

Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT)

# Marco metodológico del modelo de costos integral para 2025

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Alcance del informe	1
1.2	Encuadre regulatorio	3
1.3	Estructura del informe	5
<b>2</b>	<b>Principios metodológicos para la elaboración del modelo de costos</b>	<b>6</b>
2.1	Costeo a largo plazo	6
2.2	Costeo incremental	6
2.3	Competitividad y disputabilidad	8
2.4	Costos incurridos de manera eficiente	8
2.5	Costos del servicio utilizando tecnologías modernas	9
2.6	Costos a futuro	10
<b>3</b>	<b>Aspectos específicos del operador modelado</b>	<b>11</b>
3.1	Tipo de operador	11
3.2	Tamaño de los operadores modelados	15
3.3	Configuración de la red de los operadores modelados	17
<b>4</b>	<b>Aspectos relacionados con las tecnologías modeladas</b>	<b>21</b>
4.1	Arquitectura moderna de red	21
4.2	Demarcación de las capas de red	31
4.3	Nodos de la red	31
<b>5</b>	<b>Aspectos relacionados con los servicios</b>	<b>35</b>
5.1	Servicios a modelar	35
5.2	Volúmenes de tráfico	40
<b>6</b>	<b>Aspectos relacionados con la implementación del modelo</b>	<b>41</b>
6.1	Costos mayoristas o minoristas	41
6.2	Método de depreciación	42
6.3	Determinación de costos incrementales y costos comunes	45

Anexo A

Aplicación de la depreciación económica

# 1 Introducción

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (Instituto) ha llevado a cabo el proceso para el desarrollo del modelo de costos integral cuyo objetivo es dar soporte en la fijación de las tarifas para diversos servicios mayoristas provistos por los operadores de telecomunicaciones en México para el periodo 2024–26:

- Terminación de voz, SMS y tránsito en redes fijas y móviles
- Servicios de usuario visitante
- Servicio de concentración y distribución asociado al servicio de acceso indirecto al bucle (SAIB)
- Transporte del Servicio de enlaces dedicados

Para ello, se ha desarrollado un modelo integral de cálculo ascendente (*bottom-up*) de costos incrementales de largo plazo (CILP) para redes fijas y móviles, así como los módulos adicionales para el estudio de servicios específicos.

Este informe presenta el marco metodológico propuesto el desarrollo del modelo de costos previo a su salida a consulta pública.

## 1.1 Alcance del informe

Como se muestra en la Figura 1.1, los principios conceptuales de relevancia para el desarrollo del modelo de costos que se aborda en el presente documento se clasifican en función de cuatro dimensiones clave: operador, tecnología, servicios e implementación.

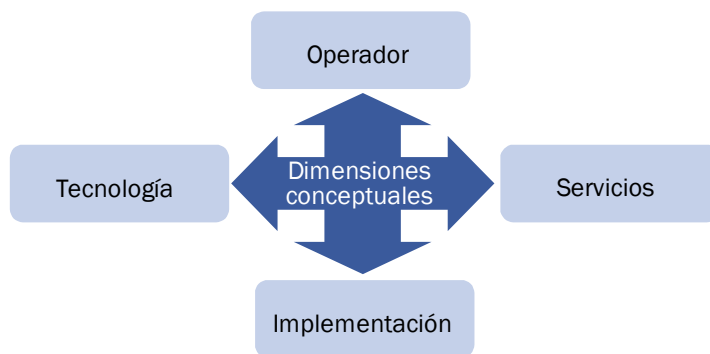


Figura 1.1: Marco para la clasificación de los principios conceptuales [Fuente: Analysys Mason]

### Operador

Las características del operador que se va a modelar determinan en gran medida el enfoque conceptual que se debe adoptar, pues todas ellas tienen importantes implicaciones de costos:

- ¿Qué **implementación estructural** se debe aplicar en el modelo? En general, esta pregunta tiene por objetivo decidir si el modelo se construye de manera descendente (*top-down*) a partir de las cuentas del operador, o si se desarrolla un modelo de diseño de red más transparente basado en una metodología ascendente (*bottom-up*). Este punto no se abordará más adelante en este documento dado que el

Instituto ha tomado la decisión de que el modelo de costos, se elaborará de manera ascendente, con una reconciliación con datos reales de los operadores.

- ¿Qué **tipo** de operador se debe modelar: un operador real, un operador medio, un operador hipotético existente o un nuevo entrante hipotético?
- ¿Qué nivel de **cobertura** ofrece el operador que se va a modelar?: ¿tiene la obligación de ofrecer un servicio nacional, o algún tipo de cobertura regional específica?

### *Tecnología*

El tipo de red que se modelará depende de las siguientes decisiones conceptuales:

- ¿Qué **tecnología y arquitectura de red** se deben implementar en las redes modeladas? Esta dimensión abarca una amplia gama de decisiones tecnológicas que tienen por objeto definir un estándar eficiente para la prestación de los servicios arriba mencionados.
- ¿Cuál es la forma adecuada de definir los **nodos de red** y el nivel de ubicación en estos nodos? Durante la construcción de un modelo de red que sigue una metodología ascendente y que utiliza tecnología moderna es necesario determinar qué funcionalidades deben estar presentes en las diferentes capas de los nodos de red. Existen dos opciones: un enfoque *scorched node* o un enfoque *scorched earth*, las cuales se pueden considerar tanto en redes fijas como móviles.

### *Servicio*

Dentro de esta dimensión se define el alcance de los servicios que se modelarán:

- ¿Qué **conjunto de servicios** soporta el operador modelado?
- ¿Cómo deben determinarse los **volúmenes de tráfico**?
- ¿De qué manera se definen los servicios complementarios de **ubicación e interconexión**?
- ¿Están los costos calculados a nivel **mayorista o minorista**?

### *Implementación*

Es necesario definir ciertos principios de implementación para llegar a un modelo de costos final, incluyendo:

- ¿Qué **incrementos** deben ser costeados?
- ¿Qué método de **depreciación** se debe aplicar a los gastos anuales?
- ¿Qué **mecanismo de margen adicional** debe ser aplicado a los costos que son comunes a los incrementos?

## 1.2 Encuadre regulatorio

La definición de los distintos aspectos metodológicos que guían el desarrollo del modelo de costos tiene su base en los distintos principios regulatorios de la normatividad aplicable a distintos servicios objeto del modelo.

A este respecto, se pueden identificar distintos documentos que tienen un impacto relevante sobre los servicios objetivo de este modelo.

### 1.2.1 Principios para el cálculo de los costos de servicios de interconexión

De conformidad con los principios regulatorios establecidos en Metodología de Costos<sup>1</sup> de interconexión, para el cálculo de los costos asociados a los servicios de interconexión, los modelos de costos deben adherirse, entre otros, a los siguientes principios:

- se empleará la metodología de Costos Incrementales de Largo Plazo Puros (CILP Puro) para los servicios de tránsito e interconexión para la conducción de tráfico
- se utilizará un enfoque ascendente (*bottom-up*)
- se utilizará un margen equi-proporcional para la recuperación de los costos comunes relevantes
- se excluirán los costos comunes y compartidos de los servicios de conducción de tráfico considerados, ya que se está utilizando una metodología CILPP
- se empleará un enfoque *scorched earth*, cuyos resultados se calibrarán con los elementos de red presentes en las redes actuales
- se utilizará la depreciación económica para calcular la amortización de los activos
- se usará la metodología de las tecnologías eficientes disponibles en el periodo modelado para calcular el costo de los equipos utilizados en la actualidad
- se tendrá en cuenta la escala de un concesionario eficiente cuya escala de operación sea representativa de los operadores, distintos al Agente Económico Preponderante (AEP), que ofrecen servicios de telecomunicaciones en México
- se empleará la metodología del CCPP para calcular el costo de capital
- se empleará un modelo de valuación de activos financieros (CAPM, por sus siglas en inglés) para el cálculo del costo de capital accionario
- se excluirán los costos no asociados a la prestación de servicios de interconexión (p.ej. externalidades).

Adicionalmente, para aquellos servicios que solo esté obligado a prestar el AEP se deben considerar las características de un AEP eficiente, entendida dicha eficiencia como la utilización de tecnologías modernas, eficientes y que carezcan de herencias históricas potencialmente ineficientes.

Los principios presentados en este documento son compatibles con los ya determinados por el Instituto en la Metodología de Costos. Por lo tanto, este documento se centra en los puntos

---

<sup>1</sup> P/IFT/EXT/161214/277, Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite la metodología para el cálculo de costos de interconexión de conformidad con la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, publicado el 18 de diciembre de 2014.

adicionales a los principios presentados por el Instituto que se deberán tomar en consideración para el modelo de costos y las implicaciones correspondientes.

### **1.3 Estructura del informe**

El presente documento se estructura como sigue:

- la Sección 2 describe los principios metodológicos para la elaboración del modelo de costos
- la Sección 3 describe los aspectos específicos relacionados con el tipo de operador modelado para los distintos servicios
- la Sección 4 presenta los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de tecnología modelada
- la Sección 5 examina los aspectos conceptuales relacionados con los servicios modelados
- la Sección 6 define los aspectos conceptuales relacionados con la implementación del modelo.

El informe incluye un anexo que describe el proceso de aplicación de la depreciación económica.

## 2 Principios metodológicos para la elaboración del modelo de costos

Esta sección presenta los principales aspectos conceptuales que han de tenerse en cuenta a la hora de construir un modelo para calcular los costos de los servicios de telecomunicaciones provistos sobre redes fijas y móviles. Está estructurada como sigue:

- competitividad y disputabilidad (Sección 2.1)
- costeo a largo plazo (Sección 2.1)
- costeo incremental (Sección 2.2)
- costos incurridos de manera eficiente (Sección 2.4)
- costos del servicio utilizando tecnologías modernas (Sección 2.5)
- costos a futuro (Sección 2.6).

### 2.1 Costeo a largo plazo

Los costos incurridos por un operador son consecuencia de la existencia de demanda de sus servicios o de cambios en la estructura de esta. Los costos a largo plazo incluyen la totalidad de los costos incurridos por un operador para satisfacer la demanda de sus servicios, por lo que también incluyen el precio de reposición de los activos que intervienen en la prestación de los distintos servicios. Como tal, la duración del 'largo plazo' puede ser considerada al menos tan larga como la duración del activo de la red fija o móvil con mayor vida útil.

La consideración de los costos de largo plazo es percibida como una representación fiable de los costos incurridos por un operador ya que todos los elementos necesarios para satisfacer la demanda de servicios estarían incluidos y serían promediados a lo largo de la duración del servicio. Por otro lado, los costos a corto plazo son incurridos en el momento de proveer el servicio, y suelen variar significativamente. Por ejemplo, cuando un operador lanza un nuevo servicio, el aumento en la demanda puede llevar a que el operador tenga que incrementar la capacidad de su red para poder hacer frente al aumento de la demanda y, por tanto, sus costos unitarios serán mayores en el corto plazo, pero estos disminuirán a medida que la capacidad disponible se utilice de manera más eficiente debido al aumento y consiguiente estabilización de la demanda.

Finalmente, cabe destacar que el encuadre regulatorio sobre el que se soporta el desarrollo de este modelo hace necesario que el modelo efectúe un costeo a largo plazo de los servicios. Por este motivo, el modelo de costos a desarrollar llevará a cabo un costeo de los servicios a largo plazo.

### 2.2 Costeo incremental

Dado que un operador ofrece distintos productos o servicios, el costo incremental es la variación en el costo total, determinado por el aumento en la oferta (prestación) de un servicio particular, bajo el supuesto de que todas las demás actividades productivas permanecen sin cambios. En otras palabras,



el costo incremental puede definirse como el costo total que evitaría un operador si cesara la provisión de ese servicio. Este costo, se denomina de forma general costo incremental a largo plazo (CILP).

Existe bastante flexibilidad a la hora de definir el incremento, o incrementos, que se utilizará(n) en el modelo y, por tanto, debe elegirse la definición adecuada. Entre las definiciones de incremento potenciales están:

- la unidad marginal de demanda de servicio
- la demanda total de demanda de servicio
- la demanda total para un grupo de servicios
- la demanda total para todos los servicios agregados.

En la Figura 2.1 se ilustra cómo interactúan las posibles definiciones de incrementos con los diferentes costos incurridos en un negocio que presta cinco servicios.

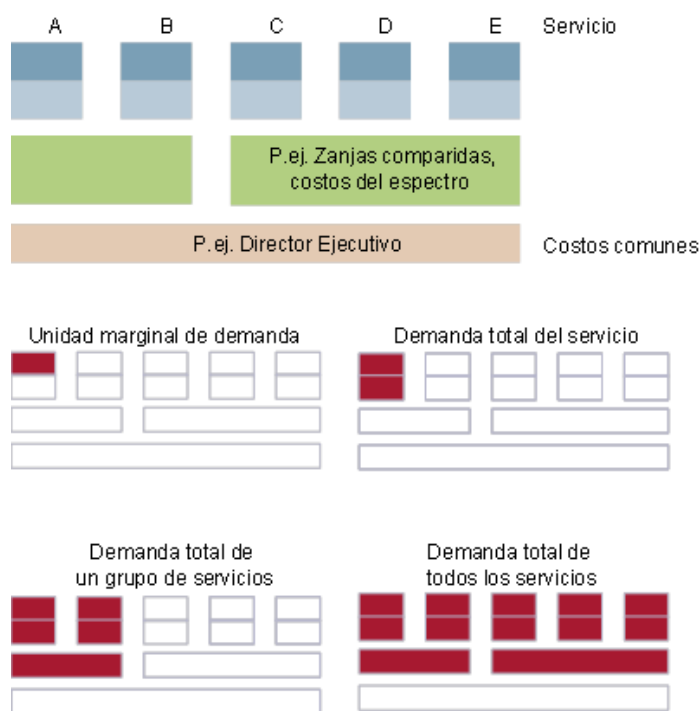


Figura 2.1:  
Definiciones de  
posibles incrementos  
[Fuente: Analysys  
Mason, 2023]

En este sentido, si bien existen distintos estándares de costos a emplear sobre una base de costos incrementales, existen dos principales variantes empleados en la práctica internacional para modelo de costos de redes de telecomunicaciones:

- Costos incrementales a largo plazo puros (CILP Puros): Los cuales proporcionan una visión del costo total que una concesionaria podría evitar en el largo plazo si dejara de proveer un servicio concreto, pero continuara proveyendo el resto de los servicios
- Costos incrementales totales promedio a largo plazo (CITPLP): Los cuales estiman el costo total que una concesionaria podría evitar en el largo plazo si dejara de proveer un servicio (o grupo de servicios) concreto, pero continuara proveyendo el resto de los servicios, además de permitir recuperar parte de los costos comunes por medio de asignaciones de costos. El estándar de costos

incrementales totales promedio a largo plazo (CITPLP) representa un caso específico del estándar Costos Incrementales Promedio de Largo Plazo (CIPLP), siendo totalmente compatibles entre sí.

Tal y como se presenta en la sección 1.2, el encuadre regulatorio existente para los servicios a modelar hace necesario el desarrollo de un modelo compatible con los estándares CITPLP y CILP Puro. En la Sección 6.2 se aborda en mayor detalle la definición de los incrementos propuestos para el modelo de costos.

### **2.3 Competitividad y disputabilidad**

Los costos incrementales a largo plazo reflejan el costo adicional que un concesionario incurre en el largo plazo por la prestación de un servicio en un mercado competitivo y disputable. Un entorno de competencia efectiva asegura que los operadores obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

La disputabilidad asegura que los precios de los servicios existentes reflejen los costos de proveer dichos servicios en un mercado al que pueden acceder nuevos competidores utilizando tecnologías modernas. Con estos criterios se logra que los operadores no puedan recobrar los costos contraídos de manera ineficiente y que se requiera una evolución a largo plazo en la recuperación de costos de un operador (ya que un nuevo entrante no tendría las restricciones asociadas con la recuperación de costos históricos).

### **2.4 Costos incurridos de manera eficiente**

Para lograr establecer los incentivos operacionales y de inversión adecuados para los operadores regulados, es necesario que se permitan contabilizar solo los costos incurridos de manera eficiente para determinar los precios regulados. La aplicación de este principio específicamente para un modelo de costos depende de varios aspectos:

- detalle y comparación de la información proporcionada por cada uno de los operadores
- detalle de las labores de modelado realizadas
- la capacidad para poder aislar gastos ineficientes
- lo estricto de la comparativa (benchmark) de eficiencia que se aplique.<sup>2</sup>

El mercado mexicano ofrece una oferta competitiva de infraestructura y servicios de telecomunicaciones. Por consiguiente, la expectativa de ineficiencias en las redes es limitada. Aun así, es necesario realizar una evaluación robusta de los costos eficientemente incurridos tanto para el mercado fijo como el móvil.

