

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA LAS TARIFAS ASIMÉTRICAS POR LOS SERVICIOS DE INTERCONEXIÓN QUE COBRARÁ EL AGENTE ECONÓMICO PREPONDERANTE.

#### ANTECEDENTES

- I. Lineamientos para desarrollar modelos de costos. El 12 de abril de 2011 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (en lo sucesivo, "DOF") la *"Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los Lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones"* (en lo sucesivo, los "Lineamientos").
- II. Elaboración de los Modelos de Costos. Para la construcción de los modelos de costos, la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, la "Comisión") contrató a un experto independiente con amplia experiencia y altamente calificado en el desarrollo de modelos de costos. Los modelos de costos fueron desarrollados por el personal de la extinta Comisión y el experto, apegándose a los Lineamientos y conforme a bases internacionalmente reconocidas.
- III. Consulta Pública. Mediante convocatoria publicada en la página de Internet de la extinta Comisión, del 27 de abril al 1° de junio de 2012, se llevó a cabo un proceso de consulta pública de los modelos de costos de interconexión fijo y móvil, con la finalidad de fortalecer la transparencia de las resoluciones que, en cada caso concreto, se emitan para determinar las tarifas de interconexión de conformidad con el artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, la "LFT").

4 La consulta pública permitió recabar comentarios de la industria, académicos, especialistas en la materia y del público en general, mismos que fueron debidamente valorados y, en su caso tomados en consideración por la extinta Comisión para fortalecer los modelos de costos, tal como se documentó en la respuesta a la señalada consulta pública, misma que se encuentra disponible en la página de Internet del Instituto Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, el "Instituto").

- IV. Aprobación del modelo de costos de interconexión fijo. El 10 de abril de 2013, el Pleno de la extinta Comisión en su XI Sesión Ordinaria, mediante Acuerdo P/100413/209, aprobó el modelo de costos de interconexión fijo, el cual se encuentra disponible en la página de Internet del Instituto.
- V. Aprobación del modelo de costos de interconexión móvil. El 10 de abril de 2013, el Pleno de la extinta Comisión en su XI Sesión Ordinaria, mediante Acuerdo P/100413/210, aprobó el modelo de costos de interconexión móvil, el cual se encuentra disponible en la página de Internet del Instituto.
- VI. Reforma constitucional en materia de telecomunicaciones. El 11 de junio de 2013 se publicó en el DOF el "*Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6o., 7o., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones*" (en lo sucesivo, el "Decreto"). En el artículo Octavo Transitorio del Decreto, se estableció que el Instituto debía determinar la existencia de Agentes Económicos Preponderantes en los sectores de radiodifusión y de telecomunicaciones, e imponer las medidas necesarias para evitar que se afecte la competencia y la libre concurrencia y, con ello, a los usuarios finales, dentro de un plazo de 180 días siguientes a su integración.
- VII. Estatuto Orgánico. El Pleno del Instituto mediante Acuerdo adoptado en su I Sesión, celebrada el 20 de septiembre de 2013, aprobó el "*Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones*" (en lo sucesivo, el "Estatuto"), mismo que fue publicado en el DOF el 23 de septiembre de 2013, el cual persigue como fin, entre otras cosas, dotar a las Unidades Administrativas de facultades suficientes para conocer de los asuntos competencia del Instituto, a efecto de ejercer las facultades constitucionales y legales que le permitan sustanciar los procedimientos a cargo de éste.
- VIII. Determinación del Agente Económico Preponderante. El 6 de marzo de 2014, el Pleno del Instituto, en su V Sesión Extraordinaria aprobó la "*RESOLUCIÓN MEDIANTE LA CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA AL GRUPO DE INTERÉS ECONÓMICO DEL QUE FORMAN PARTE AMÉRICA MÓVIL, S.A.B. DE C.V., TELÉFONOS DE MÉXICO, S.A.B. DE C.V.; TELÉFONOS DEL NOROESTE, S.A. DE C.V., RADIOMÓVIL DIPSA, S.A.B. DE C.V., GRUPO CARSO, S.A.B. DE C.V., Y GRUPO FINANCIERO INBURSA, S.A.B. DE C.V., COMO AGENTE ECONÓMICO PREPONDERANTE EN EL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES Y LE IMPONE LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA EVITAR QUE*

*SE AFECTE LA COMPETENCIA Y LA LIBRE CONCURRENCIA*", aprobada mediante Acuerdo P/IFT/EXT/060314/76 (en lo sucesivo, la "Resolución del AEP").

Dentro del Acuerdo P/IFT/EXT/060314/76 como anexo 1, el Pleno del Instituto aprobó las *"MEDIDAS RELACIONADAS CON INFORMACIÓN, OFERTA Y CALIDAD DE SERVICIOS, ACUERDOS EN EXCLUSIVA, LIMITACIONES AL USO DE EQUIPOS TERMINALES ENTRE REDES, REGULACIÓN ASIMÉTRICA EN TARIFAS E INFRAESTRUCTURA DE RED, INCLUYENDO LA DESAGREGACIÓN DE SUS ELEMENTOS ESENCIALES Y, EN SU CASO, LA SEPARACIÓN CONTABLE, FUNCIONAL O ESTRUCTURAL AL AGENTE ECONÓMICO PREPONDERANTE, EN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES"* (en lo sucesivo, las "Medidas Móviles").

Asimismo, como anexo 2, el Pleno del Instituto aprobó las *"MEDIDAS RELACIONADAS CON INFORMACIÓN, OFERTA Y CALIDAD DE SERVICIOS, ACUERDOS EN EXCLUSIVA, LIMITACIONES AL USO DE EQUIPOS TERMINALES ENTRE REDES, REGULACIÓN ASIMÉTRICA EN TARIFAS E INFRAESTRUCTURA DE RED, INCLUYENDO LA DESAGREGACIÓN DE SUS ELEMENTOS ESENCIALES Y, EN SU CASO, LA SEPARACIÓN CONTABLE, FUNCIONAL O ESTRUCTURAL AL AGENTE ECONÓMICO PREPONDERANTE EN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES FIJOS"* (en lo sucesivo, las "Medidas Fijas").

En virtud de los citados Antecedentes, y

#### CONSIDERANDO

PRIMERO.- Decreto de Reforma Constitucional. Mediante el Decreto publicado el 11 de junio de 2013 en el DOF, se creó al Instituto, como un órgano constitucional autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuyo objeto es el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones conforme a lo dispuesto en la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo, la "Constitución") y en los términos que fijan las leyes, teniendo a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, así como del acceso a infraestructura activa, pasiva y otros insumos esenciales, garantizando lo establecido en los artículos 6o. y 7o. de la Constitución.

Asimismo, el Instituto es la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones, por lo que en éstos ejercerá en forma exclusiva las facultades que este artículo y las leyes establecen para la Comisión Federal de Competencia Económica y regulará de forma asimétrica a los participantes

en estos mercados con el objeto de eliminar eficazmente las barreras a la competencia y la libre concurrencia; impondrá límites a la concentración nacional y regional de frecuencias, al concesionamiento y a la propiedad cruzada que controle varios medios de comunicación que sean concesionarios de radiodifusión y telecomunicaciones que sirvan a un mismo mercado o zona de cobertura geográfica, y ordenará la desincorporación de activos, derechos o partes necesarias para asegurar el cumplimiento de estos límites, garantizando lo dispuesto en los artículos 6o. y 7o. de esta Constitución.

SEGUNDO.- Integración del Instituto. El 10 de septiembre de 2013, el Instituto quedó formalmente integrado en términos de lo dispuesto por el artículo Sexto Transitorio del Decreto, mediante la ratificación por parte del Senado de la República de los nombramientos de los Comisionados que integran su órgano de gobierno y la designación de su Presidente.

TERCERO.- Competencia del Instituto. De conformidad con el artículo 28 de la Constitución, el Instituto es un órgano autónomo, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones, conforme a lo dispuesto en la propia Constitución y en los términos que fijen las leyes. Para tal efecto, tendrá a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, así como del acceso a infraestructura activa, pasiva y otros insumos esenciales, garantizando lo establecido en los artículos 6o. y 7o. de la Constitución.

Aunado a esto, el Instituto es la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones, por lo que en éstos ejercerá en forma exclusiva las facultades que este artículo y las leyes establecen para la Comisión Federal de Competencia Económica y regulará de forma asimétrica a los participantes en estos mercados con el objeto de eliminar eficazmente las barreras a la competencia y la libre concurrencia.

4 El artículo Octavo Transitorio, fracción III, del Decreto establece que el Instituto deberá determinar la existencia de Agentes Económicos Preponderantes en los sectores de radiodifusión y de telecomunicaciones, e imponer las medidas necesarias para evitar que se afecte la competencia y la libre concurrencia y, con ello, a los usuarios finales. Dichas medidas se deben emitir en un plazo no mayor a ciento ochenta días naturales contados a partir de la fecha de integración del Instituto e incluirán en lo aplicable, las relacionadas con información, oferta y calidad de servicios, acuerdos en exclusiva, limitaciones al uso de equipos terminales entre redes, regulación asimétrica en tarifas e infraestructuras de red, incluyendo la desagregación de sus elementos esenciales y, en su caso, la separación contable, funcional o estructural de dichos agentes.

En ese sentido, los artículos 8 y 9 del Estatuto establecen que el Pleno del Instituto es el órgano de gobierno del mismo, contando, entre otras atribuciones, con la de planear, formular y conducir las políticas, así como regular el desarrollo de las telecomunicaciones, además de regular, promover y supervisar el uso, aprovechamiento y explotación eficiente del espectro radioeléctrico y las redes de telecomunicaciones.

Asimismo, las fracciones III y XII del artículo 9 del Estatuto, disponen que el Pleno del Instituto tiene como atribuciones expedir disposiciones administrativas de carácter general, normas, planes técnicos fundamentales, lineamientos, modelos de costos, procedimiento de homologación y certificación; así como ordenar la realización de proyectos de adecuación, modificación y actualización de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas que resulten pertinentes.

De igual forma, la fracción XIX del artículo 9 del Estatuto, dispone que el Pleno del Instituto tiene como atribución determinar la existencia de agentes económicos preponderantes y con poder sustancial en el mercado relevante, en los sectores de radiodifusión y de telecomunicaciones, e imponer las medidas necesarias para evitar que se afecte la competencia y la libre concurrencia que incluirán entre otras, las relacionadas con información, oferta y calidad de servicios, acuerdos en exclusiva, limitaciones al uso de equipos terminales entre redes, regulación asimétrica en tarifas e infraestructura de red, incluyendo la desagregación de sus elementos esenciales y en su caso la separación contable, funcional o estructural de dichos agentes.

Aunado a lo anterior, las fracciones XXI y XXII del artículo 9 del Estatuto, establecen como atribución del Pleno del Instituto regular de forma asimétrica a los participantes en los mercados de radiodifusión y telecomunicaciones con el objeto de eliminar eficazmente las barreras a la competencia y libre concurrencia, así como imponer límites a la concentración nacional y regional de frecuencias, al concesionamiento y a la propiedad cruzada que controle varios medios de comunicación que sean concesionarios de radiodifusión y telecomunicaciones que sirvan a un mismo mercado o zona de cobertura geográfica, y ordenar la desincorporación de activos, derechos o partes necesarias para asegurar el cumplimiento de estos límites; así como ordenar medidas para eliminar las barreras a la competencia y la libre concurrencia, regular el acceso a insumos esenciales, y ordenar la desincorporación de activos, derechos, partes sociales o acciones de los agentes económicos, en las proporciones necesarias para eliminar efectos anticompetitivos, en los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones.

Al efecto, el 6 de marzo de 2014, de conformidad con los artículos Octavo y Noveno Transitorios del Decreto, el Instituto aprobó la Resolución del AEP. En esta resolución, el Instituto determinó como Agente Económico Preponderante en el sector de telecomunicaciones al Grupo de Interés Económico conformado por América Móvil,

S.A.B. de C.V., Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. (en lo sucesivo, "Telmex"), Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, "Telnor"), Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, "Telcel"), Grupo Carso, S.A.B. de C.V., y Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V. y le impuso las medidas necesarias para evitar que se afecte la competencia y la libre concurrencia y, con ello, a los usuarios finales. Lo anterior se realizó dentro del plazo de 180 días naturales referidos en el artículo Octavo Transitorio del Decreto.

Ahora bien, en cuanto a las medidas impuestas al AEP, la Medida TRIGÉSIMA SEXTA de las Medidas Fijas (referida en el anexo 2 de la Resolución del AEP) dispone lo siguiente:

*"TRIGÉSIMA SEXTA.- Las tarifas por los Servicios de Interconexión relativos al servicio de Tránsito, Origenación y de Terminación que cobrará el Agente Económico Preponderante será determinada con base en un Modelo de Costos elaborado de conformidad con la "Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones", publicada el 12 de abril de 2011 en el Diario Oficial de la Federación, o aquellas que la modifiquen o sustituyan, pero considerando la participación del Agente Económico Preponderante, medida en términos de usuarios finales.*

*El Agente Económico Preponderante deberá acordar las demás tarifas de Servicio de Interconexión no previstas en el párrafo anterior, así como las que pagará por Servicios de Interconexión prestados por otro concesionario. En caso de que las partes no logren acordar dichas tarifas, podrán solicitar la intervención del Instituto de conformidad con las disposiciones legales y administrativas aplicables. En este caso, el Instituto resolverá las tarifas por los Servicios de Interconexión que deberán pagarse con base en una metodología de costos incrementales promedio de largo plazo.*

*Las tarifas por los Servicios de Interconexión, relativos a Tránsito, Origenación y Terminación de tráfico que pagará el Agente Económico Preponderante se determinará con base en un Modelo de Costos elaborado de conformidad con la "Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones", publicada el 12 de abril de 2011 en el Diario Oficial de la Federación, o aquellas que la modifiquen o sustituyan."*

La Medida QUINCUAGÉSIMA NOVENA de las Medidas Móviles (referida en el anexo 1 de la Resolución del AEP) establece lo siguiente:

*"QUINCUAGÉSIMA NOVENA.- Las tarifas por los Servicios de Interconexión, relativos al servicio de Terminación en su red pública de telecomunicaciones que cobrará el Agente Económico Preponderante será determinada con base en un Modelo de Costos elaborado de conformidad con la "Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones", publicada el 12 de abril de 2011 en el Diario Oficial de la Federación, o aquellas que la modifiquen o sustituyan pero considerando la participación del Agente Económico Preponderante, medida en términos de usuarios finales a nivel nacional y la disponibilidad del espectro, del Agente Económico Preponderante.*

*El Agente Económico Preponderante deberá acordar las demás tarifas de Servicios de Interconexión no previstas en el párrafo anterior, así como las que pagará por Servicios de Interconexión prestados por otro concesionario. En caso de que las partes no logren acordar dichas tarifas, podrán solicitar la intervención del Instituto de conformidad con las disposiciones legales y administrativas aplicables. En este caso, el Instituto resolverá las tarifas por los Servicios de Interconexión que deberán pagarse, con base en una metodología de costos incrementales promedio de largo plazo.*

*Las tarifas por los Servicios de Interconexión, relativos al servicio de Originación, Tránsito y Terminación de Tráfico que pagará el Agente Económico Preponderante se determinará con base en un Modelo de Costos elaborado de conformidad con la Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones, publicada el 12 de abril de 2011 en el Diario Oficial de la Federación, o aquellas que la modifiquen o sustituyan."*

4  
Por lo anterior y de conformidad con lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo Séptimo Transitorio del Decreto, el cual establece que de no haberse realizado las adecuaciones al marco jurídico previstas en el artículo Tercero Transitorio del mismo a la fecha de la integración del Instituto, éste ejercerá sus atribuciones conforme a lo

dispuesto en el Decreto y en lo que no se oponga a éste en las leyes vigentes en materia de competencia económica, radiodifusión y telecomunicaciones, el Instituto resulta competente para emitir el presente Acuerdo.

**CUARTO.-** Lineamientos para desarrollar los modelos de costos.- En los Lineamientos se establecen los términos que deberán observarse para desarrollar los modelos de costos que se utilizarán para resolver las tarifas de interconexión aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones, conforme a lo siguiente:

*"SEGUNDO.- En la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología de Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo.*

*El Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo se define como el costo total que una concesionaria podría evitar en el largo plazo si dejara de proveer el Servicio de Interconexión relevante pero continuará proveyendo el resto de los servicios, además de permitir recuperar los Costos Comunes por medio de asignaciones de costos.*

*Se entenderá como Costos Comunes a aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.*

*Los Costos Comunes se asignarán por medio de la metodología de Margen Equi-proporcional. La unidad de medida que se empleará en los Modelos de Costos para los servicios de originación y terminación de voz en redes de servicios fijos y móviles cuando éstos se midan por tiempo, será el segundo. Para otras modalidades o Servicios de Interconexión, la Comisión Federal de Telecomunicaciones especificará la unidad de medida que se utilice en la elaboración de los Modelos de Costos de acuerdo con las mejores prácticas internacionales.*

*La unidad monetaria en la que se expresarán los resultados de los Modelos de Costos será en pesos mexicanos.*

**4** *TERCERO.- Los Modelos de Costos que se elaboren deberán considerar elementos técnicos y económicos de los Servicios de Interconexión, debiéndose emplear el enfoque de modelos ascendentes o ingenieriles (Bottom-Up).*

*La Comisión Federal de Telecomunicaciones podrá hacer uso de otros modelos de costos y de información financiera y de contabilidad separada con que disponga para verificar y mejorar la solidez de los resultados.*



En cuanto al diseño y configuración de la red, se propone utilizar un enfoque Scorched-Earth que utilice información sobre las características geográficas y demográficas del país para considerar los factores que son externos a los operadores y que representan limitaciones o restricciones para el diseño de las redes. Los resultados de este modelo se calibrarán con información del número de elementos de red que conforman las redes actuales.

CUARTO.- La metodología empleada por los Modelos de Costos para la amortización de los activos será la metodología de Depreciación Económica.

La Depreciación Económica se define como aquella que utiliza el cambio en el valor de mercado de un activo período a período, de tal forma que propicia una asignación eficiente de los recursos a cada uno de los periodos de la vida económica del activo.

QUINTO.- Dentro del período temporal utilizado por los Modelos de Costos se deberán considerar las tecnologías eficientes disponibles, debiendo ser consistente con lo siguiente:

- La tecnología debe ser utilizada en las redes de los concesionarios que proveen servicios de telecomunicaciones tanto en nuestro país como en otros, es decir, no se debe seleccionar una tecnología que se encuentre en fase de desarrollo o de prueba.
- Deben replicarse los costos y por lo tanto considerarse los equipos que se proveen en un mercado competitivo, es decir, no se deben emplear tecnologías propietarias que podrían obligar a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones a depender de un solo proveedor.
- La tecnología debe permitir prestar como mínimo los servicios que ofrecen la mayoría de los concesionarios o proveedores de los servicios básicos como voz y transmisión de datos. Además, con ciertas adecuaciones en la red o en sus sistemas, esta tecnología deberá permitir a los concesionarios ofrecer nuevas aplicaciones y servicios, como acceso de banda ancha a Internet, transmisión de datos a gran velocidad, entre otros.

Los Modelos de Costos deberán de incluir un Anexo Técnico en el que se expliquen detalladamente los supuestos, cálculos y metodología empleada en la elaboración de los mismos.

SEXTO.- Para determinar la escala del concesionario de red pública de telecomunicaciones que será utilizado como concesionario representativo en la determinación de los costos de proveer el Servicio de Interconexión a través de los Modelos de Costos, se tomará en cuenta el número de concesionarios

que prestan el Servicio de Interconexión, así como la escala determinada por reguladores de otros países para los diferentes servicios relevantes.

SEPTIMO.- Para el cálculo del Costo de Capital que se empleará en el Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante se utilizará la metodología del Costo de Capital Promedio Ponderado, el cual es el promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital.

Las variables relevantes para el cálculo del Costo de Capital Promedio Ponderado se definirán en función de la escala del concesionario representativo en cada Servicio de Interconexión relevante, y con base en información financiera de empresas comparables. En el cálculo se considerará la tasa impositiva efectivamente pagada de acuerdo a la legislación fiscal vigente.

OCTAVO.- El cálculo del Costo de Capital Accionario se realizará mediante la metodología del Modelo de Valuación de Activos Financieros (CAPM), el cual señala que el rendimiento requerido por el capital accionario se relaciona con una tasa libre de riesgo, el rendimiento de mercado y un parámetro que estima el riesgo sistemático asociado a un activo en particular.

NOVENO.- En la elaboración de los Modelos de Costos no se considerarán costos no asociados a la prestación del Servicio de Interconexión relevante; tampoco se considerará para determinar las tarifas de interconexión algún margen adicional por concepto de externalidades.

La Tarifa de Interconexión no incluirá cualquier otro costo fijo o variable que sea recuperado a través del usuario.

DECIMO.- Para el pronóstico de las variables a emplearse en el Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante, la Comisión Federal de Telecomunicaciones considerará un conjunto de modelos de pronóstico, mismos que evaluará de acuerdo a su capacidad de predicción, tomando como base criterios estadísticos estándar existentes en la literatura especializada.

4 Para los Modelos de Costos, la Comisión Federal de Telecomunicaciones utilizará los pronósticos de los modelos que mejor desempeño hayan tenido de acuerdo al criterio de selección y, en su caso, utilizará una combinación de pronósticos cuando su desempeño sea mejor al pronóstico de los modelos individuales."

QUINTO.- Determinación de tarifas asimétricas al Agente Económico Preponderante. La interconexión de las redes y el establecimiento de condiciones equitativas, constituyen un elemento clave en el desarrollo de la competencia efectiva del sector. Además, a medida que las redes interconectadas cuentan con un mayor número de usuarios suscritos, mayor será el beneficio que obtengan estos usuarios de conectarse a la misma. Si la interconexión entre concesionarios no se diera, el usuario tendría que contratar necesariamente los servicios de telecomunicaciones con todas las redes que existieran para asegurar que su universo de llamadas llegara a su destino, de no hacerlo sólo podría establecer comunicación con los usuarios que también hubieran contratado los servicios de telecomunicaciones con la red a la que él se encuentra suscrito.

La interconexión se ha convertido en los últimos años en un factor crítico debido al desarrollo tecnológico y al surgimiento de nuevos servicios, ya que ésta permite que los distintos concesionarios coexistan para ofrecer sus servicios a todos los usuarios.

Es por ello que al ser la interconexión un insumo empleado por todos los concesionarios, se hace necesario establecer condiciones que permitan generar un entorno de competencia efectiva para todos los participantes del sector, y que el acceso a dicho recurso se realice con base en los costos de proveer el servicio, tomando en consideración las mejores prácticas internacionales en la determinación de las tarifas de los servicios de interconexión.

En este tenor, el Decreto mandata el deber de garantizar la competencia en el sector telecomunicaciones. Para lo anterior se requiere de una regulación adecuada, precisa e imparcial de la interconexión, que promueva y facilite el uso eficiente de las redes, fomente la entrada en el mercado de competidores eficientes, y permita la expansión de los existentes, incorpore nuevas tecnologías y servicios, y promueva un entorno de sana competencia entre los operadores.

4 En este sentido, se considera que en un escenario donde debe prevalecer la competencia en la prestación de todos los servicios de telecomunicaciones, es necesario establecer tarifas de interconexión que estén basadas en costos, ya que esto constituye una política que es neutral para el desarrollo de la competencia, en la medida que no se distorsiona el crecimiento eficiente del sector, ya que todos los participantes del mercado acceden a un elemento básico como lo es la interconexión, sin que ninguno obtenga ventajas extraordinarias en la prestación de dicho servicio.

Es importante señalar que en la industria de telecomunicaciones históricamente, los países heredaron el monopolio que controlaba el acceso a la red de transmisión y que las empresas rivales requieren contar con acceso a ella para ofrecer un servicio más

completo<sup>1</sup>; esto se traduce en que una característica importante de la industria de las telecomunicaciones es en gran medida el acceso desigual a las redes.

La literatura especializada en interconexión identifica diferentes tipos de "cuellos de botella", en torno al acceso a la red. Una de las más comunes es la llamada acceso unidireccional<sup>2</sup>. El acceso unidireccional (one-way access) se refiere a las situaciones en las que una empresa de telecomunicaciones detenta una red que representa un insumo necesario para la comercialización de servicios por parte de otras empresas; por lo tanto, se trata de una empresa que ejerce el dominio sobre una red en situación de monopolio natural. Una característica que distingue a este esquema de mercado es que la empresa que detenta el insumo no requiere ningún insumo del resto de las empresas. Especialmente en el caso de empresas verticalmente integradas -servicio local con servicio de larga distancia-, éste es el caso de las empresas competidoras de larga distancia: requieren de la red de acceso local pero la red de acceso local no requiere el acceso a las empresas de larga distancia.

Existe otro caso de cuello de botella conocido como el acceso bidireccional (two-way access), en donde cada empresa propietaria de una red requiere del acceso a otra red para ampliar su calidad y capacidad de servicio. En estos términos, las redes son interdependientes y el acceso a la red como insumo corre de manera bidireccional.

