adicional reportada puesto que representa la cobertura geográfica que más se asemeja a los despliegues de infraestructura observados<sup>33</sup>.

De esta forma, los polígonos de cobertura según cada operador y tecnología son intersectados con los polígonos de geotipos definidos. Luego, se calcula el porcentaje de área cubierta según geotipo de cada operador y tecnología, y luego son promediados. El resultado se muestra a continuación:

**Tabla N° 11: Cobertura geográfica según tecnología y geotipo**

Geotipo	2G	3G	4G	5G
Muy denso	61,4%	49,1%	59,0%	13,7%
Denso	31,0%	20,4%	32,4%	0,3%
Poco denso	10,5%	5,2%	11,1%	0%
Otro	1,2%	0,3%	1,1%	0%

Fuente: Empresas operadoras, otros.

### Proporción de emplazamientos propios

Estos parámetros modelan la propiedad —ya sea propia o de terceros— de los emplazamientos destinados a albergar las estaciones base, diferenciados según cada geotipo. Para ello, se ha considerado la información reportada por los operadores en el Requerimiento de Información, usando el promedio de los operadores, según cada caso.

<sup>31</sup> Mediante Resolución N° 151-2023-CD/OSIPTEL se derogó el Reglamento para la Supervisión de la Cobertura de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones Móviles y Fijos con Acceso Inalámbrico; y se optó por modificar el enfoque de cobertura hacia uno en base al reporte de manchas, el cual ilustra mejor la naturaleza de la de la propagación de las ondas electromagnéticas emitidas por las antenas de servicios móviles.

<sup>32</sup> Formato 101 de la NRIP.

<sup>33</sup> Formato 102 de la NRIP.

**Tabla N° 1: Proporción de emplazamientos propios**

Geotipo	Porcentaje
Muy denso	12,7%
Denso	9,1%
Poco denso	9,6%
Otro	11,9%
Microceldas	99,1%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de información

### 6.4.3. Parámetros relativos al tráfico

#### Migración (proporción) del tráfico de voz y de datos entre tecnologías

Estos parámetros buscan determinar cómo el tráfico total de voz y datos se distribuye entre las diversas tecnologías de acceso. Se ha considerado la información reportada por los operadores en el Requerimiento de Información, usando el promedio de los operadores, según cada caso.

**Tabla N° 13: Distribución de tráfico de voz y datos por tecnología de acceso**

Tecnología	Voz - Distribución de tráfico por tecnología de acceso	Datos - Distribución de tráfico por tecnología de acceso
2G	7.5%	0%
3G	48.7%	6.1%
4G	43.8%	93.3%
5G	0%	0.6%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

#### Distribución de tráfico de voz y de datos por tecnología y geotipo

Estos parámetros tienen como objetivo identificar la distribución del tráfico total de voz y datos entre las distintas tecnologías de acceso y geotipos. Para determinar estos parámetros se utilizó la información disponible de cobertura reportada por los operadores, y la población cubierta por cada geotipo. Los parámetros obtenidos se muestran a continuación.

**Tabla N° 14: Distribución de tráfico de voz y datos por tecnología de acceso y geotipo**

Tecnología	Geotipo	Voz - Distribución de tráfico por tecnología de acceso	Datos - Distribución de tráfico por tecnología de acceso
2G	Muy denso	50,7%	50,7%
	Denso	26,3%	28,5%
	Poco denso	15,2%	14,7%
	Otro	0,9%	0,8%
	Microceldas	7%	5,2%
3G	Muy denso	52,4%	50,7%
	Denso	27,7%	28,2%
	Poco denso	13,9%	13,4%
	Otro	0,6%	0,5%
	Microceldas	5,3%	7,2%
4G	Muy denso	55%	50,7%
	Denso	27,0%	29,1%
	Poco denso	13,6%	15,1%
	Otro	0,6%	0,6%
	Microceldas	3,8%	4,5%
5G	Muy denso	0%	40,2%
	Denso		4,9%
	Poco denso		0,2%
	Otro		0%
	Microceldas		54,6%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

#### Reparto de tráfico de datos entre el downlink y el uplink

Estos parámetros permiten modelar la distribución del tráfico de datos entre los segmentos de downlink y uplink para cada tecnología de acceso.

La estimación de estos valores se realizó a partir de la información declarada por los operadores en el marco del Requerimiento de Información, aplicando un promedio de los valores reportados por cada operador. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

**Tabla N° 15: Reparto de tráfico de datos entre downlink y uplink**

Parámetro	Valor
GPRS data Mbytes	64,4%
R99 data Mbytes	68,5%
LTE data Mbytes	93,1%
5G data Mbytes	92,3%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Porcentaje de tráfico de datos que es R99 y HSDPA

Estos parámetros permiten modelar la distribución del tráfico de datos correspondiente a la tecnología 3G en el segmento de descarga (downlink), diferenciando entre los canales R99 (canales básicos)<sup>34</sup> y HSDPA (canales de alta velocidad)<sup>35</sup>.

La estimación de estos valores se realizó a partir de la información declarada por los operadores en el marco del Requerimiento de Información, aplicando un promedio de los valores reportados por cada operador. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

**Tabla N° 26: Porcentaje de tráfico de datos que es R99 y HSDPA**

Parámetro	Valor
Porcentaje del tráfico de datos en la red 3G que es R99	0,37%
Porcentaje del tráfico HSPA en el downlink (i.e. HSDPA)	85,8%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz y de datos

Se ha mantenido el valor establecido en la regulación anterior, debido a que la revisión de la información proporcionada en el marco del Requerimiento de Información evidenció inconsistencias en los valores reportados<sup>36</sup>. Los valores obtenidos se muestran a continuación.

**Tabla N° 17: Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz y datos**

Escenario	Servicio de Voz	Servicio de Datos
Voz	7,5%	4,1%
Datos	5,6%	6,2%

Fuente: Empresas operadoras - Requerimiento de Información.

Diferencia entre velocidad máxima (pico) y velocidad promedio (media)

Este parámetro permite modelar la relación existente entre la velocidad máxima (pico) y la promedio (media) en una celda.

<sup>34</sup> R99, acrónimo de *Release de 1999*, canales básicos que aparecieron con la versión de GSM del año 99, y proporcionan capacidad de servicios de voz y de datos.

<sup>35</sup> HSDPA, acrónimo de *High Speed Downlink Packet Access*, canales adicionales que aparecieron en versiones posteriores al R99 y que proporcionan canales exclusivos para servicios de datos en alta velocidad.

<sup>36</sup> Para la estimación del parámetro correspondiente al porcentaje de tráfico diario en hora cargada, se procedió a dividir el tráfico anual reportado entre 365 días, obteniendo así el valor promedio diario. Posteriormente, este valor se dividió entre el tráfico reportado para la hora cargada, resultando en porcentajes que oscilaron entre 2 236% y 2 811%. Cabe señalar que únicamente un operador presentó valores razonables (7,5% para voz y 7,2% para datos); sin embargo, dicha información se considera insuficiente para su incorporación en el modelo.

Para su estimación, se empleó la información declarada por los operadores en el marco del Requerimiento de Información, considerando los promedios reportados. Los valores obtenidos se presentan a continuación.”

**Tabla N° 38: Relación entre velocidad pico y velocidad media**

Parámetro	Valor
3G – HSDPA - Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida	52%
4G – LTE - Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida	73,3%
5G –Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida	72,8 %

Fuente: Empresas operadoras - Requerimiento de Información.

#### Duración de las llamadas

Se empleó la información reportada en la NRIP, en la cual los operadores informaron la duración promedio de las llamadas locales —tanto residenciales como comerciales—, así como las de larga distancia internacional, considerando escenarios on-net, off-net y hacia redes fijas. Los rangos reportados se ubicaron entre 1 y 10 minutos. Los valores consolidados se presentan a continuación.

**Tabla N° 19: Duración de llamadas según escenario de comunicación**

Escenario	Duración (minutos)
Tráfico de voz on-net	2.09
Tráfico de voz saliente a fijo	2.87
Tráfico de voz saliente a móvil	2.33
Tráfico de voz saliente a internacional	3.10
Tráfico de voz entrante desde fijo	2.87
Tráfico de voz entrante desde móvil	2.33
Tráfico de voz entrante desde internacional	3.10

Fuente: Empresas operadoras (NRIP)

#### **6.4.4. Parámetros relativos a la red de transmisión**

##### Distribución de tecnologías de acceso de última milla (LMA) según tipo de enlace

Estos parámetros permiten modelar la forma en que los emplazamientos se conectan con los elementos del núcleo de la red, ya sea mediante enlaces alquilados o enlaces propios, basados en tecnologías de microondas, fibra óptica o satelital. Para su estimación, se utilizó la información de infraestructura de red (fibra, microondas y satélite) contenida en los formatos 102 y 105 de la NRIP, calculando el promedio de los porcentajes de enlaces clasificados reportados por cada operador. Los valores consolidados se presentan a continuación.

**Tabla N° 20: Tecnologías de acceso de última milla (LMA)**

Tecnología de acceso de última milla (LMA)	Porcentaje de uso
Líneas alquiladas	0,8%
Microondas	23,8%
Fibra	72,1%
Satélite	3,3%

Fuente: Empresas operadoras (Formato 102 y 105 de la NRIP).

**Datos de entrada de Acceso a Última Milla (LMA) y Hub a Core**

Estos parámetros permiten modelar la forma en que los emplazamientos —donde se instalan las estaciones base según su tecnología y geotipo— se conectan con los hubs (nodos de agregación). Se han mantenido los valores establecidos en el procedimiento anterior.

**Tabla N° 21: Datos de entrada de Acceso a Última Milla (LMA) y Hub a Core, para Geotipo “Microceldas”**

Parámetro	Valor
Proporción de emplazamientos conectados vía hubs	80%
Número de emplazamientos radio por hub	5
Proporción de emplazamientos cubricados con hubs	10%
Número de hubs por cada enlace de transmisión hub-core (p.ej. 1 para punto-punto o más de 1 para anillos)	1

Fuente: MODELO 2022.

**6.4.5. Parámetros relativos a la red de núcleo (red core)**

**Ubicación de los BSCs, RNCs y MGWs**

Estos parámetros permiten identificar los departamentos en los que se ubican los nodos BSC, RNC y MGW, así como el direccionamiento del tráfico asociado para su atención. Las ubicaciones determinadas se presentan a continuación.

**Tabla N° 22: Ubicación de BSCs, RNCs y MGWs**

Departamento a ser atendido	BSC	RNC	MGW
Abancay	Lima	Lima	Lima
Arequipa	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Ayacucho	Lima	Lima	Lima
Cajamarca	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Callao	Lima	Lima	Lima
Cerro de Pasco	Lima	Lima	Lima
Chachapoyas	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Chiclayo	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Cusco	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Huancavelica	Lima	Lima	Lima
Huancayo	Lima	Lima	Lima
Huaraz	Lima	Lima	Lima
Ica	Lima	Lima	Lima
Iquitos	Iquitos	Iquitos	Iquitos
Lima	Lima	Lima	Lima
Moquegua	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Piura	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Pucallpa	Lima	Lima	Lima
Puerto Maldonado	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Puno	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Tacna	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Tarapoto	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Tingo Maria	Lima	Lima	Lima
Trujillo	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Tumbes	Trujillo	Trujillo	Trujillo

**Proporción de tráfico de voz entre enlaces MSC-MSC**

Estos parámetros permiten modelar el intercambio de tráfico entre las distintas centrales de conmutación de voz (MSC), considerando los tipos de tráfico (on-net, saliente y entrante) y las redes asociadas (fija, móvil y larga distancia internacional). Para esta estimación, se han mantenido los valores establecidos en el procedimiento anterior. Los resultados consolidados se presentan a continuación.

**Tabla N° 43: Proporción del tráfico transmitida entre enlaces MSC-MSC**

Parámetro	Valor
2G - Tráfico de voz on-net	15,7%
2G - Tráfico de voz saliente a fijo	1,2%
2G - Tráfico de voz saliente a móvil	17,2%
2G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,1%
2G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,3%
2G - Tráfico de voz entrante desde móvil	17,0%
2G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,0%
3G - Tráfico de voz on-net	25,9%
3G - Tráfico de voz saliente a fijo	2,1%
3G - Tráfico de voz saliente a móvil	29,4%
3G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,2%
3G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,6%
3G - Tráfico de voz entrante desde móvil	29,5%
3G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,2%
4G - Tráfico de voz on-net	18,2%
4G - Tráfico de voz saliente a fijo	1,5%
4G - Tráfico de voz saliente a móvil	20,2%
4G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,1%
4G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,4%
4G - Tráfico de voz entrante desde móvil	20,1%
4G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,1%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

#### Proporción de tráfico de datos entre enlaces SGSN-GGSN

De manera análoga al caso anterior, estos parámetros permiten modelar el intercambio de tráfico entre las distintas centrales de datos (SGSN y GGSN). Para esta estimación, se ha mantenido el valor establecido en el procedimiento anterior, equivalente al 15%.

#### **6.4.6. Tratamiento de voz sobre redes 4G (VoLTE)**

Tal como se indicó previamente, se toma como referencia el MODELO 2022 elaborado por OSIPTEL, el cual contempla el soporte para servicios de voz sobre redes 4G mediante tecnologías VoLTE. Cabe precisar que la prestación del servicio de voz difiere entre las redes 2G/3G y 4G: en las dos primeras existen canales específicos para comunicaciones de voz, mientras que en 4G únicamente se dispone de canales para datos. En consecuencia, las redes 4G requieren equipamiento adicional para soportar servicios de voz, siendo estándar el uso de redes IMS<sup>37</sup>. Por su parte, la red 5G en modo NSA, actualmente implementada, no se utiliza para el transporte de voz, limitándose a servicios de datos.

En este contexto, el modelo distribuye el tráfico de voz entre las distintas tecnologías de acceso (2G, 3G y 4G) y posteriormente entre los diferentes geotipos (muy denso, denso,

---

<sup>37</sup> IMS, acrónimo de “IP Multimedia Subsystem”, arquitectura que permite soportar servicios de voz y multimedia (video) sobre redes de datos IP.

poco denso, otros y microceldas). El tráfico asignado a redes 4G es atendido por elementos propios de redes IMS, tales como el servidor de telefonía (Telephony Application Server – TAS), los controladores de sesión (Session Border Controller – SBC) y los mediagateways (Mediagateway Controller Function – MGCF).

Una vez dimensionados y costeados los elementos de VoIP, se aplica el mismo mecanismo de asignación de costos a los diferentes servicios mediante *drivers* de asignación (*routing factors*). Para cada tecnología de acceso, los servicios (voz, datos y mensajes) se convierten a una unidad común de uso (minutos equivalentes), según la forma en que son transportados. En redes con canales específicos para voz (2G y Release 99 de 3G), se utiliza la velocidad del canal de voz asociado; mientras que en redes que solo disponen de canales de datos, se emplea un canal de voz equivalente (Channel Element – CE), estimado en función de la velocidad total de una portadora (HSDPA en 3G y LTE en 4G), según el tamaño de portadora, conforme a lo implementado en la hoja “*RouteingFactors*” del modelo.