La eficiencia también puede ser considerada como una dimensión de tamaño. Para un despliegue de red específico, un operador puede estar operando por debajo de un nivel eficiente debido a su

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, la más eficiente en México, o la más eficiente en Latinoamérica, o la más eficiente en el mundo.

tamaño, con lo que parecería que el costo unitario de sus servicios es alto en comparación con el de operadores más grandes o que tengan un despliegue de red mejor ajustado a su tamaño.

## 2.5 Costos del servicio utilizando tecnologías modernas

En un mercado disputable, un nuevo entrante que compita para ofrecer un servicio desplegaría tecnología moderna –ya que esta sería la mejor opción para tener una red eficiente–. Esto implica cuatro aspectos de ‘modernidad’: la tecnología de red (p.ej. TDM, IP, 2G, 3G, LTE, 5G), la capacidad del equipo, el precio de dicha capacidad y los costos de operación y mantenimiento. Por consiguiente, un modelo de costos incrementales debe capturar dichos aspectos:

- **La tecnología seleccionada tiene que ser eficiente.** La tecnología 2G está aún siendo utilizada por ciertos usuarios móviles del AEP en México si bien es cierto que otros operadores como AT&T ya han apagado su red 2G.<sup>3</sup>
- **La capacidad del equipo tiene que reflejar estándares actualizados.** En el caso de la infraestructura de redes móviles, algunos elementos de red, por su funcionalidad, requieren capacidad constante. Otros elementos de red tendrán capacidad incremental (p.ej. la capacidad de un MSC aumenta con nuevos procesadores, pero disminuye con nuevas aplicaciones – algunas de las cuales serán implementadas para servicios de datos–). Los conmutadores también aumentan su capacidad con el tiempo; los conmutadores de nueva generación podrían ser optimizados para mejorar su capacidad (a modo de ejemplo, en redes 3G el MSS solo realiza el control a nivel de llamada y señalización, mientras que el MGW es el que conmuta el tráfico de voz).
- **El precio actual de los equipos representa el precio de un activo moderno a lo largo del tiempo.** Este precio debe ser representativo del que se obtendría en México si se realizara un proceso de licitación competitivo.
- **Los costos de operación y mantenimiento deben corresponder a los de un equipo moderno y representar todos los costos relevantes de instalaciones, hardware y software de una red moderna.**

La definición de un equipo moderno es bastante compleja. Los operadores fijos en todo el mundo se encuentran en diferentes etapas de despliegue de redes de nueva generación basadas en IP. Igualmente, los operadores móviles se encuentran en diferentes etapas de despliegue de redes 5G, e incluso redes 4G.

Como referencia de comparativa internacional, la Comisión Europea, en su Recomendación sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la Unión Europea (‘la Recomendación de la CE de 2009’),<sup>4</sup> establece que los modelos de costos deben basarse en las opciones tecnológicas eficientes disponibles dentro del marco temporal considerado por el modelo, en la medida

<sup>3</sup> Telefónica completó, tal y como se esperaba la devolución de su espectro entre 2019 y 2022

<sup>4</sup> Recomendación de la Comisión de 7 de mayo de 2009 sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE *tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE (2009/396/CE)*. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=celex%3A32009H0396>

en que puedan determinarse. Este ejemplo es útil para el Instituto a modo comparativo, lo que, junto con la situación del mercado de las telecomunicaciones mexicano, permitirá determinar cuáles son las tecnologías eficientes disponibles a incluir en el modelo de costos.

## 2.6 Costos a futuro

Los costos a futuro determinan el nivel de recuperación de la inversión de un operador ahora y en periodos futuros de acuerdo con:

- niveles de gasto actuales (modernos)
- pronósticos de cambio en el volumen de la demanda
- pronósticos de cambio en el precio de los equipos
- pronósticos de cambio en la tecnología moderna (si procede).

Los costos a futuro no deben tener en cuenta los costos históricos que un operador ya ha recuperado. El cálculo de la depreciación en un modelo de costos incrementales implica el seguimiento del principio de un modelo a futuro: algunos, pero no todos, los métodos de depreciación proyectan la recuperación de costos a futuro. Las metodologías de depreciación, que se basan en gastos históricos o retrospectivos, pueden o no ser consistentes con un cálculo a futuro –dependiendo de si los periodos históricos son consistentes con un costeo a futuro durante toda la duración considerada. Los métodos de depreciación se tratan en mayor detalle en la Sección 6.2.

### 3 Aspectos específicos del operador modelado

Esta sección describe los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de operador que debe modelarse para el costeo de los distintos servicios. Está estructurada como sigue:

- tipo de operador (Sección 3.1)
- configuración de la red de un operador eficiente (Sección 3.2)
- tamaño de un operador eficiente (Sección 3.3).

#### 3.1 Tipo de operador

El tipo de operador que debe modelarse es el principal aspecto conceptual que determinará la estructura y los parámetros del modelo. En los modelos de costos incrementales, existen típicamente las siguientes opciones para definir el operador:

- **Operadores existentes** – se calculan los costos de todos los operadores existentes en el mercado.
- **Operador promedio** – se promedian los costos de todos los operadores existentes para cada uno de los mercados (fijo y móvil) para definir un operador ‘típico’.
- **Operador hipotético existente** – se define un operador con características similares a, o derivadas de, los operadores existentes en el mercado, pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado y la participación de mercado.
- **Nuevo entrante hipotético** – se define un nuevo operador que entra al mercado en el año 2021 o 2022 con una arquitectura de red moderna y que alcanza la cuota de mercado eficiente del operador representativo.

Se sugiere excluir la opción de utilizar los operadores existentes porque:

- reduce la transparencia en términos de costos y precios
- incrementa el riesgo y la complejidad de asegurar que se apliquen principios idénticos/consistentes al existir múltiples operadores fijos y móviles
- aumenta la dificultad de garantizar el cumplimiento con el principio de eficiencia, ya que los costos históricos pueden reflejar decisiones ineficientes tomadas en el pasado.

Por tanto, solo se consideran tres opciones reales para el tipo de operador sobre el que se basarán el modelo. Las características de estas opciones se encuentran detalladas a continuación.

Figura 3.1: Opciones del operador que deberá modelarse [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Característica	Opción 1: Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
Fecha de lanzamiento	Diferente para todos los operadores, por lo que utilizar un promedio no es representativo	Puede ser establecida de forma consistente tomando en consideración hitos clave en el despliegue de las redes reales	Por definición, utilizar el año 2022 como año de entrada sería consistente para operadores fijos y móviles
Tecnología	Grandes diferencias tecnológicas entre el operador histórico, los operadores alternativos y los operadores de cable, por lo que un promedio no sería representativo	La tecnología utilizada por un operador hipotético puede definirse de forma específica, tomando en consideración componentes relevantes de las redes existentes	Por definición, un nuevo entrante utilizaría la tecnología moderna existente
Evolución y migración a tecnología moderna	Los principales operadores fijos han evolucionado de manera distinta, por lo que resulta complicado definir una evolución promedio; los operadores móviles evolucionan de distinto modo	La evolución y migración de un operador hipotético puede definirse de forma específica, teniendo en cuenta las redes existentes. Los despliegues de red anteriores pueden ser ignorados si se espera una migración a una tecnología de nueva generación en el corto/medio plazo (algo que ya se está dando en las redes actuales)	Por definición, un nuevo entrante hipotético comenzaría a operar con tecnología moderna, por lo que la evolución y migración no son relevantes. Sin embargo, la velocidad de despliegue y captación de usuarios serían datos clave para el modelo
Eficiencia	Se podrían incluir costos ineficientes con un promedio	Los aspectos de eficiencia pueden ser definidos	Las opciones eficientes se pueden seleccionar para el modelo
Transparencia con respecto al uso de un modelo ascendente ( <i>bottom-up</i> )	Puede ser difícil en el caso de las redes fijas ya que el operador promedio sería muy abstracto en comparación con los operadores existentes; en el mercado móvil, el operador promedio compartiría más características con los operadores existentes	La transparencia aumenta cuando el diseño del operador fijo es único y explícito, y no el promedio de operaciones diversas. Debido a las semejanzas entre los operadores móviles, este enfoque sería transparente y un buen reflejo de la realidad	En principio, un nuevo entrante hipotético tendría un diseño transparente, sin embargo, esto implica que se necesiten datos de los operadores reales para los parámetros hipotéticos

Característica	Opción 1: Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
Reconciliación práctica con contabilidad descendente ( <i>top-down</i> )	No es posible comparar directamente los costos de un operador promedio con los costos reales de los operadores; solo es posible realizar comparaciones indirectas (p.ej. total de gastos y asignaciones sobre costos)	No es posible comparar directamente los costos de un operador hipotético con los costos reales de los operadores; solo es posible realizar comparaciones indirectas (p.ej. total de gastos y asignaciones sobre costos)	No es posible comparar directa o indirectamente los costos de un nuevo entrante con los costos reales de los operadores sin realizar ajustes adicionales ya que no existen estados de resultados futuros

Existen cuatro aspectos clave que juegan un papel importante a la hora de decidir qué tipo de operador se debe utilizar en el modelo:

*¿Es una buena opción para establecer regulación basada en costos?*

Las tres opciones expuestas anteriormente pueden ser consideradas razonables para determinar los precios de servicios mayoristas. Sin embargo, en el caso de la Opción 1 (operador promedio), deben excluirse los costos que son producto de ineficiencias por parte de los operadores.

*¿Qué modificaciones y ajustes son necesarios para adaptar información real al modelo?*

La Figura 3.1 anterior resume las adaptaciones que se requerirán según el enfoque conceptual del modelo. A modo de ejemplo, una de las principales adaptaciones tendría que ser la fecha de entrada al mercado. Los operadores mexicanos muestran una amplia diversidad de fechas en términos de los niveles de tecnología desplegada en sus redes. Para cada una de las tres opciones, se requeriría una fecha de entrada al mercado arbitraria.

*¿Hay lineamientos que deban seguirse?*

La Metodología de Costos establece que el operador debe ser eficiente, pero no especifica todas las demás características que debe reunir ese operador. Esta postura es compatible con la que tomó la Comisión Europea en su Recomendación 2009/396/CE sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la Unión Europea.<sup>5</sup> Por otro lado, en las medidas resultado de la Segunda Resolución Bienal de Telecomunicaciones, que gobiernan el costeo de servicios de usuario visitante, acceso indirecto al bucle y enlaces dedicados no se especifica si la metodología de costos debe seguir algún criterio adicional específico, si bien es conveniente explicar que estos servicios solo aplicarían sobre el AEP de telecomunicaciones. De esta manera, para el caso de México, las tres opciones

<sup>5</sup> Recomendación de la Comisión de 7 de mayo de 2009, sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE (2009/396/CE). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:124:0067:0074:ES:PDF>.

presentadas en la Figura 3.1 satisfacen el requerimiento y cumplen con los lineamientos establecidos.

#### *Flexibilidad*

Un modelo construido de acuerdo con la Opción 3 (nuevo entrante hipotético) estaría diseñado para comenzar sus cálculos de costos en el 2021 o 2022, y excluiría migraciones tecnológicas anteriores.

Un modelo construido de acuerdo con la Opción 2 (operador hipotético existente) también podría ser usado para calcular los costos de un nuevo entrante hipotético (Opción 3) modificando los parámetros de lanzamiento tecnológico, despliegue de red y perfiles de cuota de mercado y tráfico.

Por otro lado, es importante destacar que el modelo de costos debe ser capaz de estimar costos de servicios provistos sobre redes fijas y móviles. Por este motivo, es importante la definición de operadores hipotéticos diferenciados para cada tipo de red. La definición de los operadores hipotéticos de redes fijas y móviles debe realizarse de manera consistente, a fin de asegurar la neutralidad en el costeo de los servicios.

Finalmente, el contexto regulatorio sobre el que se construye el modelo lleva a la necesidad de una revisión pormenorizada de los operadores a modelar. La normatividad para servicios de interconexión expone que las tarifas de interconexión aplicables deben reflejar las asimetrías naturales de las redes a ser interconectadas. Por este motivo, para estimar los costos de los servicios de interconexión (tanto de redes fijas, como de redes móviles) se hace necesario la definición de operadores que reflejen las características del AEP y, por separado de los concesionarios alternativos (CA) que también proveen servicios en México y están obligados a ofertar servicios de interconexión. De esta forma se podrá modelar de manera adecuada las asimetrías existentes entre las redes de estos operadores. Bajo este contexto en total se hace necesario la definición de cuatro operadores diferentes para el modelo de costos:

- Un operador hipotético de redes fijas basado en el AEP de redes fijas
- Un concesionario alternativo hipotético de redes fijas
- Un operador hipotético de redes móviles basado en el AEP de redes móviles
- Un concesionario alternativo hipotético de redes móviles

En el caso de los servicios mayoristas que no son de interconexión pero que deben ser costeados en el modelo (estos son, los servicios de usuario visitante, transporte de enlaces dedicados y Servicio de concentración y distribución asociado al servicio de acceso indirecto al bucle), se hará uso de los resultados asociados a los operadores hipotéticos basados en el AEP que proporcione dichos servicios.

- Usuario visitante: operador hipotético de redes móviles basado en el AEP de redes móviles
- Enlaces dedicados: operador hipotético de redes fijas basado en el AEP de redes fijas
- Servicio de concentración y distribución asociado al SAIB: operador hipotético de redes fijas basado en el AEP de redes fijas



Por otra parte, es importante definir los años de operación del operador hipotético. En este sentido, el modelo contemplará una serie temporal de 50 años, por consistencia con la elección del método de depreciación económica (ver la sección 6.2). Más específicamente, el modelo asumirá que el operador comienza el despliegue de la red en 2010, permitiéndole empezar a comercializar servicios en 2012 y operando la red hasta el modelado año 2059. Esta serie temporal aplicará a cada uno de los operadores modelados.

**Concepto 1:** El modelo de costos se basará en la Opción 2 (operador hipotético existente). Los operadores serán hipotéticos porque existe una gran disparidad entre los operadores que están actualmente presentes en el mercado mexicano (en cuanto a tecnología, cobertura y fecha de lanzamiento, entre otros aspectos), con lo que la definición de un operador promedio no sería adecuada. Al mismo tiempo, la utilización de un operador hipotético existente permite tener en cuenta las características reales de las redes de los operadores mexicanos.

Los operadores modelados serán:

- Un operador hipotético de redes fijas basado en el AEP de redes fijas,
- Un concesionario alternativo hipotético de redes fijas
- Un operador hipotético de redes móviles basado en el AEP de redes móviles
- Un concesionario alternativo hipotético de redes móviles

### 3.2 Tamaño de los operadores modelados

De manera adicional a la definición de la aproximación de los operadores a modelar, es importante determinar las características concretas de los mismos. En este caso, dado que los operadores modelados se tratan de operadores hipotéticos basados en las características reales de los operadores en México, esta decisión toma una mayor importancia.

Uno de los principales parámetros para definir a un operador hipotético es la de determinar su tamaño potencial. Con este fin, normalmente se define la cuota de mercado que se supone razonable para este operador y, adicionalmente, la evolución de la cuota de mercado del operador en el tiempo.

Los parámetros seleccionados para definir la cuota de mercado de un operador en el tiempo tienen un impacto sobre el nivel de los costos económicos calculados por el modelo. Estos costos pueden cambiar si las economías de escala en el corto plazo (despliegue de red en los primeros años) y en el largo plazo (costo del espectro) son explotados en su totalidad. Cuanto más rápido crezca un operador,<sup>6</sup> menor será el costo unitario eventual.

<sup>6</sup> P.ej. el valor presente neto de la demanda - refleja el descuento de la combinación de la cuota de mercado eventual y la velocidad de adquisición de esta.

La cuota del operador hipotético representativo del AEP debe estar alineada con la experimentada en el mercado, tanto para redes móviles como para redes fijas, para poder dotarlo de unas economías de escala proporcionales a la realidad. Por este motivo, el operador hipotético representativo del AEP de redes móviles se modelará para alinearse con el tamaño real observado para Telcel y el operador hipotético representativo del AEP de redes fijas se adaptará para alinearse con el tamaño de Telmex-Telnor. En el caso concreto del modelo fijo, se analizará cuidadosamente la provisión de servicios entre empresas del AEP (en concreto, con Red Nacional Última Milla), a fin de asegurar una contabilización adecuada de los tráficos reales existentes en la red del AEP.