Aunque las empresas incurren en un costo por terminar una llamada, el establecimiento de la tarifa de interconexión, es en mayor medida una estrategia de competencia. Debido a que cada empresa tiene el control sobre la terminación de llamadas en su red, éstas aprovechan tal situación para mejorar su participación de mercado y sus ganancias y, en una situación en la cual una empresa tiene ventajas por su tamaño de red, las empresas pueden aprovechar dicha situación para obstaculizar la entrada de nuevos competidores o para debilitar a los competidores actuales.

En este contexto, en el largo plazo las empresas entrantes o con baja cuota de mercado tienen dificultades para competir debido a que aun cuando exista un patrón de equilibrio en las llamadas, la probabilidad de que una llamada sea originada y terminada en la misma red es mayor en tanto mayor es la participación de mercado de la empresa.<sup>3</sup> Por lo tanto, existen situaciones en las cuales, los suscriptores de empresas pequeñas son más susceptibles de pagar tarifas más altas<sup>4</sup>.

4 De esta forma el Instituto consideró en la Resolución del AEP el establecimiento de una regulación asimétrica en tarifas de interconexión como una política regulatoria que

<sup>1</sup> Laffont, J.J., Rey, P., & Tirole Network Competition: I, Overview and Nondiscriminatory Pricing. The RAND Journal of Economics.

<sup>2</sup> Armstrong, M. (1998) Network interconnection in the telecommunications. The Economic Journal

<sup>3</sup> Carter, M., & Wright, J. (2003) Asymmetric Network Interconnection. Review of Industrial Organization.

<sup>4</sup> Gans, J. & Kings, S. (2001). Using "bill and keep" Interconnection Arrangements to Soften Network Competition. Economic Letters

aminora las desventajas derivadas por el tamaño de red y que permita a las empresas de menor tamaño contar con planes tarifarios que las posicionen de una manera competitiva en la provisión de servicios.

Es por ello que, a efecto de establecer condiciones equitativas de competencia en el sector de telecomunicaciones, el Instituto consideró procedente el establecimiento de tarifas de interconexión asimétricas durante un determinado periodo regulatorio.

Además, en una industria con fuertes economías de escala y alcance como es la de telecomunicaciones, la existencia de un concesionario que cuenta con una elevada participación de mercado le otorga ventajas importantes en costos.

Asimismo, en el caso del servicio de telefonía móvil, donde la tarifa de interconexión es un componente importante de la tarifa final al usuario, la existencia de un operador que cuente con ventajas en costos se puede traducir en una desventaja para las redes más pequeñas.

Ello se debe a que para las redes pequeñas, las llamadas telefónicas *off-net* hacia la red del concesionario de mayor tamaño constituyen una parte importante de su oferta comercial, en el sentido de que el tráfico va a fluir hacia la red en la que se encuentre el mayor número de usuarios, en este sentido, los competidores requieren de la interconexión a una tarifa competitiva con la red de mayor tamaño, ya que de lo contrario carecerían de viabilidad, ya que no podrían mantener su clientela o atraer nuevos clientes si no pudieran terminar las llamadas que sus usuarios quisieran hacer a los usuarios que pertenecen a la red de mayor tamaño.

En este contexto, que el Instituto consideró que el establecimiento de tarifas de interconexión asimétricas permitiría eliminar las desventajas competitivas a las que se pueden enfrentar empresas de menor escala, propiciando el desarrollo de la competencia y la provisión de servicios, incluyendo las áreas rurales y semiurbanas.

Es así que en la Resolución del AEP, el Instituto estableció que las tarifas por los servicios de interconexión de origenación, terminación y tránsito se calcularán con base en los Lineamientos pero considerando la participación del Agente Económico Preponderante, medida en términos de usuarios finales a nivel nacional y la disponibilidad del espectro en el caso de los servicios móviles.

4 Los Lineamientos definieron la utilización de un modelo de costos que tomara en cuenta los costos en los que incurre un operador representativo eficiente, y que le otorgara un margen adecuado de ganancia por las inversiones realizadas.

En el caso del Agente Económico Preponderante, y como se ha expuesto anteriormente, puede beneficiarse de las economías de escala y alcance derivadas de su participación de mercado, las cuales se traducen en menores costos, obteniendo un mayor beneficio que el operador representativo; por lo cual para establecer condiciones equitativas tanto en la prestación de servicios finales como en

los servicios de interconexión, es necesario que el modelo de costos tome en cuenta esta variable relevante.

Asimismo, tratándose de los servicios de telecomunicaciones móviles, uno de los elementos que pueden otorgar una ventaja competitiva importante es la tenencia total de espectro, así como la tenencia de espectro de baja frecuencia, toda vez que ello permite minimizar el despliegue de sitios, debido a que un mismo sitio permite cubrir un radio más grande o bien no es necesario el despliegue de sitios adicionales a efecto de reutilizar las frecuencias.

En este sentido, es absolutamente pertinente que las características relevantes del Agente Económico Preponderante que se tomen en cuenta para la determinación de las tarifas de interconexión sean la participación de mercado medida en términos de usuarios, y la disponibilidad de espectro tratándose de servicios de telecomunicaciones móviles.

De esta manera la aplicación de la metodología definida en los Lineamientos, permite calcular los costos de un operador eficiente pero que, sin embargo, refleje las particularidades aplicables al Agente Económico Preponderante, reflejando así los costos eficientemente incurridos por dicho agente.

Ahora bien, la Medida Primera de las Medidas Fijas y Móviles, establece que:

*"PRIMERA.- Las presentes medidas serán aplicables al Agente Económico Preponderante en el sector de telecomunicaciones a través de sus integrantes que cuenten con títulos de concesión de Red Pública de Telecomunicaciones o que sean propietarios o poseedores de Infraestructura Pasiva, así como de los que lleven a cabo las actividades reguladas en el presente instrumento."*

En este sentido, la determinación de las tarifas por los Servicios de Interconexión serán aplicables a Telmex, Telnor y Telcel, toda vez que son los integrantes del Agente Económico Preponderante que cuentan con títulos de concesión de Red Pública de Telecomunicaciones, de conformidad con lo siguiente:

- 4
- a) Concesión de Telmex. El 10 de marzo de 1976, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en lo sucesivo, la "Secretaría"), otorgó a Telmex, un título de concesión para construir, operar y explotar una red de servicio telefónico público. El 10 de diciembre de 1990, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la "Modificación al Título de Concesión de Teléfonos de México, S.A. de C.V.", para construir, instalar, mantener, operar y explotar una red pública telefónica por un periodo de 50 (cincuenta) años contados a partir del 10 de marzo de 1976, con cobertura en todo el territorio nacional, con excepción del área concesionada a Telnor (en lo sucesivo, la "Concesión de Telmex").

b) Concesión de Telnor. El 26 de mayo de 1980, la Secretaría otorgó a Telnor un título de concesión para construir, operar y explotar una red de servicio telefónico público. El 7 de diciembre de 1990, la Secretaría emitió la modificación al título de concesión de Telnor, para construir, instalar, mantener, operar y explotar una red pública telefónica con cobertura en todo el estado de Baja California, del municipio de San Luis Río Colorado, así como la ciudad de Sonoita y sus áreas aledañas, en el estado de Sonora (en lo sucesivo, la "Concesión de Telnor").

c) Concesiones de Telcel.

- El 7 de octubre de 1998, la Secretaría otorgó a Telcel una concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones para prestar el servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil (en lo sucesivo, la "Concesión de Telcel").
- El 7 de octubre de 1998, la Secretaría otorgó a Telcel nueve (9) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado para la prestación del servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil, en la banda de frecuencias de 1.9 GHz en las nueve (9) regiones en que se dividió el territorio nacional.
- El 13 de octubre de 2000, la Secretaría otorgó a Telcel una prórroga y modificación de concesión para operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, para prestar el servicio de radiotelefonía móvil con tecnología celular y el servicio de radiotelefonía móvil a bordo de vehículos en los estados de México, Hidalgo, Morelos y el Distrito Federal.
- El 13 de octubre de 2000, la Secretaría otorgó a Telcel dos (2) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado; la primera para prestar el servicio de radiotelefonía móvil con tecnología celular en la banda de frecuencias de 800 MHz en la Región 9 y, la segunda, para prestar el servicio de radiotelefonía móvil a bordo de vehículos en la banda de frecuencias de 400 MHz en el área metropolitana de la Ciudad de México.
- El 21 de abril de 2005, la Secretaría otorgó a Telcel nueve (9) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado para la prestación del servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil, en la banda de

4

frecuencias de 1.9 GHz en las nueve (9) regiones en que se dividió el territorio nacional.

- El 9 de mayo de 2005, mediante Oficio 112.202.-1979 la Secretaría autorizó la cesión parcial de derechos de 8.4 MHz de nueve (9) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para prestar el servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil, en la banda de frecuencias de 1.9 GHz en las nueve (9) regiones en que se dividió el territorio nacional, que le fueron otorgadas originalmente a Sistemas Profesionales de Comunicación, S.A. de C.V., el 27 de septiembre de 1999.
- El 3 de mayo de 2010, la Secretaría otorgó a Telcel las correspondientes prórrogas y modificaciones de títulos de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en las regiones 1, 2, 3, 6, 7 y 8, así como las respectivas prórrogas de títulos de concesión para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico.
- El 1° de octubre de 2010, la Secretaría otorgó a Telcel nueve (9) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado en el segmento de 1710-1770/2110-2170 Mhz en las nueve (9) regiones en que se dividió el territorio nacional.
- El 29 de noviembre de 2011, la Secretaría otorgó a Telcel las correspondientes prórrogas y modificaciones de títulos de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en las regiones 4 y 5, así como las respectivas prórrogas de títulos de concesión para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico.

SEXTO.- Determinación de las tarifas por los Servicios de Interconexión relativos al servicio de Tránsito, Orignación y de Terminación que cobrará el Agente Económico Preponderante a que se refiere la Medida TRIGÉSIMA SEXTA de las Medidas Fijas.

M Para la determinación de tarifas de interconexión por servicios de originación, terminación y tránsito en las redes públicas de telecomunicaciones fijas de Telmex y Telnor, es necesario atender los esquemas de interconexión en los que sea posible llevar a cabo el intercambio de tráfico en diferentes niveles jerárquicos dentro de dichas redes.



En el caso concreto, los esquemas de interconexión consisten en el intercambio de tráfico en las Áreas de Servicio Local (en los sucesivos, "ASL"), que cuentan con puntos de interconexión y de las cuales dependen las ASL de origen o destino que no tienen dichos puntos, así como en el intercambio de tráfico dentro de las distintas jerarquías de puntos de interconexión.

Al respecto, el artículo 43 fracción V de la LFT dispone que la interconexión se llevará a cabo en cualquier punto de conmutación u otros en que sea técnicamente factible. Por tanto es obligación de los concesionarios señalar y poner a disposición de los demás concesionarios, un punto de interconexión con el que se podrá acceder a todos los usuarios de una o varias ASL en las que presten sus servicios. En una ASL podrá existir más de un punto de interconexión, siempre y cuando cada punto de interconexión cubra a todos los usuarios de una o varias ASL.

Por tanto, se desprende que a través de un punto de interconexión se pueden cubrir los usuarios de una o varias ASL, dependiendo del nivel en que se encuentre dicho punto de interconexión dentro de la estructura de la red pública de telecomunicaciones por la que se conduzca el tráfico.

Para efectos de lo anterior, es importante señalar que es técnicamente factible que se lleve a cabo el intercambio de tráfico en una central de interconexión con jerarquía superior, toda vez que es posible el transporte y la terminación de tráfico en una central subordinada a ésta.

Como se observa en la figura 1, el concesionario de la Red A, interconectado con el concesionario de la Red B en la Central B, estaría en posibilidad de intercambiar tráfico originado y/o terminado en usuarios conectados en la propia Central B, o bien en las centrales B.1 y B.2, jerárquicamente subordinadas a la Central B.

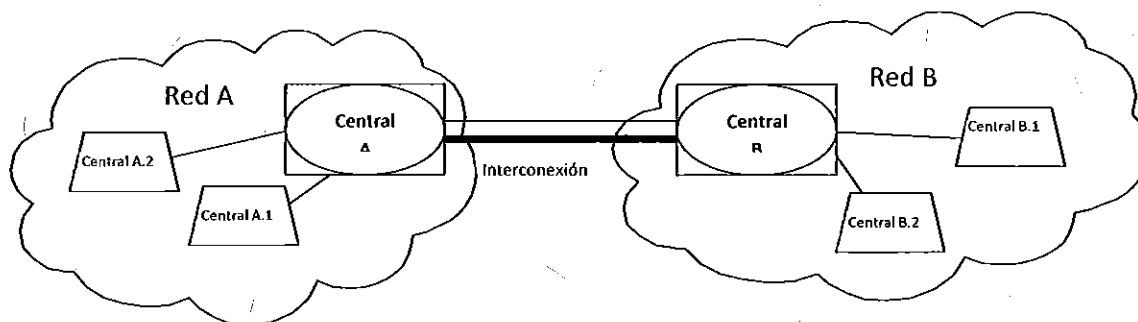


Figura 1. Interconexión a través de centrales jerárquicamente superiores.

Lo anterior es acorde para la determinación de tarifas de interconexión objeto del presente Acuerdo. Por tanto, es técnicamente factible que la interconexión entre los concesionarios solicitantes con las redes fijas de Telmex y Telcel se lleve a cabo en las ASL que cuentan con puntos de interconexión y de las cuales dependen las ASL de

origen o destino que no tienen puntos de interconexión, o bien, dentro de los puntos de interconexión que dependan del nivel jerárquico en el que se curse el tráfico.

El esquema anterior permite que las comunicaciones que realicen los suscriptores que dependan de cualquiera de las centrales de la Red A sean entregadas a los suscriptores de la Red B, a través de la Central B, la cual corresponde al punto más próximo para entregar las comunicaciones a los suscriptores de las centrales B.1 y B.2. Además de que tal esquema es técnicamente eficiente en la medida que sólo se hace uso de los elementos técnicos que son necesarios para entregar las comunicaciones.

Con el referido esquema de interconexión el concesionario solicitante se encontraría en posibilidad de entregar la comunicación que se origine en su red y que tenga como destino final algún usuario de las redes fijas de Telmex y Telnor que se ubique en las ASL que no cuentan con punto de interconexión.

Se permite el acceso de manera desagregada a las funciones y componentes que son necesarios para intercambiar las comunicaciones entre las redes públicas de telecomunicaciones de los concesionarios involucrados.

Permite establecer un esquema de interconexión económicamente eficiente derivado de que los concesionarios no estarían obligados a establecer centrales de conmutación utilizadas para interconexión en cada ASL, sino que haciendo uso de las centrales ya existentes pueden dar servicios a través de las mismas a usuarios propios o de otros concesionarios logrando con ello un uso eficiente de la infraestructura ya instalada y propiciando una disminución de los costos de proveer los servicios.

En este sentido, los esquemas de interconexión para la determinación de tarifas de interconexión objeto del presente Acuerdo, se ajustan a lo dispuesto por el artículo 43 fracciones II, V, VIII y IX de la LFT, en virtud de que:

- I. Permite el acceso de manera desagregada a servicios, capacidad y funciones de las redes sobre bases de tarifas no discriminatorias.
- II. Se lleva a cabo la interconexión en cualquier punto de conmutación u otros en que sea técnicamente factible.
- III. Es posible entregar la comunicación al operador seleccionado por el suscriptor en el punto más próximo en que sea técnicamente eficiente.
- IV. Se entrega la comunicación a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo.

De igual forma, se considera que en términos del artículo 42 de la LFT los concesionarios están obligados a interconectar sus redes sin hacer distinción alguna respecto a: (i) los servicios de telecomunicaciones que se prestan a través de dichas redes; (ii) la

tecnología utilizada en cada una de las redes de telecomunicaciones; (iii) los servicios de interconexión que se presten; o (iv) si se trata del primer convenio de interconexión o si existe otro convenio ya suscrito, en este último caso podría referirse al mismo servicio pero con diferente vigencia o respecto a otro tipo de servicio con diferente esquema de interconexión.

Adicionalmente, el artículo 41 de la LFT, establece que la obligación de los concesionarios de adoptar arquitecturas abiertas de red que permitan la interconexión e interoperabilidad de las redes. En este sentido, los concesionarios deben adoptar las medidas necesarias para cumplir con dicho principio.

En virtud de que la interconexión es obligatoria y ésta no se restringe a áreas geográficas, derivado de que la no interconexión en algunas áreas evitaría el desarrollo de la competencia, es necesario mencionar que en congruencia con el artículo 41 de la LFT, todas las redes del país deben estar obligadas a la interconexión independientemente del área geográfica en la que presten sus servicios y a fin de asegurar la máxima eficiencia en la interconexión, es procedente que un mismo punto de interconexión pueda atender varias ASL.

A este respecto, es importante considerar que la Regla Segunda, fracción XI de las Reglas del Servicio Local (en lo sucesivo "RdSL"), establece que:

*"Grupo de centrales de servicio local.- Conjunto de centrales locales dentro del cual se cursa tráfico público conmutado sin la marcación de un prefijo de acceso al servicio de larga distancia;"*

Por su parte la Regla Sexta de las RdSL, dispone que:

*"Regla Sexta. Una central de servicio local podrá formar parte de uno o varios grupos de centrales de servicio local. Al efecto, los concesionarios de servicio local deberán solicitar autorización a la Comisión, quien asignará la numeración local que se utilizará en la central, de conformidad con el Plan de Numeración. Dicha central deberá tener interconexión en todos los grupos de centrales de servicio local de los que forme parte".*

Por lo anterior, se puede señalar que una central puede formar parte de uno o varios grupo de centrales del servicio local y que por lo tanto puede intervenir en el intercambio de tráfico para cualquiera de los grupos de centrales a los que pertenezca, además dicha central deberá tener interconexión en todos los grupos de centrales de servicio local de los que forme parte.

En este tenor, existen ASL en las que Telmex y Telnor prestan el servicio de telefonía local fija pero no cuentan con equipos que realicen la función de conmutación en dichas ASL. En este caso, es necesario que las llamadas se transporten a través de enlaces existentes hasta la ASL en que se dispone de dichos equipos, en donde se

realiza la función de conmutación, y la llamada regresa a la misma ASL para terminar en el usuario final.

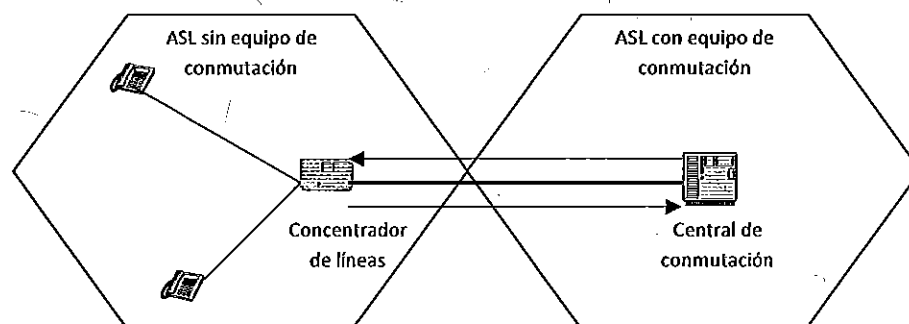


Figura 2. Prestación del servicio de telefonía local.

En este esquema, la central de conmutación forma parte de ambas ASL y conforme a las RdSL esta central debe tener interconexión para atender a las dos ASL a las que pertenece.

Asimismo, la Regla Vigésimasegunda, fracciones III y IV de las RdSL, prevé que:

*"Regla Vigésimasegunda. Los concesionarios de servicio local que se interconecten en un grupo de centrales de servicio local determinado, se sujetarán a lo siguiente:*

*(...)*

- III. Cualquier concesionario de servicio local que opere una o más centrales locales dentro de un grupo de centrales de servicio local ubicadas en las poblaciones a que se refiere la REGLA QUINTA TRANSITORIA, deberá, previa solicitud de otro concesionario de servicio local, ofrecer interconexión en cualquiera de las centrales que operen en dicho grupo, y*
- IV. Los concesionarios de servicio local podrán convenir que la interconexión para cursar tráfico público conmutado local dentro del grupo de centrales de servicio local de que se trate, se lleve a cabo en cualquier punto acordado entre las partes. Los concesionarios de servicio local no deberán aplicar cargos adicionales a la tarifa de terminación en la central de destino por la realización de esta función."*

Por su parte, la Regla Quinta Transitoria de las RdSL establece que:

*"(...) Los concesionarios de servicio local que presten servicios en las poblaciones antes indicadas deberán interconectar sus redes con las de los concesionarios de servicio local que se los soliciten, dentro de los 180 días naturales posteriores a la celebración del convenio de interconexión respectivo. Asimismo, cuando un concesionario de servicio local pretenda dar servicio en un sitio localizado fuera de las poblaciones listadas en la*

*presente Regla Transitoria, los concesionarios de servicio local existentes que presten servicios en el grupo de centrales de servicio local a que corresponda dicho sitio, deberán ofrecer interconexión para cursar tráfico público conmutado local desde alguna de las ciudades poblaciones, de conformidad con lo establecido en la fracción IV de la Regla Vigésimasegunda. (...)*

De conformidad con las Reglas antes citadas, se desprende que Telmex y Telnor están obligados a ofrecer interconexión a los concesionarios que pretendan dar servicio en un sitio localizado fuera de las poblaciones que se mencionan en la Regla Quinta Transitoria. A manera de ejemplo, el concesionario "A" pretende dar servicio en un sitio fuera de las poblaciones mencionadas en la citada Regla, la interconexión con las redes fijas de Telmex y Telnor tendría que realizar desde alguna población incluida en la Regla Quinta Transitoria. En este sentido, las llamadas locales originadas en el sitio del concesionario "A" son transportadas mediante enlaces propios o arrendados hasta la central de conmutación de Telmex y Telnor ubicada en la población incluida en la Regla Quinta Transitoria, para que sean enrutadas hasta el equipo del usuario final localizado en el sitio donde se originó la llamada. En términos de la fracción IV de la Regla Vigésimasegunda de las RdSL, dicho esquema no implica un cargo adicional.

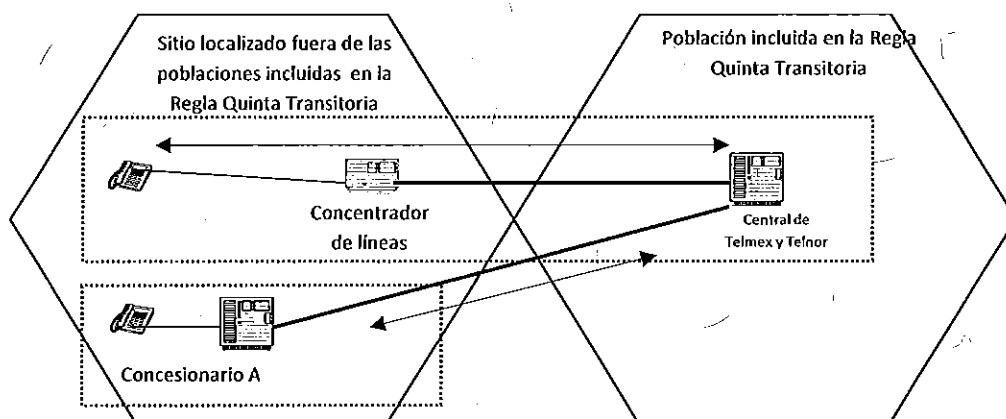


Figura 3. Ejemplo de la Regla Quinta Transitoria de las RdSL.

De lo anterior, se advierte que: i) las ASL que no cuentan con equipos de conmutación están subordinadas a las ASL que tienen centrales de conmutación, ii) las llamadas originadas y terminadas en las ASL sin equipo de conmutación se consideran como locales y se cobran como tales, no obstante que se transporta el tráfico hasta el ASL en la que se realizan las funciones de conmutación y iii) las funciones y componentes utilizados en todos los casos para terminar las llamadas que son entregadas en la ASL con punto de interconexión hasta la ASL sin punto de interconexión en la que se encuentra el usuario de destino, son los mismos.

Ahora bien, en el caso de Europa por ejemplo, los cargos de interconexión en las redes fijas están expresados como una función del nivel jerárquico de la red del operador incumbente donde se ubica el punto de interconexión ("POI", por sus siglas en inglés). En este sentido, se han definido tarifas de interconexión de acuerdo a los siguientes niveles jerárquicos de la red:

- Nivel local ("Local Level", en inglés): el punto de interconexión está localizado en el nivel local de intercambio, el cual se encuentra ubicado en el nivel jerárquico más bajo posible de la red telefónica del operador incumbente (usuarios finales que son conectados directamente a la red).
- Nivel de tránsito simple ("Single Transit Level", en inglés): el punto de interconexión está localizado en el nivel jerárquico de red ubicado justo sobre el nivel de intercambio local, el cual se denomina "central maestra" conectada a distintas centrales locales. La interconexión para los operadores alternativos en el Single Transit Level puede recibir y terminar tráfico desde/hacia los usuarios conectados a todas las centrales locales que dependen de la central maestra.
- Nivel de tránsito doble ("Double Transit Level", en inglés): el punto de interconexión está localizado en una central maestra conectada directamente con otras centrales maestras. Esto permite a los operadores alternativos recibir y entregar tráfico con una amplia cobertura nacional.