Tras la revisión de la información disponible, no se identificaron características que requieran modificaciones, por lo que se ha determinado mantener este mecanismo respecto al MODELO 2022.

#### **6.4.7. Factores de asignación de servicios**

El modelo dimensiona y costea una red móvil que soporta diversos servicios, por lo que el costo resultante debe asignarse a cada servicio según corresponda. Esta asignación se realiza mediante *routing factors*, los cuales se determinan considerando diversos criterios, tales como la frecuencia de uso del recurso, el porcentaje de líneas, la superficie cubierta, el volumen de tráfico, entre otros.

Para incorporar la tecnología 5G, es necesario incluir un factor de asignación específico para los elementos de red que emplean dicha tecnología. En particular, la capacidad del modelo para seleccionar la portadora más adecuada en función de la demanda de cada geotipo<sup>38</sup>, requiere ajustar el factor de asignación según el tamaño de la portadora máxima utilizada.

### **6.5. Evaluación de elementos de red, capacidades y precios**

#### **6.5.1. Generalidades**

En general, el modelo considera una red que se dimensiona en función de la demanda de entrada, para lo cual dispone de un conjunto de elementos de red (equipos, nodos,

---

<sup>38</sup> Cabe precisar que el MODELO 2022 seleccionaba la portadora en forma externa, dentro del proceso de calibración del modelo.

enlaces, entre otros) que se seleccionan según dicha demanda y la capacidad correspondiente.

Se ha efectuado una revisión integral de estos elementos, identificándose casos en los que no resulta necesario realizar modificaciones, otros en los que es pertinente ajustar capacidades y/o precios asociados, así como situaciones que requieren la incorporación de elementos de mayor capacidad.

### **6.5.2. Elementos de la red móvil**

#### Tamaño de portadoras 2G, 3G, 4G y 5G

El modelo mantiene la aplicación del enfoque *scorched earth*, desplegando sitios de cobertura con una capacidad inicial previamente definida, a los cuales se incorporan sitios adicionales cuando la capacidad instalada resulta insuficiente.

A partir de la información de sectores reportada por las empresas operadoras en la NRIP y en el Requerimiento de Información, se ha verificado que los tamaños de portadoras para las tecnologías 2G y 3G se mantienen en 0,2 MHz y 5 MHz, respectivamente. Sin embargo, para las tecnologías 4G y la nueva tecnología 5G, se observa una variación significativa, con la incorporación de portadoras de 10, 15 y hasta 20 MHz. Estos nuevos tamaños han sido incorporados en el modelo.

#### Precios de componentes de estaciones base

El modelo considera el uso de estaciones base Single RAN para el despliegue de las tecnologías 2G, 3G, 4G y 5G, las cuales están conformadas por diversos componentes. Se contemplan estaciones base Single RAN de tipo macro y micro, sobre las que se adicionan los elementos necesarios según la tecnología de acceso. En particular, para 2G se emplean costos asociados a TRX; para 3G se utiliza una portadora (Release 99) y un kit de canales base, sobre el cual se adicionan licencias conforme se incrementa la capacidad de la portadora base<sup>39</sup>; para 4G se aplica un tratamiento similar al de 3G, es decir, una portadora base y licencias adicionales según el aumento de capacidad, actualizadas a los tamaños de portadora actualmente desplegados. Para 5G se ha adoptado un enfoque similar al de 4G, ante la ausencia de información más detallada. De esta manera, como parte de la arquitectura Single RAN, se incorporan tarjetas de banda base para 3G, 4G y 5G según sea necesario.

---

<sup>39</sup> Para 3G se consideran saltos incrementales desde 1.8, 3.6, etc. hasta 21.1 Mbps en descarga, y saltos incrementales desde 0.73, 1.46, etc. hasta 5.76 Mbps en subida.

Se han actualizado los precios de algunos elementos de red considerando diversas fuentes: la propuesta presentada por ENTEL, el Requerimiento de Información, referencias de modelos regulatorios aplicados en la Comunidad Europea<sup>40</sup> y estimaciones basadas en la red 4G para los equipos asociados a la tecnología 5G

Los precios actualizados son: “Estación base Single RAN - macro”: USD 14 562,23, “Estación base Single RAN - micro”: USD 3 445,66, “TRX”: USD 53,44, “Portadora 3G”: USD 448,02, “Portadora LTE”: USD 1 320,01, “BBU tarjeta 3G en estación base Single RAN”: USD 303,87, “BBU tarjeta 4G en estación base Single RAN”: USD 334,01.

**Tabla N° 24: Precios USD de los elementos de red 4G y 5G**

Elemento	Precio USD (al 2024)
<b>Red 4G</b>	
LTE salto a: 18.8	1,375
LTE salto a: 42.1	1,463
LTE salto a: 69.1	1,538
LTE salto a: 101.4	1,607
LTE salto a: 27.2	1,398
LTE salto a: 56.3	1,468
LTE salto a: 93.3	1,538
LTE salto a: 138.2	1,668
LTE salto a: 30.6	1,398
LTE salto a: 68.6	1,516
LTE salto a: 112.6	1,674
LTE salto a: 165.1	1,855
LTE salto a: 44.2	1,656
LTE salto a: 91.7	1,732
LTE salto a: 152.0	1,793
LTE salto a: 225.2	1,848
<b>Red 5G</b>	
Portadora 5G	865
5G salto a: 30.6	1,048
5G salto a: 68.6	1,094
5G salto a: 112.6	1,153
5G salto a: 165.1	1,222
5G salto a: 44.2	1,242
5G salto a: 91.7	1,249
5G salto a: 152.0	1,234
5G salto a: 225.2	1,217
5G salto a: 59.0	1,197
5G salto a: 122.2	1,202
5G salto a: 202.6	1,183
5G salto a: 300.2	1,160

<sup>40</sup> Véase: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/finalisation-mobile-cost-model-roaming-and-delegated-act-single-eu-wide-mobile-voice-call-0>

BBU tarjeta 5G en estación base Single RAN	318
--	-----

Precio de elementos de la red de núcleo

Se han actualizado los precios de determinados elementos de la red de núcleo, tomando como referencia la información contenida en la propuesta presentada por ENTEL y en el modelo regulatorio aplicado en la Comunidad Europea.

**Tabla N° 25: Precios de los elementos de núcleo**

Elemento	Precio USD (al 2024)
LTE MME	364,203
LTE SGW	403,291
Call server – hardware	411,049
Call server – software	6,138
Telephony Application Server (TAS)	7
Session border controller (SBC) – hardware	292,219
Session border controller (SBC) – software	280,688

Capacidad de MGCF<sup>41</sup>

Este elemento se utiliza para la conversión de llamadas de voz en datos en la tecnología de acceso 4G (VoLTE) y forma parte de la arquitectura IMS. La capacidad del elemento ha sido actualizada conforme a la información proporcionada por ENTEL en su propuesta.

**6.5.3. Sitios**

Precio de sitios propios y alquilados para estaciones macro y micro

Se han actualizado los precios correspondientes a los sitios propios y alquilados para estaciones macro y micro, tomando como referencia la información proporcionada por ENTEL en el marco del Requerimiento de Información. Cabe señalar que se descartó la información similar presentada en su propuesta, por considerarse que cuenta con menor sustento técnico.

---

<sup>41</sup> MGCF: acrónimo de *Media Gateway Control Function*.

**Tabla N° 26: Precios de los sitios propios y alquilados**

Elemento	Precio USD (al 2024)
Sitios propios - macro	76,208
Sitios propios - micro	21,601
Sitios de terceros - macro	11,431
Sitios de terceros - micro	3,240
LMA: enlace satelital propio	1,477

#### 6.5.4. Enlaces

##### Consideraciones

El modelo contempla enlaces de última milla (LMA) clasificados según su propiedad (alquilados, microondas, fibra o satelital), tecnología (TDM<sup>42</sup> o Ethernet) y velocidad, de acuerdo con cada caso.

La información de infraestructura contenida en el formato 102 de la NRIP evidencia el uso de enlaces satelitales propios para la atención de estaciones base, representando aproximadamente el 3,3% del total de enlaces de backhaul. Para este elemento, se ha considerado el precio proporcionado por Integratel en el marco del Requerimiento de Información.

Asimismo, se ha determinado la necesidad de incorporar la velocidad de 1 000 Mbps para líneas alquiladas y propias (microondas), estimada como un porcentaje adicional sobre la mayor velocidad previamente disponible. En este caso, se aplica un incremento del 30% respecto al precio del enlace de 300 Mbps.

#### 6.6. Evaluación de parámetros económicos

##### 6.6.1. WACC

Dado que la fecha de corte corresponde al año 2024, se ha utilizado el promedio simple de los valores del WACC estimados, expresados en dólares antes de impuestos, para las cuatro (4) empresas operadoras correspondientes al año 2024 (el Anexo 2 presenta el detalle del cálculo realizado).

---

<sup>42</sup> TDM, acrónimo de *Time Division Multiplexing*. En este contexto refiere al transporte tradicional de señales de voz con circuitos E1 y sus múltiplos.

Tabla N° 27. WACC en dólares (antes de impuestos)

Empresa operadora	Tasa (en porcentaje)
Integratel	18,18
América móvil	13,00
Entel	11,20
Viettel	12,20
<b>Promedio</b>	<b>13,65</b>

Fuente: DPRC-Osiptel.

### 6.6.2. Inflación

En el modelo se considera la tasa de inflación promedio del período 2021-2024, calculada a partir del “*Producer Price Index by Commodity: Machinery and Equipment: Communications and Related Equipment and Miscellaneous Electronic Systems and Equipment*”. La fuente de información para dicho índice es la base de datos económica de la Federal Reserve Bank of St. Louis<sup>43</sup>. Entonces, el valor estimado de la inflación a partir de dicho índice de precios fue de 3,50%.

### 6.6.3. Tipo de cambio

Se considera el tipo de cambio nominal promedio (S/ por USD) del año 2024, cuya información se obtuvo de las series estadísticas anuales del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

### 6.6.4. Contribución a costos comunes – Overhead

Respecto a la determinación del *overhead*, se observa que, con excepción de INTEGRATEL, las demás empresas operadoras no remitieron información sobre sus costos comunes. En consecuencia, la evaluación se realizó con base en la información disponible del Osiptel.

Para ello, se revisaron los reportes regulatorios “Asignación de Costos, Ingresos y Capital (ACIC)” correspondientes al año 2024 de las empresas AMÉRICA MÓVIL, INTEGRATEL, ENTEL y VIETTEL, calculando la distribución entre costos indirectamente atribuibles y costos directamente atribuibles para la línea de negocio N.º 25 – Interconexión, a fin de emplearlos como referencia en la evaluación del *overhead* vigente.

No obstante, los resultados obtenidos son dispersos<sup>44</sup>, por lo que se ha considerado conveniente mantener el valor de 5% empleado en el MODELO 2022.

---

<sup>43</sup> Mayor detalle en el siguiente enlace: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1176>.

<sup>44</sup> En el caso de AMÉRICA MÓVIL, el ratio fue de 3%; para INTEGRATEL, 12,5%; para ENTEL, 20%; y para VIETTEL, 29,8%.

### **6.6.5. Actualización del año de cálculo de precios y tipos de cambio**

Los precios utilizados en el modelo tienen como base el año 2015/2016 los cuales son actualizados a precios del año en que se desea determinar el valor del Cargo Móvil, utilizando las tendencias de costos según las categorías de activos definidas.

En ese sentido, si bien el Cargo Móvil estimado corresponde al periodo 2024, para efectos de actualizar el precio de algún activo existente o de incluir algún otro; se realizan las siguientes acciones: (i) convertir el precio a dólares y (ii) deflactar los precios al año base del modelo.

### **6.6.6. Valores de los cargos de interconexión móvil y fijo**

Se han actualizado los valores de los cargos de interconexión fijo y móvil, a sus valores vigentes. De esta forma, el cargo fijo se actualiza a 0.00145<sup>45</sup>, y el Cargo Móvil se actualiza a USD 0,00129 por minuto<sup>46</sup>.

### **6.6.7. Tratamiento del Canon**

El 24 de enero de 2018, mediante el Decreto Supremo N.º 003-2018-MTC, se modificó la metodología para el cálculo del pago por concepto de canon del espectro radioeléctrico aplicable al servicio móvil, pasando de un esquema basado en la cantidad de terminales a una fórmula compuesta por ocho (8) factores. Estos factores incluyen: coeficiente por ancho de banda, número de bandas/canales asignados, coeficientes de ponderación por banda y zona, participación por servicio, factor de presupuesto objetivo y coeficiente de expansión de infraestructura y/o mejora tecnológica. En consecuencia, la estructura actual del cálculo del canon impide su inclusión directa en los modelos de costos utilizados para la determinación del Cargo Móvil.

Por otro lado, en el marco del Requerimiento de Información, los operadores remitieron los pagos efectuados por concepto de canon de servicios móviles durante el año 2024. Por ello, se ha decidido utilizar el promedio de los pagos reportados por los operadores, expresados en soles y posteriormente ajustarlo al tipo de cambio considerado en el modelo. El valor resultante en soles asciende a S/. 51 337 717,10.

### **6.6.8 Tratamiento de los aportes regulatorios**

Estos aportes son calculados a partir del balance entre ingresos y pagos por cargos de interconexión del OHE, y el tráfico asociado, por lo que su estimación puede resultar en

---

<sup>45</sup> Tarifa establecida en el año 2024. Cabe indicar que esta tarifa ha sido desregulada en setiembre de 2025 mediante la Resolución N° 091-2025-CD/OSIPTEL. Véase: <https://www.osiptel.gob.pe/media/dzdh0bj2/resol091-2025-cd.pdf>

<sup>46</sup> La última revisión del Cargo Móvil se realizó en el año 2022.

un costo o ahorro dependiendo del balance del tráfico. Se ha observado que la demanda de interconexión proveniente de las redes de telefonía fija hacia las redes móviles es mayor que la demanda en sentido inverso. En este contexto, el aporte regulatorio en el presente modelo corresponde a un ahorro para el OHE.

### **6.7. Otros cambios en el modelo propuesto**

Adicionalmente, se han identificado ciertos ajustes necesarios para optimizar el funcionamiento del modelo implementado en Microsoft Excel. Cabe señalar que dichos cambios no alteran los resultados del modelo.

#### **6.7.1. Actualización de la tabla de velocidades por Channel Element para LTE y 5G**

En el proceso de conversión de datos (MB) a minutos, se emplea una estandarización de la cantidad de recursos necesarios para transportar un canal de voz (Channel Element o CE) según las distintas tecnologías de acceso, incluyendo 4G y 5G. Se ha actualizado la cantidad de CEs para las velocidades de portadoras a 64 CEs, en la hoja "RouteingFactors", sección "Conversión de datos (MB) a minutos", tabla "Tasa efectiva de un canal LTE" y columna "Tasa por CE, Mbit/s".