Esta modelización del operador hipotético representativo del AEP será relevante tanto para la estimación de los costos de los servicios de interconexión sobre redes fijas y redes móviles, como para los servicios de usuario visitante, enlaces dedicados y de acceso indirecto al bucle.

Por otro lado, para determinar el tamaño asociado a los operadores hipotéticos alternativos de redes móviles y fijas, es crítico comprender la escala de las principales redes competidoras en el mercado. En líneas generales, el tamaño de la red del operador hipotético alternativo deberá guiarse por el tamaño promedio de los principales concesionarios alternativos al AEP en el mercado, descartando aquellos con una cuota de mercado (en términos de conexiones) menor al 10%. El objetivo de descartar los operadores de menor escala es asegurar la representatividad de los resultados del modelo.

Con respecto al mercado móvil, en la actualidad, en México existen dos principales redes alternativas a la del AEP: AT&T y Altán. Se hace notar que Telefónica ha decidido devolver el espectro que tiene disponible y ofrecer sus servicios a través de la red de AT&T, no a través de su propia infraestructura, con lo cual a nuestro juicio no debe considerarse como una opción para modelar la red del operador hipotético alternativo. Con respecto a Altán, además de disponer de un espectro limitado, su cuota de mercado hoy en día no supera el 5% de las líneas totales, por lo que, carece de una escala lo suficientemente relevante para influenciar el tamaño del operador hipotético alternativo. Por este motivo, se considera que solamente existe una red alternativa de un tamaño relevante para emplear en la definición del operador hipotético alternativo para el modelo móvil.

En el mercado fijo se observa que, si bien no existe un concesionario alternativo al AEP con una red de tamaño nacional, existen varios con presencia dispersa, pero relevante, en las distintas entidades federativas. Una aproximación razonable de definir el operador hipotético alternativo de redes fijas es la de estimar la cuota de mercado de los principales operadores en cada una de las entidades federativas, obteniendo el tamaño a nivel nacional como el promedio ponderado de las cuotas de mercado de los concesionarios alternativos al AEP en las distintas entidades federativas. Siguiendo una metodología alineada con la empleada en el modelo móvil, se considera razonable descartar aquellos operadores de menor tamaño en cada una de las entidades federativas (esto es, aquellos que no alcancen una cuota a nivel de Entidad Federativa superior al 10%).

Una última cuestión en lo que respecta al *tamaño eficiente* del operador que debe modelarse es el tiempo que requerirá para llegar a este estado estable. La velocidad con la que esto se logrará estará determinada (por separado) por la velocidad del despliegue de red y el aumento de tráfico sobre la tecnología moderna dentro del mercado fijo y móvil relevante.

**Concepto 2:** En el largo plazo, los volúmenes de los operadores hipotéticos existentes modelados serán equivalentes a:

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: Escala basada en la cuota de mercado de Telmex-Telnor
- Concesionario alternativo hipotético de redes fijas: Escala basada en la cuota de mercado de los concesionarios alternativos al AEP con hipótesis de red de acceso fija propia a nivel nacional, excluyendo aquellos con una cuota de mercado menor al 10% a nivel de entidad federativa
- Operador hipotético de redes móviles representativo del AEP: Escala basada en la cuota de mercado de Telcel
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: Escala basada en la cuota de mercado de los concesionarios alternativos al AEP con hipótesis de red de acceso móvil propia a nivel nacional, excluyendo aquellos con una cuota de mercado menor al 10%

**Concepto 3:** El crecimiento de la cuota de mercado del operador modelado está relacionado con el despliegue de su red y el aumento del tráfico utilizando la tecnología moderna.

**Concepto 4:** La cuota de mercado del operador modelado incluye los usuarios de proveedores de servicios alternativos (p.ej. proveedores de servicios provistos a través de internet) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos servicios contribuyen a las economías de escala logradas por el operador modelado.

### 3.3 Configuración de la red de los operadores modelados

De manera adicional al tamaño de los operadores modelados, otro de los aspectos clave a definir es la configuración de red de estos. En este sentido, la cobertura que ofrece un operador es un aspecto central del despliegue de una red. Para definir cuál es el nivel adecuado de cobertura es necesario contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de cobertura aplicable al mercado actual?
- ¿Es distinto el nivel de cobertura del futuro del actual?
- ¿Cuántos años dura el despliegue de red?
- ¿Qué calidad<sup>7</sup> de cobertura debe proporcionarse en cada momento temporal?

7

En el caso de una red fija, la calidad está relacionada con la disponibilidad, accesos compartidos, etc. En el caso de las redes móviles, la calidad de la cobertura se determina por la densidad de la señal radioeléctrica –en el interior de edificios, en lugares de difícil acceso, en lugares especiales (p.ej. aeropuertos, metro)–.

La cobertura que ofrece un operador (fijo o móvil) es un dato de entrada fundamental para el modelo de costos. Un enfoque consistente implicará que los operadores hipotéticos fijos y móviles tendrán características comparables de cobertura.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costos:

*Nivel de costos unitarios debido al valor presente de los gastos*

La velocidad, extensión y calidad de la cobertura lograda en el tiempo determina el valor presente (PV) asociado con inversiones de red y costos operativos. La medida en que se incurre en estos costos antes de materializarse la demanda representa el tamaño del ‘sobrecosto’. Cuanto mayor sea el sobrecosto, más altos serán los eventuales costos unitarios del tráfico. El concepto de sobrecosto se muestra gráficamente en la Figura 3.2.

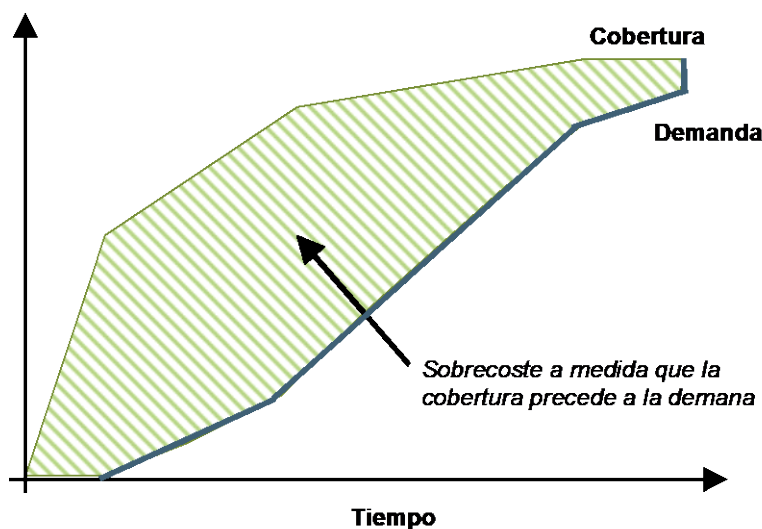


Figura 3.2: Ilustración del sobrecosto  
[Fuente: Analysys Mason, 2023]

*Identificación de elementos de red que varían en respuesta al tráfico*

Los elementos de las redes de servicios móviles podrán (o no) variar en función de los volúmenes de tráfico transportados, dependiendo de si la red de cobertura definida tiene suficiente capacidad de tráfico para la carga ofrecida. Esto tiene implicaciones particulares durante la aplicación de un incremento pequeño de tráfico de terminación mayorista.

La cobertura de servicios móviles en el interior de edificios es ahora considerable, por lo que los consumidores y las empresas exigen a sus proveedores buena cobertura de señal interior. Debido a las pérdidas de penetración en edificios y los efectos de frecuencia, una buena cobertura exterior no se traduce directamente en una buena cobertura interior, por lo que para que la cobertura móvil interior sea profunda a menudo exige inversiones en sitios adicionales como son:

- despliegue de emplazamientos macro exteriores para transmitir señales a través de las paredes de los edificios
- instalación de micro- y pico-celdas interiores dedicadas que típicamente se enrutan de vuelta al punto de acceso móvil a través de un enlace fijo al edificio. Las pico-celdas pueden clasificarse como de acceso público (p.ej. en centros comerciales) o de acceso privado (p.ej. en soluciones interiores para empresas).

Estas soluciones inalámbricas dan servicio al tráfico que de otra forma podría (en algunas circunstancias)<sup>8</sup> transportarse al edificio, mediante un método de acceso fijo dedicado o una tecnología de muy alta capacidad (o, en otras palabras, con un costo marginal muy bajo). Así, se encuentra una sustitución entre ambas formas de tecnología interior. Por definición, prácticamente todo el tráfico fijo se generará en interiores.<sup>9</sup> Sin embargo, se estima que alrededor de un 70% del tráfico móvil podría producirse también en el interior de edificios.<sup>10</sup>

Debido a las expectativas actuales que tienen los usuarios finales, y para que el modelo refleje la práctica de despliegue y los volúmenes de tráfico de la actualidad, se recomienda incluir el nivel de cobertura interior actual en el modelo. La consistencia entre el modelo fijo y el modelo móvil sugeriría que se asumiera una cobertura cuasi-nacional para el operador fijo. Aunque se podría definir un límite para el despliegue de la red fija determinado por las zonas rurales donde los costos de terminación fija fueran mayores que los de una solución inalámbrica, esto implicaría usar una medida subjetiva. Por lo tanto, utilizar la cobertura fija actual del operador de alcance nacional (Telmex) permitiría definir de una forma más pragmática la huella del operador fijo. Adicionalmente, esta aproximación asegura la consistencia con la definición del operador modelado por el Instituto en el modelo integral de la red de acceso fijo. En el caso concreto de los operadores hipotéticos de redes fijas, es pertinente comentar que, si bien no se modelará la red de acceso (esto es, la conectividad desde la central local hasta el usuario final), sí se modelarán los nodos de acceso del operador hipotético, con lo cual es importante definir el parámetro de cobertura de manera acorde, asegurando la eficiencia en el despliegue.

Si una cobertura de ámbito inferior al nacional fuese a redundar en diferencias de costos considerables y exógenas, podría argumentarse a favor de modelar la cobertura de menor ámbito. Sin embargo, los operadores móviles operan a nivel nacional; así mismo, los operadores regionales de cable no están limitados por factores exógenos para ampliar su cobertura ya que pueden expandir sus redes o fusionarse con otros operadores. Por lo tanto, no es probable que se reflejen costos distintos a nivel regional por economías de escala geográficas menores a los costos de un operador eficiente nacional.

---

<sup>8</sup> Resulta muy difícil estimar este efecto. Por ejemplo, en oficinas de empresa, la gente cambia de mesa o pasa tiempo en salas de reuniones; algunos edificios como los centros comerciales o aeropuertos no disponen de una solución de línea fija (PSTN), aunque podrían ser posibles métodos WiFi; la gente puede encontrarse en otros edificios (p.ej. segunda vivienda, casa del vecino, etc.).

<sup>9</sup> Las cabinas telefónicas o VoIP basado en WLAN podrían estar en el exterior o lejos de casa.

<sup>10</sup> Fuente: Nokia estima que alrededor del 70% del tráfico de telefonía móvil se produce en el interior de edificios (<http://networks.nokia.com/portfolio/services/network-implementation/in-building-solutions>); Commscope estima que cerca del 80% del tráfico móvil es originado o terminado en el interior de edificios (<http://www.commscope.com/NewsCenter/PressReleases/Building-Professionals-Believe-Indoor-Mobile-Systems-Can-Increase-Property-Value-Significantly/>)

**Concepto 5:** Se modelarán niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por los operadores mexicanos.

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: cobertura similar a la provista por el AEP de redes fijas
- Concesionario alternativo hipotético de redes fijas: cobertura comparable a la provista por el AEP de redes fijas
- Operador hipotético de redes móviles representativo del AEP: cobertura similar a la provista por Telcel
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: cobertura basada en provista por los concesionarios alternativos al AEP con red de acceso móvil de escala nacional

## 4 Aspectos relacionados con las tecnologías modeladas

Esta sección presenta los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de tecnología a incluir en el modelo. Está estructurada como sigue

- arquitectura moderna de red (Sección 4.1)
- demarcación de las capas de red (Sección 4.2)
- nodos de la red (Sección 4.3).

### 4.1 Arquitectura moderna de red

El desarrollo de un modelo de costos incrementales ascendentes para redes fijas y móviles exigirá un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de la provisión de servicios mayoristas regulados, en estos modelos deben reflejarse tecnologías modernas equivalentes: esto es, tecnologías disponibles y probadas con el costo más bajo previsto a lo largo de su vida útil. Se consideran las opciones de arquitectura de red por separado para redes móviles y fijas.

#### 4.1.1 Red de servicios móviles

Las redes móviles se han caracterizado por generaciones sucesivas de tecnología, donde los dos pasos más significativos han sido la transición del sistema analógico al digital 2G (GSM), la expansión continua para incluir elementos de red y servicios relacionados con UMTS (3G), seguido por la evolución a la tecnología LTE (4G) con miras, fundamentalmente, a incrementar la capacidad y velocidad de transmisión de datos móviles y más recientemente despliegues de la tecnología 5G. La arquitectura de redes móviles se divide en tres partes: una capa de radio, una red de conmutación y una red de transmisión. Se consideran las opciones de arquitectura de red en el resto de este apartado.

##### *Capa de radio*

El modelo considera cuatro generaciones de estándares de tecnología móvil, bien secuencialmente o de forma combinada: GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G) y 5G. Si bien las primeras redes desplegadas en México empleaban también tecnologías como CDMA o CDMA-2000, estas ya no están operativas y, por tanto, no son relevantes para este modelo CILP ascendente.

La situación actual en México para las distintas tecnologías de acceso radio es la siguiente:

- 2G: Tanto Telefónica como AT&T han apagado recientemente sus redes de la tecnología 2G por lo que Telcel es el único operador que mantiene la red 2G<sup>11</sup>, principalmente para tráfico de voz

---

<sup>11</sup> Según GSMA, en 2022 el número de conexiones 2G suponían todavía un 6.6% del total de conexiones móviles.

- 3G: Tanto Telcel como AT&T operan redes 3G, la cual es relevante tanto para servicios de voz como para servicios de datos
- 4G: Telcel, AT&T y Altán operan redes 4G, siendo esta la principal red de transporte para servicios de datos. Adicionalmente, los distintos operadores<sup>12</sup> comenzaron a prestar servicios de voz basados en esta tecnología a sus clientes en 2017 y 2018
- 5G: Tanto Telcel como AT&T han lanzado comercialmente el servicio en los últimos meses, en la banda de 2500MHz en el caso de AT&T, y en la banda de 3500MHz en el caso de Telcel (tras la autorización por parte del IFT para la provisión de servicios 5G en esta banda).

Con esta situación, el modelo móvil deberá considerar las tecnologías 2G, 3G, 4G y 5G, incorporando esta última de manera acorde a los planes de despliegue de los operadores. Con respecto a la tecnología 2G, se considera oportuno modelar el apagado en el año 2022, en línea con lo acontecido con las redes de varios operadores en México. El espectro utilizado para los servicios 2G se cederá en gran medida a las capas de capacidad de las tecnologías 3G y 4G. Por otra parte, parece razonable considerar la tecnología VoLTE para el transporte de voz, pues se empezó a utilizar en 2017 y 2018 y hoy en día ya absorbe un porcentaje de tráfico elevado.

Con respecto a los nodos de acceso en las redes móviles, algunos de los concesionarios han realizado inversiones en los últimos años para modernizar la red y desplegar infraestructura de nodos multiservicio, (más conocido por su nombre en inglés, Single-RAN – *single radio access network*), el equivalente moderno de las estaciones base o BTS, NodeB y eNodeB. En 2018, Telcel completó la modernización de todos sus nodos de acceso, lo cual supone ahorros significativos para futuros despliegues además de permitir un despliegue más acelerado que con los equipos tradicionales. Por ello, aunque el modelo no incorpora específicamente esta tecnología, este reflejará las eficiencias de una infraestructura Single-RAN a través de las tendencias de costos de los activos de red relevantes.

**Concepto 6:** En el modelo móvil se modelarán las tecnologías de radio 2G, 3G, 4G y 5G. Se considerará el apagado de la red 2G en el año 2022, para los diferentes operadores modelados. Se considerará que el despliegue de redes 5G comenzará en el año 2022, para comenzar la provisión comercial del servicio en el año 2023. Se considerará una evolución n tendencia de costos para asemejar la tecnología Single-RAN en el modelado de los nodos de acceso.