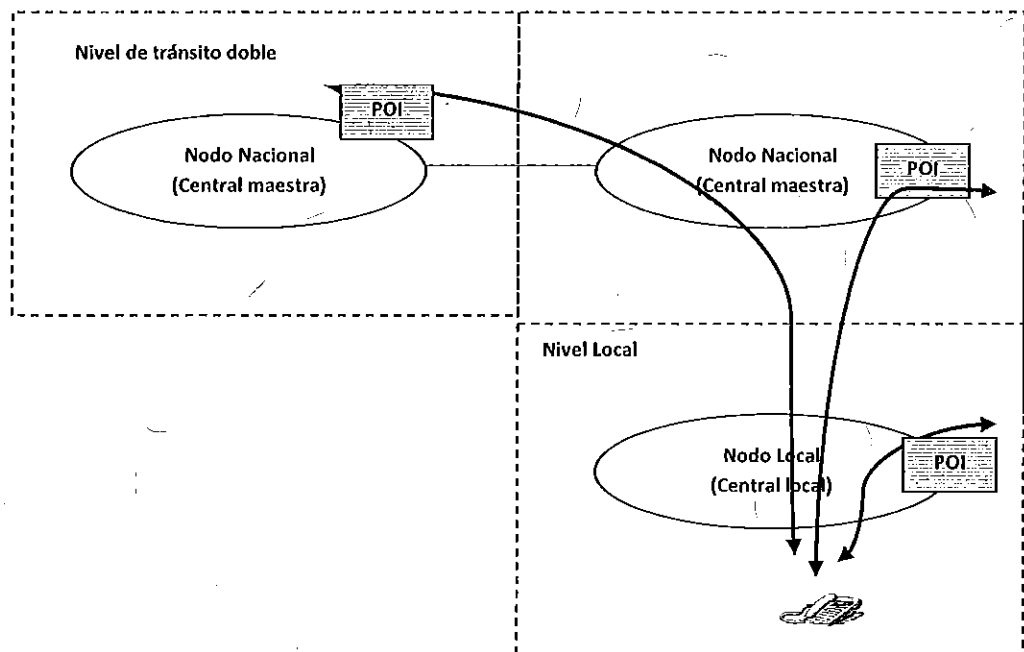


Figura 4. Niveles jerárquicos. Fuente: Cullen International.

Es importante señalar que el esquema de la figura 4 corresponde al diseño de una red telefónica basada en la técnica de conmutación de circuitos, en donde, se determina la tarifa de interconexión de acuerdo al nivel en el que se entregue la llamada.

En México, en el pasado se resolvieron las tarifas de interconexión conforme a un modelo de costos que consideraba una red telefónica basada en la conmutación de circuitos y tomaba en cuenta el nivel de la jerarquía del punto de interconexión donde se entregaba la llamada, para lo cual se consideraban en promedio los pasos de conmutación y transmisión necesarios para entregar la llamada hasta el usuario de destino, de tal manera que se definieron tarifas de interconexión cuando la llamada se entregaba en una central con capacidad de enrutamiento, en una central de tránsito interurbano (en lo sucesivo, "CTI") y las que requerían dos CTI's para llegar hasta el destino final.

Con el desarrollo de las nuevas redes y servicios que operan con el Protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés), se está dando un cambio tecnológico en las redes de telecomunicaciones donde la tecnología de conmutación de paquetes está reemplazando a la técnica de conmutación de circuitos, implementada en la mayor parte de las redes hasta hace algunos años. Asimismo, el actual entorno competitivo acelera el fenómeno de la evolución hacia IP. Esto es en gran parte, porque la tecnología se ha ido adaptando, en mayor medida, a las necesidades de los usuarios, además de que en el mediano plazo permite menores costos operativos y unas inversiones en capital razonables, derivado principalmente a que los proveedores de equipos al vender los mismos, a un mayor número de empresas que utilizan dicha tecnología, permite ofrecer los mismos a precios más accesibles.

La migración de las redes de telecomunicaciones a tecnologías IP ha estado impulsada por los beneficios que representa para los operadores su implementación. La tecnología IP ha implicado una reducción en los costos de prestación de servicios de telecomunicaciones. Por un lado el uso de la tecnología IP ha permitido reducir los costos unitarios de los operadores debido a que ha hecho posible la prestación de múltiples servicios a través de una sola red, repartiendo así los costos fijos entre un mayor número de servicios.

México no ha sido la excepción respecto a la tendencia de que las redes migren a nuevas tecnologías, por lo que los operadores han estado migrando a tecnologías IP. Incluso desde 2007 los operadores ofrecen servicios de telefonía IP a usuarios finales.

*H* Adicionalmente, el cambio en el diseño de las redes públicas de telecomunicaciones para soportar la oferta de nuevos servicios, se puede observar considerando los desarrollos que se han dado en las redes instaladas en México; a manera de ejemplo Telmex en el *"Reporte Anual presentado de acuerdo a las disposiciones de carácter general aplicables a las emisoras de valores para el año terminado el 31 de diciembre"*

de 2011<sup>45</sup>, presentado por Telmex ante la Bolsa Mexicana de Valores, se desprende lo siguiente:

*"(...) Conectividad-Red de transporte de datos*

*En 2011 continuamos con el despliegue nacional de equipos de transporte con tecnología Carrier Ethernet, para nuestra red de datos. Este despliegue nos permite contar con una solución de transporte pura y altamente eficiente para servicios basados en protocolo de Internet (IP) y Ethernet, consolidando una plataforma convergente "All IP" para soportar el crecimiento de servicios multimedia. Esta red es la extensión natural de la red IP/MPLS desde el centro de nuestra infraestructura hacia las instalaciones de nuestros clientes.*

*Con el objeto de aumentar la capacidad de transmisión de nuestra red óptica también utilizamos tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) que envía señales de luz de diferentes longitudes de onda para alcanzar altas capacidades en un solo par de fibras ópticas. Con esta tecnología se ha preparado a la red de transporte para soportar toda la demanda derivada del crecimiento de la banda ancha y en la actualidad está manejando sistemas con capacidad de 520 Gbps y rutas que alcanzan los 1.29 Tbps.*

*En nuestra red de transporte de datos continuamos usando el respaldo con anillos ópticos, totalmente redundantes, a través de equipos SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y SDH de nueva generación que permite recuperar automáticamente la red en menos de 50 milisegundos en caso de falla e incrementar el ancho de banda progresivamente.*

*Operamos tecnologías de conexión óptica automática, que nos permiten enlazar las señales transmitidas por fibra óptica con mayor eficacia en la red.*

*Conectividad-Red de datos convergente*

*Ofrecemos servicios de datos basados en el protocolo IP a través de una plataforma convergente IP/MPLS de alta capacidad y alto rendimiento. Esta plataforma complementa nuestra red de transporte óptica y nos permite expandir nuestra red central con enlaces de hasta 10 Gbps, con redundancia y cobertura nacional e internacional. La tecnología utilizada en nuestra red proporciona la flexibilidad necesaria para ofrecer velocidades de acceso que van de los 64 kbps a los 155 Mbps para redes privadas multiservicios.*

*La capacidad de nuestra red IP permite la diferenciación de servicios integrados de datos y video. Esta característica nos permite proveer de manera*

<sup>45</sup> [http://www.telmex.com/mx/corporativo/pdf/pt\\_descarga.jsp?a=reporte\\_anual2011.pdf](http://www.telmex.com/mx/corporativo/pdf/pt_descarga.jsp?a=reporte_anual2011.pdf)



*eficiente una amplia variedad de servicios, como acceso a Internet, redes privadas virtuales, acceso inalámbrico a Internet y aplicaciones multimedia.*

(...)"

De lo antes expuesto, se considera que en México se han desarrollado redes fijas de telecomunicaciones que operan con la mejor tecnología disponible a nivel mundial, en el sentido de que se encuentran diseñadas con base en una plataforma centralizada de conmutación de paquetes bajo el protocolo IP, que le permite explotar de manera eficiente la infraestructura instalada, mediante prestación de múltiples servicios bajo la misma red alcanzando con ello economías de escala y de alcance.

La tecnología más eficiente actualmente para que una empresa preste múltiples servicios de telecomunicaciones y satisfacer la creciente demanda de datos es la basada en el Protocolo de Internet, por lo que la red considerada en el Modelo de Costos de la Autoridad está basada en esta tecnología. El uso de tecnología IP en el Modelo de Costos es consistente con el enfoque económico que busca evaluar los costos corrientes de un operador eficiente.

Por el contrario, el uso de un modelo de costos que considere una red tradicional basada en la técnica de conmutación de circuitos (TDM) llevaría a la Autoridad a incorporar ineficiencias en las tarifas de interconexión que finalmente serían trasladadas por los concesionarios a los usuarios finales en la forma de mayores tarifas y retrasaría la adopción de nuevas tecnologías por parte de los concesionarios.

En virtud de lo anterior, el diseño de la red está basado en una empresa hipotética existente que presta servicios de voz y datos, y que por lo tanto se debe de elegir aquella tecnología que permita satisfacer la demanda de servicios de telecomunicaciones en el horizonte de tiempo considerado por el modelo. Como se ha señalado anteriormente, la demanda por servicios de datos y el número de usuarios de internet de banda ancha se han incrementado de manera significativa, por lo que la forma eficiente de proporcionar los servicios mencionados es por medio de una red que utiliza tecnologías modernas de conmutación y de transmisión basadas en el protocolo Ethernet; el cual además de tener costos menores de los de una red tradicional, se beneficia del uso compartido de activos para la prestación de servicios de voz y datos.

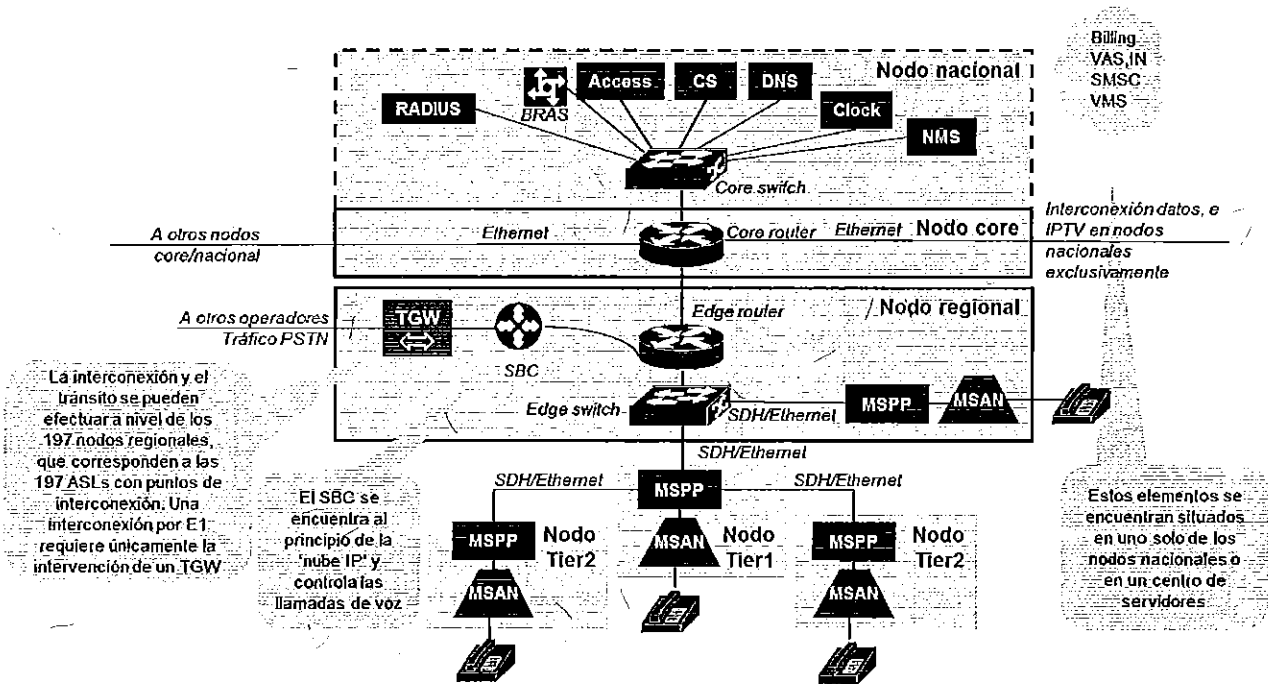
4 La arquitectura de la red perteneciente a la empresa hipotética existente, debe ser acorde a las características propias de la tecnología elegida, en el caso que nos ocupa la red a modelar debe estar basada en una plataforma centralizada en vez de en una estructura jerárquica, respecto a la conmutación de tráfico. La red del operador hipotético eficiente consta de un conjunto de nodos centrales (core node), los cuales realizan las funciones de inteligencia de la red, como es la identificación del destino del tráfico, la facturación, el acceso a la red de datos, entre otras; cada nodo

central se encuentra conectado a un conjunto de nodos regionales.

En los nodos regionales se encuentra la infraestructura necesaria para intercambiar el tráfico terminado u originado en otras redes públicas de telecomunicaciones; los cuales tienen la capacidad de convertir las señales TDM en IP a través de los trunk gateway (TGW, por sus siglas en inglés). Asimismo, los nodos regionales manejan el tráfico originado por los nodos de acceso, los cuales están jerarquizados en varios niveles que integran la red de acceso.

Las líneas de los usuarios se conectan con la red de conmutación y transporte mediante un Nodo de Acceso Multiservicio (MSAN), en el cual se maneja el tráfico de voz y datos bajo el protocolo IP para transmitirlo hacia otros puntos de la red, ya sea para comunicarse con usuarios de la misma red o de otra red, o acceder a servicios prestados por las redes. Los MSAN se encuentran distribuidos en cada uno de los nodos de niveles inferiores, así como en los nodos regionales. Para conectar los distintos nodos de la red, se utiliza una combinación de topologías de anillo, así como de enlaces redundantes (resilient link).

El Dibujo 1 presenta de manera simplificada la estructura y diseño de la red de transmisión y conmutación bajo el protocolo IP que permite ofrecer servicios de voz y datos a los usuarios.



Dibujo 1. Arquitectura de la red. Esquema de la red del operador hipotético - escenario de interconexión regional.

Ahora bien, como se ha considerado en el presente Acuerdo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 43 fracciones V y IX de la LFT, se obliga a los concesionarios a llevar a cabo la interconexión en cualquier punto de conmutación u otros en que sea técnicamente factible, y entregar la comunicación a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo.

En este tenor, se considera a través de un punto de interconexión se pueden cubrir los usuarios de una o varias ASL, en virtud de que en la estructura de una red pública de telecomunicaciones existen centrales con distintos niveles jerárquicos que llevan a cabo funciones de conmutación y señalización, a fin de que puedan entregar las comunicaciones a los usuarios de destino.

De acuerdo con la arquitectura de red mostrada en el dibujo 1, los nodos nacionales o core, realizan las funciones de inteligencia de la red, como es la identificación del destino del tráfico. En este sentido, un nodo nacional A puede recibir tráfico de los nodos regionales A', A'', etc., que tiene conectados directamente y distribuirlo hacia dichos nodos a través de los cuales se entregan las comunicaciones al usuario de destino, o bien, puede entregar el tráfico en un nodo nacional B el cual esté conectado directamente al nodo nacional A, de tal manera que el tráfico se puede enrutar a cualquiera de los nodos regionales B', B'', etc., dependientes de ese nodo nacional B.

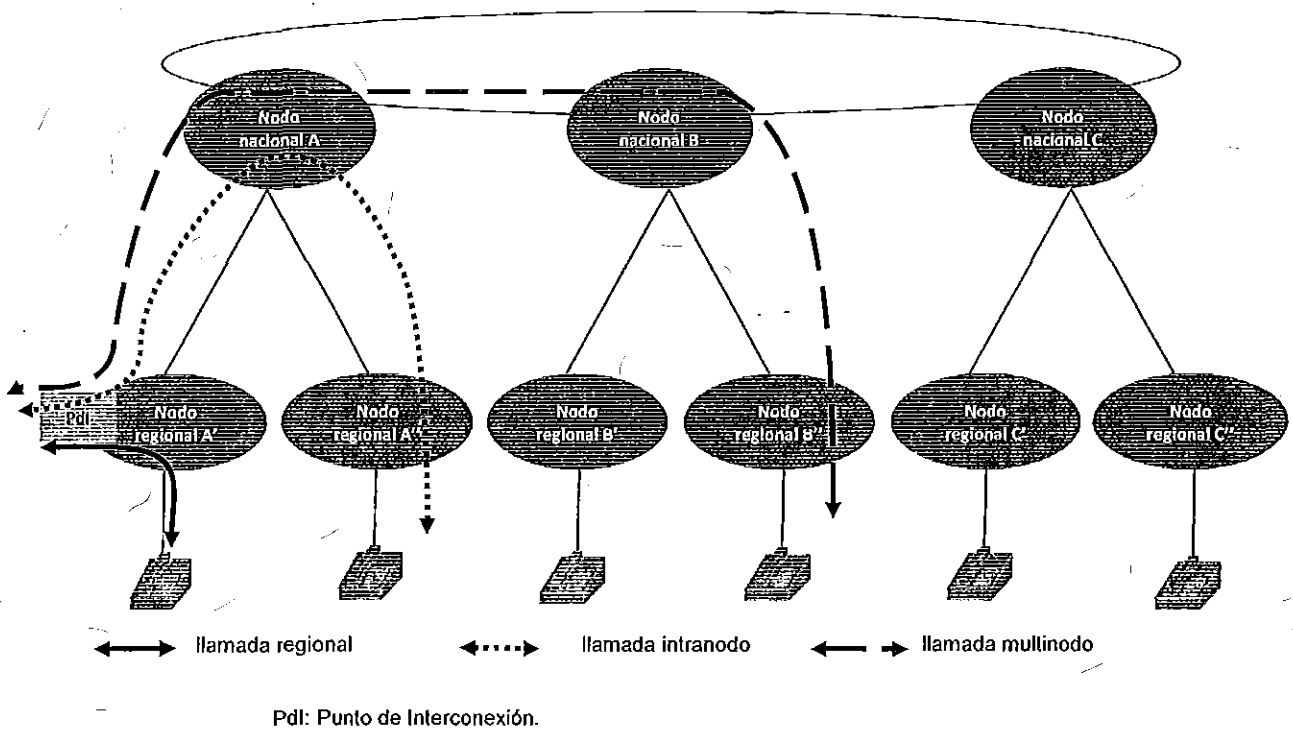
Cuando se calcula el costo de interconexión por la terminación de tráfico de voz en un usuario, un punto clave es el número de elementos de red que son necesarios para prestar el servicio, el cual está relacionado con el punto donde es entregada la llamada por otro operador, es decir, el punto de interconexión y el punto de la red en el que se encuentre el usuario de destino.

Por lo tanto, el Modelo de Costos de la Autoridad considera tres tipos de llamadas para la originación o terminación de tráfico proveniente de otras redes:

- a) La llamada regional, que corresponde a la entrega de tráfico en el nodo regional en el que se encuentra el punto de interconexión más cercano al usuario final, lo cual implica una originación o terminación local en la ASL en que se ubica el nodo regional, o bien, una originación o terminación en las ASL que dependen del nodo regional con punto de interconexión.
- M** b) La llamada intranodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico dentro del mismo nodo nacional, lo cual implica que la llamada se entrega en el nodo regional A' que tiene punto de interconexión, se transporta hasta el nodo nacional A y se entrega la llamada en la ASL en que se ubica el nodo regional A'', o bien, en las ASL que dependan del nodo regional A''.

- c) La llamada multinodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico hacia otro nodo nacional, lo cual implica que la llamada se entrega en el nodo regional A' que tiene punto de interconexión, se transporta hasta el nodo nacional A y de ahí cursa hacia el nodo nacional B, a efecto de que se entregue la llamada en la ASL en que se ubica cualquiera de los nodos regionales B', B'', etc., o bien, en las ASL que dependan de los nodos regionales B', B'', etc.

Los esquemas de llamadas antes referidos se ilustran en el dibujo 2.



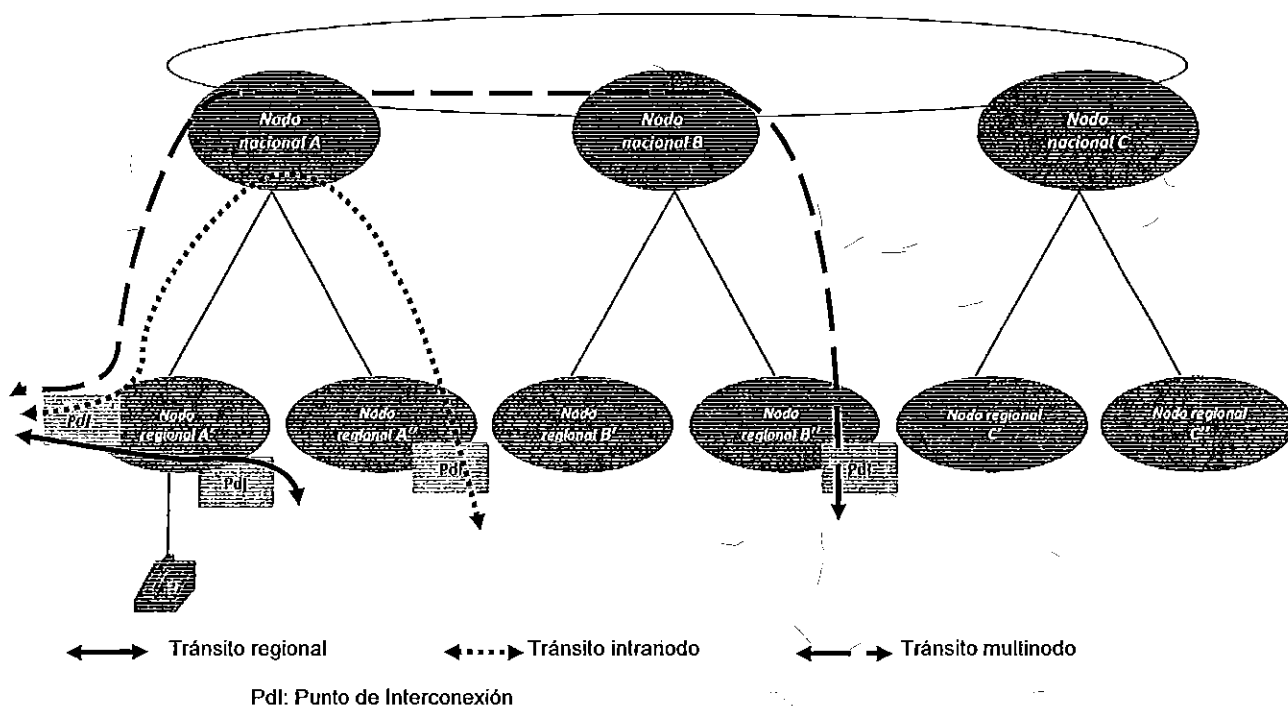
Dibujo 2. Servicios de originación o terminación.

Para el caso del servicio de tránsito, el Modelo de Costos considera tres escenarios:

- a) Tránsito local, que corresponde al enrutamiento de tráfico en el nodo regional en el que se encuentran los puntos de interconexión.
- b) Tránsito intranodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico del nodo regional A' que tiene punto de interconexión hacia el nodo el nodo regional A'' con punto de interconexión, los cuales dependen del nodo nacional A.

- c) Tránsito multinodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico del nodo regional A' que tiene punto de interconexión hacia algún nodo regional B', B'', etc., que dependen del nodo nacional B conectado directamente al nodo nacional A.

Los escenarios de tránsito antes referidos se ilustran en el dibujo 3.



Dibujo 3. Servicios de tránsito.

Ahora bien, de conformidad con el artículo 43-fracciones II, V, VIII y IX de la LFT, los concesionarios deberán permitir la interconexión de sus redes en cualquier punto de interconexión y entregar la llamada a su destino final mediante su enrutamiento a través de los distintos niveles de la jerarquía de la red y cobrar las tarifas correspondientes.

4 En virtud de lo antes expuesto, el Instituto considera que de acuerdo a la funcionalidad que ofrece la estructura de una red pública de telecomunicaciones basada en la técnica de conmutación de circuitos y conforme a los puntos de interconexión donde actualmente se encuentran interconectados los concesionarios de redes públicas autorizados para prestar servicio local y/o de larga distancia, es factible la prestación de servicios de interconexión considerando lo siguiente:

- a) Interconexión dentro del mismo nodo regional: Los puntos de interconexión corresponden a un CCE donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: i) se puede entregar o recibir tráfico en las mismas ASL's donde se ubica el punto de interconexión, ii) se puede entregar o recibir tráfico en ASL's que no tienen punto de interconexión y que dependen directamente de las ASL's con punto de interconexión.
- b) Interconexión entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional: Los puntos de interconexión corresponden a un CTI donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: se puede entregar o recibir tráfico en ASL's con o sin punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que forman parte del mismo nodo nacional o dependencia del CTI.
- c) Interconexión entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales: Los puntos de interconexión corresponden a un CTI donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: se puede entregar o recibir tráfico en ASL's con o sin punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que requieren de la transmisión y conmutación adicionales para cursar la llamada de un nodo nacional o CTI a otro nodo nacional o CTI.

En este sentido, las tarifas de los servicios de interconexión anteriormente señalados son congruentes con los servicios determinado por el Modelo de Costos en el sentido de que la tarifas de interconexión depende de que si la llamada es entregada en el punto más cercano al destino final, los costos son menores que en el caso que se requiera un mayor número de componentes de red como son los elementos de conmutación y transmisión para que sea entregada al destino final.