#### **6.7.2. Actualización de nombres, fórmulas matriciales y simplificación de fórmulas para soportar nuevos elementos adicionados**

La incorporación de nuevos elementos en el modelo, tales como equipos de mayor capacidad o enlaces con velocidades superiores, requiere la actualización de las funcionalidades implementadas en Microsoft Excel. En particular, el rango de "nombres" y fórmulas matriciales, así como la simplificación de algunas fórmulas matriciales en fórmulas simples.

Ejemplos de estos casos se pueden encontrar en:

- Hoja "AssetsInputs", tabla "Valores por activo", donde se han actualizado nombres ("Assets.list", "Assets.category", "Assets.routeing.factor" y demás similares), actualizado fórmulas matriciales existentes
- Hoja "TotalNetwork", tabla "Costos totales", donde se han actualizado nombres y las fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, en las columnas "Nombre del activo" y "Red desplegada")
- Hoja "Annualization", tabla "DEPRECIACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE RED", donde se han actualizado nombres, fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, columna "Vida útil del activo" o "Depreciación (nominal)", entre otras)
- Hoja "RouteingFactors", tabla "3. TABLA COMPLETA DE FACTORES DE ENRUTAMIENTO", donde se actualizan nombres y fórmulas matriciales existentes (en cada fila de elementos adicionados)

- Hoja “LRAIC+”, tablas “2. Tabla completa de factores de enrutamiento”, “3. Cálculo del costo por elemento de red” y “4. Costos LRAIC+”, donde se actualizan nombres y fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, las columnas “Output de elementos de red”, “Costos de red de los activos con factor de enrutamiento “Suscriptores””, “Costos comunes”, “Costos totales (incluyendo mark-ups)”).

### 6.8. Resultados del Modelo de Costos

Luego de implementar las actualizaciones señaladas en los acápites anteriores al Modelo de Costos, se obtiene el costo unitario asignado al servicio de interconexión de voz móvil, el mismo que se muestra a continuación:

**Tabla N° 5: Costo unitario LRAIC+ por interconexión de voz**

<b>Costo asignado</b>	<b>USD anualizados</b>
Costo de red	8,006,094
Costo operativo	12,258,196
Costo común	1,002,853
Costo del markup regulatorio	-7,643
<b>Total costo asignado</b>	<b>21,267,142</b>
<b>Demanda de voz (entrante + saliente) minutos anuales</b>	
<b>Demanda</b>	<b>25,825,144,797</b>
<b>Cargo = costo / demanda USD / minuto</b>	
<b>Cargo</b>	<b>0,00082</b>

Elaborado por: DPRC – Osiptel.

Entonces, conforme con la Tabla N° 28, el valor obtenido del Cargo Móvil es de USD 0,00082 por minuto.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

- De acuerdo con el marco normativo vigente, el Osiptel ha dado inicio al Procedimiento de Revisión del Cargo Móvil, estableciendo un plazo de cincuenta (50) días hábiles para la presentación de propuestas, junto con el sustento relacionado.
- De manera paralela al inicio del procedimiento, el Osiptel realizó requerimientos de información a los operadores relacionados con el procedimiento en curso, a fin de contar con información relevante para la evaluación y determinación del nuevo Cargo Móvil.
- Dentro del plazo establecido, ENTEL e INTEGRATEL presentaron sus propuestas.
- Conforme al procedimiento, el Osiptel ha evaluado las propuestas presentadas y ha calculado un valor para el Cargo Móvil de USD 0,00082 por minuto tasado al segundo sin IGV aplicable a todos los operadores móviles con red.
- Asimismo, los cargos de interconexión diferenciados, Cargo Rural y Cargo Urbano, quedan establecidos de acuerdo con la siguiente tabla y se sujetan a las disposiciones establecidas por las Resoluciones de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTEL, N° 038-2010-CD/OSIPTEL y N° 038-2018-CD/OSIPTEL, o las que las modifiquen o sustituyan.

**Tabla N° 29: Cargos Móviles diferenciados**

<b>Empresa Operadora de Servicios Públicos Móviles</b>	<b>CARGO RURAL (US\$ por minuto tasado al segundo, sin IGV)</b>	<b>CARGO URBANO (US\$ por minuto tasado al segundo, sin IGV)</b>
América Móvil Perú S.A.C.	0,00003	0,00082
Entel Perú S.A.	0,00003	0,00082
Integratel Perú S.A.A.	0,00003	0,00082
Viettel Perú S.A.C.	0,00003	0,00082

Por lo tanto, se recomienda poner en consideración del Consejo Directivo el presente informe a efectos de que, disponga la publicación para comentarios la propuesta de Osiptel que establecerá el valor del Cargo Móvil, dentro del Procedimiento de Revisión de los Cargos Móviles, otorgando un plazo de veinticinco (25) días hábiles para que los interesados presenten sus comentarios, y convoque a una audiencia pública para que

se expongan la posición del Osiptel y de los administrados al público asistente, y de manera complementaria recibir las apreciaciones del público.

Atentamente,

**LENNIN QUIISO CORDOVA**

DIRECTOR DE POLÍTICAS  
REGULATORIAS Y COMPETENCIA

## ANEXO N° 1: MODELO DE COSTOS PROPUESTO POR EL OSIPTEL

Para la elaboración del presente anexo se toma como referencia el Anexo N.º 7: Modelo de Costos propuesto por OSIPTEL en el Informe N.º 186-GPRC/2017, el cual sustentó la propuesta para comentarios de la regulación del Cargo Móvil aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 021-2018-CD/OSIPTEL (modelo elaborado por la consultora Analysys Mason Limited y la documentación asociada al mismo). Cabe señalar que dicho modelo fue actualizado conforme al Informe N.º 076-DPRC/2022, que sustentó la revisión del cargo de interconexión móvil vigente, aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 083-2022-CD/OSIPTEL (MODELO 2022).

### A.1 Estructura del Modelo

En esta sección se resumen algunos aspectos fundamentales del diseño y la estructuración del modelo, en particular:

- La estructura lógica del modelo;
- La estructura física del modelo;
- El diseño geográfico;
- Los principales insumos financieros; y
- Las principales fuentes de datos

#### A.1.1 Estructura lógica

El modelo del OHE basado en los operadores existentes se sustenta en dos (2) conceptos principales:

- **Costo bruto de reposición** (del inglés, *gross replacement cost*, GRC), o el costo de reemplazar la base completa de activos de la red de un operador en el periodo de análisis.
- **Red eficiente con activos modernos equivalentes**, ya que el modelo considera también modificaciones en la red para adoptar activos no históricos que se adapten mejor a las necesidades y requerimientos actuales de la red.

El modelo calcula el costo del servicio de terminación de llamadas en la red de telefonía móvil, en el periodo de estudio (1 de enero al 31 de diciembre de 2024).

Los bloques lógicos del modelo representan la secuencia del flujo de cálculo, conforme se muestra en el gráfico siguiente:

**Gráfico N° 1: Estructura lógica del modelo**



Fuente: Analysys Mason, 2017

Las funciones de los diferentes bloques del modelo se describen a continuación:

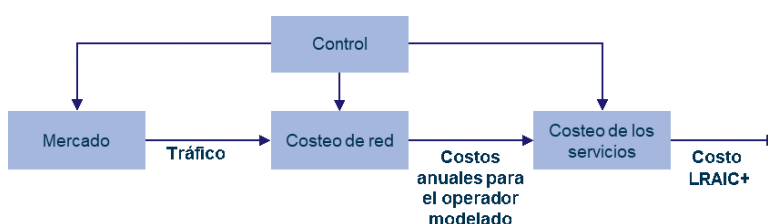
- Los *parámetros de diseño de red* definen los activos requeridos para la red e incluyen una base de datos con sus capacidades y vidas útiles.
- La *información geográfica* segmenta la superficie del territorio nacional en distintos geotipos (muy denso, denso, poco denso y otros), cada uno con patrones diferenciados de uso de los servicios.
- El *tráfico del operador* contiene los valores reales de tráfico del periodo de estudio para todo el mercado, permitiendo calcular el tráfico cursado por el OHE.
- Se emplean *algoritmos de diseño de red* que utilizan los datos de los tres módulos anteriores para construir una red eficiente.
- El *preciario* contiene los costos unitarios de inversión y OPEX para cada elemento activo de la red.

- El *costeo de red* se combina el volumen de elementos requeridos para la construcción de la red eficiente con los costos unitarios del precario, a fin de calcular el costo total por categoría de activos.
- La *anualidad* utiliza el WACC reportado por Osiptel y el método de anualidad seleccionado para calcular el costo anualizado de los activos de red.
- Los *factores de enrutamiento* contienen un conjunto de parámetros que describen la carga de red generada por los servicios modelados en cada elemento de red.
- El *costeo de servicios y mark-up* estima el costo de cada uno de los servicios considerados en el modelo, incluyendo su contribución a los costos comunes.
- El cálculo del costo *LRAIC+* agrega los servicios equivalentes que son prestados por diferentes tecnologías (por ejemplo, 2G y 3G) para obtener un costo incremental de largo plazo promedio único para el servicio asociado al Cargo Móvil.

### A.1.2 Estructura del archivo en Microsoft Excel

La estructura del modelo se divide en cuatro módulos, tal como se muestra en la figura siguiente. Cada módulo está conformado por un conjunto de hojas de cálculo dentro de un mismo archivo de Microsoft Excel. Estos módulos comparten información entre sí y reflejan la estructura lógica previamente descrita.

**Gráfico N° 2: Módulos implementados en el archivo Excel**



Fuente: Analysys Mason, 2017

El módulo de *Control* agrupa los parámetros que definen las características del operador modelado. Estos parámetros incluyen, entre otros, la cuota de mercado, la asignación de espectro, la cobertura y la distribución del tráfico. Este módulo está conformado por las siguientes hojas de cálculo:

- *Lists*: Incluye un conjunto de listas con información necesaria para la ejecución del modelo (por ejemplo, nombres de los servicios, definición de los geotipos, bandas de espectro).

El módulo de *Mercado* contiene la información del mercado peruano correspondiente al período de análisis, incluyendo el número de suscriptores y el tráfico por operador para cada uno de los servicios modelados. Este módulo permite calcular los volúmenes de tráfico asociados al operador modelado. Está conformado por las siguientes hojas de cálculo:

- *Traffic*: Contiene los datos de tráfico de los servicios modelados para el mercado.
- *Demand*: Calcula el tráfico desagregado por tecnología de red de acceso de cada servicio modelado para el operador.

El módulo de *Costeo de red* utiliza los parámetros definidos en el módulo de *Control* y la carga de red obtenida en el módulo de *Mercado* para determinar, bajo ciertas hipótesis, cómo sería la red eficiente del operador modelado. Una vez realizado el diseño, este módulo calcula el volumen de activos requeridos para el despliegue de dicha red y aplica los precios unitarios de cada activo para estimar los costos totales de red. Este módulo está conformado por las siguientes hojas de cálculo:

- *NetworkDemand*: Modela la hora cargada de la red del operador.
- *NwDesignInputs*: Contiene datos de entrada y parámetros para el diseño radio (por ejemplo, radio de celda, espectro usado para cobertura y capacidad), tecnologías de acceso (por ejemplo, capacidad de las tecnologías, S-RAN), y tecnologías de acceso a última milla (por ejemplo, capacidades enlaces dedicados, fibra propia).
- *UtilisationFactors*: Define los factores de utilización de los activos de red del operador.
- *NetworkDesign*: Efectúa el dimensionamiento de todos los niveles de red (p.ej. sitios S-RAN, sitios por tecnología, dimensionamiento de última milla, red de agregación, red de transmisión, *core*).
- *ErlangTables*: Contiene las tablas Erlang que permiten calcular la capacidad en Erlangs de ciertos activos a partir del número de canales disponibles y la probabilidad de bloqueo.

- *AssetsInputs*: Define, para cada elemento de red, la información sobre inversión, OPEX, categoría de costos y factores de enrutamiento asociados, entre otros.
- *TotalNetwork*: Calcula los costos totales de red sin anualizar a partir del volumen de activos y sus precios unitarios (inversión) y operacionales (OPEX).
- *Annualization*: Anualiza la inversión de cada elemento de red utilizando el método seleccionado en el módulo de *Control* y agrega el OPEX correspondiente.

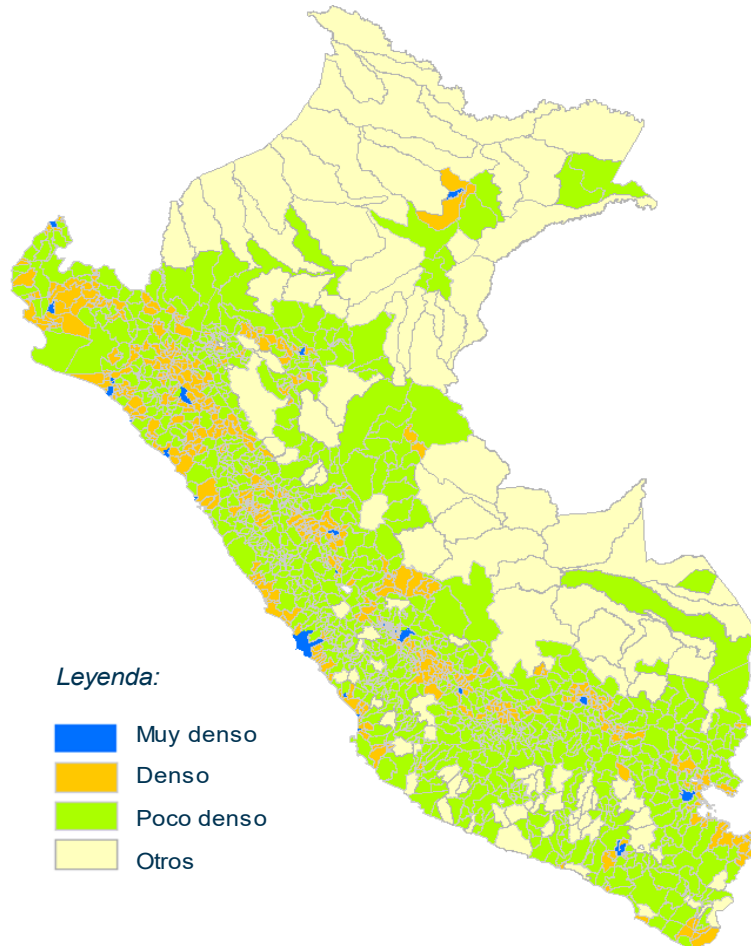
El módulo de *Costeo de los servicios* utiliza los factores de enrutamiento de cada servicio y los costos anualizados totales de cada elemento de red para calcular el costo incremental del servicio bajo análisis. Este módulo está conformado por las siguientes hojas de cálculo:

- *RoutingFactors*: Contiene el conjunto de parámetros que describen la carga de red generada en cada elemento de red por los servicios modelados.
- *LRAIC+*: Calcula para todos los servicios modelados el costo por unidad de red.
- *Results*: Calcula los resultados específicos del servicio de interconexión de llamadas móviles en base a los costos unitarios incrementales obtenidos para este servicio en cada una de las tecnologías de red de acceso (i.e. 2G, 3G, 4G y 5G) y para cada una de sus variantes (i.e. entrante desde fijo y entrante desde móvil).