### *Espectro radioeléctrico*

Para lograr altos niveles de cobertura, el costo de desplegar una red móvil estará fuertemente influenciado por la banda de frecuencia en la que se realice el despliegue. En efecto, una red de cobertura con base en una banda de espectro alta –como 3500MHz– resultará en un costo mayor que su equivalente en una banda de espectro baja –850MHz–. Esto se debe al menor radio de cobertura de las estaciones base que utilizan frecuencias en bandas de espectro como 3500MHz o 1700–2100MHz, que requieren una malla de estaciones base más estrecha y que tienen una menor penetración en edificios de las señales de 850MHz. No obstante, en muchos casos, la elección de la

<sup>12</sup> Estrictamente hablando, en el caso del operador AT&T, no se trata de VoLTE sino de una aplicación *over-the-top* (OTT) que proporciona servicios de voz sobre la red 4G a sus usuarios.



banda de cobertura para cada tecnología responde no solo a criterios técnico-económicos, si no a factores condicionantes adicionales.

De esta manera, en México los operadores desplegaron su red de cobertura GSM inicialmente en bandas de frecuencia inferiores a 1GHz –la banda de 850MHz– para dar cobertura en aquellas regiones en las que disponían del espectro (Movistar e Iusacell, actualmente AT&T, habrían desplegado su red de cobertura utilizando la banda de 1900MHz en las regiones donde no disponían de espectro en bandas inferiores a 1GHz). Cuando se comenzaron a desplegar las redes UMTS en 2007/08, los operadores siguieron un esquema de despliegue de una red de capacidad en frecuencias altas (1900MHz). Actualmente, se viene utilizando para la red 4G<sup>13</sup> espectro en la banda AWS (1700–2100MHz) adquirido por los operadores en la subasta de espectro que tuvo lugar en 2010 y posteriormente en 2016, así como en la banda 2500MHz subastada en 2018. Con respecto a las redes 5G, tanto Telcel como AT&T han lanzado comercialmente el servicio en los últimos meses, en la banda de 3500MHz (tras la autorización para la provisión de servicios 5G en esta banda por parte del IFT) y 2500MHz respectivamente.

**Concepto 7:** Las bandas de cobertura de los distintos operadores se basará en las bandas empleadas por los operadores para cada una de las tecnologías

Por otro lado, los operadores deben complementar el despliegue de cobertura con capacidad adicional para satisfacer las necesidades de los usuarios. En México, por ejemplo, los operadores complementaron el despliegue de cobertura GSM con un despliegue posterior de estaciones base en la banda de 1900MHz para aportar capacidad adicional a la red.

Existen marcadas diferencias entre los operadores mexicanos en cuanto a sus tenencias de espectro, tanto en lo que respecta a la cantidad total de espectro que poseen como a nivel regional. En este sentido, es relevante asegurar consistencia en el espectro definido para los operadores hipotéticos y el tamaño del operador determinado. En el caso concreto del concesionario alternativo hipotético, se deberá asegurar la razonabilidad del espectro asociado, a fin de asegurar que se cumplen con unos criterios de modularidad mínima para cada una de las tecnologías (por ejemplo, en el caso de la tecnología 4G, es menos eficiente el despliegue de portadoras de tamaño menor a 2x5 MHz en una banda concreta).

**Concepto 8:** Se considera una asignación de espectro en línea con las tenencias de los operadores en México.

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: Tenencias de espectro de Telcel
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: Tenencia de espectro promedio de operadores alternativos considerados como relevantes (en línea con la definición del tamaño del operador modelado), asegurando la eficiencia en la modularidad del espectro asignado

13

Altán, en su calidad de red mayorista, hace uso de la banda de 700 MHz, la cual, si bien se incluye en el modelo, no es parte del espectro del AEP o del CS modelado.

El espectro será asignado a tecnologías de acceso en línea con los planes de los operadores

**Concepto 9:** No se asignará o considerará en el periodo de modelado el espectro que pudiera ser asignado por el IFT en adjudicaciones de espectro futuras.

Los pagos asociados a las diferentes bandas de frecuencia se basarán en los pagos efectuados por los operadores históricos en el momento de la adquisición de la frecuencia o durante la última renovación de la concesión de espectro. Este enfoque es consistente con la utilización del precio de mercado del espectro.

La inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 850MHz se calcula con base en el precio promedio pagado en la prórroga de la concesión otorgada en mayo de 2010 por región por MHz, multiplicándolo por la cantidad de espectro que tendrá el operador hipotético.

De forma similar, la inversión inicial (capex) en espectro en las bandas de 1900MHz (PCS), 1700/2100MHz (AWS), 2.5GHz y 3.5GHz se calcula a partir de los precios pagados por el espectro en prórrogas de concesión otorgadas e o las subastas realizadas.

Respecto a la banda de 700MHz, no se asume ninguna inversión inicial (capex) ya que su licitación no llevaba asociada una contraprestación por el otorgamiento de la concesión, pero sí un monto anual (opex) en concepto de pago de derechos.

**Concepto 10:** El costo del espectro se modelará de la siguiente manera:

- La inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 850MHz se calculará con base en el precio promedio pagado en la prórroga de la concesión otorgada en mayo de 2010 y, más recientemente, en 2021 por región por MHz, multiplicándolo por la cantidad de espectro que tendrá el operador hipotético.
- La inversión inicial (capex) correspondiente al espectro en la banda PCS se calculará promediando el pago de la reciente prórroga de la concesión concedida en 2019.
- De forma similar, la inversión inicial (capex) en espectro en la banda AWS se calculará para la cantidad de espectro que posea el operador hipotético a partir del precio pagado en la subasta realizada en 2016.
- La inversión inicial (capex) aplicable a la banda de 2500MHz se calculará con base en el precio promedio pagado en la subasta de 2018.
- La inversión inicial (capex) aplicable a la banda de 3500MHz se calculará con base en el precio promedio de la suma de lo pagado en la prórroga de la concesión otorgada en 2020 y la contraprestación pagada por la autorización para prestar el servicio móvil de 2022.

- .
- Los costos asociados a la banda de 700MHz se calcularán sin necesidad de promediarlos, directamente con base en los pagos realizados por Altán, que es el único operador con espectro en esta banda, y figurarán como gastos operativos (opex), ya que los pagos son anuales en concepto de contraprestación por los derechos de uso y explotación del espectro.

### *Red de conmutación*

La red de conmutación móvil que debe modelarse está estrechamente ligada al tipo de operador que se decida modelar: o bien un operador nuevo y moderno, o bien un operador existente. En México los operadores cuentan actualmente con una arquitectura de conmutación IP combinada, que será la que se incluya en el modelo

**Concepto 11:** Se modelará una arquitectura de conmutación IP combinada para la red de conmutación.

### *Red de transmisión*

Existen varios tipos de conectividad entre nodos de redes de móviles:

- acceso de última milla
- desde el concentrador al BSC, RNC o punto de agregación LTE (LTE-AP)
- desde el BSC, RNC o LTE-AP a los principales emplazamientos de conmutación (que contengan MSC, MGW o SGW) si no están cubiertos
- entre los principales emplazamientos de conmutación (entre MSC, MGW o SGW).

En la actualidad, las soluciones típicamente adoptadas para la provisión de transmisión incluyen los siguientes tres elementos, todos ellos disponibles con enlaces Ethernet (velocidades de 10, 30, 100, 300 y 1000Mbit/s):

- enlaces dedicados
- enlaces por microondas autoprovistos
- red de fibra alquilada (fibra oscura alquilada/IRU).<sup>14</sup>

El tipo de transmisión elegida para la red móvil variará en función del operador, y esta puede haber cambiado con el tiempo. Se entiende que, hoy en día, un nuevo entrante tendería a adoptar una red de transmisión basada en tecnología Ethernet escalable y resistente para el futuro (*future-proof*) (aunque el suministro e implementación de esta red dependa de las preferencias específicas del nuevo entrante).

<sup>14</sup> Un IRU, o derecho de uso irrevocable, es un derecho de uso a largo plazo (o propiedad temporal) de una porción de la capacidad de un enlace de transmisión.

**Concepto 12:** Los operadores modelados disponen de una red de transmisión IP basada principalmente en enlaces de microondas, fibra y enlaces dedicados. La combinación de tecnologías a emplear será definida con base en la práctica real de los operadores en México

#### 4.1.2 Red de telecomunicaciones fija

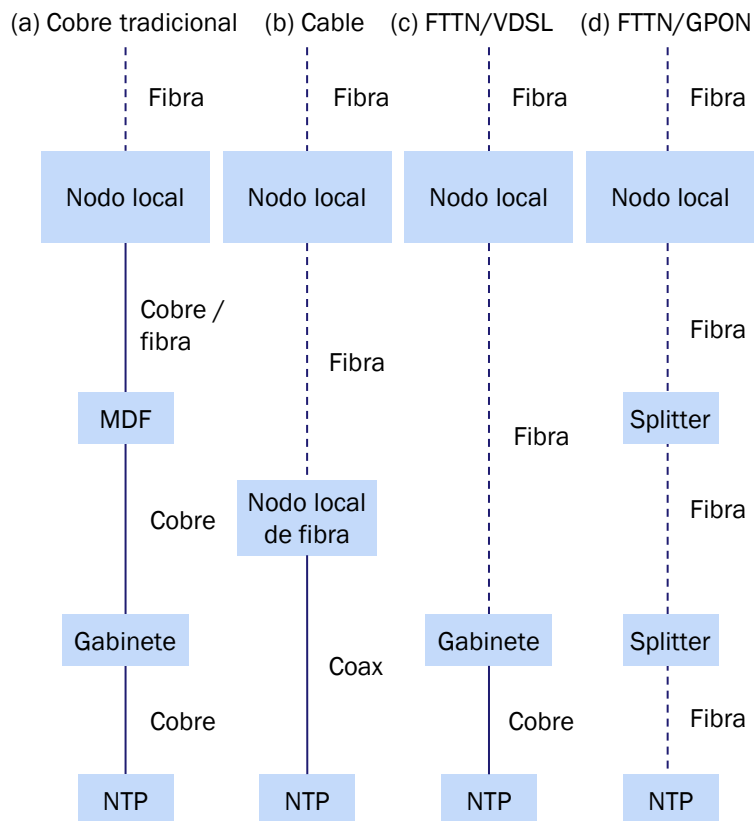
Al igual que con las redes móviles, las redes fijas suelen estar compuestas por dos capas de activos: una capa de acceso y una capa troncal (*core*) (que incorpora la red de transmisión), aunque la demarcación exacta entre ambas capas depende de la tecnología utilizada y debe ser cuidadosamente definida.

##### *Red de acceso*

La capa de acceso conecta los suscriptores a la red, permitiéndoles así utilizar los servicios provistos sobre redes fijas, tanto de telefonía como de datos. La capa de acceso puede estar basada en una arquitectura de cobre, fibra o cable coaxial:

- una arquitectura tradicional de par de cobre, con cables desplegados hasta la central pasando por los nodos de agregación (*street cabinets*)
- una arquitectura de cable o híbrida de cable y fibra (HFC, por sus siglas en inglés), con cable coaxial desplegado hasta una jerarquía de nodos de agregación de fibra y nodos metropolitanos
- una arquitectura de nueva generación (NGA) que utiliza cable de fibra, ya sea con una conexión sólo-fibra desde la central local hasta el usuario final (FTTH) o bien mediante el despliegue de fibra entre la central local y puntos intermedios (*cabinets*) de la red, desde la cual salen pares de cobre hasta el usuario final.

Figura 4.1: Arquitecturas de la red de acceso [Fuente: Analysys Mason, 2023]



El Instituto modela los costos de los servicios de acceso en el modelo integral de acceso fijo. Por este motivo, el modelo alcance de este documento no incluirá los elementos de la red de acceso. La red modelada, considera como punto de demarcación el nodo de acceso multiservicio (MSAN). El MSAN no se incluye en el modelo para asegurar la consistencia con el modelo de desagregación del Instituto. En todo caso, se asume que el tráfico generado empleará el protocolo Ethernet para su conexión a las capas superiores de la red.

#### *Red troncal (core) y NGN*

Al igual que en la red de acceso, en las redes troncales de los operadores existen arquitecturas tradicionales (PSTN) y de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés). Para evitar confusión, es importante diferenciar estas dos partes de la red:

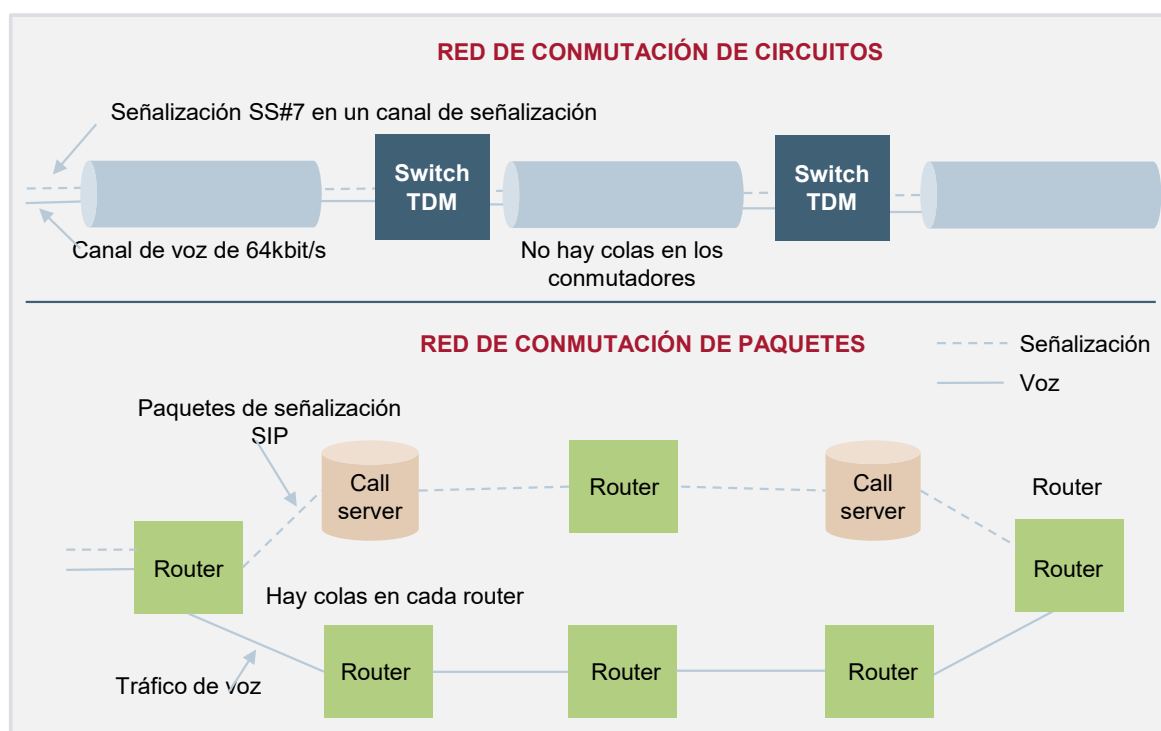
- **red de acceso** – conecta los usuarios finales a los nodos de acceso del operador por medio de infraestructura fija, móvil o inalámbrica.
- **red troncal** – conecta los nodos de acceso del operador entre sí, a través de una serie de capas jerarquizadas que transportan el tráfico entre nodos y a otras redes.

Las redes históricas PSTN se basan en la tecnología de conmutación de circuitos. Dicha tecnología asigna un camino físico dedicado a cada llamada de voz y reserva una cantidad asociada de ancho de banda dedicado (habitualmente un canal de voz PSTN tiene un ancho de banda de 64kbit/s) en

toda la red. Este ancho de banda es dedicado para la llamada durante la duración de la misma, independientemente de si se está transmitiendo señal de audio entre los participantes.