Además, los costos de interconexión pueden variar dependiendo del punto de la red en el que el concesionario que originó la llamada se la entregue al concesionario que la termina. Por lo cual, para determinar las tarifas de interconexión, es preciso calcular los costos de los elementos de red que utilice el concesionario para la terminación de la llamada.

Por lo que, con respecto a la interconexión a nivel de los CTI, se debe considerar que se utilizan los siguientes elementos de infraestructura que son el medio de transmisión entre los CTI's y CCE's, en este sentido, el concesionario prestador de los servicios de interconexión deberá recuperar el costo asociado a la conmutación y al transporte de un CTI a un CCE conectados directamente. Cabe mencionar, que estos costos están directamente relacionados con el volumen de tráfico que se cursan a través de los elementos de la red.

Por lo anterior, el Instituto procede a determinar las tarifas de interconexión por los Servicios de Interconexión relativos al servicio de Tránsito, Originación y de Terminación que cobrará Telmex y Telnor conforme a los esquemas de interconexión antes indicados, por lo que en términos de la Medida TRIGÉSIMA SEXTA de las Medidas Fijas, el Instituto utilizará un Modelo de Costos Incrementales Totales de Largo Plazo Fijo (en lo sucesivo, indistintamente, el "Modelo CITLP Fijo" o el "Modelo de Costos Fijo") desarrollados por Analysys Mason Limited, conforme a bases internacionalmente reconocidas y siguiendo los principios dispuestos en los Lineamientos.

#### Modelo CITLP Fijo.

Uno de los resultados que se observan en los mercados en competencia es que los precios de los bienes y/o servicios convergen a los costos; con lo cual existe consenso en el ámbito internacional en el sentido de que las tarifas de interconexión se deben de orientar a los costos de producción. Asimismo, en un entorno de competencia efectiva se asegura que los concesionarios obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

En este sentido el lineamiento Segundo de los Lineamientos señala que en la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología CITLP, permitiendo la recuperación de los costos comunes, los cuales son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

El Modelo de Costos Fijo utiliza un enfoque CITLP en el que todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red de telecomunicaciones 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 de manera conjunta y con igualdad.

Cabe mencionar que bajo el enfoque CITLP, es necesario identificar el incremento en los costos que se debe a cambios en el número de usuarios toda vez que el cálculo de los costos incrementales únicamente incluirá aquellos que se deben a cambios en el volumen de tráfico. El incremento de usuarios, que capturará estos costos, debe ser definido con cuidado para ser consistente y transparente para las redes fija y móvil. Estos costos son definidos como los costos promedio incrementales cuando nuevos usuarios son agregados a la red.

En una red fija, un nuevo usuario requerirá ser conectado a la tarjeta del conmutador, o equivalente en una red de nueva generación, mediante cobre/cable/fibra que vaya del usuario al punto de concentración.

En el Modelo de Costos Fijo el "servicio incremental de usuario" se define como el derecho a unirse a la red de usuarios. Cualquier otro costo, incluyendo costos requeridos para establecer una red operacional pero sólo con capacidad mínima, son recuperados mediante los incrementos de uso. Por consiguiente, todo el equipo para usuarios será también excluido (p.ej. teléfonos, módems, entre otros) de los costos de interconexión, debido a que son recuperados a través de otros cargos, por ejemplo, la renta mensual en el caso de líneas fijas.

En el siguiente diagrama se muestran los costos a incluirse siguiendo este método.

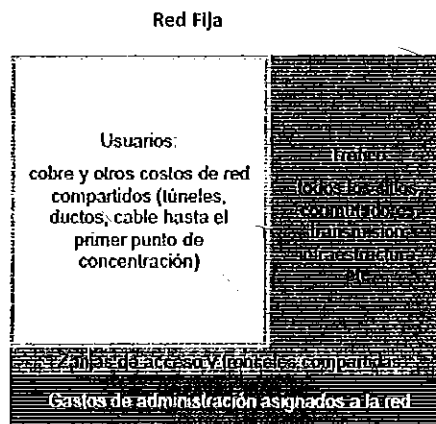


Figura 5: Distribución de costos usando CILP Plus (Fuente: Analysys Mason)

## 1. Aspectos del concesionario.

### 1.1 Tipo de concesionario.

Para el diseño de la red a modelarse es necesario definir el tipo de concesionario que se trata de representar, siendo éste uno de los principales aspectos conceptuales que determinará la estructura y los parámetros del modelo.

En el ámbito internacional los órganos reguladores, en los modelos de costos desarrollados, han utilizado los siguientes tipos de concesionario:

- Concesionarios reales - se calculan los costos de todos los concesionarios que prestan servicios en el mercado.



- Concesionario promedio - se promedian los costos de todos los concesionarios que prestan servicios para el mercado fijo para definir un operador 'típico'.
- Concesionario hipotético- se define un concesionario con características similares a, o derivadas de, los concesionarios existentes en el mercado pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado, la cuota de mercado, la tecnología utilizada el diseño de red, entre otros, y que alcanza la cuota de mercado antes del periodo regulatorio para el cual se calculan los costos.
- Nuevo entrante hipotético - se define un nuevo concesionario que entra al mercado en el 2011 o 2012, con una arquitectura de red moderna y que alcanza la cuota de mercado eficiente del operador representativo.

En el caso concreto, toda vez que se calculan los costos que serán las tarifas por los Servicios de Interconexión que cobrarán Telmex y Telnor, solamente son viables las opciones de modelar un operador real, o bien de modelar un operador hipotético existente.

La utilización de un operador real, reduce la transparencia en costos y precios, toda vez que gran parte de la información necesaria para construir el modelo provendría de la red del operador modelado; asimismo se dificultaría cumplir con el principio de eficiencia, toda vez que reflejaría las ineficiencias históricas asociadas a la red modelada.

De esta forma, se considera que la elección de un operador hipotético existente, que tome en cuenta características reales del operador modelado, como el número de usuarios, pero que ajuste cuestiones relacionadas con la tecnología y la fecha de entrada al mercado, permite determinar costos de interconexión compatibles y representativos del Agente Económico Preponderante.

Por lo tanto el Modelo CITLP Fijo se basará en un concesionario hipotético existente que adopte el número de usuarios que detentan Telmex y Telnor y que permitan calcular los costos eficientemente incurridos por dichos concesionarios.

Por tanto, el concesionario hipotético existente que se modela considera que la participación nacional en los servicios fijos, se habrá alcanzado previo al periodo regulatorio considerado, por lo tanto el despliegue de la red y la entrada en operación de la misma requieren que esto se realice con

anterioridad al periodo de determinación de las tarifas de interconexión; en este sentido, el concesionario fijo a modelar comienza a desplegar una red troncal NGN IP a nivel nacional en el año 2005, y comienza a operar comercialmente en el año 2007. El diseño de la red troncal está vinculado a una opción específica de la tecnología de acceso de próxima generación. El núcleo de la red NGN IP estará operativa en el largo plazo.

### 1.2 Configuración de la red de un concesionario eficiente.

La cobertura que ofrece un concesionario es un aspecto central del despliegue de una red y es un dato de entrada fundamental para el Modelo CITLP Fijo. Un enfoque consistente con la utilización de un operador hipotético existente implicará que los concesionarios hipotéticos fijos existentes tendrán características comparables de cobertura con los operadores reales.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costos. En este sentido, los operadores de servicios de telecomunicaciones al momento de desplegar su red toman en cuenta la extensión geográfica en la cual prestarán sus servicios, la calidad de la cobertura, y el periodo de tiempo en el cual alcanzarán nivel de cobertura deseada. Estas tres variables inciden en la determinación de las inversiones de red realizadas a través del tiempo y de los costos operativos necesarios para operar la red.

Debido a las expectativas actuales de los usuarios finales, y para que el modelo refleje la práctica de despliegue y volúmenes de tráfico de la actualidad, se incluye el nivel de cobertura nacional actual.

En consecuencia, se modelarán niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por el concesionario fijo nacional en México. En el Modelo CITLP Fijo, se modelará una cobertura nacional.

### 1.3 Tamaño de un concesionario eficiente.

Uno de los principales parámetros que definen los costos unitarios del Modelo CITLP Fijo es su cuota de mercado.

H De conformidad con la Medida TRIGÉSIMA SEXTA de las Medidas Fijas y con la Resolución del AEP, se considera que en el largo plazo, la participación de usuarios de los servicios fijos será de 67.6% (sesenta y siete punto seis por ciento).

La cuota de mercado del concesionario modelado incluye los usuarios de proveedores de servicios alternativos (p.ej. ISPs) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos servicios contribuyen a las economías de escala logradas por el concesionario modelado.

## 2. Aspectos relacionados con la tecnología.

### 2.1 Arquitectura moderna de red.

El Modelo CITLP Fijo exigirá un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de la terminación, en este modelo 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 el modelo de costos.

### 2.2 Red de telecomunicaciones fija.

Las redes fijas suelen estar formadas de dos capas de activos, las cuales pueden ser desplegadas en base a diferentes tecnologías. Estas son generalmente la capa de acceso y la capa troncal (*core*) (que incorpora la red de transmisión), aunque el límite preciso entre las dos capas depende de la tecnología y debe ser cuidadosamente definido. Se describen a continuación cada una de estas capas.

### 2.3 Red de acceso.

La capa de acceso conecta a los usuarios a la red, lo que les permite utilizar los servicios de telefonía fija. Las opciones de arquitectura para esta capa son el cobre, la fibra o el cable coaxial, que cubren la conexión desde el punto de terminación de red (NTP) en las instalaciones del usuario hasta los nodos de agregación en la estructura en árbol de la red. Estas opciones se presentan en la figura 6 y son las siguientes:

- Una arquitectura tradicional de cobre, con cables de cobre desplegados hasta los nodos (*street cabinets*), y con retorno a las centrales.
- Una arquitectura de cable, 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 a través de:
  - Fibra hasta el nodo (FTTN) VDSL, que emplea casi la misma estructura que el cobre tradicional, salvo que la fibra se despliega

entre los nodos (street cabinets) y un número menor de centrales (sitios troncales metropolitanos), con la electrónica de control de VDSL instalada en el nodo.

- o Fibra hasta el hogar (FTTH) GPON, que despliega la fibra desde la central en una estructura de árbol utilizando una jerarquía de divisores (splitters).
- o FTTH punto a punto (RTP), que despliega la fibra desde la central al hogar del usuario.

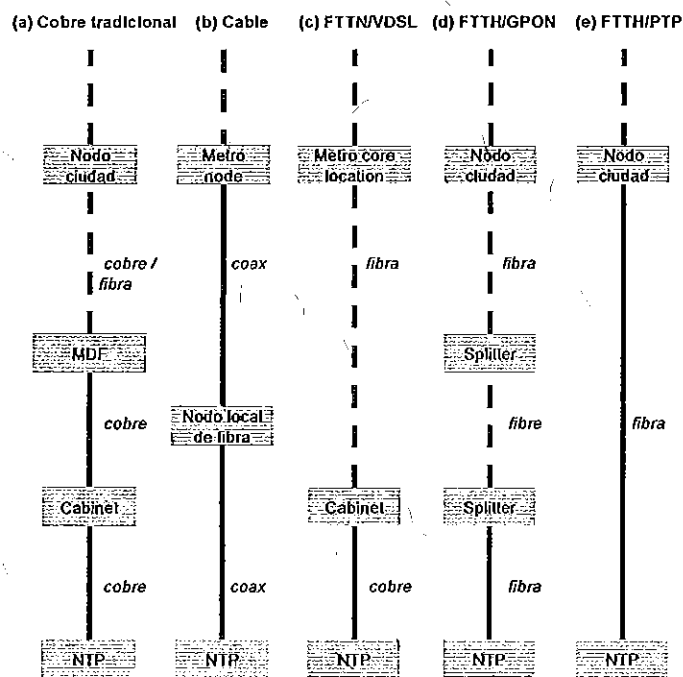


Figura 6: Arquitecturas de la red de acceso (Fuente: Analysys Mason, 2012)

Como se ha señalado anteriormente, al incluirse únicamente los costos que varían con el tráfico, y no incluirse cualquier costo que sea recuperado a través de un cargo al usuario final, el Modelo CITLP Fijo no considera la red de acceso al no formar parte del servicio de terminación y originación, pero su definición influenciará el diseño de la red troncal y de transmisión.

## 2.4 Red troncal (core).

Al igual que en la red de acceso, existen arquitecturas tradicionales y de nueva generación. Una red de próxima generación (en lo sucesivo, "NGN"), se define como una plataforma convergente basada en IP que transportará todos los servicios sobre la misma plataforma. Ciertas opciones de despliegue son actualizaciones de la red PSTN, mientras que otras utilizan un transporte

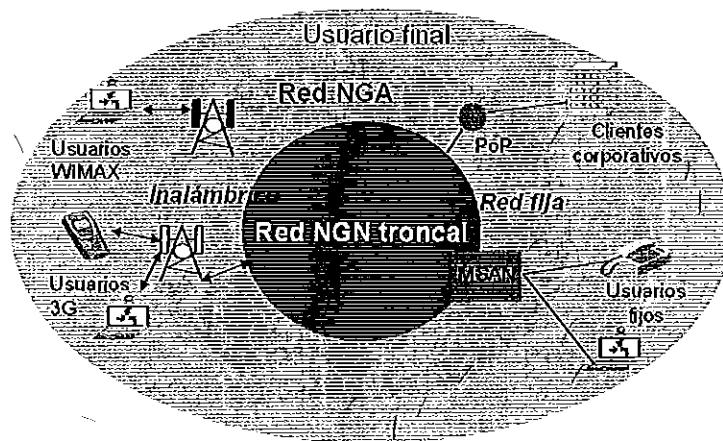
basado en conmutadores (*switches*) y enrutadores (*routers*) Ethernet e IP/MPLS. Sin embargo, la red de control NGN a modelar depende en gran medida de la arquitectura de la red de acceso. Estas opciones se encuentran resumidas a continuación:

- Una red troncal de multiplexación por división de tiempo (TDM), donde las plataformas de voz y datos son transportadas y conmutadas por separado, pero se transmiten en la misma red de transmisión. Pasarelas (gateways) de acceso NGN (AGWs), que pueden ser colocados en los concentradores PSTN o conmutadores locales (LS) para adaptar los enlaces de backhaul TDM, conservando la separación entre voz y datos.
- Portadoras de bucle digital 3G NGN (DLC, por sus siglas en inglés), que combinan la tradicional conexión cruzada TDM de los servicios tradicionales con un conmutador de banda ancha (*broadband switch*) con enlaces ascendentes de ATM y Ethernet (es decir, se pueden controlar la voz y los datos con esta unidad). Estos incorporan funciones de multicast IP para la entrega de vídeo y un servidor gateway de VoIP para la emulación de PSTN en una red convergente. Estos son también conocidos como nodos de acceso multiservicio (MSANs).
- Plataformas de acceso de banda ancha IP/Ethernet NGN (IP BAP), que agregan todas las variedades de líneas de servicio, incluyendo interfaces legadas, desde tarjetas de línea habilitadas para IP agregadas a una red troncal Gigabit Ethernet.

Para evitar confusión sobre el concepto NGN, es importante diferenciar dos partes de la red:

- Red troncal - una red basada en IP y transmisión de paquetes.
- Red de acceso - conecta los usuarios finales a la red troncal NGN por medio de infraestructura fija, móvil o inalámbrica.

La figura 7 muestra los dos componentes de una red NGN. La red troncal NGN puede dar servicio a multitud de infraestructuras de acceso, incluyendo redes fijas o inalámbricas como WIMAX. Esto significa que se pueden proveer los servicios independientemente de la manera en que el usuario accede a la red.



PoP = Point of presence  
 MSAN = Multi-service access node

Figura 7: Diagrama ilustrativo de una NGN (Fuente: Analysys Mason)

La arquitectura de una red NGN incluye el principio de separar, desde un punto de vista físico, el transporte y el enrutamiento del tráfico y la definición o creación del servicio. Como resultado, los concesionarios pueden ofrecer sus servicios basándose en interfaces con la red de transporte abiertos y estandarizados. En referencia al modelo de referencia OSI (open systems interconnection), todavía existe un debate sobre el punto de demarcación de las capas de transporte y de servicio. Por ejemplo, la Unión Internacional de Telecomunicaciones ha sugerido el esquema que se muestra en la figura 8.

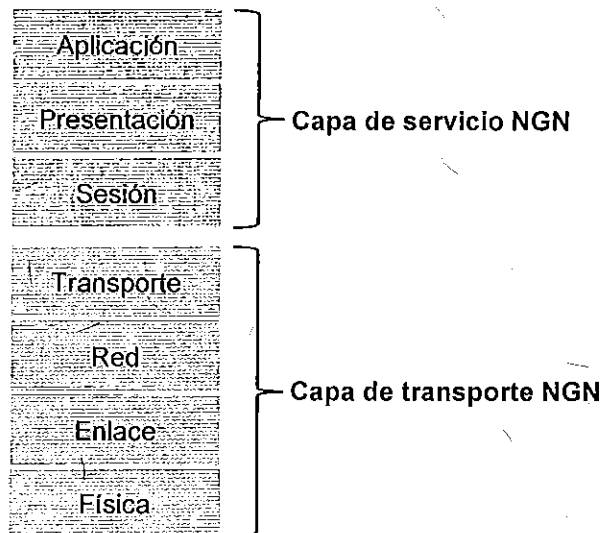


Figura 8: Mapeado entre las capas de servicio y transporte de una red NGN y el modelo de referencia OSI (Fuente: ITU, NGNuk)

## 2.5 Red troncal NGN.

En las redes telefónicas con tecnología TDM (denominadas PSTN), se asigna un circuito físico dedicado a cada llamada de voz y reserva una cantidad asociada de ancho de banda dedicado (un canal de voz 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.

En el caso de las redes NGN, éstas se basan en tecnologías de conmutación de paquetes, en términos generales cada paquete de voz compete en igualdad de condiciones con los paquetes de otros servicios (voz u otros tipos de datos en una red NGN) por los recursos de red disponibles, como por ejemplo el ancho de banda. Los mecanismos existentes para garantizar la calidad de servicio pueden priorizar los paquetes que llevan voz sobre otros tipos de paquetes de datos con lo que se asegura que los paquetes de voz circulan por la red sin problemas y según reglas de transmisión (tiempo, retardo, jitter, etc.) asociadas al servicio de voz.<sup>6</sup>

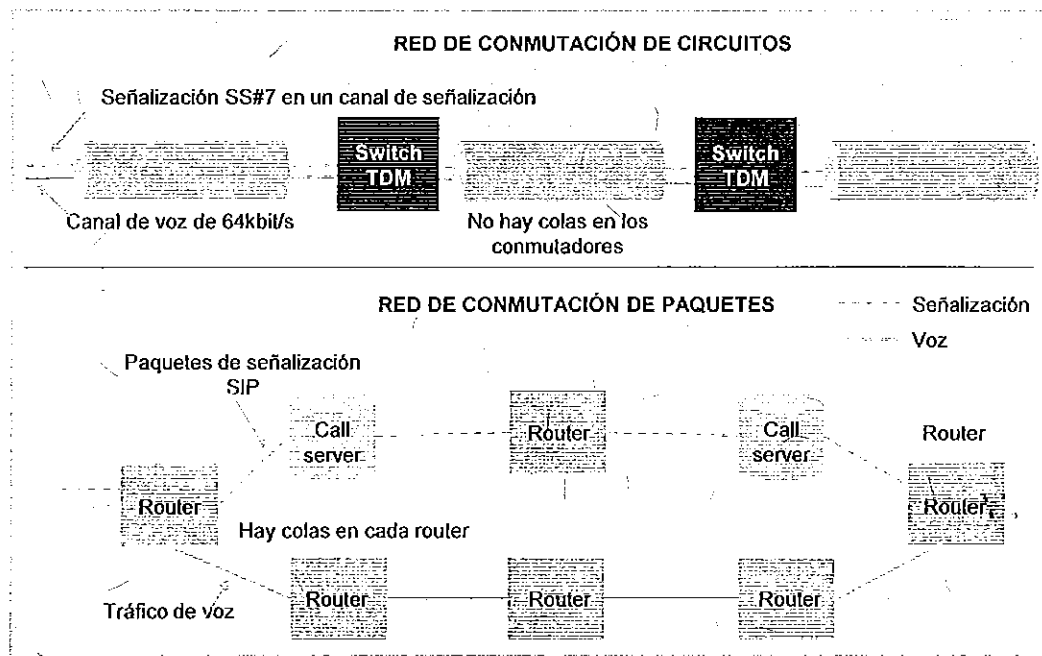


Figura 9: Comparación entre redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes (Fuente: Analysys Mason, 2012)

<sup>6</sup> Un ancho de banda abundante y suficiente para todos los servicios/llamadas también puede mejorar la calidad de la llamada en el caso de que no se apliquen otros mecanismos de calidad de servicio (QoS). Sin embargo, la falta de mecanismos de QoS y un ancho de banda limitado pueden llevar a calidades en las llamadas que resulten inaceptables en las horas punta.

Las figuras 9 y 10 comparan la arquitectura de una red TDM y una red NGN y se pueden observar los dos conceptos que rigen una red NGN:

- La separación entre los planos de control y de usuario. En efecto, tal y como se puede ver en la figura 9, en una red TDM las centrales realizan la función de conmutación de las llamadas de voz y gestionan la señalización. En una red NGN, los call servers son los que gestionan la señalización, y los routers (o media gateways especializadas) enrutan y gestionan el tráfico de paquetes de voz. Adicionalmente, y como se puede comprobar en la figura 10, es factible que las centrales locales y de tránsito en una red TDM se reemplazan por call servers en una estructura de una sola capa. Típicamente, en una red PSTN de 100 centrales locales y 10 centrales de tránsito, éstas podrían ser remplazadas por un menor número de call servers (menos de 5) en una red NGN.
- La realización de la transmisión de paquetes de voz a través de una capa de routers común al resto de servicios transmitidos por la red NGN. Estos routers gestionan la transmisión de los paquetes IP y pueden utilizar, en las capas de transporte y física, tecnologías como Ethernet y SDH (tanto TDM como NGN) sobre fibra (utilizando tecnologías WDM) dependiendo de la relación costo/beneficio y de la escala de la red.

La aplicación de ambos principios implica importantes ahorros en inversiones y gastos operativos.

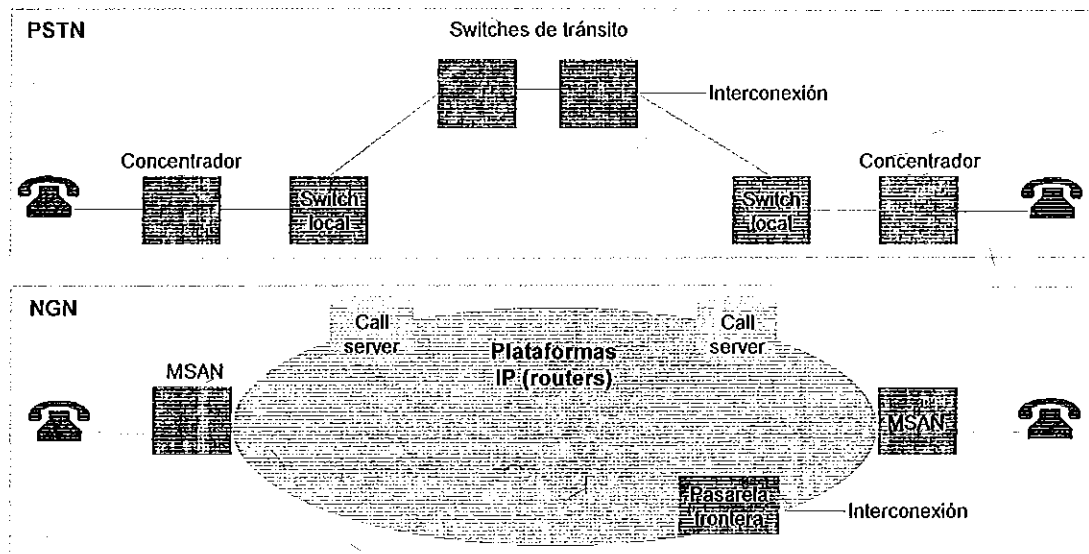


Figura 10: Comparación de la red PSTN tradicional y los servicios de voz sobre una NGN (Fuente: Analysys Mason, 2012)



La interconexión con las redes de otros operadores en una red NGN se implementa a través de pasarelas frontera (border gateways, en inglés) que controlan el acceso a la red. Si la red se interconecta con una red tradicional de circuitos conmutados, se necesitan media gateways o trunking gateways que conviertan los paquetes de voz en señales TDM.

## 2.6 Situación en México.

Telmex en 2003<sup>7</sup> comenzó el despliegue de una red NGN, lo cual se ha visto confirmado en los informes anuales de Telmex remitidos a la Bolsa Mexicana de Valores. Telmex estaría compartiendo la tendencia internacional de operadores comparables como BT (Reino Unido), Telefónica (España), KPN (Holanda), Belgacom (Bélgica), etc., quienes ya disponen en sus redes troncales de manera sustancial de una arquitectura NGN todo-IP. Es cierto que la mayor parte de estos operadores todavía mantienen en paralelo una red de transmisión histórica (*legacy*, en inglés) para la provisión de servicios existentes como enlaces dedicados, etc., y es posible que aún tarden unos años en apagar completamente la red histórica. Sin embargo, los operadores alternativos a los incumbentes que han iniciado los despliegues más recientemente han optado por desplegar una red NGN basada en todo sobre IP.