### A.1.3 Diseño geográfico

El dimensionamiento de la red de acceso de radio del operador modelado se basa en la definición de 4 geotipos: Muy denso, Denso, Poco denso y Otros. Para cada geotipo se asumen radios de celda diferenciados y frecuencias específicas, lo que permite calcular el número de sitios necesarios para alcanzar el nivel de cobertura establecido, así como definir patrones de uso y despliegue acordes a las características propias de cada geotipo.

El análisis geográfico se ha efectuado en base a los 1 891 distritos del Perú, los cuales fueron clasificados en los distintos geotipos con base en criterios de densidad poblacional. La elección de esta subdivisión se efectuó utilizando la información disponible, priorizando el mayor nivel de granularidad posible a nivel territorial. En la figura siguiente se presenta la distribución de los distritos entre los geotipos definidos.

**Gráfico N° 3: Distribución de los distritos del Perú en función del geotipo asignado**

Fuente: Analysys Mason, 2017

La distribución de la superficie y la población del Perú en función de los geotipos definidos se presenta en la tabla siguiente. Cabe señalar que el geotipo 'Otros' agrupa principalmente zonas selváticas o desérticas, permitiendo consolidar en una sola categoría áreas que generalmente cuentan con cobertura en puntos específicos, lo que facilita la calibración del modelo.

**Tabla N° 30: Distribución de la población y superficie del Perú entre los distintos geotipos**

Geotipo	Rango (hab/km <sup>2</sup> )	% área del país	% población del país
Muy denso	≥400	0,53%	50,77%
Denso	≥30 y <400	9,07%	29,80%
Poco denso	≥2 y <30	48,33%	18,00%
Otros	<2	42,07%	1,43%

Fuente: Analysys Mason, 2017, actualizado por Osiptel, 2024

Los radios de celda efectivos utilizados para la provisión de cobertura en el modelo se determinan mediante un proceso de calibración que considera la información de sitios (ubicación de estaciones base) proporcionada por los operadores peruanos. Los radios resultantes se presentan a continuación.

**Tabla N° 31: Radios de celda efectivos asociados a cada banda de espectro para cada geotipo después del proceso de calibración**

Geotipo	700 MHz	850 MHz	1 900 MHz	1,7/2,1 GHz	2.6 GHz
Muy denso	1,42 km	1,44 km	1,40 km	1,35 km	1,41 km
Denso	2,82 km	2,40 km	2,56 km	2,03 km	2,32 km
Poco denso	3,22 km	3,18 km	3,41 km	2,67 km	3,28 km
Otros	2,66 km	3,07 km	3,35 km	3,20 km	2,75 km

Fuente: Analysys Mason, 2017, actualizado por Osiptel, 2024

Para las microceldas, se considera un radio de referencia de 0,1 km. Este valor no se utiliza en el cálculo de sitios según área, dado que la cantidad de sitios de microceldas se incorpora como valores numéricos específicos en el modelo.

#### **A.1.4 Servicios modelados**

El modelo considera los siguientes servicios:

- tráfico de voz (entrante fijo, móvil e internacional; saliente fijo, móvil e internacional y; *on-net*) para cada una de las tecnologías de acceso radio. Cabe señalar que los servicios de voz no hacen uso de la red 5G.

- tráfico de datos (i.e. GPRS, R99, HSPA, LTE, 5G).
- tráfico de SMS (entrante fijo, móvil e internacional; saliente fijo, móvil e internacional y; *on-net*) para cada una de las tecnologías de acceso radio.

El modelado de todos los servicios es necesario para reflejar las economías de escala de los servicios de voz y datos, y por extensión reflejar de forma fidedigna la asignación de costos a los diferentes servicios. Este enfoque es especialmente relevante para los activos que son utilizados por múltiples servicios, además del servicio de interconexión, dado que su correcta imputación incide directamente en los resultados obtenidos por el modelo.

#### **A.1.5 Parámetros financieros**

Los parámetros financieros considerados en el modelo son el costo del capital promedio ponderado (WACC por sus siglas en inglés) y la inflación.

##### *Costo del capital promedio ponderado*

El WACC nominal en dólares antes de impuestos utilizado como parámetro de entrada en el modelo para el OHE fue calculado en base a diversas fuentes, incluyendo los estados financieros auditados de los operadores. El valor estimado en el año 2024 asciende a 13,65%.

##### *Inflación*

En el modelo se considera la tasa de inflación promedio del período 2021-2024, calculada a partir del “*Producer Price Index by Commodity: Machinery and Equipment: Communications and Related Equipment and Miscellaneous Electronic Systems and Equipment*”. La fuente de información para dicho índice es la base de datos económica de la Federal Reserve Bank of St. Louis<sup>47</sup>. Entonces, el valor estimado de la inflación a partir de dicho índice de precios fue de 3,50%.

#### **A.1.6 Fuentes de información**

La información del mercado peruano correspondiente al período de estudio — incluyendo suscriptores por operador, volúmenes de tráfico por servicio y tenencias de

---

<sup>47</sup> Mayor detalle en el siguiente enlace: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1176>.

espectro por operador, así como su uso— se basa en los reportes periódicos remitidos por los operadores móviles a Osiptel.

La calibración del dimensionamiento de red del modelo se realizó empleando, cuando fue posible, los datos proporcionados por los operadores (por ejemplo, hora cargada, capacidades, sitios y nodos de red). En los casos en que no se dispuso de información, se recurrió a los datos del modelo de costos vigente y a comparativas internacionales para completar la información requerida.

El modelado geográfico se fundamenta en información a nivel distrital y en los datos de tráfico por estación base reportados por los operadores móviles para el período de análisis.

Para la definición de los costos unitarios de los elementos de red, así como sus vidas útiles, se consideró la información del modelo de costos vigente, los modelos de costos de interconexión de los operadores (y su documentación asociada, como en el caso de Entel), información específica y periódica reportada por los operadores, así como comparativas internacionales basadas en modelos de costos de interconexión de otros reguladores (por ejemplo, México y la Comunidad Europea).

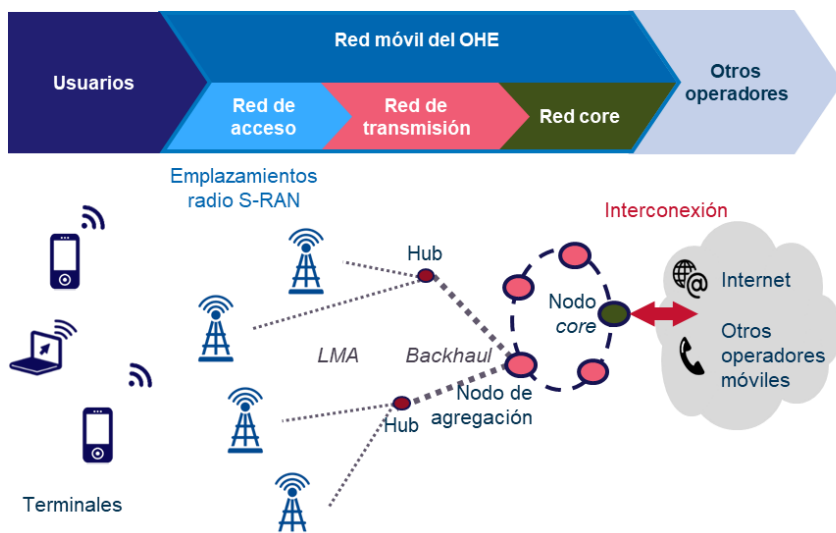
## A.2 Configuración de red móvil

Esta sección resume las características principales de la red móvil modelada, analizando la red en función de su arquitectura física (distribución de los nodos de la red), arquitectura de transmisión (cómo se enlazan los nodos) y arquitectura de conmutación (dónde están situados los elementos de red de conmutación).

### A.2.1 Arquitectura física

La red del OHE ha sido modelada con un enfoque *scorched-earth* calibrado, organizado en cuatro niveles de red: emplazamientos de radio, *hubs*, nodos de agregación y nodos *core*. En su diseño se han considerado tanto criterios de eficiencia como los datos disponibles sobre las redes reales de los operadores del mercado peruano. En la siguiente figura se aprecia una visión general de la red del OHE.

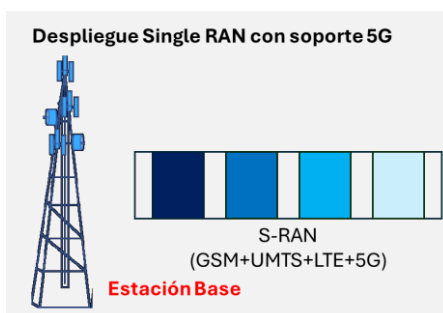
Gráfico N° 4: Esquema general de red del OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

La red de acceso refleja una red móvil con tecnologías 2G, 3G, 4G y 5G desplegada haciendo uso de una arquitectura *Single Radio Access Network* (S-RAN). Esta tecnología permite la instalación de una única estación base con capacidad de proveer servicios en las cuatro tecnologías radio desplegadas, gracias a la flexibilidad en su configuración. Esto resulta en ahorros notables en inversión y OPEX para despliegues multi-tecnología.

Gráfico N° 5: Red S-RAN con soporte 5G



Fuente: Adaptado de Analysys Mason, 2017

El tráfico de voz y datos proveniente de la red de acceso pasa por los *hubs* antes de ser enviado a los nodos de agregación. Los *hubs* agregan el tráfico de los emplazamientos radio siguiendo una estructura piramidal, cuyos datos se presentan a continuación:

**Tabla N° 32: Parámetros relativos al diseño de los hubs en la red de OHE**

Parámetro	Valor
Proporción de sitios conectados vía hubs	80%
Número de sitios por <i>hub</i>	5,0
Proporción de sitios cubiertos con <i>hubs</i>	10%
Número de <i>hubs</i> por cada enlace de transmisión <i>hub</i> a <i>core</i>	1,0

Fuente: Analysys Mason, 2017

La red *core* del OHE está compuesta por nodos de agregación y *core*, como se muestra en el siguiente gráfico:

**Gráfico N° 6: Red core definida para el OHE**



Fuente: Analysys Mason, 2017

Los nodos de agregación tienen como función principal concentrar el tráfico proveniente de la red de transmisión y direccionarlo hacia el nodo *core* correspondiente. Se ha dispuesto un nodo de agregación en cada departamento.

Por su parte, los nodos *core* se ubican en las ciudades de Trujillo, Lima y Arequipa, en concordancia con lo observado en las redes de diversos operadores peruanos. Estos nodos cumplen principalmente la función de puntos de interconexión con otros operadores y se encuentran coubicados con los nodos de agregación en las ciudades mencionadas.

### **A.2.2 Arquitectura de transmisión**

El despliegue de tecnologías de banda ancha móvil, como HSPA o LTE, requiere la implementación de tecnologías avanzadas en la red de transmisión que conecta la red de acceso con la red *core*. Por esta razón, en el OHE se emplea tecnología Ethernet en sus diferentes versiones (fibra, enlaces dedicados, microondas y satelitales) para este nivel.

La red de transmisión se estructura conceptualmente en dos niveles:

- *Last Mile Access* (LMA): enlaces de última milla que conectan los sitios con los *hubs*.
- Backhaul: enlaces que interconectan los *hubs* con los nodos de agregación.

Con base en la información proporcionada por los operadores del mercado, la distribución de tecnologías en las conexiones de la red LMA se presenta en la tabla siguiente, mientras que la red de *backhaul* está conformada por enlaces basados en fibra propia o enlaces dedicados.

**Tabla N° 33: Parámetros relativos a los enlaces de LMA en la red de OHE**

<b>Tecnología de acceso de última milla (LMA)</b>	<b>Porcentaje de uso</b>
Líneas alquiladas	0,8%
Microondas	23,8%
Fibra	72,1%
Satélite	3,3%

Fuente: Empresas operadoras (información de infraestructura).

Los nodos de agregación y *core* están enlazados por 3 anillos de transmisión complementados por enlaces punto a punto (entre Tingo María y Pucallpa, y entre Tumbes y Piura) y un enlace microondas (entre Iquitos y Yurimaguas). La red *core* ha sido diseñada en base a los despliegues de fibra de los operadores peruanos y Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica del Perú. En la tabla siguiente se presenta la relación entre los nodos de agregación y sus respectivos nodos *core*.

**Tabla N° 34: Relación entre nodos de agregación y sus nodos core correspondientes**

Nodo Core	Nodo de Agregación correspondiente	Nodo Core	Nodo de Agregación correspondiente
Arequipa	Arequipa	Trujillo	Iquitos
	Cusco		Cajamarca
	Moquegua		Chachapoyas
	Puerto Maldonado		Chiclayo
	Puno		Piura
Lima	Tacna	Tarapoto	
	Abancay	Trujillo	
	Ayacucho	Tumbes	
	Callao		
	Cerro de Pasco		
	Huancavelica		
	Huancayo		
	Huaraz		
	Ica		
	Lima		
	Pucallpa		
	Tingo María		

Fuente: Osiptel, 2024

La longitud total de la ruta de la red de fibra asciende a 9 876 km, calculada en función de las distancias observadas en las redes peruanas de carretera. El modelo permite definir la proporción de la red core provista mediante fibra propia, siendo el resto cubierto por enlaces dedicados. En el caso del OHE la totalidad de la red core está compuesta de fibra, reflejando los despliegues existentes de determinados operadores peruanos.

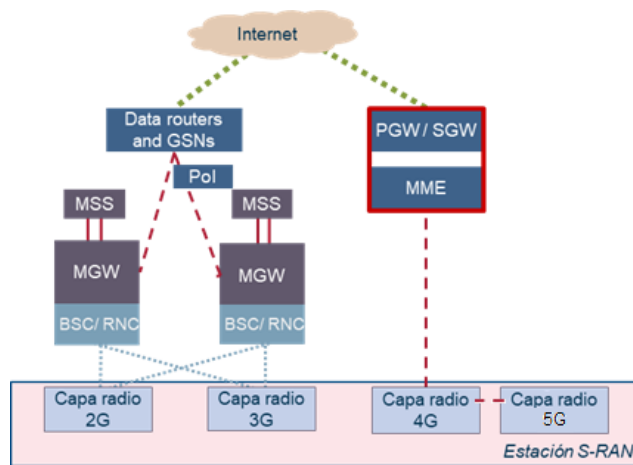
### A.2.3 Arquitectura de conmutación

La conmutación de la red se compone de una estructura de conmutación 2G+3G combinada y una estructura de conmutación 4G separada, sobre la cual se adiciona 5G en modo NSA<sup>48</sup>. La estructura de conmutación combinada 2G+3G cuenta con una red

<sup>48</sup> NSA: Non Stand Alone, modo de operación de la red 5G donde sólo se utiliza la red de acceso de alta velocidad, con estaciones base 5G acopladas a estaciones base 4G, y que hacen uso de la red de núcleo 4G para proporcionar sólo servicios de datos.

de transmisión de nueva generación, enlazando parejas de pasarelas de medios (MGW) con uno o más servidores de conmutación móvil (MSS), *routers* de datos y Pol (*Point of Interconnection* o puntos de interconexión), con separación en capas de conmutación de circuitos (CS) y conmutación de paquetes (CP).