Por el contrario, las NGN se basan en tecnologías de conmutación de paquetes, gracias a las cuales la voz se envía en ‘paquetes’ de datos digitalizados utilizando VoIP. Sin especificidades de red especiales, como por ejemplo mecanismos para garantizar la calidad del servicio, cada paquete de voz compite en igualdad de condiciones con los paquetes de otros servicios (voz u otro tipo de datos en una NGN) por los recursos de red disponibles, como por ejemplo el ancho de banda. Este principio aplica sobre una parte relevante del tráfico de datos cursado por los operadores (denominado, *best effort*). Por otra parte, para servicio de voz, así como para otros servicios de aplicaciones críticas o con calidad de servicio garantizada (por ejemplo, enlaces dedicados) existen mecanismos para garantizar la calidad de servicio. Estas técnicas permiten priorizar los paquetes que llevan tráfico voz u otro tráfico de naturaleza crítica sobre otros tipos de paquetes de datos, ayudando a asegurar que los paquetes de voz circulan por la red sin problemas y según las características de (por ejemplo, tiempo, retardo o jitter)<sup>15</sup>

Figura 4.2: Comparación entre redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes  
[Fuente: Analysys Mason, 2023]

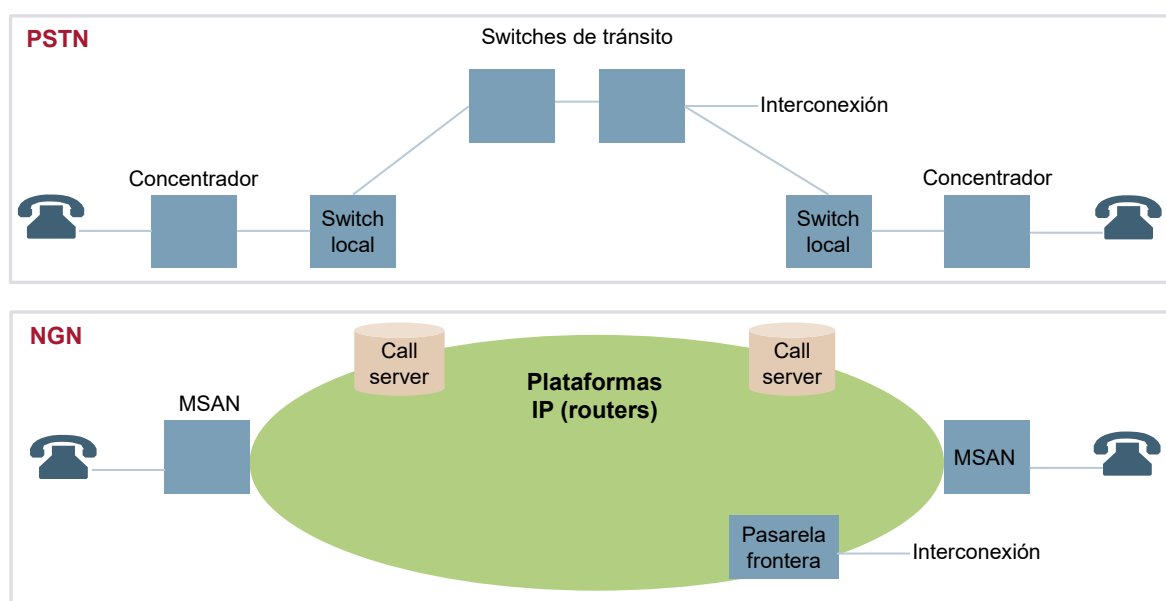


Como se puede ver en la Figura 4.2, en una PSTN los conmutadores realizan la conmutación de las llamadas de voz y gestionan la señalización; en una NGN, los *call servers* son los que gestionan la señalización, y los enrutadores (o *media gateways* especializadas) enrutan y gestionan el tráfico de paquetes de voz. Adicionalmente, y como se puede comprobar en la Figura 4.3, las capas separadas

<sup>15</sup> Un ancho de banda abundante y suficiente para todos los servicios/llamadas también puede mejorar la calidad de la llamada en caso de que no se apliquen otros mecanismos para garantizar la calidad de servicio. Sin embargo, la falta de este tipo de mecanismos y un ancho de banda limitado pueden llevar a una calidad inaceptable de las llamadas en hora punta.

de la red de conmutadores locales y de tránsito se reemplazan por *call servers* en una estructura que consta de una sola capa. Típicamente, una PSTN formada por 100 conmutadores locales y 10 conmutadores de tránsito podría ser reemplazada por un menor número de *call servers* (menos de 5) en una NGN. Adicionalmente, las redes NGN disponen de una serie de enrutadores IP que gestionan la transmisión de los paquetes IP (que pueden incluir servicios de voz o datos) y pueden utilizar, en las capas de transporte y física, tecnologías como Ethernet y SDH (tanto tradicional como de próxima generación) sobre fibra (utilizando tecnologías xWDM) dependiendo de la relación costo-beneficio y de la escala de la red. La aplicación de estos principios implica importantes ahorros en inversiones y gastos operativos para los operadores.

Figura 4.3: Comparación de la red PSTN tradicional y los servicios de voz sobre una NGN [Fuente: Analysys Mason, 2023]



La interconexión con las redes de otros operadores en una NGN se implementa a través de pasarelas frontera (*border gateways*), también conocidos como Session Border Controllers (SBC) que controlan el acceso a la red. Adicionalmente un operador deberá desplegar equipamiento adicional en su red de núcleo para encaminar el tráfico de datos a internet (por ejemplo, BRAS y servidores DNS), así como plataformas adicionales para proporcionar servicios de valor añadido (por ejemplo, IPTV).

En el caso del modelo de costos, tal y como se ha presentado en las secciones anteriores, se debe considerar el uso de una tecnología eficiente. En este sentido, existen diversas opciones para desplegar una red NGN, donde algunas alternativas son meramente actualizaciones de la red PSTN. Hoy en día, la opción común desplegada por los operadores es la presentada anteriormente, basadas en enrutadores IP/Ethernet NGN, que dirigen el tráfico de voz y datos entre los nodos de la red. Esta aproximación será la incluida en el modelo de costos.

*Red de transmisión*

La tecnología moderna eficiente que la mayoría de los operadores están operando es IP/MPLS sobre Ethernet nativo y sobre tecnología DWDM. La utilización de esta tecnología se considera como mejor práctica internacional y es una de las principales tecnologías desplegadas por operadores con red troncal NGN-IP a nivel mundial.

**Concepto 13:** Se modelará un operador hipotético con una red de transmisión IP/MPLS sobre Ethernet nativo.

*Situación en México*

Los informes anuales remitidos por Telmex a la Bolsa Mexicana de Valores ponen de manifiesto que Telmex comenzó a desplegar una NGN en 2003.<sup>16</sup> Según información facilitada por el AEP al Instituto, una gran parte la red troncal del AEP estaría ya basada en una NGN completamente IP. El AEP estaría siguiendo la tendencia internacional de operadores comparables como BT (Reino Unido), Telefónica (España), KPN (Holanda) o Belgacom (Bélgica), entre otros, cuyas redes troncales poseen mayoritariamente una arquitectura NGN completamente IP. En México esta red es propiedad de UNINET que es la que configura y provisiona los servicios. Es cierto que la mayor parte de estos operadores todavía mantienen en paralelo una red de transmisión histórica (o legada) para la provisión de servicios existentes (como enlaces dedicados, etc.), y es posible que aún tarden unos años en apagar completamente su red histórica. Sin embargo, los operadores alternativos que han iniciado sus despliegues más recientemente han optado por desplegar una NGN basada completamente en IP.

En cualquier caso, un operador que hubiera lanzado operaciones en los últimos cuatro o cinco años o entrara en el mercado hoy en día (y que por la utilización de la tecnología moderna establecería un nivel de precios eficiente en un mercado disputable) no desplegaría una red telefónica conmutada en la red troncal, sino una red multiservicio NGN basada completamente en IP. El modelado de una NGN estaría en línea con las prácticas establecidas por organismos internacionales como la Comisión Europea,<sup>17</sup> cuyas recomendaciones han sido aplicadas en diversos modelos realizados para reguladores de la Unión Europea (UE). La parte troncal de la red estaría, por tanto, basada en una NGN, mientras la opción más apropiada para el despliegue estaría basado en una arquitectura IP BAP.

**Concepto 14:** La red troncal del operador hipotético se basará en una arquitectura NGN IP BAP. Los servicios de voz están habilitados por aplicaciones que utilizarán subsistemas multimedia IP (IMS).

<sup>16</sup> Reportes anuales de Telmex presentados a la Bolsa Mexicana de Valores.

<sup>17</sup> RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 7 de mayo de 2009 sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE (2009/396/CE). Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:124:0067:0074:ES:PDF>



## 4.2 Demarcación de las capas de red

En Europa, la Recomendación de la Comisión Europea sobre el tratamiento regulatorio de las tarifas de terminación fija y móvil en la Unión Europea (UE) establece lo siguiente: «El punto de demarcación por defecto entre los costos relacionados con el tráfico y los no relacionados con el tráfico es normalmente el punto en el que se produce la primera concentración de tráfico».

En los modelos de costos fijos, los costos históricos relacionados con la red de acceso se recuperan a través de las cuotas de suscripción. En el caso del presente modelo, no se tendrán en cuenta los costos asociados con la red de acceso, por lo que es imprescindible definir de forma consistente y con exactitud el punto de demarcación entre la red de acceso y el resto de la infraestructura, tanto para las redes fijas como móviles.

Las redes fijas y móviles utilizan una estructura lógica en árbol, ya que no sería factible tener rutas dedicadas para todas las combinaciones posibles entre usuarios finales. Como resultado, el tráfico se concentra a medida que atraviesa la red. Los activos relacionados con la prestación de acceso al usuario final son los que se dedican a la conexión del usuario final a la red de telecomunicaciones, lo que le permite utilizar los servicios disponibles.

Esta capa transmite el tráfico y no tiene la capacidad de *concentrarlo en función de la carga de tráfico*. La capa de red de acceso termina en el primer activo que tiene esta capacidad específica. Los activos utilizados para la prestación de acceso solo se utilizan con el fin de conectar los usuarios finales a la red y, por tanto, su número es proporcional al número de usuarios que utilizan la red. El resto de los activos varían según el volumen de tráfico cursado en la red. De esta forma, los puntos de demarcación para cada una de las redes serían los siguientes:

- para un **usuario de red fija**, en el MSAN
- para un **usuario de red móvil**, en la tarjeta SIM, ya que el costo de la interfaz radio depende exclusivamente del tráfico generado por los abonados y no del número de abonados.

**Concepto 15:** El punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red del operador hipotético es el primer punto donde ocurre una concentración de tráfico, de manera que los recursos se asignan en función de la carga de tráfico cursado en la red.

## 4.3 Nodos de la red

Las redes fijas y móviles pueden considerarse como una serie de nodos (con diferentes funciones) y de enlaces entre ellos. Al desarrollar los algoritmos de despliegue de estos nodos, es necesario considerar si el algoritmo refleja con exactitud el número real de nodos desplegados. Sería posible que el modelo no tuviera en cuenta el número real de nodos de los operadores en el caso en que los operadores de red no sean considerados como eficientes o con un diseño moderno.

La especificación del grado de eficiencia de la red es un tema importante en el cálculo de costos. Al modelar una red eficiente utilizando un enfoque ascendente, hay varias opciones disponibles en

cuanto al nivel de detalle utilizado en redes reales. Cuanto mayor sea el nivel de granularidad/detalle utilizado directamente en los cálculos, menor será el nivel de *scorching* utilizado. A continuación, las opciones consideradas más habituales en modelos similares realizados en otros países:

*Red real* Este enfoque implementa el despliegue exacto de un operador real sin necesidad de ningún ajuste en el número, ubicación o funcionamiento de los nodos en la red del operador.

*Enfoque scorched-node* Este enfoque asume que la localización de los nodos de la red ya está determinada, y que el operador puede escoger la mejor tecnología para configurar la red alrededor de esos nodos para satisfacer la demanda de red de un operador eficiente. Por ejemplo, esto podría significar el remplazo de equipos legado con los equipos actuales más modernos.

El enfoque *scorched node*, por tanto, determina el costo eficiente de una red que proporciona los mismos servicios que la red de telecomunicaciones del operador histórico, tomando como dato de entrada al modelo la ubicación actual y la función de los nodos de la red del operador histórico.

*Enfoque scorched-node modificado* El enfoque *scorched node* puede ser modificado razonablemente para replicar una topología de red más eficiente que la existente. Por consiguiente, este enfoque parte de la topología existente y elimina las ineficiencias. En particular, el uso de este principio puede significar:

- Una simplificación de la jerarquía de conmutación (p.ej., reduciendo el número de nodos en la red de conmutación, o sustituyendo una serie de pequeños conmutadores con un conmutador más moderno y eficiente).
- Cambiar la función de un nodo (p.ej., reduciendo una pequeña central al equivalente de un multiplexador remoto, o actualizar una pico-celda a una macro-celda, o eliminar un RNC en emplazamientos de *hub* y utilizar RNC cubricados con MGW).

*Enfoque scorched-earth* El enfoque *scorched earth* determina el costo eficiente de una red que proporciona los mismos servicios que las redes existentes, sin poner ninguna restricción en su configuración, como puede ser la ubicación de los nodos en la red. Este enfoque modela la red que un nuevo entrante desplegaría con base en la distribución geográfica de sus clientes y a los pronósticos de la demanda de los diferentes servicios ofrecidos, si no tuviese una red previamente desplegada.

Este enfoque aportaría la estimación más reducida de los costos, ya que elimina todas las ineficiencias ligadas a la evolución histórica de una red, y supone que la red puede ser rediseñada sin problemas para responder a los criterios y demanda actuales.

En la Metodología de Costos el Instituto indica el uso del enfoque *scorched earth* calibrado con los datos de la red de los operadores existentes. Si bien para el resto de los servicios regulados provistos a través de redes fijas (enlaces dedicados y acceso indirecto al bucle) y móviles (usuario visitante), la Segunda Resolución Bienal de Telecomunicaciones no estipula preferencia por ninguna aproximación concreta, se considera apropiado mantener consistencia con la aproximación determinada, de la misma manera que existe consistencia en la definición de los operadores modelados.

En el caso de las redes fijas, las ineficiencias se producirán a través de todos los niveles de nodos en los que se concentra el tráfico. Un ejemplo de la aplicación del enfoque *scorched earth* calibrado para el operador fijo es el siguiente:

- la red troncal del operador se modela teniendo en cuenta la localización de la población y la densidad de tráfico esperada
- se utilizan estimaciones teóricas de capacidad de los nodos y se establece la jerarquía de la red basada en algoritmos de diseño de modelos ingenieriles
- se implementan ajustes a los resultados de los algoritmos ingenieriles para tener en cuenta, por ejemplo, los niveles de utilización efectiva, etc.
- para la calibración con datos de las redes de los operadores se estima que en una NGN el número de puntos de interconexión calculado teóricamente sea mucho menor que el actual.

A continuación, se presenta un esquema con la metodología utilizada para la calibración del modelo fijo.

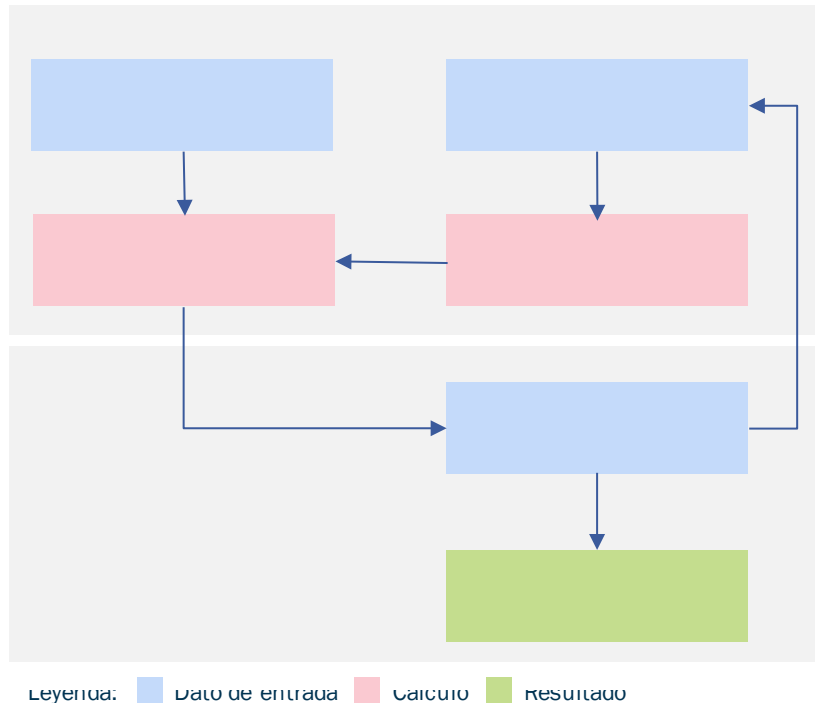


Figura 4.4: Esquema de modelado scorched earth calibrado para el operador fijo [Fuente: Analysys Mason, 2023]

En el caso de redes móviles, las ineficiencias se producirán a lo largo de todos los elementos de red, incluida la capa de radio (NodoB, eNodoB). Un ejemplo de la manera en que se aplica el concepto *scorched earth* calibrado para el operador móvil es la siguiente:

- las redes de cobertura del operador se modelan teniendo en cuenta la ubicación de la población y de las principales vías de comunicación del país
- el país y su población se dividen en varios geotipos: urbano, suburbano y rural, y adicionalmente carreteras e interior/micro
- se utilizan radios de células teóricos para cada banda de frecuencia y geotipo
- se adaptan dichos radios teóricos para tener en cuenta factores como, por ejemplo, *cell breathing* y ajuste por posicionamiento imperfecto
- se comparan los resultados con los datos reales bajo supuestos eficientes y se refinan los datos de entrada.