En cualquier caso, un operador que comenzará operaciones en los últimos cuatro o cinco años o entrara en el mercado en el momento presente (y que por la utilización de la tecnología moderna establecería el nivel de precios eficiente en un mercado contestable), no desplegaría una red telefónica conmutada en la red troncal sino una red multisevicio NGN basada en todo sobre IP. El modelado de una red NGN estaría en línea con las prácticas internacionales como la establecida por la Comisión Europea en su recomendación sobre el cálculo de los costos de terminación y su aplicación en diversos modelos realizados para reguladores de la Unión Europea. La parte troncal de la red estaría por lo tanto basada en NGN, siendo el despliegue basado en una arquitectura IP BAP como opción más apropiada.

De todo lo antes expuesto, se considera que en el modelo la red troncal del concesionario representativo se basará en una arquitectura NGN-IP BAP. Los servicios de voz están habilitados por aplicaciones que utilizarán subsistemas multimedia IP (IMS). Los trunk media gateways (TGWs) pueden desplegarse en conmutadores locales legados y en puntos de interconexión TDM, de ser necesario.

<sup>7</sup> Reportes anuales de Telmex presentados a la Bolsa Mexicana de Valores.

## 2.7 Red de transmisión

La transmisión en una red fija puede realizarse a través de una serie de métodos alternativos:

- ATM sobre SDH
- Microondas STM punto-a-punto
- IP/MPLS sobre SDH
- IP/MPLS sobre Ethernet nativo.

La tecnología moderna eficiente a la que todos los operadores están migrando es IP/MPLS sobre Ethernet nativo, siendo considerado como mejor práctica internacional y una de las tecnologías principales desplegadas por los operadores internacionales con red troncal NGN-IP. Sin embargo, podría estar justificada la utilización del llamado SDH de próxima generación en ciertas partes de la red (como la capa de agregación) debido, entre otras razones, a los volúmenes de tráfico que se manejen.

Adicionalmente, se ha considerado el despliegue de enlaces de microondas para conectar las radiobases de la red de acceso en las zonas rurales del país.

Por tanto, se modelará un concesionario representativo con una red de transmisión SDH de próxima generación sobre DWDM debido a los volúmenes de tráfico considerados en el periodo regulatorio, además de considerar las características de los operadores en México. El operador dispondrá además de una red de microondas en las zonas rurales de México, dependiendo de los costos en función del volumen de tráfico transportado en la red del concesionario representativo.

## 2.8 Demarcación de las capas de red.

En los modelos de costos fijos, se recuperan históricamente los costos relacionados con la red de acceso a través de las cuotas de suscripción<sup>8</sup>. En el presente caso, 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 separación entre la red de acceso y el resto de la infraestructura tanto para las redes fijas como móviles.

<sup>8</sup> En Europa, la Recomendación de la Comisión sobre el tratamiento regulatorio de las tarifas de terminación fija y móvil en la Unión Europea establece lo siguiente: "El punto de demarcación por defecto entre los costes 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."

Las redes fijas utilizan una estructura en árbol de forma lógica, 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 pública 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 sólo se utilizan con el fin de conectar los usuarios finales a la red y por lo tanto su número es proporcional al número de usuarios que utilizan la red. El resto de activos varía según el volumen de tráfico cursado en la red.

Por lo anterior, se considera que el punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red del concesionario representativo 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.

Esta propuesta de definición debería aplicarse de manera coherente a la arquitectura de red fija y móvil. Aplicar este principio a las redes móviles y fijas lleva a las demarcaciones que se presentan a continuación en la figura 11.

H

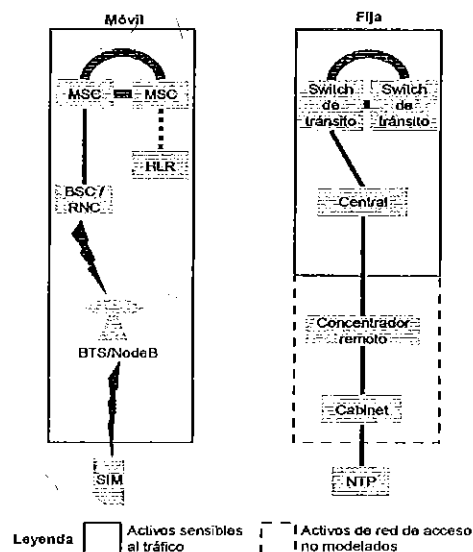


Figura 11: Visión general de las jerarquías de red fijas y móviles (Fuente: Analysys Mason, 2012)

Como se indica en la figura anterior y utilizando el principio expuesto, el punto de demarcación estaría:

- Para un usuario de telefonía fija, este punto se encuentra en la tarjeta (line card) del repartidor (distribution frame) o del MSPP si proviene de una línea inalámbrica.

## 2.9 Nodos de la red.

De conformidad con los Lineamientos, en la elaboración de los modelos de costos se deberá emplear el enfoque de modelos ascendentes o ingenieriles (Bottom-Up).

Asimismo, en cuanto al diseño y configuración de la red, señala la utilización de un enfoque Scorched-Earth que utilice información sobre las características geográficas y demográficas del país para considerar los factores que son externos a los operadores y que representan limitaciones o restricciones para el diseño de las redes; y que los resultados se calibrarán con información del número de elementos de red que conforman las redes actuales.

En este sentido, las redes fijas 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 bottom-up, 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 listamos las opciones consideradas más habituales en modelos similares realizados en otros países:

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

*Enfoque* Este enfoque supone que la localización de los nodos de la red

*scorched-node*

ya está determinada, y que el concesionario 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 reemplazo de equipos legado con los equipos actuales más modernos.

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

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 (por ejemplo, reduciendo el número de nodos en la red conmutación, o sustituyendo una serie de pequeños conmutadores con un conmutador más moderno y eficiente).
- Cambiar la función de un nodo (por ejemplo, reduciendo una pequeña central al equivalente de un multiplexador remoto).

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 en base a 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 actual.

De acuerdo con los Lineamientos se considera el enfoque *scorched-earth* calibrado con los datos de la red de los concesionarios actuales.

En este sentido, a partir de un despliegue *scorched-earth* en conjunción con información asociada a un operador existente considerada a través del

calibrado de la red resultará en una red más eficiente que la de los concesionarios existentes.

En el Modelo CITLP Fijo, 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 concesionario fijo es el siguiente:

- La red troncal del concesionario se modela teniendo en cuenta la localización de la población y la densidad de tráfico esperada.
- Se utilizan estimaciones teóricas de capacidad de nodos y se establece la jerarquía de la red basados en algoritmos de diseño de modelos de ingeniería.
- 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 red 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.

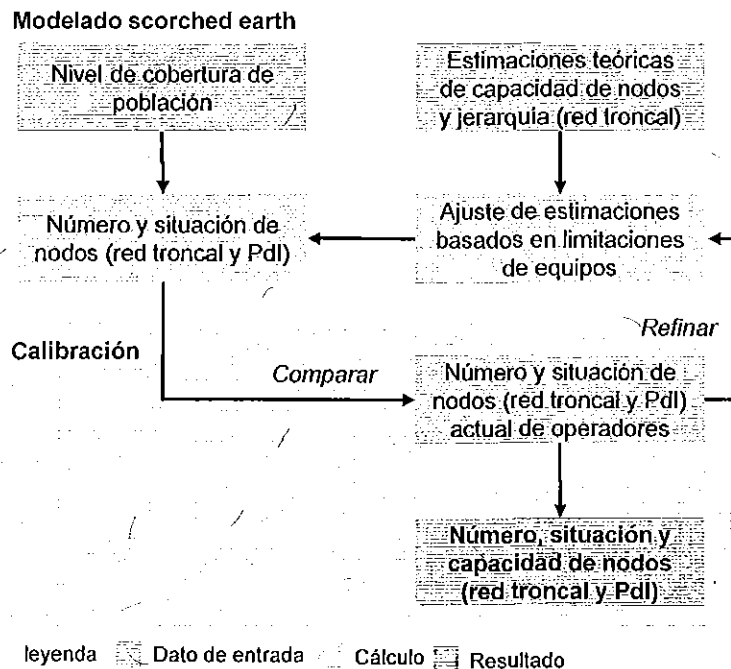


Figura 12: Esquema de modelado scorched-earth calibrado para el operador fijo (Fuente: Analysys Mason, 2012)

En este enfoque el número total de nodos no variaría, pero permite revisar su función o capacidad, lo que implica que el número de nodos por subtipo puede cambiar.

En virtud de lo anterior y como se establece en los Lineamientos, la red fija se modelará siguiendo un enfoque *scorched earth*, el cual se calibrará con los datos de red proporcionados por los concesionarios.

### 3. Aspectos relacionados con los servicios.

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios en el mercado de terminación de llamadas en redes telefónicas públicas individuales facilitada en una ubicación fija. Sin embargo, las redes fijas suelen transportar una amplia gama de servicios. La medida en la que el concesionario representativo modelado puede ofrecer servicios en las zonas donde tiene cobertura determina las economías de alcance del operador, y por lo tanto este aspecto debe ser considerado en los modelos. En este sentido, se procederán a analizar los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos conforme a lo siguiente: Servicios a modelar, Volúmenes de tráfico, Costos mayoristas y minoristas.

#### 3.1 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 particularmente 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.

4 - 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>9</sup>

Algunos de los servicios que no son de voz son servicios de probada eficacia (principalmente servicios como los SMS en redes fijas, 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. Será 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 para su comprensión.

Por lo anterior, se considera que el concesionario modelado debe proporcionar todos los servicios comunes que no son de voz (existentes y en el futuro) disponibles en México (acceso de banda ancha, SMS fijos, enlaces dedicados), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, VoIP, tránsito e interconexión). El concesionario representativo tendrá un perfil de tráfico por servicio igual al promedio del mercado basado en las estadísticas de tráfico del Instituto.

### 3.2 Servicios que se ofrecen a través de redes fijas.

En la tabla 1 se observan los servicios considerados en el desarrollo del Modelo CITLP Fijo. Estos servicios contribuyen al despliegue de la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas salientes local on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado dentro de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes larga distancia on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado fuera de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes local a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico dentro de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes larga distancia a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico fuera de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes a móvil	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador móvil doméstico.
Llamadas salientes	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a

<sup>9</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 en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador del mundo real.



Servicio	Descripción del servicio
Llamadas a internacional	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 local 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, sin tránsito en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas entrantes larga distancia 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.
Llamadas entrantes a 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.
Llamadas entrantes a 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 a 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 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 conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas en tránsito 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 conmutador troncal del operador fijo modelado.
SMS on-net	SMS entre dos suscriptores del operador fijo modelado.
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.

Tabla 1: Servicios que se ofrecen a través de redes fijas (Fuente: Analysys Mason)  
Nota: Las llamadas salientes mayoristas corresponden al servicio de originación, mientras que las llamadas entrantes mayoristas corresponden al servicio de terminación

Cabe acotar, que estos servicios se han incluido con la finalidad de poder estimar precisamente los costos totales y su distribución entre los servicios que utilizan la red, y no necesariamente con fines de regulación de todos los precios de los servicios

En el Modelo CITLP Fijo se considera que el tráfico generado por las líneas ISDN se incluirá en los servicios fijos de voz, es decir, no hay servicios específicos de voz ISDN.

Los servicios relacionados con el acceso a Internet que se incluirán en el modelo se presentan en la tabla 2. Se han incluido estos servicios para capturar los requerimientos de backhaul de retorno de la central local a la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
xDSL propio (líneas)	Provisión de una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado.
xDSL propio (contenido)	Ancho de banda en una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado.
xDSL ajeno (líneas)	Provisión de una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado.
xDSL ajeno (bitstream)	Ancho de banda en una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado.

2

: Servicios de acceso a Internet (Fuente: Analysys Mason)

Existen además otros servicios de telefonía fija que se incluirán también en el modelo, como son el servicio de enlaces dedicados que son demandados por usuarios finales o por otros operadores.

### 3.3 Volúmenes de tráfico.

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>10</sup> del tráfico cursado en la red del concesionario representativo modelado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un usuario 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 lo tanto un enfoque integral para la estimación de la evolución del tráfico de voz y datos.

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

Es importante señalar que se ha considerado un pronóstico para el mercado fijo en México basado en datos históricos (población, penetración fija, y tráfico) conforme a la información que entregan los concesionarios al Instituto, junto con otras fuentes. A partir de esta información se ha calculado el tráfico promedio por usuario, a lo que se ha aplicado una tasa de crecimiento deducida de la evolución histórica y las previsiones publicadas por diferentes analistas, como Analysys Mason Research, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, EIU (Economist Intelligence Unit) o Euromonitor. Se asume que el mercado de las telecomunicaciones se estabiliza a partir del año 2021 para todas las variables,

<sup>10</sup> Por 'perfil' se refieren a las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

incluyendo la cuota de mercado, el consumo de servicios de voz y datos, etc. En consecuencia, la previsión del perfil de tráfico del concesionario representativo modelado se basará en el perfil de la media del mercado.

#### 4. Aspectos relacionados con la Implementación de los modelos.

##### 4.1. Depreciación.

El modelo calculará los costos de inversión y operacionales relevantes. 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.

De conformidad con los Lineamientos se utilizará la depreciación económica en los modelos. La tabla 3 muestra que solamente este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo equivalente moderno (MEA) hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			<sup>11</sup>	✓
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓ <sup>12</sup>
Vida económica de los activos			✓	✓

Tabla 3: Factores considerados por los métodos de depreciación (Fuente: Analysys Mason)

La producción de la red a través del tiempo es un factor clave en la elección del método de depreciación.

En las redes fijas, 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 debido a: (i) los volúmenes de tráfico de voz han decrecido e Internet conmutado prácticamente ya no existe

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> 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)

y (ii) los volúmenes de banda ancha y otros servicios de datos han aumentado considerablemente.

Como la depreciación económica es un método para determinar cuál es la recuperación de costos económicamente racional debe:

- Reflejar los costos subyacentes de producción: tendencias de precio 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 operador eficiente que podría ofrecer servicios en base a los costos actuales de producción utilizando la mejor tecnología disponible.

El segundo factor relaciona la recuperación de costos con la 'vida' de la red - en el sentido de que las inversiones y otros gastos van realizando a través del tiempo con la finalidad de poder recuperarlos mediante la demanda de servicio que se genera durante 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 del mercado deben realizar grandes inversiones iniciales y solo recuperan estos costos a través del tiempo. Estos dos factores no se reflejan en la depreciación histórica, que simplemente considera cuando fue adquirido un activo y en qué periodo será depreciado.

La implementación de depreciación económica a ser usada 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 (VP) de los gastos sea igual al valor presente de los costos económicos recuperados, o alternativamente, que el valor presente neto (NPV) de los costos recuperados menos los gastos sea cero.

Por tanto, de conformidad con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales, se utilizará la depreciación económica en el modelo fijo.

#### 4.2. Serie de tiempo.

En los Modelos de Costos es necesario que el concesionario pueda recuperar sus costos de proveer los servicios en el tiempo de operación de la empresa, la serie de tiempo, o el número de años para el que se calcularan los volúmenes de demanda y activos, es un insumo muy importante.

En este sentido, se puede elaborar un modelo con un horizonte de tiempo corto en el cual se calcularan la operación de la red conforme a la demanda de los

servicios, pero al final de ese horizonte se debe determinar el valor presente del flujo de efectivo que se obtiene por parte del concesionario derivado de que sigue operando en el mercado, es decir, un modelo que determine los costos en un periodo de 5 años debe de considerar un mecanismo para incorporar los flujos que tendría la empresa en el futuro derivado de que la empresa continuará operando. Por otra parte, una serie de tiempo larga:

- Permite que se consideren todos los costos en el tiempo, suministrando la mayor claridad dentro del modelo en relación a las implicaciones de adoptar 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 como 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.

Tomando en consideración un horizonte de tiempo largo dentro del Modelo de Costos Fijo, la serie de tiempo debería ser igual a la vida del concesionario, permitiendo la recuperación total de los costos en la vida del negocio, debido a esto, se propone utilizar una serie de tiempo que sea por lo menos tan larga como la vida del activo más longevo.

Con el fin de minimizar el impacto del valor final de la empresa en los resultados del modelo, se utiliza un horizonte de tiempo largo en las operación del concesionario modelado en la prestación de servicios de telecomunicaciones, por ello se asume una serie de tiempo de 50 años. Ello es consistente con las vidas útiles de algunos activos o infraestructura de las redes fijas como los túneles y ductos.

El modelo se limita a modelar tecnologías existentes y no prevé introducir tecnologías que puedan aparecer en el futuro y no estén presentes actualmente en México, con el fin de dar certeza sobre las tecnologías modeladas.

#### 4.3. Costo de capital promedio ponderado (CCPP).

El concesionario representativo que ofrece el servicio de interconexión incurre en un costo de financiamiento para proveer el servicio. Generalmente, las fuentes de financiamiento provienen de la emisión de acciones y de deuda. Una de las metodologías ampliamente reconocidas para calcular el costo de financiamiento y establecida en los Lineamientos es el Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP), conocido como WACC por sus siglas en inglés,

el cual se refiere al promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del costo de capital promedio ponderado (CCPP). El CCPP antes de impuestos se calcula de la siguiente forma:

$$CCPP = C_d \times \frac{D}{D+E} + C_e \times \frac{E}{D+E}$$

Donde:

$C_d$  es el costo de la deuda

$C_e$  es el costo del capital de la empresa antes de impuestos

$D$  es el valor de la deuda del operador

$E$  es el valor del capital accionario (*equity*) del operador

En virtud de que estos parámetros o estimaciones de los mismos se encuentran disponibles en forma nominal, se calcula el CCPP nominal antes de impuestos y se convierte al CCPP real<sup>13</sup> antes de impuestos de la siguiente manera:

$$CCPP \text{ Real} = \frac{(1 + CCPP \text{ Nominal})}{(1 + \pi)} - 1$$

Donde:

$\pi$  es la tasa de inflación medida por el índice Nacional de Precios al consumidor.

A continuación se tratan los supuestos que soportan cada uno de los parámetros en el cálculo del CCPP.

#### 4.4. Costo del capital accionario (*equity*).

El costo del capital accionario (*equity*) se puede calcular utilizando varias metodologías, no obstante, la más común, y la establecida en los Lineamientos, es el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez.

<sup>13</sup> La experiencia ha demostrado que es más transparente para construir modelos ascendentes de costos. Cualquier método utilizado necesitará un factor de inflación ya sea en la tendencia de los precios o en el CCPP.

Por tanto, en términos de los Lineamientos se utilizará el CAPM para calcular el costo del capital accionario (equity) para un concesionario eficiente fijo.

Siguiendo esta metodología, el CAPM se calcula de la siguiente manera:

$$C_e = R_f + \beta \times R_e$$

Donde:

$R_f$  es la tasa de retorno del instrumento financiero libre de riesgo

$R_e$  es la prima del riesgo del capital

$\beta$  es la medida de lo arriesgado de una compañía particular o sector de manera relativa a la economía nacional.

El cálculo de cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

#### 4.5. Tasa de retorno libre de riesgo, $R_f$

Habitualmente se asume que la tasa de retorno libre de riesgo es la de los bonos del Gobierno a largo plazo. Sin embargo, tal como lo señala el International Regulators Group (IRG),<sup>14</sup> al elegir dicha tasa se deben definir los siguientes aspectos: qué referencia utilizar (qué gobierno), qué período de madurez (horizonte temporal de inversión o periodo regulatorio), y qué tipo de información se debe utilizar (actual, histórica, promedio).

En este sentido, se reconoce que los concesionarios mexicanos (tanto móviles como fijos) se financian mayoritariamente en el mercado de deuda y en la moneda de los Estados Unidos de América. Por tanto, se considera la tasa de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos a 30 años, a la cual se le agrega una prima por riesgo-país correspondiente a realizar inversiones en México como base para el cálculo de la tasa libre de riesgo. Para ambas variables, tasa de los bonos y prima de riesgo, se considera como horizonte temporal los últimos cinco años a la fecha de utilización del modelo. Asimismo se utilizará la información y los cálculos recopilados y realizados por el Profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York<sup>15</sup> en relación al rendimiento de los bonos de Estado de los Estados Unidos de América a 30 años, así como de la prima de riesgo en México.

<sup>14</sup> International Regulators Group. Regulatory accounting: Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, febrero de 2007.

<sup>15</sup> <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

En consecuencia, se utilizará la tasa de retorno libre de riesgo ( $R_f$ ) de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos de América de 30 años más una prima de riesgo país asociada a México.

#### 4.6. Prima del riesgo del capital, $R_e$

La prima de riesgo del capital se refiere al premio sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan por invertir en un portafolio de acciones (*equity*). Esto es, debido a que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del estado, los inversionistas requieren una prima mayor al invertir en acciones. Normalmente, las empresas que cotizan en el mercado nacional de valores son utilizadas como muestra sobre la que se calcula la diferencia entre el rendimiento de la cartera de mercado y la tasa libre de riesgo.

El IRG recomienda un enfoque equilibrado al considerar la relevancia y calidad de la información disponible, utilizando uno o más de estos métodos: prima histórica (ajustada), prima de una muestra o *benchmarking*. Debido a que el cálculo de este dato es altamente complejo, se utilizarán las cifras calculadas por fuentes reconocidas que se encuentren en el ámbito público como puede ser la del profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York.

En este sentido, se ha aplicado la prima de riesgo de un mercado maduro que, según Aswath Damodaran, corresponde a un 5.2%.

#### 4.7. Beta para los operadores de telecomunicaciones, $\beta$

Cuando alguien invierte en cualquier tipo de acción, se enfrenta con dos tipos de riesgo: sistemático y no sistemático. El no sistemático está causado por el riesgo relacionado con la empresa específica en la que se invierte. El inversionista disminuye este riesgo mediante la diversificación de la inversión en varias empresas (portafolio de inversión).

El riesgo sistemático se refiere a la posibilidad de que ocurran eventos que afectan a toda la economía, por lo que no puede evitarse o disminuirse a través de la diversificación de portafolios. La sensibilidad o correlación de un activo y el riesgo sistemático se representa como Beta ( $\beta$ ), la cual también se interpreta como la correlación entre el retorno de una acción específica y el retorno de un portafolio con acciones de todo el mercado. Para el inversionista, no es posible evitar el riesgo sistemático, por lo que siempre requerirá una prima de riesgo por invertir en una acción particular. La magnitud de esta prima variará en forma inversa a la covarianza entre la acción específica y las fluctuaciones totales del mercado.



Es posible estimar la  $\beta$  mediante una comparación de las fluctuaciones en el precio de las acciones de una empresa con un grupo amplio de empresas durante un periodo de tiempo determinado. Sin embargo, estas medidas siempre serán inciertas y producirán una gran variedad en los resultados dependiendo de la metodología utilizada. Asimismo, la determinación empírica y precisa de la  $\beta$  requiere grandes cantidades de datos históricos. Se trata, por lo tanto, de un área en el cual las estimaciones de dicho parámetro dependerán de la cantidad de información disponible, del horizonte de tiempo considerado para su análisis, del mercado de valores contra el cual se estime el valor de la beta, entre otros factores que considere quien realiza la estimación. Sólo en los Estados Unidos, y quizás otros pocos países con bolsas o mercados de acciones de larga tradición e historia, tienen estimaciones razonables de la  $\beta$ .

Sin embargo, dado que la  $\beta$  representa el riesgo de una industria particular o compañía relativa al mercado, se esperaría que la  $\beta$  de una empresa en particular - en este caso un operador - fuera similar en diferentes países. Comparar la  $\beta$  de esta manera requiere una  $\beta$  desapalancada (asset) más que una apalancada (equity).

$$\beta_{\text{asset}} = \beta_{\text{equity}} / (1+D/E)$$

El IRG recomienda estimar la  $\beta$  de una empresa ya sea mediante: información histórica de la relación entre los retornos de la empresa y los del mercado; benchmarking de las  $\beta$  de empresas comparables o mediante la definición de una  $\beta$  objetivo; dependiendo de las condiciones del mercado y la información disponible. Como indica la IRG, se debe asegurar que las compañías usadas en una comparativa sean comparables en términos de regulación, ambiente competitivo, tamaño e impuestos.

Los principales operadores del mercado mexicano y latinoamericano, América Móvil y Telefónica de España presentan resultados consolidados lo cual dificulta la utilización de sus parámetros, como  $\beta$ , en forma específica para el mercado mexicano. Debido a esto, aunque se utilizan los datos de estas empresas, el benchmark utilizado tendrá que ser más amplio.

4  
Por tanto, se utiliza una comparativa de compañías de telecomunicaciones, prestando especial atención a mercados similares al mexicano, para identificar las  $\beta$  específicas del mercado fijo.