**Gráfico N° 7: Red de conmutación modelada para el OHE**

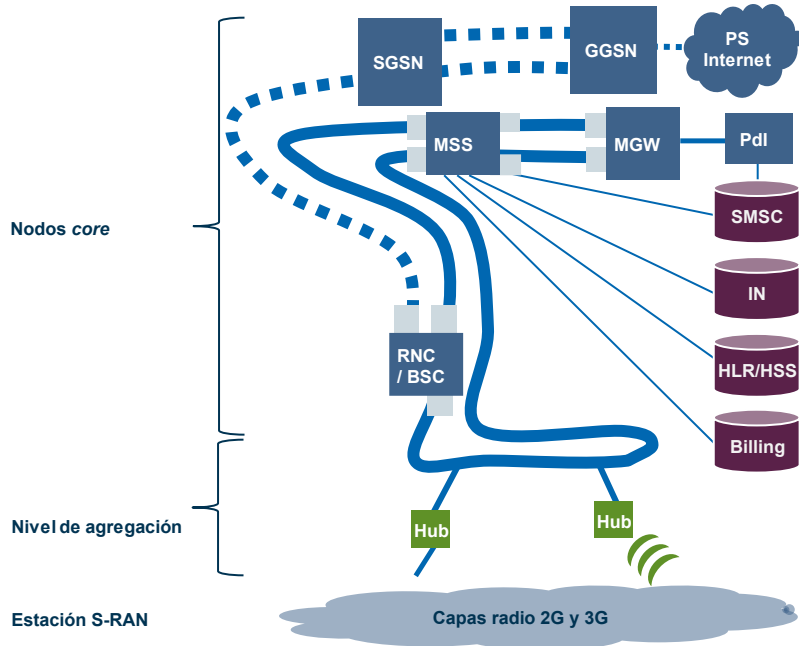


Fuente: Adaptado de Analysys Mason

Se considera 4G como una capa adicional funcionando en paralelo, pero de forma separada ya que la red 4G se fundamenta en la conmutación de paquetes (PS), a diferencia de las redes 2G y 3G basadas principalmente en conmutación de circuitos (CS). La arquitectura HSPA es un híbrido entre ambos tipos de conmutación (CS – PS). Por su parte, la red 5G opera en modo NSA, donde la estación 5G se acopla a una estación 4G existente y adiciona portadoras de radio que sólo transportan servicios de datos, reutilizando así los elementos de la red de núcleo 4G.

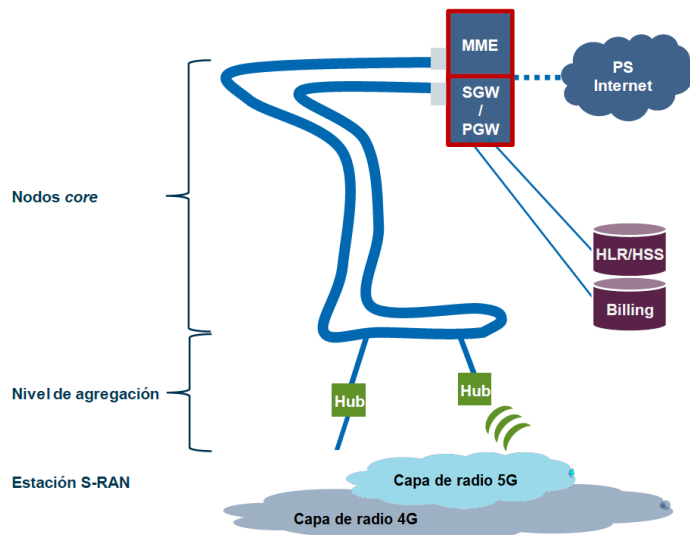
A continuación, se muestra una visión más detallada de las redes 2G+3G y 4G+5G modeladas:

Gráfico N° 8: Visión general de la red móvil combinada 2G+3G modelada para el OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

Gráfico N° 9: Visión general de la red móvil 4G+5G modelada para el OHE



Fuente: Adaptado de Analysys Mason

Los nodos *core* albergan de forma redundante el equipamiento necesario para la gestión de la red *core* (p.ej. MSS+MGW, PGW/SGW) así como los BSC y RNC del OHE. Reproduciendo lo observado en redes de operadores peruanos, se ha implementado un

cuarto nodo *core* especial en el nodo de agregación del departamento de Loreto, específicamente en la ciudad de Iquitos. Este nodo incluye equipamiento MSS+MGW, BSC y RNC, pero carece de capacidad de interconexión. La razón de esta configuración radica en el relativo aislamiento de Iquitos, lo que hace conveniente gestionar el tráfico del departamento de manera local.

### A.3 Módulo de Control

El módulo de *Control* permite definir los parámetros que enmarcan el cálculo del OHE. Los parámetros establecidos para el modelo son los siguientes:

- Cuota de mercado
- Parámetros de cobertura:
  - Cobertura geográfica 2G/3G/4G/5G
  - Microceldas
- Parámetros de distribución del tráfico:
  - Proporción de tráfico de voz y datos por tecnología
  - Distribución del tráfico de voz y datos entre los distintos geotipos
- Parámetros de carga en hora cargada
- Parámetros de tecnología radio:
  - Factor de reuso del espectro para GSM
  - Probabilidad de bloqueo GSM
  - Número mínimo de TRX por sector
  - Factor de utilización para los activos radio
  - Tecnologías y protocolo de transmisión para el acceso de última milla (LMA)
  - Tecnología y protocolo de transmisión para el *backhaul*
  - Tecnología y protocolo de transmisión de los anillos *core*
  - Capacidad de los BSC y RNC
- Asignación de espectro por banda y tecnología

- Distribución de los elementos del *core* entre los distintos nodos *core* definidos

Además de los siguientes parámetros financieros:

- WACC
- Metodología de anualidad

#### A.4 Módulo de Mercado

El módulo de *Mercado* contiene la información del mercado (por ejemplo, tráfico y suscriptores) correspondiente a los operadores peruanos en el período considerado por el modelo. Este módulo ofrece una visión consolidada del mercado nacional y sirve como base para el cálculo del tráfico del operador modelado.

Cabe señalar que, para el servicio de voz móvil, se aplica un balance de tráfico móvil-móvil. En particular, al modelar todo el mercado, el tráfico saliente móvil-móvil de un operador debe corresponderse con el tráfico entrante móvil-móvil desde otro operador; es decir, en el conjunto del mercado, el tráfico off-net hacia móvil debe ser igual al tráfico off-net desde móvil. Según lo informado por los operadores, el tráfico off-net a móvil (saliente) se obtiene de los sistemas de facturación, mientras que el tráfico off-net desde móvil (entrante) proviene de los sistemas de interconexión, lo que genera discrepancias entre ambos valores. Para corregir este efecto, se utiliza únicamente el tráfico saliente y se realiza una reasignación equivalente entre operadores, considerando que el tráfico saliente hacia un operador corresponde al tráfico entrante en el otro.

Los volúmenes totales de tráfico y suscriptores del mercado se presentan en las tablas siguientes:

**Tabla N° 35: Volúmenes totales de tráfico de voz del mercado peruano en el periodo de estudio**

Parámetro	Unidad	Volumen
Llamadas <i>on-net</i>	Millones de minutos	39,999
Llamadas salientes <i>off-net</i> a móvil	Millones de minutos	51,952
Llamadas salientes <i>off-net</i> a fijo	Millones de minutos	1,774
Llamadas salientes <i>off-net</i> internacional	Millones de minutos	229
Llamadas entrantes <i>off-net</i> desde móvil	Millones de minutos	49,949
Llamadas entrantes <i>off-net</i> desde fijo	Millones de minutos	809
Llamadas entrantes <i>off-net</i> internacional	Millones de minutos	591

Fuente: Osiptel, 2024

**Tabla N° 1: Volúmenes totales de tráfico de SMS y MMS del mercado peruano en el periodo de estudio**

Parámetro	Unidad	Volumen
SMS <i>on-net</i>	Millones de SMS	1,683
SMS saliente <i>off-net</i>	Millones de SMS	2,480
SMS entrante <i>off-net</i>	Millones de SMS	2,092
MMS totales	Millones de MMS	0,23

Fuente: Osiptel, 2024.

**Tabla N° 37: Volúmenes totales de tráfico de datos del mercado peruano en el periodo de estudio**

Parámetro	Unidad	Volumen
Tráfico de datos	Millones de Megabytes	6,790,136

Fuente: Osiptel, 2024.

Por su parte, los suscriptores (líneas) corresponden al promedio mensual del año. Asimismo, los suscriptores que hacen uso de servicios de voz y datos se calculan como el promedio mensual del año, considerando la proporción de líneas en servicio que han cursado tráfico (voz, mensajes o datos) en los últimos tres meses respecto al total de líneas en servicio reportadas en el mes. Para los suscriptores que solo utilizan servicios de voz, se considera la diferencia entre ambas cantidades.

**Tabla N° 38: Número total de suscriptores en el mercado peruano en el periodo de estudio**

Parámetro	Unidad	Volumen
Suscriptores móviles	Miles de suscriptores	41,988
de los cuales, solo de voz	Miles de suscriptores	4,023
de los cuales, de voz y datos	Miles de suscriptores	37,965

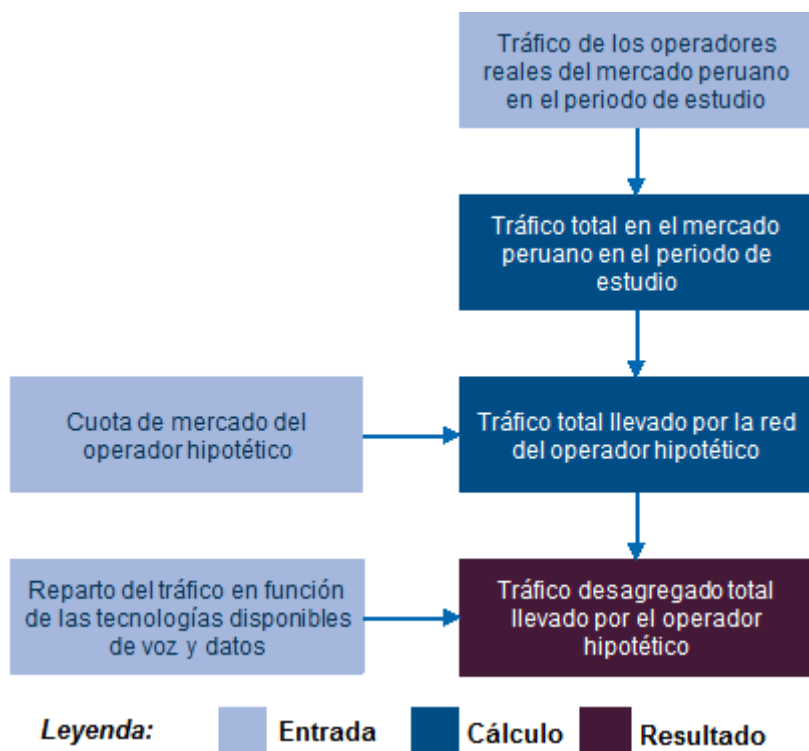
Fuente: Osiptel, 2024.

En un mercado totalmente competitivo, el OHE tendrá un volumen de tráfico equivalente a su cuota de mercado para cada uno de los servicios considerados. En consecuencia, los volúmenes de tráfico del OHE se estiman aplicando dicha cuota al tráfico total del mercado, conforme al cálculo previamente realizado.

La distribución del tráfico de voz y datos entre las distintas tecnologías móviles se efectúa en base a la información proporcionada por los operadores. De este modo, el

tráfico de voz y SMS se reparte entre 2G, 3G y 4G, mientras que el tráfico de datos se distribuye entre 2G, 3G, 4G y 5G.

**Gráfico N° 10: Algoritmo utilizado para calcular el tráfico del OHE**



Fuente: Analysys Mason, 2017

Del análisis realizado, el reparto de voz entre las diferentes tecnologías se efectúa de la siguiente manera<sup>49</sup>:

**Tabla N° 39: Distribución del tráfico de voz**

Tecnología	2G	3G	4G	5G
Tráfico de voz	7,5%	48,8%	43,8%	0%

Fuente: Osiptel, 2024.

En el caso del tráfico de datos, el reparto se realiza la siguiente forma:

<sup>49</sup> La red 5G desplegada por los operadores no se utiliza para el transporte del tráfico de voz.

**Tabla N° 40: Distribución tráfico de datos**

Tecnología	GPRS	R99	HSPA	LTE	5G
Tráfico de datos	0,01%	0,02%	5,2%	93,3%	0.6%

Fuente: Osiptel, 2024.

## A.5 Módulo de Costeo de red

En esta sección se muestran las tecnologías dimensionadas en cada nivel de la red móvil del OHE dentro del Módulo de *Costeo de red*. Este módulo no solo realiza el dimensionamiento de cada capa de la red, sino que también calcula los costos totales asociados a cada una de ellas. La sección se estructura de la siguiente manera:

- Dimensionado de red y hora cargada;
- Precios unitarios;
- Costos totales de red;
- Métodos de anualidad;

### A.5.1 Dimensionado de red y hora cargada

El módulo de *Mercado* presenta la evolución del tráfico en el mercado peruano durante el período considerado. Sin embargo, el dimensionamiento de las redes de telecomunicaciones no se realiza en función del tráfico total transportado en un período, sino del tráfico cursado en el momento de mayor carga de la red, denominado *hora cargada*.

Todos los cálculos relacionados con el dimensionamiento de la red se encuentran contenidos en el módulo de *Costeo de red*.