La Figura 4.5 muestra un esquema con la metodología utilizada para la calibración del modelo móvil.

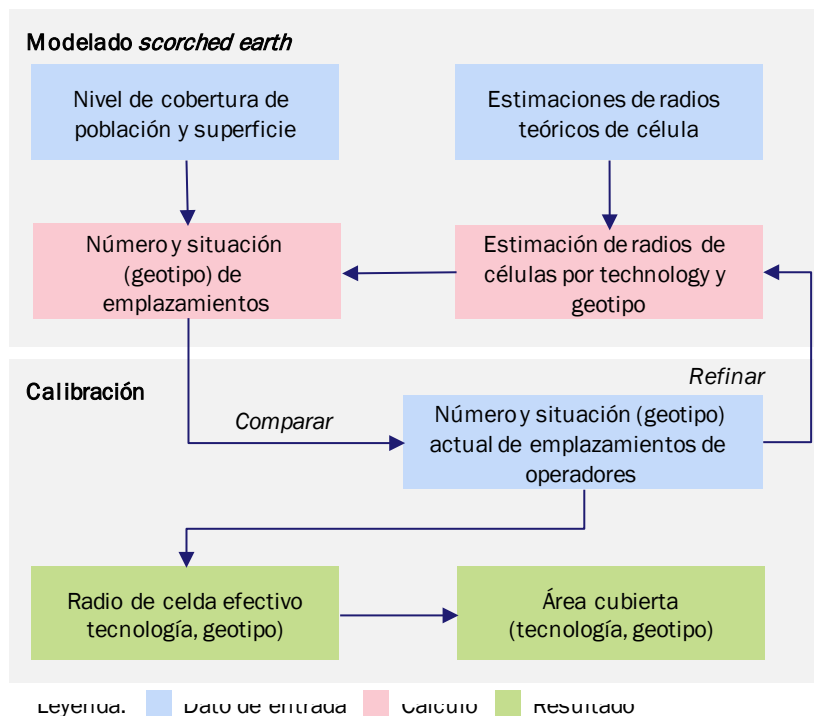


Figura 4.5: Esquema de modelado scorched earth calibrado para el operador móvil [Fuente: Analysys Mason, 2023]

En este enfoque, el número total de nodos no variaría (es decir, resulta calibrado con la información de la red actual de los operadores móviles), pero permite revisar su función o capacidad, lo que implica que el número de nodos por subtipo puede cambiar.

**Concepto 16:** Las redes fijas y móviles se modelarán siguiendo un enfoque *scorched earth*, el cual se calibrará con los datos de red proporcionados por los operadores.

## 5 Aspectos relacionados con los servicios

El objetivo fundamental del modelo es el de calcular el costo de diversos servicios mayoristas provistos a través de redes móviles y fijas. En concreto:

- Servicios de terminación de voz, SMS y tránsito en redes fijas y móviles
- Servicios de usuario visitante
- Servicio de concentración y distribución asociado al servicio de acceso indirecto al bucle (SAIB)
- Transporte del servicio de enlaces dedicados

Sin embargo, las redes fijas y móviles transportan una amplia gama de servicios adicionales a estos. Estos servicios adicionales deben ser considerados en el costeo de los servicios para asegurar un cómputo adecuado de las economías de escala en la red. Adicionalmente, la medida en la que el operador modelado puede ofrecer servicios en las zonas donde tiene cobertura determina las economías de alcance del operador, y en consecuencia este aspecto debe ser considerado en los modelos. Por tanto, esta sección examina los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos y está estructurada como sigue:

- servicios a modelar (Sección 5.1)
- volúmenes de tráfico (Sección 5.2)
- costos mayoristas y minoristas (Sección 5.3).

### 5.1 Servicios a modelar

Las economías de alcance derivadas de la prestación de servicios de voz y datos a través de una única infraestructura resultarán en un costo unitario menor de los servicios de voz y datos. Esto es especialmente cierto para redes basadas en una arquitectura de nueva generación, donde los servicios de voz y datos pueden ser transportados a través de una plataforma única.

Por consiguiente, se debe incluir una lista completa de los servicios de voz y datos en el modelo, y se deberá asignar una proporción de los costos de red a estos servicios. Esto implica también que tanto los usuarios finales como los servicios mayoristas de voz tendrán que ser modelados para que la plataforma de voz esté correctamente dimensionada y los costos sean totalmente recuperados a través de los volúmenes de tráfico correspondientes.

La inclusión de los servicios de voz y datos en el modelo aumenta la complejidad de los cálculos y de los datos necesarios para sustentarlos. Sin embargo, la exclusión de los costos relacionados con servicios que no son de voz (y el desarrollo de un modelo de costos de voz independiente) puede ser también un proceso complejo.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Por ejemplo, los costos actuales *top-down* que representan operaciones de voz y datos necesitan ser divididos en costos independientes de voz relevantes y costos adicionales de datos. Las redes únicamente de voz no existen comúnmente en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador real.

Algunos de los servicios que no son de voz son servicios bien conocidos (principalmente servicios como los SMS en redes móviles, o el acceso a internet de banda ancha fija). Sin embargo, otros servicios que no son de voz, como la banda ancha móvil, pueden dar lugar a incertidumbre sobre sus previsiones de evolución cuando se incluyen en los precios regulados del tráfico de voz. Es necesario entender las implicaciones de la incertidumbre asociada con las previsiones de los servicios que no son de voz para los costos de tráfico de voz, para lo que se podrán desarrollar una serie de escenarios con diferentes parámetros de evolución que nos permitieran comprender mejor las implicaciones correspondientes.

**Concepto 17:** Los operadores modelados proporcionarán todos los servicios relevantes para cada tipo de red:

- redes móviles: servicios de voz, banda ancha móvil, SMS, tanto para usuarios propios como para usuarios visitantes (roaming nacional e internacional)
- redes fijas: servicios de voz (originación y terminación de voz, VoIP, tránsito e interconexión) que tengan volúmenes de tráfico relevantes, banda ancha (minorista y mayorista) y enlaces dedicados

En el caso de los operadores modelados a partir de los concesionarios alternativos, no se incluirá tráfico para aquellos servicios mayoristas regulados que no tengan la obligación de proporcionar.

### 5.1.1 Servicios que se ofrecen a través de redes móviles

Los servicios provistos a través de redes móviles pueden desagregarse en tres tipos principales: servicios de voz, servicios de SMS y servicios de datos. A continuación, se presentan los distintos servicios móviles modelados.

La Figura 5.1 presenta una serie de servicios de voz móviles que aportan tráfico a la red troncal.

Figura 5.1: Servicios de voz que se ofrecen a través de redes móviles [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles on-net por tecnología	Llamadas de voz entre dos suscriptores (minoristas o de operadores móviles virtuales, OMV) del operador móvil modelado
Llamadas salientes nacionales por tecnología	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino fijo (incluyendo números no geográficos, etc.) o a otro operador móvil doméstico
Llamadas móviles salientes a internacional por tecnología	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino internacional
Llamadas entrantes nacionales por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador fijo o móvil, y terminadas en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado
Llamadas entrantes de operadores internacionales por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador internacional y terminadas en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado

Servicio	Descripción del servicio
Originación de voz roaming por tecnología	Llamadas de voz de un usuario visitante (nacional o internacional) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional
Terminación voz roaming in por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminadas en la red de un usuario visitante (nacional o internacional) del operador móvil modelado
Llamadas en tránsito local	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo, sin tránsito en otro MSC del operador móvil modelado; este servicio solo es prestado por el operador con la escala y el alcance del AEP
Llamadas en tránsito de larga distancia	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo, tras transitar en otro MSC del operador móvil modelado; este servicio solo es prestado por el operador con la escala y el alcance del AEP, consideradas exclusivamente a nivel de enrutamiento

La Figura 5.2 presenta los servicios de SMS que se ofrecen a través de las redes móviles.

Figura 5.2: Servicios SMS que se ofrecen a través de redes móviles [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Roaming SMS saliente por tecnología	SMS de un usuario visitante (nacional o internacional) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional
Roaming SMS entrante por tecnología	SMS recibidos desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminados en la red de un usuario visitante (nacional o internacional) del operador móvil modelado
SMS on-net por tecnología	SMS entre dos suscriptores (minoristas u OMV o <i>inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado
SMS salientes a otras redes por tecnología	SMS de un suscriptor (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado a otro operador de red
SMS entrantes de otras redes por tecnología	SMS recibidos de otro operador y terminados en un abonado (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado

La Figura 5.3 presenta los servicios de datos que se ofrecen a través de las redes móviles

Figura 5.3: Servicios de datos que se ofrecen a través de redes móviles [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Servicio de datos R99	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) a través de la red de datos de baja velocidad 3G (portadoras Release 99)
Servicio de datos HSDPA	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos hacia un suscriptor (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) a través de la red HSPA

Servicio	Descripción del servicio
Servicio de datos HSUPA	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red HSPA
Servicio de datos LTE	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red LTE
Servicio de datos 5G	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red 5G
Roaming datos por tecnología	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) de un usuario visitante (nacional o internacional) a través de la red del operador móvil modelado

**Concepto 18:** Se agregarán los servicios de tráfico móvil para las diferentes clases de suscriptores (p.ej., venta minorista, *inbound roamer*) para identificar los costos subyacentes del tráfico de red en el modelo móvil.

### 5.1.2 Servicios que se ofrecen a través de redes fijas

De manera similar al caso de las redes móviles, los servicios de redes fijas pueden desagregarse en tres tipos: servicios de voz, servicios de datos y acceso a internet, y otros servicios. A continuación, se listan los distintos servicios fijos modelados.

La Figura 5.4 presenta una serie de servicios de voz que generan tráfico en la red fija.

Figura 5.4: Servicios de voz que se ofrecen a través de redes fijas [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas salientes on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado
Llamadas salientes a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico
Llamadas salientes a móvil	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador móvil doméstico
Llamadas salientes a internacional	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un destino internacional
Llamadas salientes a números no geográficos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a números no geográficos, incluidos números comerciales de pago, consultas del directorio y servicios de emergencia
Llamadas entrantes de otros operadores fijos	Llamadas de voz recibidas de otro operador fijo y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado, consideradas exclusivamente a nivel de enrutamiento
Llamadas entrantes de móvil	Llamadas de voz recibidas de otro operador móvil y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado



Servicio	Descripción del servicio
Llamadas entrantes de internacional	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado
Llamadas entrantes de números no geográficos	Llamadas de voz recibidas de un suscriptor minorista de otro operador a números no geográficos, incluidos números comerciales de pago, consultas del directorio y servicios de emergencia
Llamadas en tránsito	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado, consideradas exclusivamente a nivel de enrutamiento
SMS salientes	SMS de un suscriptor del operador fijo modelado a otro operador
SMS entrantes	SMS recibido de otro operador y terminado en la red de un suscriptor del operador fijo modelado

Nota: Las llamadas salientes mayoristas corresponden al servicio de originación, mientras que las llamadas entrantes mayoristas corresponden al servicio de terminación

Estos servicios se han incluido con el fin de estimar de manera precisa los costos totales y su distribución entre los distintos servicios que hacen uso de la red (esto no implica que resulte en una regulación de sus precios).

**Concepto 19:** El tráfico generado por las líneas ISDN se incluirá en los servicios fijos de voz, es decir, no hay servicios específicos de voz ISDN.

La Figura 5.5 incluye la lista de servicios relacionados con el acceso a internet que se incluirán en el modelo. Se han incluido estos servicios para capturar los requerimientos de backhaul de retorno de la central local a la red troncal.

Figura 5.5: Servicios de acceso a internet [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Banda ancha propia (líneas)	Provisión de una línea de acceso para el servicio de internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado
Banda ancha propia (contenido)	Ancho de banda en una línea para el servicio de internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado, independiente de la tecnología de acceso
Banda ancha ajena (líneas)	Provisión de una línea de acceso para el servicio de internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado
Servicio de concentración y distribución por nivel de agregación de tráfico	Ancho de banda en una línea para el servicio de internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado, independiente de la tecnología de acceso. El módulo del servicio de concentración y distribución proporcionara la desagregación del costo del servicio para las distintas variantes existentes

Servicio	Descripción del servicio
(nacional, regional, local) <sup>19</sup> ,	

Existe además una lista de ‘otros’ servicios que se incluirán también en el modelo de servicios de telefonía fija, como se detalla en la Figura 5.6.

Figura 5.6: Otros servicios fijos [Fuente: Analysys Mason, 2023]

Servicio	Descripción del servicio
Enlaces dedicados	Incluye servicios de líneas alquiladas, ya sea para aprovisionar a clientes minoristas u otros operadores, tanto para enlaces dedicados locales como para enlaces dedicados entre localidades y de larga distancia internacional
Televisión	Provisión del servicio de televisión, ya sea lineal o de vídeo bajo demanda, comercializado por el departamento minorista del operador modelado

## 5.2 Volúmenes de tráfico

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>20</sup> del tráfico cursado en la red del operador modelado. Dado que la definición del operador incorpora la definición de una cuota de mercado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un abonado promedio. Este perfil de tráfico deberá tener en cuenta el equilibrio de tráfico entre los diferentes servicios que compiten en el mercado. Se requerirá, por tanto, un enfoque integral para la estimación de la evolución del tráfico de voz y datos. En consecuencia, las estimaciones para los distintos operadores hipotéticos deberían basarse en un módulo común de predicción de tráfico.

El volumen de tráfico asociado a los abonados del operador modelado es el principal inductor de los costos asociados con la red troncal, y la medida que permitirá explotar las economías de escala.

En un mercado hipotético competitivo, la base de suscriptores de cada operador tendrá el mismo perfil de uso. Por lo tanto, el perfil de tráfico del operador modelado debería ser definido como la media del mercado, manteniendo la consistencia con la escala de dicho operador.<sup>21</sup>

**Concepto 20:** La previsión del perfil de tráfico de los operadores hipotéticos definidos se basará en el perfil de la media del mercado, es decir, la base de suscriptores de cada operador tendrá el mismo perfil de uso.

<sup>19</sup> De manera adicional, el modelo SAIB generará resultados para todos los perfiles de velocidad, calidad y simetría ofertados por el AEP.

<sup>20</sup> Por ‘perfil’ entendemos las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

<sup>21</sup> Por ejemplo, se puede esperar que la proporción de llamadas originadas que son on-net, manteniendo todos los otros factores constantes, estén relacionadas con el tamaño de la base de suscriptores del operador. Claramente, a medida que cambie con el tiempo el tamaño del operador modelado, una proporción cambiante dinámicamente del tráfico tendría que ser estimada como on-net.

## 6 Aspectos relacionados con la implementación del modelo

En esta sección se abordan los aspectos conceptuales relacionados con la implementación del modelo. Está estructurada como sigue:

- costos mayoristas o minoristas (Sección 6.1)
- método de depreciación de los costos de los activos (Sección 6.2)
- selección del incremento de servicio (Sección 6.3)
- aplicación de un *mark-up* (Sección 6.4).

### 6.1 Costos mayoristas o minoristas

Este aspecto se describe en la Figura 6.1 , a continuación.