#### 4.8. Método propuesto para derivar las $\beta_{\text{asset}}$ del concesionario fijo.

Debido a que cada día hay menos operadores que ofrecen exclusivamente el servicio fijo o el servicio móvil (*pure-play*), se recomienda derivar los valores de

$\beta_{asset}$  para los concesionarios fijos y móviles mediante una aproximación. Primeramente se agrupan los operadores del benchmark en tres grupos, utilizando la utilidad antes de impuestos, intereses, depreciación y amortización (EBITDA) como una aproximación de la capitalización de mercado hipotética de las divisiones fija y móvil de los operadores mixtos, con base en ello se clasifican en:

- Predominantemente móviles: aquellos donde la porción de EBITDA móvil represente una porción significativa del total de EBITDA
- Híbridos fijo--móvil: aquellos donde ni el EBITDA móvil ni el fijo, representen una porción significativa del total del EBITDA
- Predominantemente fijos: aquellos donde el EBITDA móvil represente una porción significativa del EBITDA total.

Después de esto se calculan los valores de  $\beta_{asset}$  para el operador móvil con el promedio del primer grupo y para el operador fijo con el promedio del tercero.

En consecuencia, se calcula la  $\beta_{asset}$  para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles en base a una comparativa de operadores que estén presentes en Latinoamérica.

#### 4.9. Ratio deuda/capital (D/E).

Finalmente, es necesario definir la estructura de financiamiento para el operador basada en una estimación de la proporción (óptima) de deuda y capital en el negocio. El nivel de apalancamiento denota la deuda como proporción de las necesidades de financiamiento de la empresa, y se expresa como:

$$\text{Apalancamiento} = \frac{D}{D + E}$$

Generalmente, la expectativa en lo que respecta al nivel de retorno del capital (*equity*) será mayor que la del retorno de la deuda. Si aumenta el nivel de apalancamiento, la deuda tendrá una prima de riesgo mayor ya que los acreedores requerirán un mayor interés al existir menor certidumbre en el pago.

La teoría financiera parte del supuesto de que existe una estructura financiera óptima que minimiza el costo del capital al cual se le conoce como apalancamiento objetivo. En la práctica, éste apalancamiento óptimo es difícil de determinar y variará en función del tipo de compañía.

El IRG especifica tres enfoques posibles:

- usar valores en libros para calcular el apalancamiento.
- usar valores de mercado para calcular el apalancamiento
- usar el apalancamiento óptimo.

#### 4.10. Enfoque propuesto para definir el apalancamiento del operador filio.

Para el Modelo de Costos Fijo se utilizará una comparativa de los niveles de apalancamiento actual de operadores sólo móviles, sólo fijos y fijos-móviles, usando un método similar al definido para estimar  $\beta_{asset}$  para derivar el nivel de apalancamiento de cada operador.

Se ha utilizado el valor en libros de la deuda tomado de Aswath Damodaran en vez de la deuda reportada en los informes anuales de los operadores. Los cálculos efectuados por Aswath Damodaran son considerados como un estándar por la mayoría de los actores del mercado y se observa que el valor en libros de la deuda suele ser más estable que el valor de mercado.

De forma similar al método seguido para determinar la  $\beta_{asset}$ , se evalúa el nivel apropiado de apalancamiento utilizando la misma comparativa de operadores en Latinoamérica, tomando el valor en libros de la deuda de Aswath Damodaran.

#### 4.11. Costo de la deuda

El costo de la deuda se define como:  $C_d = (1 - T) \times (R_f + R_D)$

Dónde:  $R_f$  es la tasa de retorno libre de riesgo.  
 $R_D$  es la prima de riesgo de deuda.  
 $T$  es la tasa de impuestos corporativa.

La prima de riesgo de deuda de una empresa es la diferencia entre lo que una empresa tiene que pagar a sus acreedores al adquirir un préstamo y la tasa libre de riesgo. Típicamente, la prima de riesgo de deuda varía de acuerdo con el apalancamiento de la empresa - cuanto mayor sea la proporción de financiamiento a través de deuda, mayor es la prima (el IRG presenta una aproximación lineal) debido a la presión ejercida sobre los flujos de efectivo.

El procedimiento señalado es consistente con los tres posibles métodos para determinar el costo de la deuda mencionados por el IRG:

- El uso de información contable como pueden ser deudas actuales.

- Calcular el nivel eficiente de endeudamiento y el costo asociado de la deuda en base a calificaciones de crédito.
- Sumar a la tasa libre de riesgo la prima de riesgo de la deuda asociada con la empresa, en base a una comparativa de las tasas de retorno de la deuda (p.ej. Eurobonos corporativos) de empresas comparables con riesgo o madurez semejantes.

En el caso que nos ocupa, se utiliza el Impuesto sobre la Renta (ISR) vigente en México como la tasa adecuada de impuestos corporativos (T), para estimar el CCPP en un año determinado. Para el año 2012, se utiliza un nivel de ISR del 30%. El análisis de los parámetros que intervienen para la estimación del CCPP se basa en la información publicada por Aswath Damodaran en abril de 2012.

Se utiliza un costo de la deuda para el concesionario fijo que corresponde con la tasa de retorno libre de riesgo de México, más una prima de deuda por el mayor riesgo que tiene un operador en comparación con el país. Para definir la prima se ha utilizado una comparativa internacional.

Se aplicará la misma metodología para determinar el costo de la deuda del concesionario fijo en línea con el observado en los concesionarios móviles.

#### 4.12. Calculo del CCPP.

	Fijo
Tasa libre de riesgo	6.63%
Beta desapalancada	0.38
Prima de mercado	5.20%
Ce	14.68%
Cd	7.88%
Apalancamiento	45.94%
Tasa de inflación	3.39%
Tasa de Impuestos	30.00%
CCPP nominal antes impuestos	11.56%
CCPP real antes impuestos	7.90%

#### 4.13. Sensibilidad del costo de capital a cambios en los parámetros de cálculo

Para calcular el CCPP es necesario especificar el nivel de apalancamiento de la empresa para sopesar los costos relativos del capital (equity) y la deuda.

El apalancamiento de la empresa también influye en el cálculo de  $\beta_{equity}$ , que especifica la tasa de retorno requerida para el capital y la prima de riesgo de deuda que especifica la tasa de retorno de la deuda. El retorno sobre el capital es después de impuestos, mientras que el retorno de la deuda es antes de impuestos, por lo que al calcular el CCPP antes de impuestos de un operador típico se puede observar que éste es insensible al nivel de apalancamiento. Con un apalancamiento mayor, una proporción mayor del costo de capital se debe al retorno sobre la deuda - con una tasa menor que el capital.

Sin embargo, con un apalancamiento mayor la prima de riesgo de la deuda y  $\beta_{equity}$  aumentan, lo cual neutraliza en gran medida los ahorros logrados mediante un mayor financiamiento a través de deuda. Esto está ampliamente documentado y explicado en la hipótesis Modigliani-Miller.

#### 5. Aplicación del margen para la recuperación de costos comunes.

Los costos comunes son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

Los mencionados costos pueden identificarse como:

- Costos comunes de tráfico - partes de la red desplegada por tráfico que son comunes a todos los servicios de la red (p.ej. la plataforma de voz).
- Costos comunes de redes troncales (tráfico) y de acceso - como puede ser el espacio físico requerido para un conmutador donde se define la frontera entre la red troncal y la de acceso o un túnel compartido. La red de acceso - puede ser considerada como un prerrequisito 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. presidente).

En el contexto de una empresa multi-servicios, el Costo Autónomo (Stand-alone Cost, en lo sucesivo "SAC" por sus siglas en inglés) se refiere al costo total de proporcionar un determinado producto o servicio en un proceso de producción independiente, en lugar de uno a través del cual se produce en conjunto con

otros servicios. La aplicación de esta metodología de costos es equivalente a suponer que la empresa presta un único servicio, que es el servicio de interconexión, lo que implicaría asignar todos los costos de la empresa a este servicio. La metodología de Costo Autónomo del servicio por tanto no reconoce la contribución que pudieran tener otros servicios a la recuperación de los costos de la compañía. Si todos los costos comunes están en un mismo servicio, al CILP del servicio se le agrega un margen adicional hasta llegar al SAC de proveer este servicio.

Por tanto, el SAC representa el máximo costo con margen adicional para cualquier servicio – y en esa situación el margen adicional para los otros servicios sería cero. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre varios servicios, se requiere un mecanismo de márgenes adicionales para producir los CILP relevantes (CILP+). Esto se muestra en la figura 13.

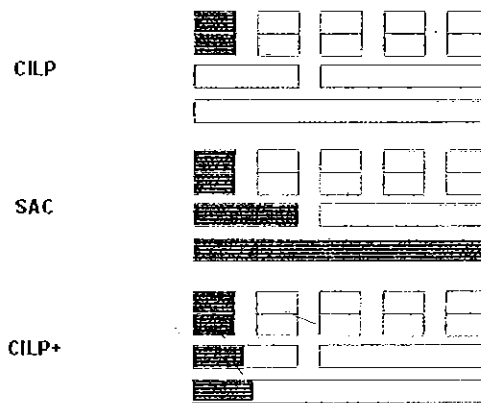


Figura 13: CILP, SAC y CILP+ (Fuente: Analysys Mason)

En términos de los Lineamientos, se empleará el método de Márgenes Equiproporcionales (en lo sucesivo "EPMU", por sus siglas en inglés) cuando se requiera distribuir los costos comunes.

Mediante este método, los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignando 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 será utilizado en el modelo de costos de la red fija.

## 6. Estructura del modelo fijo.

En la figura 14 se muestra la estructura del Modelo CITLP Fijo para la red del concesionario representativo fijo.

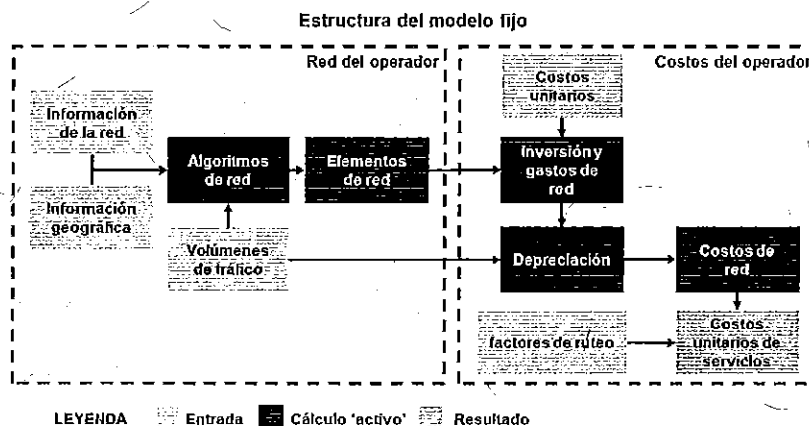


Figura 14: Estructura del modelo fijo (Fuente: Analysys Mason)

Conceptualmente, el modelo está compuesto por tres capas principales:

- La capa de agregación concentra el tráfico originado por los suscriptores a través de *switches* de agregación y lo dirige al *router* regional donde se decide cómo tratar el tráfico.
- La capa de distribución es el primer nivel de inteligencia de la red y redirige el tráfico – a través de la red *core* si es necesario – hasta hacerlo llegar a su destino.
- La capa *core* corresponde a la malla de *routers* que enlazan los distintos ASs de México y gestionan y distribuyen el tráfico nacional.

Asimismo, el Modelo de Costos Fijo toma en consideración a un concesionario hipotético representativo con cobertura nacional, por lo cual se consideró que el operador en cuestión da servicio de telecomunicaciones en 23 205 localidades, congruente con el área cubierta con el concesionario fijo con mayor despliegue de red.

En este tenor, para que se pueda dar los servicios de telecomunicaciones, el modelo considera una red de tres niveles formada de nodos urbanos (Tier 1 y 2) y rurales (Tier 3).

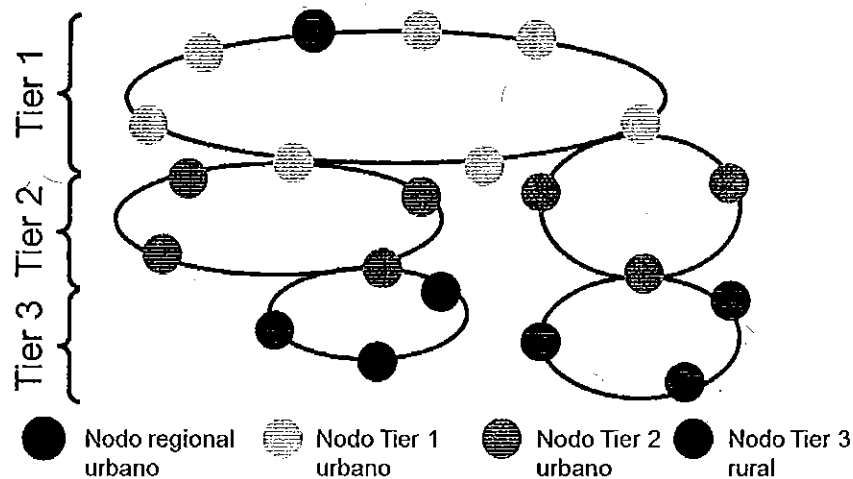


Figura 15. Diseño implementado en el modelo fijo.

Este diseño presupone al menos un nodo por localidad cubierta. Todos los nodos Tier 1 y Tier 2 son urbanos y los nodos Tier 3 son rurales, lo que permite una fácil identificación de los activos urbanos y rurales.

Este diseño es robusto, es decir, resistente a fallos críticos en nodos de la red al permitir que se pueda seguir prestando los servicios a la mayor cantidad de usuarios si en algún momento ocurriera una falla en algún nodo. El número de nodos depende de un nodo de nivel superior relativamente pequeño en los diferentes niveles de red, disminuyendo el número de nodos situado bajo un único punto de fallo. Para tales efectos, se definen como nodos urbanos aquellos con poblaciones superiores a 2500 personas y rurales los demás nodos.

	Ratios <sup>(1)</sup>	Redundancia <sup>(2)</sup>
Regional a Core	9.9	Conexión a 2-nodos
Tier 1 a Regional	5.1	Conexión a 2 nodos
Tier 2 a Tier 1	4.0	Conexión a 1-nodo
Tier 3 a Tier 2	4.9	Conexión a 1 nodo

Robustez de la red.

(1) Número de nodos de un nivel inferior conectados a un nodo de nivel superior.

(2) Número de nodos de nivel superior al que está conectado un nodo de nivel inferior.



Se ha asignado el nivel de red a cada nodo según el tamaño de la localidad y distribución de los nodos en las ASL, como se indica a continuación.

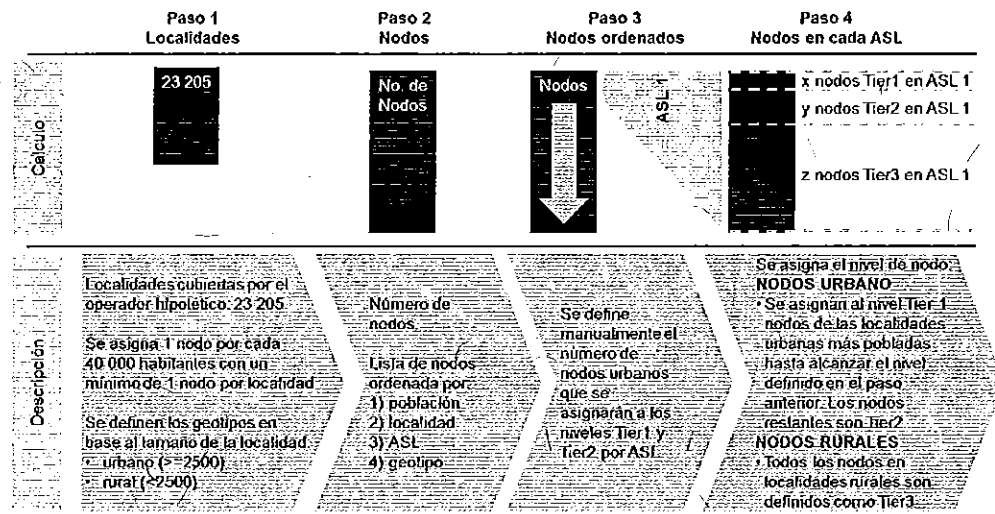


Figura 16. Calculo de nodos.

Se cubren las localidades rurales con una última milla basada en tecnología alámbrica, para ello se asocian las localidades rurales a su nodo Tier 2 más cercano dentro de la misma ASL y se estima los kilómetros necesarios de fibra óptica. El modelo en casos eventuales considera enlaces de microondas para localidades con baja demanda de capacidad de transmisión. Asimismo, se despliega al menos un punto de presencia con MSAN en las localidades Tier 3.

El diseño de red se estructura alrededor de los cuatro tipos de nodos principales:

- Nodos Tier 3 (19,600 nodos): nodos de acceso rurales con conectividad de fibra y/o microondas.
- Nodos Tier 1 y Tier 2 (5,020 nodos): nodos de acceso urbanos conectados por fibra a los que se conectan los MSANs.
- Nodos regionales (197 nodos): cubren un ASL y concentran el tráfico de los nodos Tier 1, Tier 2 y Tier 3 asociados.
- Nodos core (11 nodos): conforman los puntos de la capa core de la red con inteligencia para redirigir el tráfico.
- Nodos nacionales (9 nodos): nodos core con responsabilidades adicionales, como hospedar plataformas de red adicionales.

- El punto de demarcación entre la red de acceso y la red troncal se encuentra en el primer punto donde ocurre una concentración de tráfico de manera que los recursos se asignan en función de la carga de tráfico.
- Los costos situados a partir del punto de demarcación hacia la red core se incluyen en el modelo de costos de Interconexión fija.
- La definición del punto de demarcación es importante para evitar recuperar costos ya incluidos en otros conceptos. En este sentido, parte del costo de acceso puede ser recuperado a través de la renta mensual de la línea.
- El punto de demarcación en los nodos con última milla alámbrica se encuentra a nivel del MSAN.

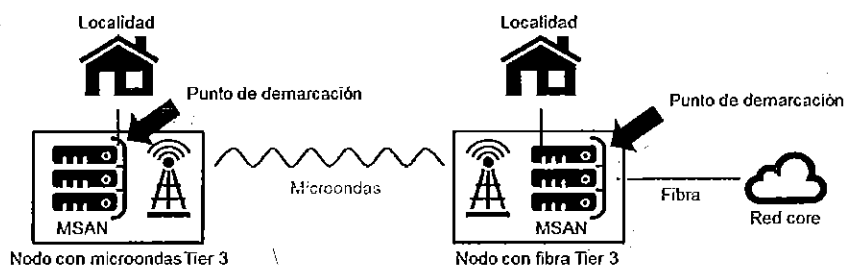


Figura 17. Punto de demarcación.

La red troncal está compuesta de un total de 9 nodos nacionales y 11 nodos core, estos nodos están conectados de forma redundante por seis anillos de fibra con una longitud total de 13 743 kilómetros sin traslape de rutas. Asimismo, se modelan 197 nodos regionales, los cuales están conectados entre sí con anillos de fibra, con dos nodos core conectado a cada anillo, sumando un total de 22 000 kilómetros.

Cabe señalar que las distancias entre nodos, recorrida por la fibra se ha calculado en base a la red de carreteras de México. En el modelaje de la red de acceso se ha considerado lo siguiente:

- Los nodos Tier 1 y Tier 2 están conectados con anillos de fibra y a su vez a dos nodos regionales.
- Los nodos Tier 3 están conectados por anillos de fibra o por microondas a nodos Tier 1 y Tier 2.
- Se asignaron a cada nodo Tier 1, Tier 2, Tier 3 el nodo de nivel superior más cercano dentro de la mismo ASL en base a la distancia lineal entre puntos.
- Una vez efectuadas las asignaciones, se calcularon las distancias en base a algoritmos de TSP<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Travelling Salesman Problem, o problema del viajante, donde se considera un viajante que busca el camino óptimo para cubrir un número definido de ciudades.

- Los algoritmos definen las distancias lineales y no reales, por lo que hubo que aplicar un factor de corrección a dichas distancias.
- Se estimaron los factores de corrección por ASL en base a una muestra de distancias para las que se calcularon las distancias lineales y las distancias por carretera.

Conceptualmente en el Modelo de Costos Fijo se dividió el país en nueve regiones, similares a las utilizadas en la definición de las concesiones móviles, en virtud de que:

- Los concesionarios móviles serán uno de los clientes principales del concesionario fijo modelado para interconexión.
- Cada una de las regiones tiene un nodo nacional que permite la interconexión y el tránsito.
- Se ha implementado la redundancia de los sistemas y nodos a través de los factores de utilización.

Los anillos se dimensionan en función de un número máximo de nodos por anillo calculado en función de la capacidad de la fibra.

Las regiones fijas se han establecido con una definición muy similar a la efectuada para las regiones celulares, ya que se consideran los estados incluidos en una región celular, ignorando las excepciones a nivel de municipio.

Se calcula la proporción de tráfico por región en base al número de líneas fijas reportadas; el cálculo se efectúa a nivel de estado.

Los datos cubren las líneas residenciales y corporativas. Se utiliza un tráfico promedio por cada usuario. En la tabla 4 se muestra la proporción y el número de líneas por región.

Región	Líneas	Proporción	Región	Líneas	Proporción
Región 1	698 437	3.5%	Región 6	1 895 869	9.5%
Región 2	905 056	4.5%	Región 7	2 536 509	12.8%
Región 3	886 390	4.5%	Región 8	984 860	5%
Región 4	2 487 360	12.5%	Región 9	6 931 647	34.8%
Región 5	2 565 334	12.9%			

Tabla 4: Proporción y número de líneas por región.

La red se dimensiona a partir del tráfico anual del concesionario representativo, teniendo en cuenta los siguientes parámetros, los cuales se basan en estimaciones de Analysys Mason, a menos que se indique otra cosa:

- Proporción de tráfico en hora punta de voz: 9.5% para voz, 9% para datos, 6% para SMS.<sup>17</sup>
- Proporción de tráfico en días laborables: 83% para voz, 80% para SMS.<sup>18</sup>
- Ancho de banda ocupado por voz: 92kbit/s (codec G.711).
- Duración media de las llamadas: 2.5-3.5 minutos según el tipo de llamada<sup>19</sup>.
- Intentos de llamadas por llamada exitosa: 1.43 (basado en comparativas internacionales).
- Se estima el tamaño de un SMS fijo a 79 bytes.<sup>20</sup>
- Se ha calculado un tráfico medio por línea urbana y rural, y se ha estimado el tráfico medio por central en base al número de líneas por nodo.
- Los nodos rurales de la red Tier 3 soportan en promedio un tráfico menor que los nodos urbanos de la red Tier 1 y 2.

El modelo define numerosas hipótesis técnicas adicionales:

- MSAN y mini-MSAN: 512 y 128 suscriptores, respectivamente, con hasta un 70% de utilización de la capacidad máxima.
- *edge router*: 12 ranuras con tarjetas de 20 puertos GE o 2 puertos 10GE con hasta un 40% de utilización de la capacidad máxima.
- *core router*: 18 ranuras con tarjetas de 20 puertos GE o 2 puertos 10GE con hasta un 40% de utilización de la capacidad máxima.
- *edge y core switches*: 6 ranuras con tarjetas de 48 puertos 1GE o 12 puertos 10GE con 40% de utilización de la capacidad máxima.
- Enlaces WDM con hasta 40 longitudes de onda por anillo.
- SBC: 8 puertos 1GE por tarjeta y 40% de utilización de la capacidad máxima
- Elementos adicionales: call servers, DNS, BRAS, radius, DNS, TGW, equipo de reloj y sincronización, *network management*, VMS, IN, *wholesale billing*.

<sup>17</sup> Estimaciones Analysys Mason en base a datos proporcionados por los concesionarios.

<sup>18</sup> Estimaciones Analysys Mason.

<sup>19</sup> Estimaciones Analysys Mason.

<sup>20</sup> Basada en información proporcionada por los concesionarios.

El tráfico por servicios a nivel de mercado se distribuye entre los servicios de red, como se observa en la figura 18.

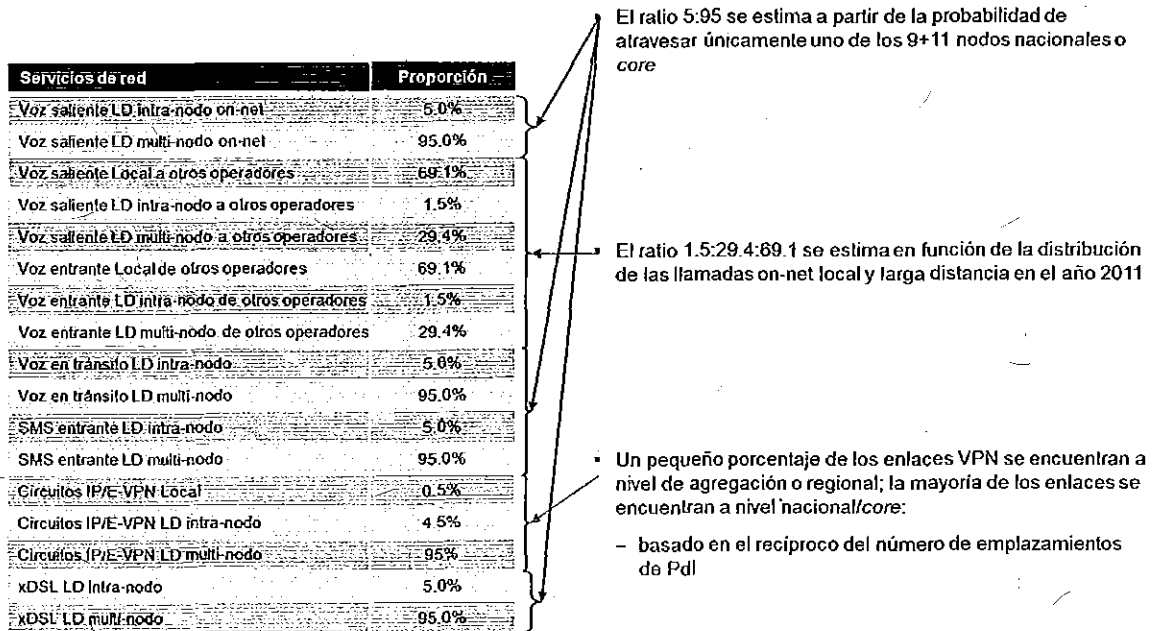


Figura 18: Tráfico por servicios.