#### *Cálculo del tráfico en la hora cargada*

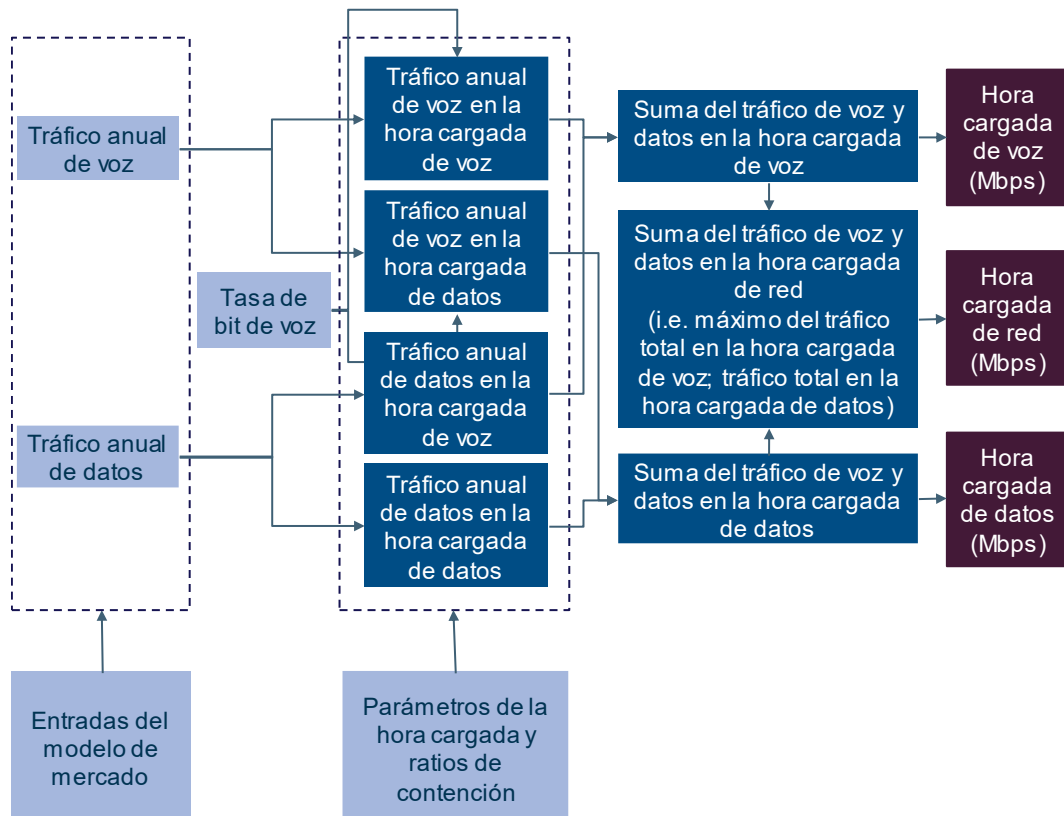
La distribución del tráfico en la red del OHE no es uniforme, sino que varía en función del momento del día. Estas variaciones siguen patrones relativamente predecibles y difieren entre voz y datos, siendo la punta de tráfico de voz generalmente más intensa que la de datos.

La demanda de tráfico del módulo de Mercado se convierte en tráfico en la hora cargada para su uso en el módulo de Dimensionamiento de Red, mediante parámetros que permiten transformar el tráfico anual en tráfico correspondiente a la hora de mayor carga. Este valor es fundamental para dimensionar cada uno de los elementos de la red,

asegurando que la infraestructura diseñada cuente con la capacidad suficiente para atender los requerimientos de transporte en todo momento.

A continuación, se muestra de manera ilustrativa el cálculo del tráfico en la hora cargada a partir del tráfico anual de voz y datos.

**Gráfico N° 11: Conversión de la demanda de tráfico del módulo de Mercado al tráfico en hora cargada**



Fuente: Analysys Mason, 2017

Cada elemento de red se dimensiona en función del tráfico en hora cargada de voz o datos, dependiendo de cuál sea mayor para dicho elemento. Esta elección está determinada principalmente por el tipo de tráfico que gestiona el componente. En términos generales, se cumplen las siguientes premisas:

- El equipamiento 2G y los conmutadores y servidores de voz se dimensionan con base en la hora cargada de voz

- El equipamiento 3G se dimensiona con base en las horas cargadas de voz y/o datos, según el tipo de elemento de red
- El equipamiento 4G se dimensiona con base en la hora cargada de datos
- El equipamiento 5G se dimensiona con base en la hora cargada de datos
- Los enlaces de transmisión y elementos de red asociados se dimensionan con base en la hora cargada de la red, que generalmente corresponde a la hora cargada de datos.

Se ha mantenido el valor establecido en la regulación anterior, debido a que la revisión de la información proporcionada en el marco del Requerimiento de Información evidenció inconsistencias en los valores reportados<sup>50</sup>. Los valores obtenidos se muestran a continuación.

**Tabla N° 412: Parámetros de hora cargada**

Parámetro	Tráfico de voz	Tráfico de datos
Tráfico - hora cargada de voz	7,5%	4,1%
Tráfico - hora cargada de datos	5,6%	6,2%

Fuente: Empresas Operadoras.

### *Dimensionado de red*

Tal como se indicó anteriormente, el dimensionamiento de cada elemento de red del OHE se realiza en función del tráfico en hora cargada, considerando su función dentro del diseño técnico. Para ello, se analizan diversas características, tales como su emplazamiento geográfico (por ejemplo, los sitios 2G/3G/4G/5G deberán soportar menos tráfico que los MSS+MGW), sus *drivers* de tráfico (por ejemplo, un elemento de red específico a datos empleará el tráfico de datos, un elemento genérico deberá tener en cuenta ambos tipos de tráfico (voz y datos)), y la tecnología considerada (por ejemplo, un elemento 2G considerará exclusivamente el tráfico 2G).

---

<sup>50</sup> Para la estimación del parámetro correspondiente al porcentaje de tráfico diario en hora cargada, se procedió a dividir el tráfico anual reportado entre 365 días, obteniendo así el valor promedio diario. Posteriormente, este valor se dividió entre el tráfico reportado para la hora cargada, resultando en porcentajes que oscilaron entre 2 236% y 2 811%. Cabe señalar que únicamente un operador presentó valores razonables (7,5% para voz y 7,2% para datos); sin embargo, dicha información se considera insuficiente para su incorporación en el modelo.

A continuación, se presentan los parámetros de dimensionamiento de los elementos de la red. Estos corresponden a los componentes de la red del OHE; los parámetros equivalentes para otros operadores pueden variar, siendo mayores o menores según sus características específicas.

**Capa radio***Estación base*

- **Ubicación:** Todo el país

*S-RAN*

- **Propósito:** Permite el despliegue conjunto de elementos de red macro 2G, 3G, 4G y 5G tanto para cobertura como para capacidad
- **Lógica de dimensionado:** Elementos de red macro 2G, 3G, 4G y 5G requeridos en cada geotipo
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - TRX por sector: 8
  - Portadoras 3G por sector: 2
  - Portadoras 4G por sector: 2
  - Portadoras 5G por sector: 2

*Estación base*

- **Ubicación:** Todo el país

*micro S-RAN*

- **Propósito:** Permite el despliegue conjunto de sitios micro 2G, 3G, 4G y 5G tanto para cobertura como para capacidad
- **Lógica de dimensionado:** Definido directamente en el modelo

*TRX*

- **Ubicación:** En cada estación S-RAN con 2G
- **Propósito:** Proveer capacidad 2G
- **Lógica de dimensionado:** Número requerido para transportar tráfico 2G con un límite físico en cada estación S-RAN y un límite de espectro del número de TRX por sector.

- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Número mínimo de TRX en una estación S-RAN: 1
  - Factor de utilización de la estación S-RAN (en TRX): 80%
  - Canales GSM: varía en función del espectro asignado
  - Factor de reuso GSM: 9
  - Canales GPRS reservados: 15
  - Canales reservados para señalización, por TRX: 0.5
  - Probabilidad de bloqueo GSM: 2%
  - Factor de utilización de los TRX (en Erlangs): 80%

*BBU tarjeta 3G  
en estación base  
S- RAN*

- **Ubicación:** En cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** activar la tecnología 3G en las estaciones S-RAN para proveer cobertura y capacidad 3G
- **Lógica de dimensionado:** área a cubrir, radio de celda y volúmenes de tráfico 3G
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Cobertura: teniendo en cuenta la cobertura real de los operadores del mercado
  - Sectorización: número de sectores en cada sitio (macro o micro) 3G
  - Radio de celda: calculado en la calibración de red
  - Capacidad de cada tarjeta: en términos de portadoras, elementos de canal etc.

*Portadoras y kit  
de elementos de*

- **Ubicación:** En cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** Proveer capacidad 3G para el tráfico R99

*canal (CK por sus siglas en inglés)*

- **Lógica de dimensionado:** número requerido para transportar tráfico 3G R99 teniendo en cuenta un número dado de canales UMTS reservados para R99 por estación S-RAN

- **Principales parámetros de dimensionamiento:**

- Tasa de canal UMTS R99: 0,016 Mbit/s
- UMTS R99 *soft-handover*: 20%
- UMTS R99 *softer-handover*: 10%
- Número de canales de señalización R99 por portadora: 16
- Número mínimo de canales de tráfico R99 por portadora: 48
- Número máximo de canales de tráfico R99 por portadora: 384
- Probabilidad de bloqueo UMTS: 2%
- Factor de utilización 3G en la estación S-RAN: 80%
- Factor de utilización de los elementos de canal (en Erlangs): 80%
- Capacidad de los kits de elementos de canal (en elementos de canal): 16

*HSPA "saltos" i.e. activación de una versión HSPA dada en una portadora*

- **Ubicación:** En cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** Proveer capacidad incremental para tráfico HSPA
- **Lógica de dimensionado:** Desarrollo HSPA establecida como parámetro; número de portadoras HSPA activadas para el desarrollo elegido, dimensionados para transportar el tráfico 3G HSPA con un mínimo de despliegue (para proveer portadora doble HSPA)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Factor entre tasa pico y tasa efectiva HSPA: 52%

- Nivel de desarrollo HSDPA desplegado, por portadora: 21,1Mbit/s
- Mínimo despliegue de portadoras HSDPA: 1
- Factor de utilización 3G en la estación S-RAN: 80%
- Nivel de desarrollo HSUPA desplegado, por portadora: 5,76Mbit/s

*Portadoras 3G*

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** activar un par de 5MHz de espectro 3G
- **Lógica de dimensionado:** número requerido de pares de 5 MHz para transportar el tráfico 3G R99 de voz y datos y el tráfico HSPA
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Elementos de canal requeridos para transportar tráfico 3G R99 de voz y datos
  - Número máximo de elementos de canal por portadora
  - Factor de utilización 3G en la estación S-RAN
  - Número de sitios 3G de cobertura
  - Portadoras requeridas para HSPA

*BBU tarjeta 4G  
en estación base  
S-RAN*

- **Ubicación:** En cada estación S-RAN con 4G
- **Propósito:** Activar la tecnología 4G en las estaciones S-RAN para proveer cobertura y capacidad 4G
- **Lógica de dimensionado:** Área a cubrir, radio de celda y volúmenes de tráfico 4G
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Cobertura: Considera la cobertura real de los operadores del mercado

- Sectorización: número de sectores en cada sitio (macro o micro) 4G
- Radio de celda: calculado en la calibración de red
- Capacidad de cada tarjeta: en términos de portadoras, tráfico etc.

**Portadoras 4G**

- Ubicación: en cada estación S-RAN con 4G
- Propósito: activar un par de portadoras de 5, 10, 15 o 20 MHz de espectro 4G
- Lógica de dimensionado: número requerido de pares de portadoras 5, 10, 15 o 20 MHz para transportar el tráfico 4G
- Principales parámetros de dimensionamiento:
  - Factor entre tasa pico y tasa efectiva LTE: 73,3%
  - Nivel de desarrollo LTE desplegado, por portadora: variable 18,76 a 225,15 Mbit/s, según el tamaño de portadora (5, 10, 15 y 20 MHz), MIMO (2x2, 4x2) y modulación (64 y 256 QAM), diferenciado por zona (urbano para geotipos Muy Denso y Denso; y rural para geotipos Poco Denso y Otro)
  - Mínimo despliegue de portadoras LTE: 1
  - Factor de utilización 4G en la estación S-RAN: 80%
  - Sitios de cobertura LTE

**Portadoras 5G**

- Ubicación: en cada estación S-RAN con 5G
- Propósito: activar un par de portadoras de 5, 10, 15 o 20 MHz de espectro 5G
- Lógica de dimensionado: número requerido de pares de portadoras 5, 10, 15 o 20 MHz para transportar el tráfico 5G

- Principales parámetros de dimensionamiento:
  - Factor entre tasa pico y tasa efectiva LTE: 72,8%
  - Nivel de desarrollo 5G desplegado, por portadora: variable 30,56 a 300,20 Mbit/s, según el tamaño de portadora (5, 10, 15 y 20 MHz), MIMO (2x2, 4x2 y 4x4) y modulación (256 QAM), diferenciado por zona (urbano para geotipos Muy Denso y Denso; y rural para geotipos Poco Denso y Otro)
  - Mínimo despliegue de portadoras 5G: 1
  - Factor de utilización 5G en la estación S-RAN: 80%
- Sitios de cobertura 5G

*Sitios radio físico*

- **Ubicación:** En todo el país
- **Propósito:** Permitir el despliegue de las estaciones base S-RAN
- **Lógica de dimensionado:** Número de estaciones S-RAN no cubiertas instaladas
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Proporción de sitios disponibles para cubriciones multitecnología GSM/UMTS: 100%
  - Proporción de sitios disponibles para cubriciones multitecnología LTE: 100%
  - Proporción de sitios disponibles para cubriciones multitecnología 5G: 100%
  - Proporción emplazamientos propios: 17-41% para emplazamientos macros, 99% para microceldas
  - Proporción de los emplazamientos donde sólo existen una única tecnología de acceso (no están cubiertos), el resto son desplegados como sitios cubiertos (dos o más tecnologías) según tecnología, 2G:2%, 3G:5% y 4G:11% (5G NSA se despliega cubierto con 4G).