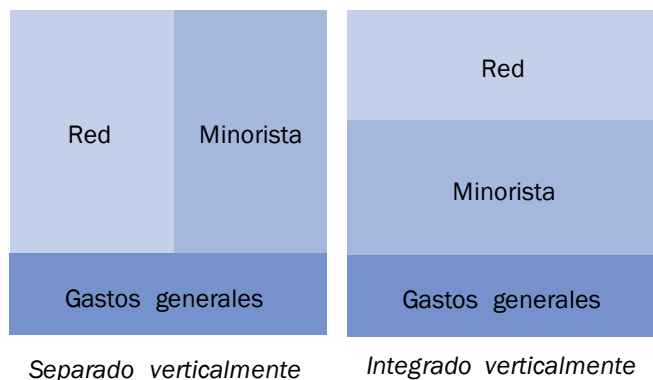


Figura 6.1: Costos mayoristas o minoristas [Fuente: Analysys Mason]

En el modelo separado verticalmente, los servicios de red (tales como el tráfico) son presupuestados por separado de las actividades minoristas (como las subvenciones de los terminales o el marketing). Los gastos generales se añaden como un *mark-up* a los costos de la red y las actividades minoristas, y se considera para el costo mayorista de suministro de terminación de voz únicamente los costos de la red más la proporción de los gastos generales.

En el modelo de integración vertical, los costos minoristas se consideran como parte integral de los servicios de red y se incluyen en los costos del servicio a través de un *mark-up*, junto con los gastos generales. En consecuencia, no existe el concepto de acceso ‘mayorista’ a la terminación de llamadas móviles en el modelo de integración vertical, ya que todos los costos minoristas se incluyen en el cálculo de los costos de los servicios.

De conformidad con la Metodología de Costos, el Instituto tiene la intención de considerar solo aquellos costos que son relevantes para la prestación de los servicios mayoristas de un negocio verticalmente separado que se pretenden regular con el desarrollo del modelo. Sin embargo, los costos comunes a las actividades de red y minoristas pueden ser recuperados a través de los servicios

de red mayoristas y los servicios minoristas en el caso de un modelo CITPLP (tratados como un *mark-up* del resultado del CITPLP) pero no en el caso de un modelo CILP Puro.

Un enfoque de separación vertical resulta en la exclusión de los costos de terminación. Sin embargo, trae consigo la necesidad de determinar el tamaño relativo de los costos económicos de las actividades minoristas con el fin de determinar la magnitud de los costos generales (*business overheads*, en inglés) que se deben añadir a los costos de red incrementales.

**Concepto 21:** El modelo calculará los costos de red, incluyendo los costos generales en el caso de los servicios sujetos a una metodología CITPLP. La proporción de gastos generales comunes que corresponde a la red se recupera como un costo operativo y se distribuye entre todos los servicios en el caso de la aplicación del modelo bajo la metodología CITPLP, pero se excluyen de los gastos distribuibles a los servicios conmutados en el caso de la aplicación del modelo bajo la metodología CILP Puro. EL modelo excluye los costos de naturaleza minorista. El modelo de costos es una herramienta capaz de aplicar distintas metodologías, en concreto CITPLP y CILP Puro.

## 6.2 Método de depreciación

El modelo calculará los costos de inversión y operacionales relevantes para los distintos activos de la red. Estos costos tendrán que ser recuperados a través del tiempo para asegurar que los operadores obtengan un retorno sobre su inversión. Para ello, se debe elegir un método de depreciación adecuado. Existen cuatro opciones:

- depreciación de costos contables históricos (HCA)
- depreciación de costos contables corrientes (CCA)
- anualidad inclinada (*tilted annuity*)
- depreciación económica.

La Figura 6.2 muestra que solamente el método de la depreciación económica considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

Figura 6.2: Factores considerados por los métodos de depreciación [Fuente: Analysys Mason]

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo equivalente moderno (MEA) a día de hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			22	✓

22 Una aproximación para el cambio en producción a través del tiempo puede ser aplicada con la anualidad inclinada asumiendo un factor de crecimiento de la producción de x% por año.

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓ <sup>23</sup>
Vida económica de los activos			✓	✓

La producción de la red a través del tiempo es un factor clave en la elección del método de depreciación. En lo que respecta a las redes móviles, en general los volúmenes de tráfico de internet móvil han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, mientras que los volúmenes de voz móvil han crecido a un ritmo comparativamente más lento.

La situación en las redes fijas es aún más complicada. Durante muchos años el tráfico cursado había estado dominado por los servicios de voz y era bastante estable. En los últimos años, sin embargo, esto ha cambiado notablemente:

- los volúmenes de tráfico de voz han decrecido y el internet conmutado prácticamente ya no existe
- los volúmenes de tráfico de banda ancha y de otros servicios de datos, como los enlaces dedicados, han aumentado considerablemente.

Por lo tanto, el uso de anualidades inclinadas también diferiría de la depreciación económica en el costo fijo. De esta manera, se considera que el uso de la depreciación económica es apropiado para tanto en el caso de redes fijas como redes móviles.

Por otro lado, en el Acuerdo aplicable para los servicios de interconexión, se recomienda la utilización de la depreciación económica para el costo de estos servicios. Esta aproximación se encuentra en línea con la Recomendación de 2009 de la Comisión Europea para estos servicios.

Mientras tanto, para el resto de servicios incluidos en el modelo, el Instituto no determina preferencia por ninguna aproximación para la depreciación de los costos fijos. A este respecto, y en línea con el resto de consideraciones aplicadas sobre el modelo de costos, se considera apropiado mantener el mismo tipo de depreciación para los distintos servicios modelados (interconexión, usuario visitante, acceso indirecto al bucle y enlaces dedicados) para aquellos activos que comunes para varios servicios, a fin de asegurar consistencia.

En el caso de activos específicos para servicios mayoristas que no se empleen para en la provisión de servicios de interconexión, podría considerarse el uso de otra metodología de costos. En este caso, la alternativa común en la práctica internacional es el uso del método de anualidad inclinada (*tilted annuity*). Esta metodología se empleará, por ejemplo, para la depreciación de los equipos específicos para enlaces dedicados, desplegados en la ubicación del cliente y en central, los cuales no se comparten con la provisión de servicios de interconexión.

**Concepto 22:** Se utilizará la depreciación económica para la depreciación de los activos de redes fijas y redes móviles. En el caso de elementos que no sean comunes a la provisión de servicios de interconexión, se podrá hacer uso también del método de anualidad inclinada.

23

La depreciación económica puede usar la vida financiera de los activos, aunque estrictamente debe usar la vida económica (que puede ser menor, mayor o igual a la financiera)

### 6.2.1 Implicaciones del uso de la depreciación económica para el modelo de costos

La depreciación económica es un método que permite determinar cuál es la recuperación de costos económicamente racional y, por tanto, debe:

- reflejar los costos subyacentes de producción, es decir, las tendencias en los precios del MEA
- reflejar la producción de los elementos de la red en el largo plazo.

El primer factor relaciona la recuperación de costos a la de un nuevo entrante en el mercado (si el mercado es disputable) que podría ofrecer servicios con base en los costos actuales de producción.

El segundo factor relaciona la recuperación de costos con la vida útil de la red –en tanto que las inversiones y otros gastos se van realizando a través del tiempo con la finalidad de poder recuperarlos mediante la demanda que se genera a lo largo de la vida de la operación–. En un mercado competitivo, estos retornos generan una utilidad normal en el largo plazo (por consiguiente, no extraordinaria). Todos los operadores deben realizar cuantiosas inversiones iniciales, y solo recuperan estos costos a través del tiempo. Estos dos factores no se reflejan en la depreciación histórica, que simplemente considera cuándo fue adquirido un activo y en qué periodo se depreciará.

La depreciación económica que debe usarse en los modelos de costos está basada en el principio que establece que «todos los costos incurridos (eficientemente) deben ser completamente recuperados en forma económicamente racional». La recuperación total de estos costos se garantiza al comprobar que el valor presente de los gastos sea igual al valor presente de los costos económicos recuperados, es decir, que el valor neto actualizado de los costos recuperados menos los gastos sean cero.

### 6.2.2 Serie de tiempo

La serie de tiempo, o el número de años para el que se calcularán los volúmenes de demanda y activos, es un insumo muy importante, especialmente en el caso de la depreciación económica. Una serie de tiempo larga:

- permite considerar todos los costos en el tiempo, lo que aporta una mayor claridad dentro del modelo en relación con las implicaciones de adoptar la depreciación económica
- puede ser utilizado para estimar grandes pérdidas/ganancias resultantes de cambios en el costeo, permitiendo mayor transparencia sobre la recuperación de todos los costos incurridos por proveer los servicios
- genera una gran cantidad de información para entender cómo varían los costos del operador modelado a través del tiempo en respuesta a cambios en la demanda o la evolución de la red
- puede incluir otras formas de depreciación con un esfuerzo mínimo.

La serie de tiempo debería ser igual a la vida del operador, permitiéndole recuperar todos los costos incurridos a lo largo de la vida del negocio. Sin embargo, resulta difícil identificar cómo de largo será el ciclo de vida de un negocio, por lo que se propone el modelo utilice una serie de tiempo que sea al menos tan larga como la vida de los activos más longevos.

Para un operador móvil, algunos activos pueden tener una vida útil de entre 25 y 40 años, por lo que se llegan a utilizar series de tiempo de hasta 50 años. Para las redes fijas, sin embargo, algunos activos, como los ductos, pueden alcanzar el final de su vida útil más allá de los 40 años. Como consecuencia de ello, puede ser necesario desarrollar un modelo capaz de calcular los costos de activos con vidas de al menos 50 años.

### *Implementación de la previsión de tráfico durante la serie de tiempo definida*

Dado que no sería realista efectuar una previsión detallada y precisa para el periodo total del modelo, el modelo pretende efectuar una previsión para un periodo razonable de tiempo que cubra un periodo similar al periodo regulatorio (de cuatro a diez años).

El modelo se limita a modelar tecnologías existentes y no prevé introducir tecnologías que puedan aparecer en el futuro y no estén desplegadas actualmente en México.

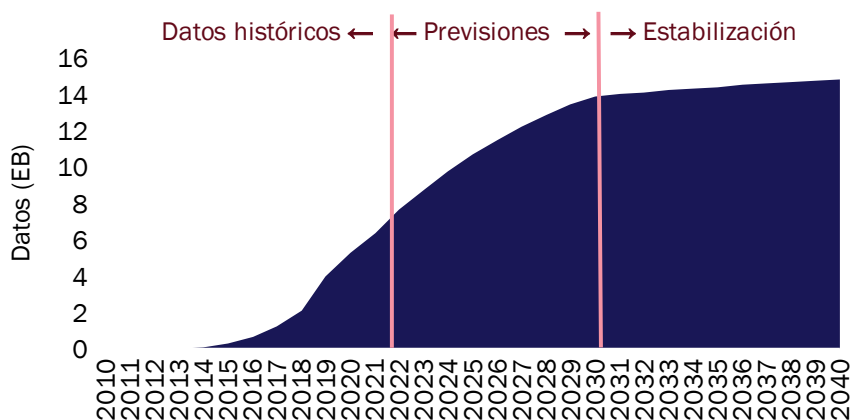


Figura 6.3: Ejemplo de la evolución del mercado para el modelo móvil [Fuente: Analysys Mason, 2023]

### *Impacto sobre la vida útil de las concesiones móviles*

Para alinear la duración de las concesiones móviles con la serie de tiempo elegida para el modelo – equivalente a 50 años– se asume que cada concesión es válida durante un periodo de 20 años y después renovable cada 15 años.

**Concepto 23:** El horizonte temporal será al menos tan amplio como el periodo más largo de vida útil de los activos, por lo que se sugiere que el modelo se construya incorporando un horizonte temporal de 50 años.

## 6.3 Determinación de costos incrementales y costos comunes

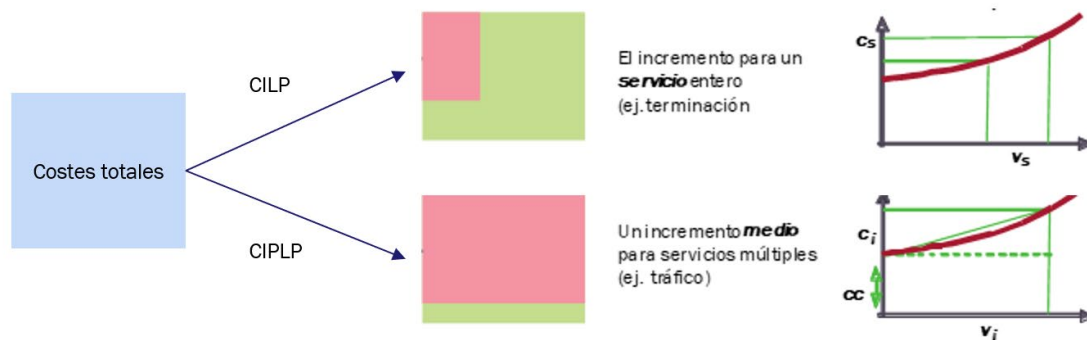
En el caso de México, tal y como se presenta en las secciones iniciales del documento, el modelo de costos deberá ser capaz de estimar costos con base a dos estándares de costos principales:

- Costos incrementales a largo plazo puros (CILP puro), para los servicios de interconexión en redes fijas y redes móviles

- Costos incrementales totales promedio a largo plazo (CITPLP), para el resto de los servicios mayoristas regulados incluidos en el modelo (usuario visitante, acceso indirecto al bucle y usuario visitante).

Para poder estimar los costos de servicios bajo cualquiera de estos estándares es necesario realizar una estimación precisa de los costos incrementales (y comunes, en el caso del estándar CITPLP) asociados a cada servicio. Este costo incremental es el costo que incurre un operador para satisfacer el incremento en la demanda de uno de sus servicios, bajo el supuesto de que la demanda de los otros servicios que ofrece el operador no sufre cambios. Para esta estimación de costos, los servicios pueden agruparse dentro de un mismo incremento, con definiciones diferentes para los estándares CITPLP y CILP Puro. A continuación, se ilustran las diferencias principales entre los distintos enfoques de costos incrementales.

Figura 6.4: Enfoques para definir el incremento [Fuente: Analysys Mason]



Las secciones a continuación describen la implementación propuesta para los distintos estándares de costos en el modelo.

**Concepto 24:** El modelo calculará los costos de servicios de interconexión utilizando un modelo CILP puro, y un modelo CITPLP para los costos de otros servicios regulados (usuario visitante, acceso indirecto al bucle y enlaces dedicados).

#### Enfoque CILP puro

El CILP Puro calcula los costos de un servicio con base en la diferencia entre los costos totales a largo plazo de un operador que provee el abanico total de servicios y los costos totales a largo plazo de un operador que ofrece todos los servicios salvo el servicio que se está costeadando, tal y como se muestra en la siguiente figura.

La aproximación CILP Puro es consistente con la recomendación de la Comisión Europea de 7 de mayo de 2009 sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE ('la Recomendación de la CE de 2009'.)



En la Recomendación de la CE de 2009, el costo incremental del volumen de terminación mayorista se evalúa ‘al margen’ de la función de costo. Al construir un modelo de costos ascendente que contenga algoritmos de diseño de red, es posible usar el modelo para calcular el costo incremental: ejecutándolo *con* y *sin* el incremento de que se trate (véase la Figura 6.5). Los costos unitarios de terminación de voz son entonces determinados como el cociente entre este costo y el volumen total de servicio.