Una matriz de enrutamiento convierte el tráfico de red en carga de red teniendo en cuenta la utilización de cada activo por cada tipo de servicio de red. Para los distintos tipos de llamadas, se utilizan los siguientes factores de enrutamiento:

Nombre del activo / Elemento de red	Medio de uso	Llamadas entrantes locales de otros operadores	Llamadas entrantes intranodo de otros operadores	Llamadas entrantes multinodo de otros operadores	Llamadas en tránsito regional	Llamadas en tránsito intranodo	Llamadas en tránsito multinodo
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	Distribución	1	1	1			
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	Distribución	1	1	1			
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	Distribución	1	1	1			
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	Distribución	1	1	1			
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	Distribución	1	1	1			

Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	Distribución	1	1	1			
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	Distribución	1	1	1			
MSAN	Distribución	1	1	1			
mini-MSAN	Distribución	1	1	1			
MSP	Distribución	1	1	1			
mini-MSP	Distribución	1	1	1			
STM-1	Distribución	1	1	1			
STM-4	Distribución	1	1	1			
STM-16	Distribución	1	1	1			
STM-64	Distribución	1	1	1			
Tier 1&2 DWDM	Distribución	1	1	1			
Tier 1&2 amplificadores DWDM	Distribución	1	1	1			
Acceso - cables de fibra (km)	Distribución	1	1	1			
Acceso - zanjas (km)	Distribución	1	1	1			
Acceso - postes (km)	Distribución	1	1	1			
Acceso - mástil	Distribución	1	1	1			
Acceso - Enlace microondas E1	Distribución	1	1	1			
Acceso - Enlace microondas E2	Distribución	1	1	1			
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	Distribución	1	1	1			
Acceso - BTS	Distribución	1	1	1			
Radio Network Controller	Distribución	1	1	1			
Foncos	Voice traffic	1	1	1	1	1	1
Edge switch - chasis	Edge switching	1	1	1			
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	Edge switching	1	1	1			
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	Edge switching	1	1	1			
Edge router - chasis	Edge routing	1	2	2	1	2	2
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	Edge routing	1	2	2	1	2	2
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	Edge routing	1	2	2	1	2	2
SBC regional - chasis	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - chasis	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
Regional DWDM	Regional-Core		2	2		2	2
Regional amplificadores DWDM	Regional-Core		2	2		2	2
Regional - cables de fibra (km)	Regional-Core		2	2		2	2
Regional - zanjas (km)	Regional-Core		2	2		2	2
Regional - postes (km)	Regional-Core		2	2		2	2
Core switch - chasis	Core switching						

Core switch - tarjeta 48 puertos GE	Core switching						
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	Core switching						
Core router - chasis	Core routing		1	2		1	2
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	Core routing		1	2		1	2
Core DWDM	Core-Core			1			1
Core Amplificadores DWDM	Core-Core			1			1
Core - cables de fibra (km)	Core-Core			1			1
Core - zanjas (km)	Core-Core			1			1
Core - postes (km)	Core-Core			1			1
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	Establecimiento de interconexión						
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	Establecimiento de interconexión						
BRAS	Core switching						
Call servers	Call's routing	1	1	1	1	1	1
Equipo de reloj y sincronización	Traffic units	1	1	1	1	1	1
DNS	Core switching						
Network management systems	Traffic units	1	1	1	1	1	1
Servidores Radius	Core switching						
Billing systems	Wholesale voice events	1	1	1	1	1	1
VAS, IN	Voice origination and termination	1	1	1	1	1	1
SMSC- Hardware	SMS routing						
SMSC- Software	SMS routing						
VMS	Deposits/referrals	1	1	1			
Plataforma de televisión lineal	Television						
Plataforma de televisión VoD	Television						
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	Establecimiento de interconexión						
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	Traffic units	1	1	1	1	1	1

Tabla 5: Factores de enrutamiento.

Los elementos de red se dimensionan en función de parámetros técnicos y geográficos, así como del tráfico que tiene que soportar la red.

- Los MSANs y mini-MSANs se dimensionan en base al número de líneas asociadas a cada Nodo Tier 3 con fibra, Tier 2 y Tier 1:
  - Se considera únicamente el chasis, y no las tarjetas de líneas.
- Los enlaces del MSAN/mini-MSAN al edge switch se dimensionan en base al tráfico agregado de voz y datos:

- Los nodos Tier 1 agregan su propio tráfico con el tráfico de los nodos Tier 2 conectados por un anillo de red.
- Los nodos Tier 2 agregan su propio tráfico con el tráfico de los nodos Tier 3.
- Los edge switches se dimensionan en base al tráfico agregado de los servicios provenientes de los MSAN, y del tráfico destinado al edge router.
- Los SBCs se encuentran presentes a nivel de todos los nodos regionales:
  - El SBC deberá tener en cuenta un tráfico adicional de interconexión en el caso de una interconexión a nivel de nodo regional.
- El *edge router* se dimensiona en función del tráfico agregado de los servicios provenientes de los MSAN y de la proporción del tráfico de larga distancia intra-nodo saliente y entrante.
- El *core router* se dimensiona en base al tráfico saliente y entrante que se transporta por la red *core*, así como del tráfico de larga distancia saliente y entrante que requiere transportarse entre nodos *core*.
- El *core switch* se limita a transportar el tráfico (limitado) que necesitan enviar y recibir los sistemas de red y soporte, como pueden ser el DNS, NMS, web, etc.
- El transporte a nivel regional y *core* se dimensiona en base al tráfico efectivo transportado por cada enlace, en base al despliegue de tecnología DWDM.
- Los sistemas de red y soporte (DNS, NMS, web, etc.) se dimensionan en base a criterios específicos, como pueden ser el número de llamadas para el *call server*, el número de usuarios para el *billing system* o VMS, o el número de SMS/s para el SMSC.
- Los elementos de interconexión se dimensionan en base al tráfico de interconexión así como a la tecnología (PSTN o Ethernet) utilizada para la interconexión.

H

Se ha establecido una calibración técnica de los elementos de red principalmente basada en estimaciones de Analysys Mason y en datos facilitados por los operadores donde ha sido posible:

- utilidades de elementos de red
- distancia entre repetidores de fibra



Se ha comparado la red troncal del operador fijo con las redes existentes de otros operadores - ej. Telmex o Avantel:

- La comparación indica que la red modelada del operador fijo es similar a la de los operadores existentes.
- Las principales rutas de fibra y los principales puntos de interconexión de las redes de los operadores corresponden con los nodos desplegados por el modelo.
- Se ha tenido en cuenta la cobertura regional o zonal de algunos de los operadores considerados.

En la tabla 6 se muestran las especificaciones de los activos.

Nombre del activo	Tiempo de retrada del activo	Vida útil del activo (años)	Periodo de planificación (0-12 meses)	Costos de capex directos (USD)	Mark-up de capex I&C	2011 Capex por unidad (USD)	Opex directo (alquileres, electricidad)	Mantenimiento, soporte, opex etc	Mantenimiento, soporte, opex etc (USD)	2011 Opex por unidad (USD)
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	1	50	12	2,500	50	2,550	125		1,000	1,125
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	1	50	12	3,750	75	3,825	188		2,000	2,188
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	1	50	12	30,000	600	30,600	1,500		4,000	5,500
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	1	50	12	100,000	2,000	102,000	5,000		4,000	9,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	1	50	12	300,000	6,000	306,000	15,000		5,000	20,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	1	50	12	1,040,000	20,800	1,060,800	52,000		6,000	58,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	1	50	12	2,000,000	40,000	2,040,000	100,000		6,000	106,000
MSAN	1	8	6	30,000	600	30,600		2%	600	600
mini-MSAN	1	8	6	5,000	100	5,100		2%	100	100
MSPP	1	8	9	30,000	600	30,600		2%	600	600
mini-MSPP	1	8	9	5,000	100	5,100		2%	100	100
STM-1	1	8	9	3,000	60	3,060		15%	450	450
STM-4	1	8	9	5,000	100	5,100		15%	750	750
STM-16	1	8	9	10,000	200	10,200		15%	1,500	1,500
STM-64	1	8	9	20,000	400	20,400		15%	3,000	3,000
Tier 1&2 DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100		15%	750	750
Tier 1&2 amplificadores DWDM	1	8	9	80,000	1,600	81,600		15%	12,000	12,000
Acceso - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000		2,000		1%	20	20
Acceso - zanjas (km)	1	40	12	25,000		25,000		1%	250	250
Acceso - postes (km)	1	20	12	5,000		5,000		1%	50	50
Acceso - mástil	1	35	12	100,000	2,000	102,000		1%	1,000	1,000
Acceso - Enlace microondas E1	1	8	9	1,700	34	1,734		15%	255	255
Acceso - Enlace microondas E2	1	8	9	2,100	42	2,142		15%	315	315

Acceso - Repelidor de microondas (mast-generator, etc.)	1	35	12	60,000	1,200	61,200		2%	1,200	1,200
Acceso - BTS	1	8	9		0	0			0	0
Radio Network Controller	1	8	12		0	0			0	0
Foncos	1	20	0	20,000,000		20,000,000				0
Edge switch - chasis	1	8	9	45,000	900	45,900		20%	9,000	9,000
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	1	5	3	3,100	62	3,162		20%	620	620
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	1	5	3	9,800	196	9,996		20%	1,960	1,960
Edge router - chasis	1	8	9	100,000	2,000	102,000		20%	20,000	20,000
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	1	5	3	250,000	5,000	255,000		20%	50,000	50,000
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	1	5	3	35,000	700	35,700		20%	7,000	7,000
SBC regional - chasis	1	8	9	70,000	1,400	71,400		20%	14,000	14,000
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	1	5	3	15,000	300	15,300		20%	3,000	3,000
SBC nacional - chasis	1	8	9	100,000	2,000	102,000		20%	20,000	20,000
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	1	5	3	15,000	300	15,300		20%	3,000	3,000
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	1	8	9	30,000	600	30,600		20%	6,000	6,000
Regional DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100			750	750
Regional amplificadores DWDM	1	8	9	60,000	1,600	61,600			12,000	12,000
Regional - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000	0	2,000			20	20
Regional - zanjas (km)	1	40	12	25,000	0	25,000			250	250
Regional - postes (km)	1	20	12	5,000	0	5,000			50	50
Core switch - chasis	1	8	9	45,000	900	45,900			9,000	9,000
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	1	5	3	3,100	62	3,162			620	620
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	1	5	3	9,800	196	9,996			1,960	1,960
Core router - chasis	1	8	9	250,000	5,000	255,000		20%	50,000	50,000
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	1	5	3	400,000	8,000	408,000		20%	80,000	80,000
Core DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100			750	750
Core Amplificadores DWDM	1	8	9	80,000	1,600	81,600			12,000	12,000
Core - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000	0	2,000			20	20
Core - zanjas (km)	1	40	12	25,000	0	25,000			250	250
Core - postes (km)	1	20	12	5,000	0	5,000			50	50
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	1	8	9	80,000	1,600	81,600		20%	16,000	16,000
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	1	5	3	2,000	40	2,040		20%	400	400
BRAS	1	6	6	120,000	2,400	122,400		20%	24,000	24,000
Call servers	1	6	9	1,000,000	20,000	1,020,000		20%	200,000	200,000
Equipo de reloj y sincronización	1	5	9	200,000	4,000	204,000		10%	20,000	20,000
DNS	1	6	6	40,000	800	40,800		20%	8,000	8,000
Network management systems	1	5	9	10,000,000	200,000	10,200,000		10%	1,000,000	1,000,000
Servidores Radius	1	6	6	40,000	800	40,800		20%	8,000	8,000
Billing systems	1	5	9	1,500,000	30,000	1,530,000		10%	150,000	150,000
VAS, IN	1	5	6	1,000,000	20,000	1,020,000		10%	100,000	100,000
SMSC- Hardware	1	5	3	500,000	10,000	510,000		10%	50,000	50,000
SMSC- Software	1	5	3	500,000	10,000	510,000			0	0
VMS	1	6	6	4,500,000	90,000	4,590,000		10%	450,000	450,000
Plataforma de televisión linear	1	5	9	2,000,000	40,000	2,040,000		10%	200,000	200,000
Plataforma de televisión VoD	1	5	9	2,000,000	40,000	2,040,000		10%	200,000	200,000
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	1	1	0	0		0			1,900,000	1,900,000
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	1	1	0	0		0		100,000,000.00	1,900,000.00	98,100,000

Tabla 6: Especificaciones de los activos.

Posteriormente, el modelo calcula el tráfico en Mbit/s asociados a los distintos tipos de llamadas a lo largo del periodo considerado por el modelo, en la tabla 7 se muestra la demanda calculada para el periodo 2011 - 2020 para efectos ilustrativos.

Servicio (Mbit/s)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	7,714	7,587	7,621	7,696	7,791	7,912	8,021	8,123	8,207	8,290
Llamadas entrantes Larga Distancia intra-nodo de otros operadores	457	538	586	635	682	726	766	799	824	840
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	8,683	10,229	11,136	12,056	12,952	13,798	14,548	15,175	15,650	15,957
Llamadas en tránsito Local	14,396	14,812	15,499	16,206	16,859	17,502	18,072	18,602	19,033	19,459
Llamadas en tránsito Larga Distancia intra-nodo	80	82	86	90	94	97	100	103	106	108
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	1,520	1,563	1,636	1,711	1,780	1,847	1,908	1,964	2,009	2,054

Tabla 7: Demanda calculada.

Después se calcula el número total de elementos desplegados y los despliegues incrementales en cada año (incluyendo los reemplazos), para lo cual se ha estimado la vida útil de los diferentes activos que determinará la frecuencia con que deberán remplazarse (estas vidas útiles fijan el reemplazo periódico de todos los activos en el modelo a través del tiempo).

El cálculo del diseño de red determina las necesidades en términos de activos en respuesta a los requerimientos de cobertura y capacidad a mitad del año considerado - activación 'just-in-time'.

Sin embargo, el algoritmo de costos de capital permite considerar un tiempo de despliegue entre la compra del activo y su activación efectiva en la red, ya que sería irrealista considerar una compra, instalación y activación instantánea de los activos.

En el modelo se consideran las tendencias de costos de capital en los equipos en base a estimaciones de otros modelos CITLP públicos.

El capex se calcula como el capex directo de la compra del activo con un costo adicional estimado del 2% asociado a la instalación y verificación de su buen funcionamiento. En la tabla 8 se muestra el capex total anual.

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	13,173,855	13,437,332	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	13,524,825	13,795,322	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	54,615,568	55,707,879	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	45,286,540	46,192,271	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	26,900,205	27,161,056	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	5,651,760	4,803,996	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	9,057,308	7,390,763	-	-	-	-	-	-	-	-
MSAN	38,403,000	106,931,700	178,795,800	214,888,500	205,448,400	209,533,500	110,068,200	8,307,900	52,234,200	120,609,900
mini-MSAN	24,990,000	49,980,000	24,990,000	-	-	-	-	-	24,990,000	50,178,900
MSPP	97,970,201	124,065,928	29,463,310	-	-	-	-	-	64,995,433	82,307,871
mini-MSPP	63,747,234	80,736,610	19,174,162	-	-	-	-	-	42,291,218	53,562,317
STM-1	30,718,341	37,674,201	8,664,532	-	-	-	-	-	15,765,233	19,335,111
STM-4	-	-	6,674,061	26,730,057	7,569,559	-	-	-	-	-
STM-16	-	-	-	-	11,297,850	3,464,674	-	-	-	-
STM-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	270,592,195	270,592,195	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - zanjas (km)	2,366,053,658	2,413,374,731	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - postes (km)	90,135,377	91,938,085	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - mástil	999,600,000	999,600,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E1	15,599,008	4,783,696	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E2	-	35,453,190	10,872,312	-	-	-	-	-	-	18,195,246
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator, etc.)	71,236,800	71,236,800	-	-	-	-	-	-	-	-

Acceso - BTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radio Network Controller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foncos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edge switch - chasis	4,636,267	5,828,103	1,380,652	-	-	-	-	-	3,075,788	3,866,483
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	129,065	473,762	324,413	-	183,989	592,875	312,248	213,814	-	121,264
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	408,013	1,497,698	1,025,563	-	-	268,914	987,105	675,930	-	-
Edge router - chasis	10,302,794	12,951,340	3,068,116	-	-	-	-	-	6,835,084	8,592,184
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	10,408,597	38,206,579	43,692,850	64,512,359	44,513,528	6,860,054	25,181,250	28,797,150	53,148,630	58,676,088
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	2,914,382	10,697,842	7,325,449	-	-	1,920,815	7,050,750	4,828,068	-	-
SBC regional - chasis	7,211,955	9,065,938	2,147,681	-	-	-	-	-	4,784,559	6,014,528
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	1,249,021	4,584,769	4,191,310	3,870,742	2,670,812	823,207	3,021,750	2,762,415	3,188,918	3,520,565
SBC nacional - chasis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional DWDM	1,030,279	1,295,134	306,812	-	-	-	-	-	683,508	859,218
Regional amplificadores DWDM	16,484,470	20,722,144	4,908,966	-	-	-	-	-	10,936,134	13,747,494
Regional - cables de fibra (km)	22,000,000	22,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional - zanjas (km)	166,380,403	169,708,016	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional - postes (km)	6,338,301	6,465,067	-	-	-	-	-	-	-	-
Core switch - chasis	421,478	133,468	-	-	38,144	12,079	-	-	310,666	98,384
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	11,733	32,384	-	1,015	2,802	8,592	24,506	2,909	3,345	3,693
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	37,092	102,374	3,488	25,674	59,050	81,469	122,451	32,187	25,382	48,649
Core router - chasis	3,902,573	2,471,630	626,146	966,613	1,342,105	536,842	637,500	363,375	2,819,184	1,694,387
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	9,252,006	54,321,049	85,712,735	23,971,090	25,668,715	34,868,478	61,710,000	64,139,640	27,885,494	26,409,204
Core DWDM	104,069	32,955	-	-	-	-	-	-	69,041	21,863
Core Amplificadores DWDM	8,325,490	2,636,405	-	-	-	-	-	-	5,523,300	1,749,045
Core - cables de fibra (km)	16,943,000	16,943,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Core - zanjas (km)	128,135,602	130,698,314	-	-	-	-	-	-	-	-
Core - postes (km)	4,881,356	4,978,983	-	-	-	-	-	-	-	-
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	8,242,235	10,361,072	2,454,493	-	-	-	-	-	5,468,067	6,873,747
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	83,268	5,117,940	21,244,514	28,588,472	22,075,697	9,130,109	12,123,210	16,695,074	21,550,825	17,126,666
BRAS	749,294	1,977,304	4,207,703	6,638,402	7,391,468	7,601,684	5,508,000	3,604,680	4,970,970	6,506,447
Call servers	18,732,352	7,909,215	8,139,901	12,194,197	4,803,324	7,784,211	17,595,000	7,025,250	7,594,538	9,401,117

Equipo de reloj y sincronización	3,746,470	1,186,382	-	-	-	2,898,947	918,000	-	-	-
DNS	499,529	474,553	-	-	-	-	367,200	348,840	-	-
Network management systems	187,323,519	59,319,114	-	-	-	144,947,368	45,900,000	-	-	-
Servidores Radius	249,765	659,101	1,402,568	2,212,801	2,463,823	2,533,895	1,836,000	1,201,560	1,656,990	2,168,816
Billing systems	-	4,448,934	5,635,316	4,015,163	2,119,114	2,818,421	4,207,500	4,360,500	3,106,856	2,623,568
VAS, IN	-	4,613,709	8,766,047	8,327,745	7,346,260	6,978,947	7,140,000	7,267,500	6,904,125	5,684,396
SMSC- Hardware	-	329,551	939,219	-	-	-	255,000	726,750	-	-
SMSC- Software	-	329,551	939,219	-	-	-	255,000	726,750	-	-
VMS	-	5,931,911	5,635,316	2,676,775	2,542,936	2,415,789	2,295,000	4,360,500	4,142,475	1,967,676
Plataforma de televisión linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 8: Capex total (USD 2011)

El opex se calcula de la siguiente manera:

- Opex directo, correspondiente a gastos de alquiler, electricidad, etc. estimado en un 5% del capex.
- Costos de mantenimiento y soporte, que varían en función del tipo de activo, pudiendo oscilar entre un 1% para material de transmisión (fibra, zanjas, etc.) y un 20% para elementos de red como el SBC, routers o switches.

Con base en lo anterior, en la tabla 9 se observa el opex total anual.

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	-	6,587,749	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	-	8,767,184	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	-	11,126,782	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564

Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	-	4,529,219	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	-	1,992,856	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	-	350,260	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	-	533,441	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194
MSAN	-	1,515,829	4,220,769	8,573,192	12,702,770	16,682,576	20,973,399	21,027,148	21,301,326	21,573,088
mini-MSAN	-	986,561	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121
MSPP	-	1,895,088	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573
mini-MSPP	-	1,233,301	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401
STM-1	-	3,677,140	7,353,373	7,353,373	6,787,032	4,510,341	4,510,341	4,510,341	4,510,341	4,510,341
STM-4	-	-	-	943,776	4,737,756	4,737,756	3,793,980	3,793,980	3,793,980	3,793,980
STM-16	-	-	-	-	-	1,887,363	1,887,363	1,887,363	1,887,363	1,887,363
STM-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	-	2,724,854	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707
Acceso - zanjas (km)	-	26,819,694	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388
Acceso - postes (km)	-	1,021,866	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732
Acceso - mástil	-	9,863,732	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463
Acceso - Enlace microondas E1	-	1,867,755	1,867,755	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E2	-	-	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	-	1,405,893	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786
Acceso - BTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radio Network Controller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foncos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edge switch - chasis	-	896,805	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552

Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	-	61,798	122,973	122,973	122,973	245,945	245,945	245,945	245,945	245,945
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	-	195,320	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667
Edge router - chasis	-	1,992,876	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	-	4,982,161	9,913,997	19,827,994	29,741,992	29,741,992	29,741,992	29,741,992	29,741,992	39,655,989
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	-	1,395,039	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987
SBC regional - chasis	-	1,395,019	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	597,897	1,189,754	1,784,631	2,379,508	2,379,508	2,379,508	2,379,508	2,379,508	2,974,386
SBC nacional - chasis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional DWDM	-	149,464	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419
Regional amplificadores DWDM	-	2,391,428	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700
Regional - cables de fibra (km)	-	221,428	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857
Regional - zanjas (km)	-	1,885,880	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760
Regional - postes (km)	-	71,843	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686
Core switch - chasis	-	81,526	81,526	81,526	81,526	90,584	90,584	90,584	90,584	99,643
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	-	5,616	5,616	5,616	6,240	6,240	6,864	7,488	8,112	8,736
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	-	17,755	17,755	19,727	29,591	39,455	51,291	59,182	61,155	63,127
Core router - chasis	-	754,873	1,006,497	1,056,822	1,258,121	1,509,746	1,560,071	1,711,045	1,761,370	1,811,695
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	-	4,428,581	19,405,236	22,948,101	27,054,604	31,865,783	38,287,095	39,535,150	42,353,338	45,171,526
Core DWDM	-	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097
Core Amplificadores DWDM	-	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792
Core - cables de fibra (km)	-	170,530	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060
Core - zanjas (km)	-	1,452,385	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769
Core - postes (km)	-	55,329	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	-	1,594,305	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	-	39,877	2,584,356	6,971,235	11,392,754	12,885,526	15,001,427	15,564,539	16,187,266	16,846,647
BRAS	-	217,404	603,901	1,570,142	2,850,412	4,203,150	5,700,825	6,159,789	6,594,598	6,981,095



Call servers	-	3,623,379	4,025,977	5,636,367	7,850,654	8,253,252	10,064,942	10,467,539	10,668,838	11,071,436
Equipo de reloj y sincronización	-	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339
DNS	-	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939
Network management systems	-	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879
Servidores Radius	-	72,469	201,304	523,390	950,153	1,401,073	1,900,307	2,053,297	2,198,236	2,327,070
Billing systems	-	-	452,922	905,844	1,207,793	1,358,767	1,660,715	1,660,715	1,660,715	1,660,715
VAS, IN	-	-	704,546	1,409,092	2,113,638	2,717,534	3,422,080	3,422,080	3,522,730	3,522,730
SMSC- Hardware	-	-	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650
SMSC- Software	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VMS	-	-	905,844	905,844	1,358,766	1,358,766	1,811,688	1,811,688	1,811,688	1,811,688
Plataforma de televisión linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	-	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	-	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978