*Enlaces de acceso a última milla (LMA por sus siglas en inglés)*

- **Ubicación:** Un enlace por sitio radio físico
- **Propósito:** Enlazar el sitio radio físico con *hubs*
- **Lógica de dimensionado:** Un enlace por sitio físico radio, a menos que el sitio este cubricado con un *hub*, dimensionado para la capacidad provista por el sitio
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Distribución de los enlaces entre microondas, fibra y enlaces dedicados
  - Velocidad Ethernet de los enlaces microondas y líneas alquiladas: 10Mbit/s, 30Mbit/s, 100Mbit/s, 300Mbit/s y 1000Mbit/s
  - Factor de utilización de enlaces: 80%

*Enlaces de backhaul*

- **Ubicación:** Un enlace por *hub*
- **Propósito:** Enlazar el *hub* con los nodos de agregación
- **Lógica de dimensionado:** Un enlace por *hub* dimensionado para la capacidad provista por el *hub*
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Distribución de los enlaces entre fibra y enlaces dedicados
  - Velocidad Ethernet de las líneas alquiladas: 10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s, 2,5Gbit/s, 4Gbit/s y 10Gbit/s
  - Velocidad Ethernet de la fibra: 1Gbit/s, 2Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s
  - Factor de utilización de enlaces: 80%

**BSC**

- **Ubicación:** En los nodos de agregación en función de la configuración definida
- **Propósito:** Control de las estaciones S-RAN con 2G
- **Lógica de dimensionado:** Número de TRX en la red
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad en TRXs: 8 640
  - Factor de utilización: 80%

**RNC**

- **Ubicación:** En los nodos de agregación en función de la configuración definida
- **Propósito:** Control de las estaciones S-RAN con 3G
- **Lógica de dimensionado:** Carga pico en Mbit/s considerando el tráfico R99 para voz y datos, *soft-handover* y datos HSPA
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad en Mbit/s: 15 050
  - Factor de utilización: 80%

**Capa core****Transmisión core  
a core**

- **Ubicación:** En cada uno de los nodos *core*
- **Propósito:** Transporta el tráfico entre los nodos *core*
- **Lógica de dimensionado:** Tráfico total en los anillos *core-a-core*
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Protocolo de transmisión seleccionado para voz: Ethernet
  - Protocolo de transmisión seleccionado para datos: Ethernet
  - Velocidad Ethernet *core-a-core*: 1Gbit/s, 2,5Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s, 80Gbit/s, 160Gbit/s

- Factor de utilización en la transmisión *core-to-core*: 80%

*Longitud de  
anillos de fibra  
core a core*

- **Ubicación:** Creación de anillos enlazando nodos *core* (3 anillos más enlaces punto a punto)
- **Propósito:** Enlazar los nodos *core* mediante anillos o enlaces punto a punto es su defecto
- **Lógica de dimensionado:** Distancia de carretera entre las ciudades donde los nodos *core* están situados
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Suma de las distancias entre sitios *core*: 9 800km (aprox.)

*Nodos core*

- **Ubicación:** Los propios nodos *core*
- **Propósito:** Albergar el equipo de capa *core*
- **Lógica de dimensionado:** Basado en el despliegue actual de los operadores
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - 3 nodos *core* situados en Trujillo, Lima y Arequipa

*MSS*

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Gestionar la conmutación de red 2G / 3G
- **Lógica de dimensionado:** Número de intentos de llamada en la hora cargada (BHCA por sus siglas en inglés)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 1 600 000 BHCA
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2

- Redundancia: 1

**MGW**

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Permite la interoperabilidad entre las redes 2G, 3G y otras redes
- **Lógica de dimensionado:** Número de horas cargadas Erlang (BHE)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 60 000 BHE
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2
  - Factor de redundancia: 2

**SGSN**

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Se encarga de la gestión (capas de control y usuario) del tráfico de datos desde / hacia las estaciones base S-RAN
- **Lógica de dimensionado:** Usuarios simultáneamente enlazados (SAU)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 2 000 000
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2
  - Factor de redundancia: 1

**GGSN**

- **Ubicación:** En los nodos *core*

- **Propósito:** Se encarga de la interconexión del tráfico de datos desde / hacia otras plataformas de servicios y redes externas
- **Lógica de dimensionado:** Sesiones PDP simultáneas
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 2 000 000 packet data protocol PDP contexts
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2
  - Redundancia: 1

**LTE MME**

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Se encarga del control de los sitios 4G y 5G, y de la señalización de la red 4G
- **Lógica de dimensionado:** Tráfico en la hora cargada de datos (Mbit/s)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 25 000Mbit/s
  - Tráfico en la hora cargada de datos, Mbit/s
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2
  - Factor de redundancia: 1

**LTE SGW**

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Gestiona el plano de usuario, así como otras funciones como el traspaso entre sitios 4G y 5G
- **Lógica de dimensionado:** Tráfico en la hora cargada de datos (Mbit/s)

- **Principales parámetros de dimensionamiento:**

- Capacidad: 23 600Mbit/s
- Tráfico en la hora cargada de datos, Mbit/s
- Factor de utilización: 80%
- Número mínimo: 2
- Factor de redundancia: 1

*HLR/HSS, EIR,  
AUC*

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Registrar suscriptores en la red, comprobar qué servicios pueden usar y ofrecer varios servicios de valor añadido
- **Lógica de dimensionado:** Número de suscriptores
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad en suscriptores: 4,000,000 (HLR/HSS), 4,500,000 (EIR), 1 700 000 (AUC)
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2
  - Factor de redundancia: 1

*SMSC*

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Gestionar y entregar el tráfico de SMS
- **Lógica de dimensionado:** Número de SMS por segundo en la hora cargada
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
  - Capacidad: 5 000 SMS por segundo
  - Factor de utilización: 80%
  - Número mínimo: 2

- Factor de redundancia: 2

**MMSC**

- **Ubicación:** En los nodos *core*
- **Propósito:** Gestionar y entregar el tráfico de MMS
- **Lógica de dimensionado:** MMSC ya que el tráfico de MMS es bajo

**A.5.2 Precios unitarios**

Los precios unitarios representan los costos asociados en el período considerado para cada uno de los elementos de red, compuestos por dos componentes: inversión y OPEX.:

- La inversión: corresponde al costo de adquisición e instalación del equipo.
- OPEX: Incluye dos elementos principales: OPEX como porcentaje de la inversión (por ejemplo, mantenimiento de los equipos) y OPEX directo (por ejemplo, cuota anual por el alquiler de un enlace dedicado)

Tanto la inversión como el OPEX pueden variar significativamente según el tipo de elemento. Esto es particularmente evidente en los activos *Single RAN*, donde se observa una alta variabilidad en la distribución de costos entre inversión y OPEX, dependiendo no solo del fabricante, sino incluso de contrato a contrato. En este caso, se ha optado por trasladar la mayor parte de los costos al OPEX en concepto de licencias, siguiendo lo observado en diversos precarios. Esta tendencia responde a la disminución del costo del hardware, que ha desplazado el peso de los costos hacia el mantenimiento y las licencias anuales.

Los parámetros de inversión y OPEX se calculan con base en datos proporcionados por los operadores en sus modelos regulatorios y en el Requerimiento de Información, contrastados con comparativas internacionales. Asimismo, se han considerado precios obtenidos de modelos de costos de redes móviles de otros países (como México<sup>51</sup> y la Comunidad Europea<sup>52</sup>).

---

<sup>51</sup> Ver <https://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/condiciones-tecnicas-minimas-y-modelos-de-costos-utilizados-para-determinar-las-tarifas-de-2>

<sup>52</sup> Ver <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/finalisation-mobile-cost-model-roaming-and-delegated-act-single-eu-wide-mobile-voice-call-0> y <https://digital->

El modelo cuenta con precios unitarios de inversión y OPEX a precios nominales de 2016. Para calcular los costos de red en periodos posteriores al considerado por el Osiptel se aplica la estimación anual de inflación y las tendencias de costos estimadas en inversión y OPEX para los elementos de red con el objetivo de obtener precios unitarios nominales en el nuevo periodo considerado.

El modelo utiliza precios unitarios nominales del año 2016. Para calcular los costos de red en periodos posteriores, se aplican estimaciones anuales de inflación y tendencias de costos en inversión y OPEX, con el objetivo de obtener precios unitarios actualizados para el nuevo período. Se ha realizado una revisión exhaustiva de capacidades y precios de los diversos elementos de red, según la información proporcionada por los operadores en distintas fuentes (NRIP, Requerimientos de Información y propuestas), ajustando los valores a precios nominales de 2016 y aplicando los tipos de cambio correspondientes (soles, euros y dólares estadounidenses).

En particular, para la red de acceso 4G y 5G, donde se dispone de precios para un único tamaño de portadora (5 MHz), se ha adoptado un enfoque similar al del modelo anterior, considerando licencias por portadora, incrementos por adición de mayores capacidades (tamaño de portadora, MIMO y modulación) y tarjetas de banda base (BBU). Dado que la información de precios de equipos 4G no presenta correlación entre las variables principales (tamaño de portadora, MIMO y modulación), se ha aplicado un mecanismo de ajuste lineal por velocidad equivalente. Así, la velocidad de una portadora se estandariza a 5 MHz, ubicando los elementos de precio inferior y superior de manera que el precio resulte en una estimación lineal.

### **A.5.3 Costos totales de red**

Los costos totales de red se calculan en la hoja de cálculo *TotalNetwork* del módulo de *Costeo de red*. Estos costos representan la suma del CAPEX (inversiones anualizadas de red) y el OPEX. Estos se calculan siguiendo el procedimiento presentado a continuación.

#### Cálculo del CAPEX

- Se calcula la inversión total por elemento de red aplicando el precio unitario de la inversión al número de elementos de red calculados.

- Se calcula el CAPEX por elemento de red aplicando el método de anualidad a la inversión total por elemento de red.
- El CAPEX total de la red se obtiene como la suma de los CAPEX individuales de todos los elementos de red que conforman la red del operador.

#### Cálculo del OPEX

- Se calcula el OPEX total por elemento de red aplicando el OPEX unitario al número de elementos dimensionados en la red.
- El OPEX total de la red se obtiene como la suma de los OPEX individuales correspondientes a todos los elementos que conforman la red del operador.

#### Cálculo de los costos totales de la red

- Finalmente, los costos totales de la red para el periodo considerado en el modelo es la suma del CAPEX y OPEX totales de la red

#### Resumen del cálculo efectuado

Presentamos a continuación un resumen de lo expuesto anteriormente presentando las fórmulas empleadas en el modelo:

*Inversión por elemento de red = Cantidad de elementos × Inversión unitaria*

*Capex por elemento de red = Anualidad(Inversión por elemento de red, WACC)*

$$Capex\ total\ de\ la\ red = \sum_{\text{elementos de red}} Capex\ por\ elementos\ de\ red$$

*Opex por elemento de red = Cantidad de elementos × Opex unitario*

$$Opex\ total\ de\ la\ red = \sum_{\text{elementos de red}} Opex\ anualizados\ por\ elementos\ de\ red$$

*Costos totales de red = Capex total de la red + Opex total de la red*

#### **A.5.4 Método de anualidad**

El cálculo de los cargos de interconexión se basa en la aplicación del método de anualidad simple para determinar las anualidades de las inversiones (CAPEX).

Este método calcula un valor anual fijo que incorpora tanto los costos de capital como la depreciación/amortización del activo, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Anualidad} = I_0 \times \left[ \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} \right]$$

Donde:

$I_0$  = Inversión en el activo efectuado en el año 0

$r$  = Tasa anual (costo de capital promedio ponderado o WACC)

$n$  = Número de años de vida útil del activo

#### *Parámetros críticos en el cálculo de las anualidades*

Los cálculos de anualidad y depreciación se basan en tres parámetros importantes: vidas útiles, WACC y tendencias de costos.

- Vidas útiles

La vida útil representa el número de años durante los cuales se espera que un activo de red funcione antes de requerir su sustitución. Este valor corresponde a una vida media de todos los activos de la red y se considera en términos económicos, en contraste con las vidas útiles contables empleadas por los operadores en sus estimaciones financieras.

Este parámetro es fundamental para la anualización de los elementos de red, ya que determina la tasa de recuperación de costos. Las vidas útiles de los activos se han definido con base en información proporcionada por los operadores (incluyendo la adición del satélite al grupo de activos, con una vida útil similar a la de otros medios de transmisión), así como en comparativas internacionales. Los valores se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla N° 42: Vidas útiles asociadas a los elementos de red del modelo**

Grupo de activos	Vida útil (años)
Equipamiento de las estaciones S-RAN	8
TRX, portadoras, CK, HSPA, etc.	6
Sitios	25
Enlaces dedicados	5
Microondas	8
Fibra	40
Transmisión MUX etc. equipamiento	8
BSC/RNC <i>switches</i>	8
Network <i>switches</i>	6
Network servers	6
Network <i>software</i>	6
Network Management System	8
Puertos	8
Licencias	15
Satélite	8

Fuente: Adaptado de Analysys Mason.

- WACC

El modelo incorpora un retorno razonable sobre los activos, determinado mediante el costo promedio ponderado de capital (WACC). Para el cálculo se considera un WACC nominal en dólares, antes de impuestos, equivalente a 13,65%, estimado a partir de diversas fuentes, incluyendo los estados financieros auditados de los operadores.

- Tendencias de costos

Las tendencias de costos reflejan las variaciones en los precios de los activos considerados en el modelo a lo largo del tiempo. Estas tendencias se aplican a categorías de activos cuyo comportamiento de precios evoluciona de manera similar. Las tendencias se han definido con base en datos observados en los modelos de los operadores y en estimaciones provenientes de otros modelos LRIC públicos.

A las tendencias de costos en términos reales que se presentan a continuación se les aplica una inflación anual del 3,50% para obtener las tendencias en términos nominales.

**Tabla N° 43: Tendencias de costos reales asociadas a los elementos de red del modelo**

Grupo de activos	En inversión	En OPEX
Equipamiento de las estaciones S-RAN	-5,0%	0,0%
TRX, portadoras, CK, HSPA, etc.	-5,0%	0,0%
Sitios	1,0%	1,0%
Enlaces dedicados	0,0%	-10,0%
Microondas	-5,0%	0,0%
Fibra	1,0%	0,0%
Transmisión MUX etc. equipamiento	-5,0%	0,0%
BSC/RNC <i>switches</i>	-5,0%	0,0%
Network <i>switches</i>	-5,0%	0,0%
Network servers	-5,0%	0,0%
Network <i>software</i>	-5,0%	0,0%
Network Management System	-5,0%	0,0%
Puertos	-5,0%	0,0%
Licencias	0,0%	0,0%
Satélite	1,0%	0,0%

Fuente: Adaptado de Analysys Mason

## A.6 Módulo de Costeo de servicios

Esta sección proporciona una visión general del módulo de *Costeo de servicios* y detalla los siguientes aspectos:

- Obtención de los costos totales de red
- Costos comunes añadidos a los costos totales
- Cálculo del incremento de los servicios costeados por el modelo

### A.6.1 Costos totales de red

Para lograr una comprensión completa de los costos de red, es necesario modelar todos los servicios. Este enfoque permite reflejar las economías de escala en la provisión de voz y tráfico de datos, y por ende, obtener resultados LRAIC+ más precisos. Los servicios modelados incluyen los mencionados anteriormente.

En el caso particular del mercado peruano, además de los elementos propios de red (por ejemplo, eNodeB, BSN, MGW), existen dos categorías de costos asociados a la provisión de servicios móviles que deben tratarse por separado:

- Aporte regulatorio

- Canon anual

#### *Aporte regulatorio*

El aporte regulatorio representa unos pagos efectuados por los titulares de concesiones por concepto de la explotación comercial de los servicios de telecomunicaciones<sup>53</sup>. Dicho pago representa un 2% de los ingresos facturados y percibidos anualmente por el operador, compuesto como sigue:

- 0,5% para el MTC
- 1% para FITEL
- 0,5% para Osiptel.