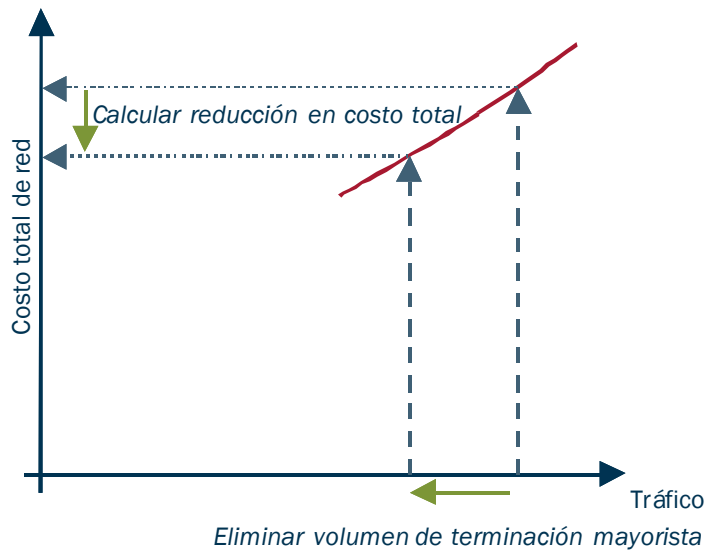
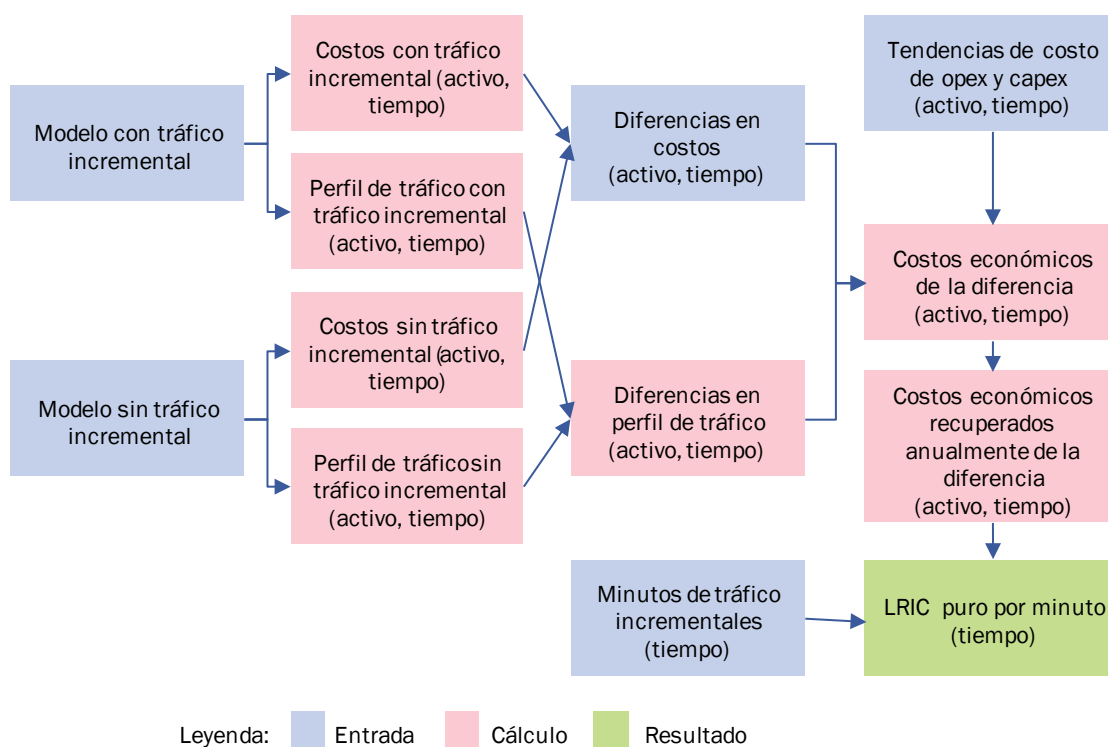


Figura 6.5: Cálculo del costo incremental del tráfico de terminación  
[Fuente: Analysys Mason]

El cálculo de los resultados obtenidos tras aplicar la metodología CILP puro se basa en los siguientes pasos (ver la Figura 6.6):

- cálculo de los costos de la red completa del operador, *sin* el incremento del servicio considerado (por ejemplo, tráfico de terminación de otras redes o tránsito).
- cálculo de los costos de la red completa del operador, *con* el incremento del servicio considerado (por ejemplo, tráfico de terminación de otras redes o tránsito).
- obtención de la diferencia en costos entre los dos cálculos obtenidos y la anualización de esta diferencia con base en la metodología de depreciación económica.
- división del costo anualizado total por el número de minutos incrementales del servicio considerado (tráfico de terminación de otras redes o tránsito) para la obtención del costo del minuto incremental.

Figura 6.6: Etapas necesarias para el cálculo del CILP puro [Fuente: Analysys Mason]



### Enfoque CITPLP

El enfoque de costo incremental total promedio de largo plazo (CITPLP), que es más consistente con el costeo promedio aplicado actualmente en la mayoría de la regulación fija y móvil, es un caso específico del enfoque de costo incremental promedio de largo plazo. Este puede ser descrito como un enfoque de grandes incrementos –todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red se suman en un gran incremento–; los costos de servicios individuales se identifican mediante la repartición del gran costo incremental (tráfico) de acuerdo con los factores de ruteo del uso de recursos promedio. La adopción de un gran incremento –en general, alguna forma de tráfico agregado– significa que todos los servicios que son suministrados se tratan juntos y de manera equitativa. Cuando uno de estos servicios es regulado, se ve beneficiado por las economías de escala promedio y no por un mayor o menor grado en estas economías. El uso de un gran incremento también limita los costos comunes a una evaluación del mínimo despliegue de red necesario para ofrecer el servicio.

La denominación ‘CITPLP’ utilizada implica la inclusión de costos comunes (p.ej. costos de la red que son comunes a todo el tráfico, como pueden ser los costos de cobertura, los costos de las concesiones y los gastos generales). El uso de un incremento grande implica que los costos comunes para los servicios de tráfico son automáticamente incluidos en el incremento.

Es también necesario identificar un incremento de usuarios que capture los costos que varían con el volumen de usuarios (no en función de cambios en el volumen de tráfico). El incremento de usuarios, que capturarán estos costos, debe ser definido cuidadosamente para ser consistente y transparente

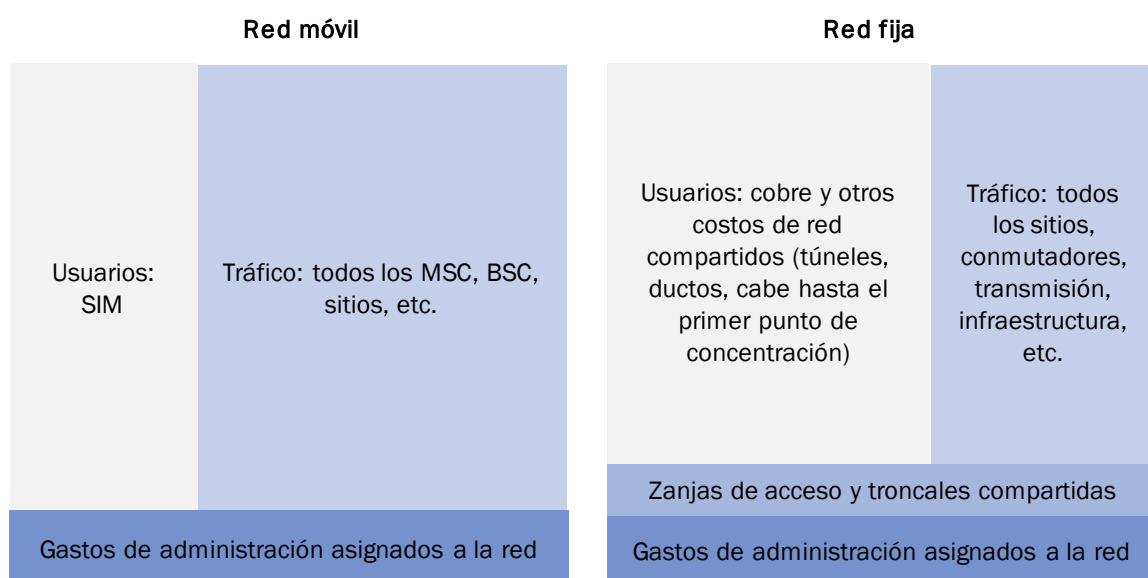
para la red fija y móvil. Estos costos son definidos como los costos promedio incrementales cuando nuevos usuarios son agregados a la red:

- en una red móvil, un nuevo usuario recibe una tarjeta SIM para poder enviar y recibir tráfico en el punto de concentración (el aire es la interfaz)
- en una red fija, un nuevo usuario deberá ser conectado a la tarjeta del conmutador, o equivalente en una NGN, mediante cobre, cable o fibra que vaya del usuario al punto de concentración.

Se propone que este ‘servicio incremental de usuario’ sea definido sencillamente como el derecho a unirse a la red de usuarios. Cualquier otro costo, incluyendo costos requeridos para establecer una red operacional pero solo con capacidad mínima, son recuperados mediante los incrementos de uso. Por consiguiente, todo el equipo para usuarios será también excluido (p.ej. teléfonos, módems, etc.).

En el siguiente diagrama se detallan los costos que deben incluirse en el modelo siguiendo este método.

Figura 6.7: Distribución de costos usando una metodología CITPLP [Fuente: Analysys Mason, 2023]



el cálculo de costos incrementales para un operador identificará algunos costos que son comunes a y/o compartidos con varios incrementos. Estos costos comunes y compartidos son requeridos para soportar uno o varios servicios, en dos o más incrementos, y no son atribuibles a incrementos en forma causal. Estos tienden a ser:

- **Costos comunes de tráfico** – partes de la red desplegada que son comunes a todos los servicios de la red (p.ej. la plataforma de voz o la concesión para servicios móviles).
- **Costos comunes de redes troncales (tráfico) y de acceso** – como puede ser el espacio físico requerido para la instalación de un conmutador donde se define la frontera entre la red troncal y la de acceso, o un túnel compartido. Estos no son aplicables para redes móviles.

- **La red de acceso** – puede ser considerada como un prerequisite para todos los servicios de tráfico que usen los usuarios.
- **Costos comunes que no son de red, o de administración, comunes a los servicios de red y a los minoristas** – componentes de costos comunes a todas las funciones del negocio (p.ej. el presidente).

Si todos los costos comunes están en un mismo incremento, al CILP del incremento se le agrega un margen adicional hasta llegar al costo ‘standalone’ (SAC) de proveer este incremento. Por tanto, el SAC representa el costo máximo con margen adicional para cualquier incremento –y en esa situación, el margen adicional para los otros incrementos sería cero–. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre varios incrementos, se requiere un mecanismo de márgenes adicionales para producir los CITPLP relevantes. Esto se muestra en la Figura 6.8.

Figura 6.8: CILP, SAC y CITPLP [Fuente: Analysys Mason]



El mecanismo de márgenes adicionales utilizado en la mayoría de los modelos de costos es el de igual proporción de margen adicional (EPMU, por sus siglas en inglés). Mediante este método, los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignado a los distintos servicios producidos. Su aplicación es sencilla, y resulta en un tratamiento uniforme de todos los servicios del negocio y no necesita parámetros adicionales.

El EPMU es el método generalmente utilizado debido a su objetividad y facilidad de implementación. Es consistente con las prácticas regulatorias a nivel mundial, por lo que se ha decidido utilizarlo en el modelo de costos.

**Concepto 25:** Se emplea el método EPMU para distribuir los costos comunes a cada servicio en el modelo CITPLP, pero se excluirá el *mark-up* del modelo CILP Puro.

## Anexo A Aplicación de la depreciación económica

La operación de una red de telefonía fija o móvil conlleva una serie de gastos e inversiones a lo largo del tiempo. Estos costos se contabilizan de la siguiente manera:

- **Gastos operativos (opex)** – estos gastos se registran en la cuenta de resultados del año en que se incurren –por lo tanto, no suponen la utilización de capital (excepto el capital circulante mensual necesario)–.
- **Gastos de capital (capex)** – estos gastos se registran en el libro de activos de la empresa y se amortizan con el tiempo, generando un retorno sobre la inversión debido al costo de oportunidad del capital empleado en los activos tangibles e intangibles.

El nivel de capex incurrido por una empresa se puede expresar de varias formas:

- **Capex acumulado** – el total de todas las inversiones de capital hechas en el negocio.
- **Valor contable bruto (GBV, por sus siglas en inglés)** – el total de todas las inversiones de capital hechas en el negocio, menos las inversiones hechas en activos que se han amortizado completamente o que se han retirado.
- **Valor de remplazo bruto (GRC, por sus siglas en inglés)** – el capex total que se requeriría para reemplazar todos los activos de la red en el momento actual.
- **Valor contable neto (NBV, por sus siglas en inglés)** – es el GBV menos la amortización acumulada de los activos.

Los costos que se incurren en un negocio móvil o fijo necesitan ser recuperados con el tiempo, y cualquier capital empleado (es decir, los costos que no se recuperan en el año en que se incurren) debe conseguir un retorno sobre la inversión. El método por el cual se recuperan estos costos es, en términos generales, el método de depreciación.

Teóricamente, la depreciación económica es el método apropiado para el costeo regulatorio ya que tiene en cuenta todos los factores subyacentes que influyen en el valor económico de un activo:

- tendencias proyectadas en los gastos operativos asociados a un activo (tendencias de opex MEA)
- tendencias proyectadas para el remplazo de un activo por su unidad moderna equivalente (tendencias de inversiones en MEA, por sus siglas en inglés)
- la producción que puede ser generada por el activo.

En las redes móviles, la producción de los elementos de red ha crecido enormemente a medida que su utilización ha aumentado en los últimos diez años. Mientras que algunos activos de red (como los TRX) escalan de manera razonable con los volúmenes de tráfico, otros activos –como aquellos relacionados con la red de cobertura o el costo de una concesión– han experimentado incrementos

de un orden de magnitud en términos de producción. Como tal, la aplicación de la depreciación económica está más extendida en los modelos de costos móviles que el proxy de la anualidad inclinada (*tilted annuity*). El efecto de incluir un perfil de producción creciente en el cálculo de la depreciación es un mayor nivel de costos de amortización en los años en que la utilización de los activos es mayor, sujeto a la inversión y a que se recupere completamente el capital empleado.

La depreciación económica puede ser implementada de muchas maneras diferentes con varias fórmulas. Sin embargo, es probable que todos los métodos de depreciación económica se apoyen en un cálculo del NPV de algún tipo. El cálculo del NPV asegura que el perfil de recuperación de los costos proyectados (es decir, los ingresos) recupera todos los gastos además del costo de oportunidad del capital empleado. Como tal, es posible aplicar la depreciación económica a los gastos operativos, ya que estos gastos del negocio son como cualquier otro gasto: si se contabilizan en la cuenta de pérdidas y ganancias o a través de la depreciación de los gastos, se requiere que compensen por el retraso en la recuperación de los costos (es decir, conseguir un retorno sobre el capital empleado).

En los diferentes métodos de depreciación económica<sup>24</sup> se han aplicado varios perfiles para dar forma al perfil de recuperación de costos a lo largo del tiempo (p.ej. relacionados con las tendencias de precios, la escala de un operador individual, la disputabilidad del mercado). Sin embargo, para el modelo, se adoptará una forma clara y concisa de depreciación económica que considere:

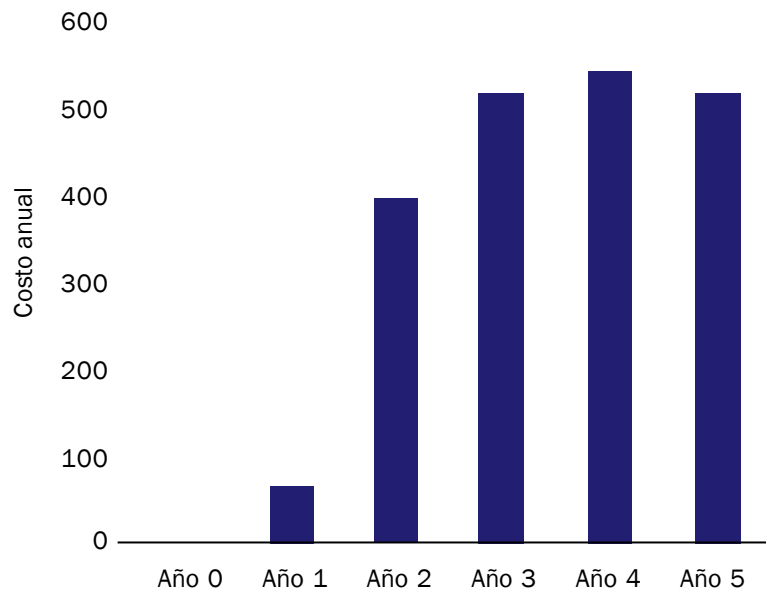
- series temporales completas de gastos incurridos eficientemente
- un perfil de recuperación de costos que refleje el cambio en precios de los MEA que se utilicen en la producción
- el perfil de la producción a lo largo del tiempo, que refleje el nivel de demanda que cada operador ha conseguido (y que se proyecta que consiga) a lo largo del tiempo.

A modo de ejemplo, se ilustra el perfil de costos anualizados a través de la depreciación económica para la situación en la que los ingresos de los elementos de red se incrementan (tomando la forma de una curva) de 10 en el año 1 a 100 en el año 4. El perfil de la depreciación se encuentra influido por la forma de los ingresos a lo largo del tiempo y la disminución de los precios de los MEA que se pueden ver en la Figura A.1.

---

24

Específicamente, los métodos implementados por Analysys Mason para los reguladores del Reino Unido, Suecia y Noruega



*Figura A.1:  
Recuperación  
económica de los  
costos [Fuente:  
Analysys Mason]*