El modelo considera exclusivamente los ingresos mayoristas, específicamente aquellos asociados al cargo de interconexión, para el cálculo del aporte regulatorio. Dichos aportes se determinan a partir del balance entre ingresos y pagos por cargos de interconexión del OHE y el tráfico asociado, por lo que su estimación puede representar un costo o un ahorro, dependiendo del balance del tráfico. Se ha observado que la demanda de interconexión desde las redes de telefonía fija hacia las redes móviles es mayor que la demanda en sentido inverso. En este contexto, el aporte regulatorio en el presente modelo corresponde a un ahorro para el OHE.

#### *Canon anual*

Los titulares de concesiones deben abonar un canon anual por el uso del espectro radioeléctrico. El MTC actualizó la metodología de cálculo en 2018, estableciendo una fórmula compuesta por ocho (8) factores, entre los cuales se incluyen: coeficiente por áreas, número de bandas, subbandas y canales asignados, presupuesto objetivo y coeficiente de expansión y/o mejora de infraestructura.

Dado que la implementación de este mecanismo resulta compleja en un modelo de costos desarrollado en Microsoft Excel, se ha optado por reemplazar la fórmula anterior y utilizar el valor promedio reportado por los operadores por este concepto, expresado

---

<sup>53</sup> Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, Decreto Supremo N° 020-2007-MTC, Artículos 229 y 238

Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, Ley N° 27332, Artículo 10

Reglamento General del Osiptel, Decreto Supremo N° 008-2001-PCM, Título VI, Artículos 65 y 97

en soles y ajustado al tipo de cambio correspondiente. El valor considerado en soles asciende a S/ 51 337 717,10.

Este canon se incorpora en el modelo como un elemento adicional de red y se distribuye entre los servicios en función del uso que estos hacen del espectro radioeléctrico.

### A.6.2 Incremento

El modelo calcula los costos incrementales promedio a largo plazo (LRAIC) para todos los servicios de red modelados. Estos costos se obtienen aplicando factores de enrutamiento a los costos anualizados de cada elemento de red, considerando la producción total (Mbit/s, minutos, conexiones, etc.) que transporta cada elemento en un año. La fórmula para el cálculo del costo unitario LRAIC por servicio es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Costo}(\text{Servicio}_k) &= \sum_{\text{elementos}} \text{costo\_por\_unidad\_red}(\text{elemento}_i) \\ &\times \text{FactorEnrutamiento}(\text{elemento}_i, \text{servicio}_k) \end{aligned}$$

Donde:

- *Costo (Servicio<sub>k</sub>)* = Costo incremental LRAIC del servicio *k*;
- *Costo por unidad de red (elemento<sub>i</sub>)* = Costo anualizado para el elemento de red *i* dividido por el tráfico total transportado por dicho elemento en un año, convertido a unidades comunes;
- *Factor Enrutamiento* es la matriz en la que se incluyen los factores de enrutamiento para cada elemento de red y servicio.

### A.6.3 Costos comunes

El modelo considera un margen de contribución a los costos comunes para obtener el LRAIC+ a partir del LRAIC. Los costos comunes corresponden a aquellos compartidos por todos los servicios ofrecidos por el operador y no están vinculados directamente con la prestación de un servicio específico. Generalmente, están conformados por gastos administrativos incurridos asociados al soporte de la red en su conjunto, tales como costos de personal para gestión corporativa, atención al cliente, comercialización, suministros, equipos y consultorías externas.

El margen aplicado en el modelo incluye un porcentaje por costos de *overhead* equivalente al 5%, que se calcula sobre el costo incremental LRAIC, obteniendo así el costo incremental LRAIC+. El cálculo realizado en el modelo se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{LRAIC+} = \text{LRAIC} \times (1 + \text{overhead por costos comunes})$$

**A.6.4 Valor de cargo**

El valor finalmente obtenido para el cargo asciende a USD 0,00082. Los componentes que conforman dicho valor se resumen en la tabla siguiente:

**Tabla N° 44: Propuesta de Cargo Móvil**

<b>Costos Red (USD)</b>	<b>8,006,094</b>
<b>Costos Operativos (USD)</b>	<b>12,258,196</b>
<b>Costos Comunes (USD)</b>	<b>1,002,853</b>
<b>Costo de <i>markup</i> regulatorio (USD)</b>	<b>-7,643</b>
<b>Costo Total (USD)</b>	<b>21,267,142</b>
<b>Demanda (minutos)</b>	<b>25,825,144,797</b>
<b>Costo USD /minuto</b>	<b>0,00082</b>

**ANEXO N° 2: DETERMINACIÓN DEL COSTO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)**

Las tasas Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC, por sus siglas en inglés), para las empresas INTEGRATEL, AMÉRICA MÓVIL, ENTEL y VIETTEL en el año 2024, han sido estimadas de acuerdo con el Informe N° 224-2025-DPRC/OSIPTEL (Cálculo del costo de capital de empresas del sector telecomunicaciones con información del año 2024). Se calculan como la tasa ponderada del Costo del patrimonio de cada empresa ( $k_E$ ) y el Costo de la deuda de las mismas ( $r_D$ ), considerando sus correspondientes estructuras de financiamiento.

La fórmula empleada para el cálculo de la tasa WACC después de impuestos es la siguiente:

$$WACC = \frac{E}{(D + E)} k_E + \frac{D}{(D + E)} (1 - t_{PE}) r_D$$

donde,

$t_{PE}$	Tasa impositiva aplicable a la empresa.	$D$	Valor de mercado de la deuda de la empresa.
$E$	Valor de mercado del patrimonio de la empresa.	$D + E$	Valor de mercado de la empresa.

Particularmente, para el estimado del margen de utilidad razonable en el modelo, se emplea el WACC antes de impuestos, el cual sigue la siguiente especificación:

$$WACC_{AI} = \left( \frac{1}{1 - t_{PE}} \right) \left[ \frac{E}{(D + E)} k_E + \frac{D}{(D + E)} (1 - t_{PE}) r_D \right]$$

En cuanto a los supuestos y las fuentes empleadas para los componentes y la determinación del WACC, la siguiente tabla lo resume.

**Tabla N° 45: Supuestos y fuentes**

N°	COMPONENTES	COMENTARIOS
1	Tasa libre de riesgo ( $r_f$ )	Promedio anual de los rendimientos diarios del US Treasury Bond a 10 años para el año 2024. Fuente: U.S. Department of the Treasury
2	Beta apalancado ( $\beta_L$ )	Mide el riesgo sistémico de la empresa y se estima a partir de la fórmula de abajo, utilizando como insumos: los betas sectoriales publicados por Damodaran, el impuesto a la renta y participación de los trabajadores para Perú, y el ratio de deuda sobre patrimonio de la empresa. $\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - t_{PE}) \times (D/E)]$ .

N°	COMPONENTES	COMENTARIOS
3	Lambda ( $\lambda$ )	<p>Mide el porcentaje no diversificable del riesgo país. A efectos de estimarlo, se emplean los datos del Índice S&amp;P/BVL Peru General y del Índice de acciones S&amp;P500, junto a las siguientes ecuaciones:</p> $r_{SPBPLPGPT,t} = \alpha_0 + \alpha_1 r_{S\&P500,t} + \varepsilon_t$ $\lambda = \hat{\alpha}_1^2 \left( \frac{\sigma_{S\&P500}}{\sigma_{SPBPLPGPT}} \right)^2$
4	Prima por riesgo país ( $R_p$ )	<p>Se utiliza el promedio anual para el año 2024 del spread EMBIG Perú. Fuente: BCRP</p>
5	Prima de Mercado [ $E(r_m) - r_f$ ]	<p>Es la diferencia entre el retorno del Índice de acciones S&amp;P500 (histórico)<sup>54</sup> y la <math>r_f</math> del año 2024.</p>
6	Costo del patrimonio (en USD)	<p>Se aplica el CAPM Híbrido, utilizando los componentes detallados en los numerales del 1 al 5 en la presente tabla.</p> $k_E = r_f + \beta_L [E(r_m) - r_f] + \lambda R_p$
7	Costo de la deuda	<p>En el caso de INTEGRATEL se utilizaron las tasas de interés de sus emisiones de instrumentos financieros. En el caso de AMÉRICA MÓVIL, ENTEL y VIETTEL, se consideraron las tasas de interés que están obligados a pagar por todas sus fuentes de financiamientos detalladas en sus Estados Financieros Anuales Auditados.</p>
8	Ratio de endeudamiento (Deuda/[Deuda + Patrimonio])	<p>La información utilizada de deuda y patrimonio es el promedio del año 2024, con excepción de VIETTEL, para la que se tomó el promedio aritmético de los ratios calculados para el resto de empresas. Fuente: Estados Financieros Auditados</p>
9	WACC después de impuestos	$WACC = \frac{E}{(D+E)} k_E + \frac{D}{(D+E)} (1 - t_{PE}) r_D$
10	WACC antes de impuestos	$WACC_{AI} = \left( \frac{1}{1 - t_{PE}} \right) \left[ \frac{E}{(D+E)} k_E + \frac{D}{(D+E)} (1 - t_{PE}) r_D \right]$

Sobre la base de los supuestos expuestos y tomando en consideración la información contenida en las fuentes indicadas, en la siguiente tabla se presentan los valores de cada parámetro y del WACC para el año 2024.

<sup>54</sup> Se utiliza el promedio aritmético de los rendimientos anuales del Índice de acciones S&P500 desde el año 1990 hasta el año evaluado.

**Tabla N° 46: Valores 2024**

COMPONENTES	INTEGRATEL	AMÉRICA MÓVIL	ENTEL	VIETTEL
<b>Ratios sobre deuda y patrimonio por empresa</b>				
Deuda/(Deuda + Patrimonio)	51%	34%	46%	44%
D/E	1,04	0,71	0,83	0,80
<b>Betas para las empresas de telecomunicaciones</b>				
Beta desapalancado ( $\beta_U$ )	0,53	0,53	0,53	0,53
tasa impositiva ( $t_{PERU}$ )	36,6%	36,6%	36,6%	36,6%
Beta apalancado ( $\beta_T$ )	0,88	0,71	0,83	0,80
<b>Componentes y cálculo del Costo del Patrimonio 2024 (USD)</b>				
Tasa Libre de Riesgo ( $r_f$ )	4,25%	4,25%	4,25%	4,25%
Prima de Mercado	7,72%	7,72%	7,72%	7,72%
Lambda ( $\lambda$ )	0,3091	0,3091	0,3091	0,3091
Riesgo País (spread EMBIG Perú)	1,59%	1,59%	1,59%	1,59%
Costo del Patrimonio ( $k_E$ )	11,57%	10,21%	11,12%	10,89%
<b>Componentes y cálculo del WACC 2024 (USD)</b>				
Costo del patrimonio (US\$)	11,57%	10,21%	11,12%	10,89%
Costo de la deuda (US\$)	18,13%	7,02%	3,89%	5,81%
WACC US\$ después de impuestos	11,53%	8,25%	7,11%	7,74%
WACC US\$ antes de impuestos	18,18%	13,00%	11,20%	12,20

### **ANEXO N° 3: DETERMINACIÓN DE LOS CARGOS DIFERENCIADOS**

La metodología utilizada para la diferenciación del cargo de interconexión se encuentra descrita en el Numeral 5 “Estimación de Cargos Diferenciados” de los Principios Metodológicos de Diferenciación, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTEL, y modificados mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 038-2018-CD/OSIPTEL. De acuerdo con esta metodología, los cargos diferenciados deben cumplir con dos condiciones:

1. El promedio de los cargos rural y urbano, ponderado por sus correspondientes ratios de tráfico, debe igualar al Cargo de Interconexión Tope por Terminación de Llamadas en las Redes de los Servicios Públicos Móviles.
2. El ratio entre el cargo urbano y el cargo rural debe ser igual al ratio entre el Indicador de Acceso Urbano y el Indicador de Acceso Rural. Para el cálculo de este valor, se ha consultado la información proporcionada por la Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL), correspondiente al año 2024, obteniéndose un resultado de 23,74.

Cabe indicar que la información de tráfico utilizada para la diferenciación del referido cargo de interconexión (ver tabla siguiente) ha sido obtenida de los reportes efectuados por las empresas operadoras en el marco de la obligación establecida en el artículo 1 del Procedimiento de Determinación de Cargos Diferenciados (Anexo 1 de la Resolución N° 038-2010-CD/OSIPTEL), así como de los reportes efectuados en el marco de la NRIP.

**Tabla N° 47: Tráfico de terminación de llamadas en redes del servicio público móvil (Enero a Diciembre de 2024, en miles de minutos)**

Operador	Tráfico hacia (o desde) líneas con numeración rural	Tráfico del resto de comunicaciones (ámbito urbano)	Tráfico total
AMÉRICA MÓVIL	119	51,839,716	51,839,835
Estructura %	0.00%	100.00%	100.00%
ENTEL	72	59,940,089	59,940,161
Estructura %	0.00%	100.00%	100.00%
INTEGRATEL	52	33,930,052	33,930,104
Estructura %	0.00%	100.00%	100.00%
VIETTEL	47	36,337,257	36,337,304
Estructura %	0.00%	100.00%	100.00%
TOTAL	290	182,047,114	182,047,404
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%

Fuente: NRIP

Elaborado por: Dirección de Políticas Regulatorias y Competencia

De esta manera, a partir de la información de tráfico reportada por las empresas operadoras y del cumplimiento de las condiciones descritas previamente, se calcularon los valores de los cargos de interconexión diferenciados que deberán aplicar las empresas operadoras por la originación y/o terminación de llamadas en sus redes del servicio público móvil, tal como se aprecia a continuación.

**Tabla N° 48: Cargos Móviles diferenciados (USD)**

OPERADOR MÓVIL	CARGO RURAL (USD por minuto tasado al segundo, sin IGV)	CARGO URBANO (USD por minuto tasado al segundo, sin IGV)
AMÉRICA MÓVIL	0,00003	0,00082
ENTEL	0,00003	0,00082
INTEGRATEL	0,00003	0,00082
VIETTEL	0,00003	0,00082

Elaborado por: DPRC – Osiptel.

Cabe señalar que el cargo rural constituye el cargo de interconexión que deberá retribuirse al operador móvil por la originación y/o terminación de llamadas en su red del servicio público móvil en aquellas comunicaciones hacia (o desde) teléfonos de áreas rurales y lugares de preferente interés social. Para todos los efectos, los teléfonos de áreas rurales y lugares de preferente interés social corresponden a las líneas del servicio de telefonía fija de abonado o del servicio de teléfonos públicos que utilizan la numeración rural específica establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Asimismo, el cargo urbano constituye el cargo de interconexión que deberá retribuirse al operador móvil por la originación y/o terminación de llamadas en la red del servicio público móvil, en cualquier otro tipo de comunicaciones que no estén comprendidas en el párrafo anterior.

Finalmente, se precisa que la aplicación de los cargos de interconexión diferenciados se sujeta a las disposiciones establecidas en las Resoluciones de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTEL y N° 038-2010-CD/OSIPTEL y sus modificatorias efectuadas mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 038-2018-CD/OSIPTEL.