Tabla 9: Opex total (USD 2011)

Para calcular la depreciación económica, se realizó lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{VA (costos anualizados)} &= \text{VA (capex+opex)} \\
 \text{Costos anualizados} &= \text{Recuperación de costos (p.ex. ingresos)} \\
 \text{Ingresos} &= \text{Precios unitarios x Producción} \\
 \text{Precio unitario} &= \text{Precio unitario año 0 x Tendencias costos de equipos}
 \end{aligned}$$

\*Se reorganiza la fórmula:

$$\text{Precio unitario año 0} = \frac{\text{Costos anualizados}}{\text{Tendencias de costos de equipos x Producción}}$$

\*Por lo tanto, si se toma el valor actual de las series temporales:

$$\text{Precio unitario año 0 x VA (Tendencias de costos de equipos x Producción)} = \text{VA (capex + opex)}$$

$$\text{Precio unitario año cero} = \frac{\text{VA (capex + opex)}}{\text{VA (Tendencias costos de equipos x Producción)}}$$

Nota: VA es "valor actual" o "present value" por su significado en inglés, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Nombre del activo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	1,047,394	2,933,356	5,409,153	8,386,641	11,459,583	12,571,411	13,679,846	14,788,701
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	1,360,889	3,809,683	7,022,015	10,882,430	14,863,080	16,297,578	17,726,218	19,153,913
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	2,035,708	5,714,612	10,562,855	16,416,625	22,466,511	24,729,113	26,976,824	29,237,391
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	1,018,593	2,867,649	5,316,001	8,286,326	11,383,727	12,556,392	13,738,858	14,935,212
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	503,173	1,418,611	2,633,571	4,110,993	5,655,827	6,247,487	6,845,763	7,452,723
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	88,712	250,328	465,127	726,697	1,000,653	1,106,303	1,213,310	1,322,945
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	136,087	384,105	713,873	1,115,610	1,536,566	1,699,224	1,864,049	2,031,612
MSAN	13,032,735	36,424,286	67,025,542	103,697,328	141,383,977	154,757,052	168,021,782	181,223,702
mini-MSAN	1,371,276	3,832,484	7,052,282	10,910,808	14,876,115	16,283,201	17,678,887	19,067,965
MSPP	4,784,154	12,740,091	22,340,731	32,943,277	42,816,512	44,683,403	46,261,765	47,589,589
mini-MSPP	3,113,209	8,290,406	14,537,873	21,437,321	27,862,189	29,077,056	30,104,169	30,968,250
STM-1	2,091,008	5,458,674	9,392,337	13,602,651	17,381,547	17,852,732	18,211,407	18,479,822
STM-4	835,040	2,175,284	3,734,462	5,395,746	6,877,607	7,045,664	7,167,647	7,292,623
STM-16	922,107	2,446,467	4,280,619	6,307,625	8,205,332	8,583,736	8,922,217	9,229,065
STM-64	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	4,345,205	12,144,111	22,346,784	34,573,413	47,138,406	51,597,082	56,019,636	60,421,248
Acceso - zanjas (km)	25,371,824	72,114,496	134,961,147	212,370,452	294,513,845	327,910,684	362,151,770	397,356,159
Acceso - postes (km)	1,207,746	3,434,813	6,431,945	10,126,912	14,051,877	16,654,035	17,298,159	18,989,967
Acceso - mástil	13,755,102	38,443,180	70,740,575	109,444,973	149,220,485	163,334,791	177,334,747	191,268,411
Acceso - Enlace microondas E1	360,564	931,567	1,585,294	2,269,170	2,863,692	2,902,784	2,920,079	2,919,793
Acceso - Enlace microondas E2	1,310,918	3,441,330	5,955,894	8,678,497	11,160,113	11,538,590	11,851,251	12,111,303
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	1,080,443	3,019,655	5,556,568	8,586,742	11,721,050	12,829,708	13,929,384	15,023,853
Acceso - BTS	-	-	-	-	-	-	-	-

Radio Network Controller	-	-	-	-	-	-	-	-
Foncos	-	-	-	-	-	-	-	-
Edge switch - chasis	339,833	920,060	1,641,086	2,462,627	3,258,727	3,464,126	3,654,983	3,833,486
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	56,654	148,861	258,356	377,551	486,967	595,036	520,365	533,508
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	110,517	290,359	502,952	733,514	944,128	977,071	1,004,524	1,027,591
Edge router - chasis	730,997	2,062,055	3,706,185	5,495,790	7,240,240	7,714,568	8,141,191	8,540,347
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	7,860,954	21,579,864	37,776,890	54,609,603	70,198,319	73,052,317	75,367,852	77,372,889
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	858,686	2,354,781	4,117,700	5,945,787	7,634,224	7,935,190	8,176,796	8,383,970
SBC regional - chasis	1,161,146	3,038,145	4,818,824	5,292,825	5,988,048	6,041,268	6,113,583	6,184,995
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	1,431,061	3,649,588	5,647,246	6,056,961	6,698,066	6,611,906	6,553,531	6,511,195
SBC nacional - chasis	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional DWDM	55,259	166,536	309,546	476,310	635,510	680,915	719,626	755,217
Regional amplificadores DWDM	884,149	2,664,584	4,952,734	7,620,964	10,168,161	10,894,636	11,514,014	12,083,471
Regional - cables de fibra (km)	283,802	885,948	1,704,764	2,714,044	3,744,380	4,145,908	4,525,205	4,901,616
Regional - zanjas (km)	1,430,472	4,541,348	8,887,411	14,390,752	20,194,037	22,743,647	25,252,025	27,824,982
Regional - postes (km)	68,087	216,286	423,518	686,167	963,420	1,085,663	1,206,064	1,329,672
Core switch - chasis	13,843	45,936	89,255	142,333	191,742	206,713	220,499	233,230
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	1,511	4,868	9,191	14,264	18,690	19,630	20,419	21,081
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	9,996	32,315	61,225	95,290	125,407	132,210	138,050	143,086
Core router - chasis	268,054	859,109	1,646,199	2,597,964	3,496,788	3,771,312	4,020,046	4,251,449
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	8,474,467	26,442,735	49,373,583	75,998,007	99,864,840	105,254,515	109,755,575	113,666,395
Core DWDM	2,723	8,542	16,164	25,229	33,735	36,164	38,296	40,242
Core Amplificadores DWDM	217,846	683,326	1,293,098	2,018,311	2,698,785	2,893,157	3,063,664	3,219,343
Core - cables de fibra (km)	200,267	650,897	1,275,539	2,060,529	2,849,919	3,158,281	3,455,188	3,748,721
Core - zanjas (km)	1,007,860	3,331,297	6,639,382	10,908,529	15,345,979	17,298,492	19,250,625	21,246,727
Core - postes (km)	47,969	158,647	316,374	520,103	732,090	825,698	919,384	1,015,267
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	7,765,248	7,545,768	7,337,262	7,139,181	6,951,005	6,772,237	6,602,408	6,441,070
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	41,963,043	39,899,026	38,000,129	36,253,144	34,645,918	33,167,271	31,806,914	30,555,387
BRAS	799,024	2,651,690	5,153,033	8,218,501	11,072,964	11,939,141	12,737,078	13,474,328

Call servers	6,196,902	13,034,798	19,021,312	21,107,385	24,355,351	24,081,717	23,913,949	23,829,606
Equipo de reloj y sincronización	138,607	396,576	714,246	1,058,642	1,381,356	1,455,963	1,521,988	1,580,378
DNS	21,420	70,873	137,305	218,309	293,212	315,160	335,143	353,408
Network management systems	6,925,334	19,828,743	35,712,271	52,932,041	69,067,713	72,798,061	76,099,332	79,018,814
Servidores Radius	266,343	883,902	1,717,690	2,739,520	3,691,015	3,979,744	4,245,726	4,491,478
Billing systems	1,212,572	3,104,372	4,840,204	5,289,368	5,918,990	5,929,602	5,927,534	5,935,459
VAS, IN	3,681,638	6,988,851	9,694,335	10,709,663	12,409,916	12,007,832	11,707,347	11,461,543
SMSC- Hardware	25,731	79,480	152,907	243,104	389,584	399,425	408,185	415,159
SMSC- Software	20,582	62,910	119,716	188,184	298,028	301,824	304,527	305,645
VMS	1,909,408	3,431,403	4,630,056	5,026,146	5,968,106	5,882,500	5,766,042	5,676,012
Plataforma de televisión linear	-	-	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	6,677,163	19,938,744	37,436,867	57,823,260	78,591,901	86,248,699	93,831,621	101,352,505

Tabla 10: Depreciación económica (USD 2011)

Para determinar los costos incrementales promedio es necesario que a través de los factores de enrutamiento se realice su asignación. Para los distintos tipos de llamadas, los valores se muestran en la tabla 11.

Servicio	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	22,285,477	22,253,755	22,311,599	22,352,852	22,392,471	22,396,607	22,416,044
Llamadas entrantes Larga Distancia intra-nodo de otros operadores	2,059,403	2,179,643	2,289,889	2,383,388	2,456,747	2,505,915	2,529,741
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	40,545,187	42,903,576	45,065,526	46,898,414	48,335,682	49,297,867	49,762,451
Llamadas en tránsito Local	20,133,803	20,233,240	20,309,830	20,297,180	20,239,246	20,080,494	19,925,913
Llamadas en tránsito Larga Distancia intra-nodo	143,348	144,349	145,219	145,481	145,446	144,710	144,025
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	2,924,611	2,947,401	2,967,712	2,975,780	2,977,929	2,985,867	2,954,962

Tabla 11: CITLP tipos de llamadas y de tránsito (USD 2011)

Para los costos comunes, se estima que para el concesionario fijo los costos que son comunes al tráfico y a los suscriptores (la red de acceso fija) son los costos generales como se muestra en la figura 19 y la tabla 12. Todos los otros costos medios incrementales se asignan en base a los factores de enrutamiento para los diferentes servicios de tráfico.

Estructura de costos comunes en el operador fijo

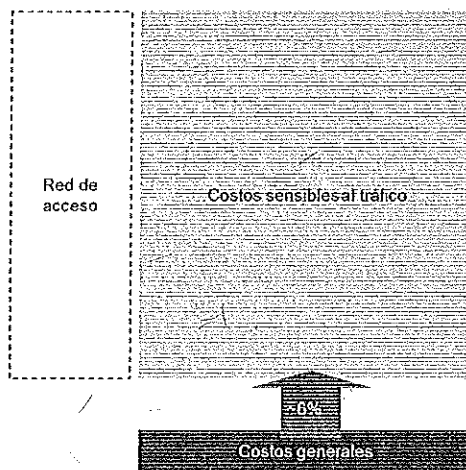


Figura 19: Costos comunes (Fuente: Analysys Mason)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EPMU	6.4%	6.4%	6.5%	6.6%	6.6%	6.7%	6.7%

Tabla 12: EPMU red fija.

Finalmente, se calculan los costos totales recuperados por costos unitarios LRAIC+, como se muestra en la tabla 13.

Servicio	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	23,703,087	23,687,644	23,765,584	23,824,059	23,879,072	23,894,529	23,924,790
Llamadas entrantes Larga Distancia intra-nodo de otros operadores	2,190,404	2,320,085	2,439,114	2,540,257	2,619,846	2,673,515	2,700,009
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	43,124,322	45,668,007	48,002,320	49,985,146	51,544,611	52,594,990	53,111,789
Llamadas en tránsito Local	21,414,542	21,536,940	21,633,365	21,633,088	21,582,897	21,423,510	21,267,058
Llamadas en tránsito Larga Distancia intra-nodo	152,467	153,650	154,682	155,056	155,102	154,388	153,719
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	3,110,650	3,137,312	3,161,109	3,171,638	3,175,629	3,164,229	3,153,851

Tabla 13: Costos totales LRAIC+ (USD 2011)

De los cálculos realizados en el Modelo de Costos Fijo para determinar la tarifa de 2014 por los Servicios de Interconexión materia del presente Acuerdo y aplicando un tipo de cambio promedio del periodo de \$12.64<sup>21</sup> pesos por dólar de los Estados Unidos de América para el 2014.

<sup>21</sup> Datos obtenidos de la "Encuesta Sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado: Enero 2013", para el caso de 2013 el valor de enero es el observado. Fuente: Banco de México (Banxico).

- a) Tarifa de Interconexión por minuto dentro del mismo nodo regional es de \$0.02015 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior corresponde a aquellas que el concesionario solicitante deberá pagar:

- Por terminar tráfico local en el Área de Servicio Local con punto de interconexión de Telmex y Telnor.
- Por originar o terminar tráfico de larga distancia en el Área de Servicio Local con punto de interconexión correspondiente a las redes públicas de telecomunicaciones de Telmex y Telnor.
- Por originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que depende del Área de Servicio Local con punto de interconexión correspondientes a las redes públicas de telecomunicaciones de Telmex y Telnor.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

- b) Tarifa de Interconexión por minuto entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional es de \$0.02258 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior que el concesionario solicitante deberá pagar a Telmex y Telnor por interconexión a nivel de central de tránsito interurbano para:

- Originar o terminar tráfico en una central de destino perteneciente a otra Área de Servicio Local conectada directamente a la central de tránsito interurbano y finalizar en usuarios de Telmex y Telnor.
- Originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de Telmex y Telnor que está subordinada a la central con capacidad de enrutamiento conectada directamente a la central de tránsito interurbano.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

- c) Tarifa de interconexión por minuto entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales es de \$0.02340 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior que el concesionario solicitante deberá pagar a Telmex y Telnor, por interconexión a nivel de central de tránsito interurbano para:

- Originar o terminar tráfico en una central de destino perteneciente a otra Área de Servicio Local conectada directamente a la central de tránsito interurbano que a su vez se encuentra conectada a otra central de tránsito interurbano con la cual el concesionario solicitante tengan interconexión directa y finalizar en usuarios de Telmex y Telnor.
- Originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de Telmex y Telnor, que está subordinada a la central con capacidad de enrutamiento conectada directamente a la central de tránsito interurbano que a su vez se encuentra conectada a otra central de tránsito interurbano con la cual el concesionario solicitante tenga interconexión directa.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

- d) Tarifa de tránsito por minuto dentro del mismo nodo regional es de \$0.00864 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la función de tránsito local, así como a la función de tránsito correspondiente a la entrega de tráfico de la red del concesionario solicitante en el Área del Servicio Local con punto de interconexión de las redes de Telmex y Telnor que tiene como destino un tercera red interconectada con éste concesionario en la misma Área del Servicio Local y desde la cual esa tercera red recibe y entrega tráfico a sus usuarios en un Área del Servicio Local sin punto de interconexión.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

- e) Tarifa de tránsito por minuto entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional \$0.01108 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la entrega de tráfico de la red pública de telecomunicaciones del concesionario solicitante en la central de tránsito interurbano de Telmex y Telnor que tiene como destino una tercera red conectada a la central de destino de Telmex y Telnor siempre y cuando dichas centrales pertenezcan a Áreas del Servicio Local distintas.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de Interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

- f) Tarifa de tránsito por minuto entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales \$0.01190 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la entrega de tráfico de la red pública de telecomunicaciones del concesionario solicitante en la central de tránsito interurbano de Telmex y Telnor que está conectada directamente a otra central de tránsito interurbano de Telmex y Telnor, que tiene como destino una tercera red conectada a la central de destino del Agente Económico Preponderante, siempre y cuando dichas centrales pertenezcan a Áreas del Servicio Local distintas.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

A fin de que los concesionarios involucrados identifiquen adecuadamente el tráfico para la correcta tasación y facturación de los servicios, se considera que dichos concesionarios deberán cumplir con el numeral 8 del Plan Técnico Fundamental de Señalización, el cual establece la información que deberá intercambiarse en la interconexión de redes.

4 Con el objeto de eficientar la provisión del servicio de interconexión y por ende el debido cumplimiento al presente Acuerdo, se precisa contar con la información referente a la dirección y coordenadas geográficas de los CTI's y de los CCE's, funcionalidad y jerarquía de las centrales, las ASL's que atienden directamente cada central, así como de los puntos de interconexión que se ubiquen en las ASL desde los cuales se atiende a cada una de las ASL sin punto de interconexión.

La información anterior resulta fundamental para que los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones lleven a cabo la interconexión en los puntos en que resulte técnicamente factible y que les garantice la aplicación de las tarifas



que más les convenga, sin tener que pagar por elementos de red que no se requieran. Asimismo, es de suma importancia para el Instituto contar con la misma información de puntos de interconexión con la que contarán los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones pues con ello se logrará vigilar el debido cumplimiento a lo establecido en el presente Acuerdo por parte de los concesionarios en cuanto a la aplicación de las tarifas de interconexión en cada uno de los niveles y esquemas establecidos.

Por tanto, Telmex y Telnor deberán entregar al Instituto en un plazo de 5 (cinco) días hábiles contados a partir de la notificación del presente Acuerdo la información descrita en el párrafo que antecede, de conformidad con lo establecido en el artículo 68 de la LFT y la condición 7-4 de la Concesión de Telmex y de la Concesión de Telnor, que obliga a dichas empresas a proporcionar la información técnica, administrativa y financiera.

Por lo que hace a la medición del tráfico el Instituto considera que es económicamente eficiente que un concesionario pague por el uso de la infraestructura en función de su utilización real. Es decir, se deben eliminar de los cargos de interconexión aquellos costos o elementos que no son utilizados para la prestación del servicio. En este caso si un concesionario utiliza la infraestructura de otro concesionario solamente en una fracción de minuto, es económicamente ineficiente que se le cobre como si hubiera utilizado dicha infraestructura por un minuto completo, porque este sobre pago se trasladaría directamente a las tarifas que el concesionario ofrece al usuario final.

Los costos determinados por el Modelo y que serán las tarifas para 2014 están calculados con base en un pronóstico del uso real de la infraestructura de interconexión, por lo que las tarifas determinadas permiten a Telmex y Telnor recuperar los costos en los que incurren para la prestación del servicio de interconexión.

En tal virtud, el Instituto determina que el cálculo de las contraprestaciones que Telmex y Telnor cobrarán por las llamadas cursadas hacia sus redes, se lleve a cabo sumando la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

A Por lo que hace al cargo por intentos de llamadas no completadas, se reitera que los costos determinados por el Modelo de Costos y que serán las tarifas para 2014 están calculados con base en un pronóstico del uso real de la infraestructura de interconexión, por lo que las tarifas determinadas permiten a Telmex y Telnor recuperar los costos en los que incurren para la prestación del servicio de interconexión, incluyendo aquellos relacionados a los intentos de llamadas no completadas.

## ANEXO DEL MODELO DE COSTOS INCREMENTALES TOTALES DE LARGO PLAZO FIJO

En el presente anexo se ilustran los procedimientos utilizados para realizar las estimaciones y cálculos en el Modelo CITLP Fijo. Para tal efecto se presentan los diagramas genéricos para cada uno de los procedimientos llevados a cabo en el cálculo de la demanda estimada y los elementos necesarios para dimensionar la red del operador representativo. Los diagramas muestran las partes que conforman un cálculo y los resultados que de ello derivan.

DIAGRAMA A

### Cálculo del tráfico NGN en la hora pico (BH)

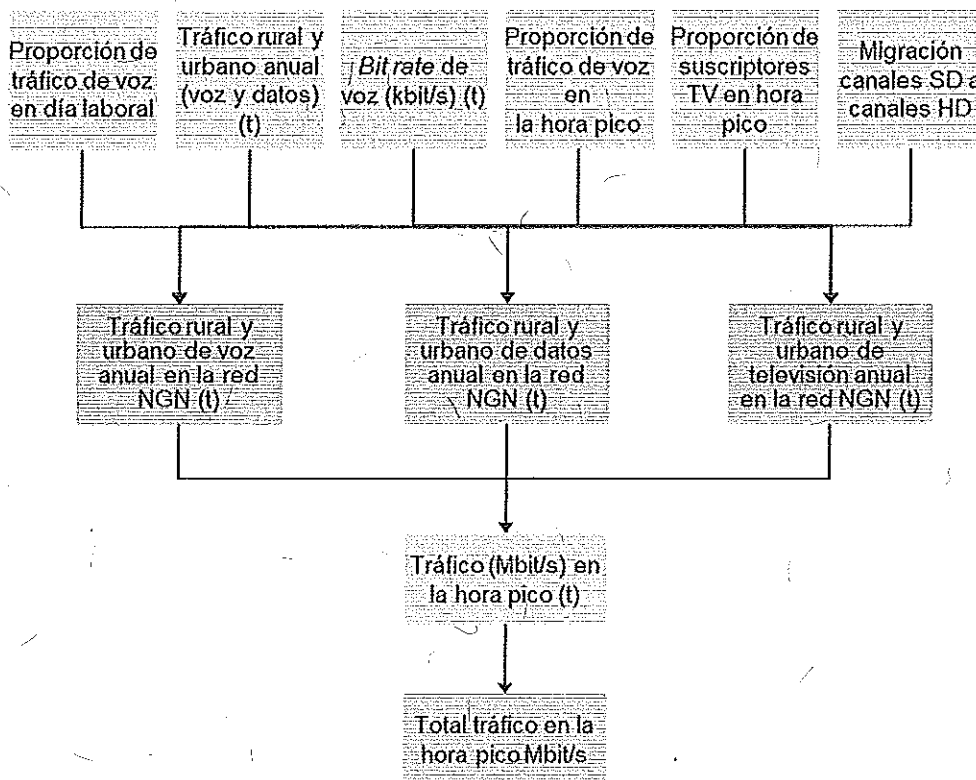


DIAGRAMA B

Cálculo del número de MSANs (ej. acceso)

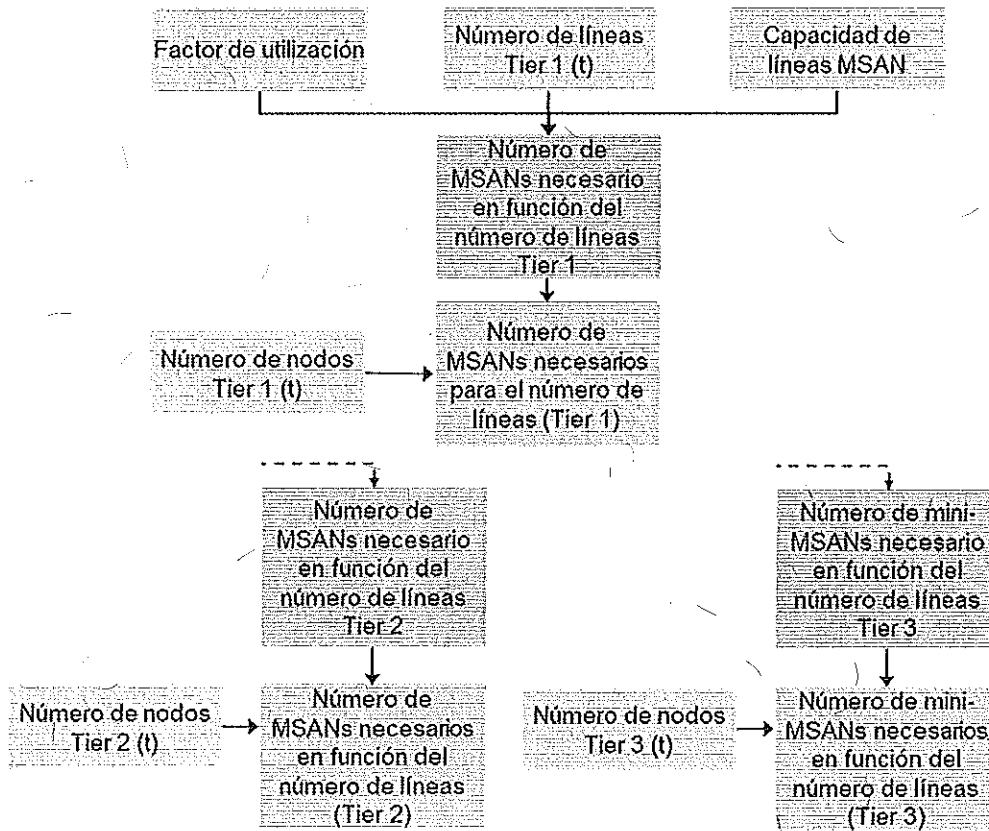
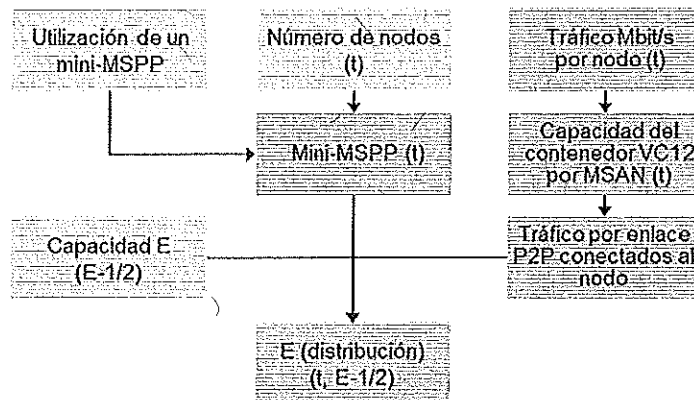


DIAGRAMA C

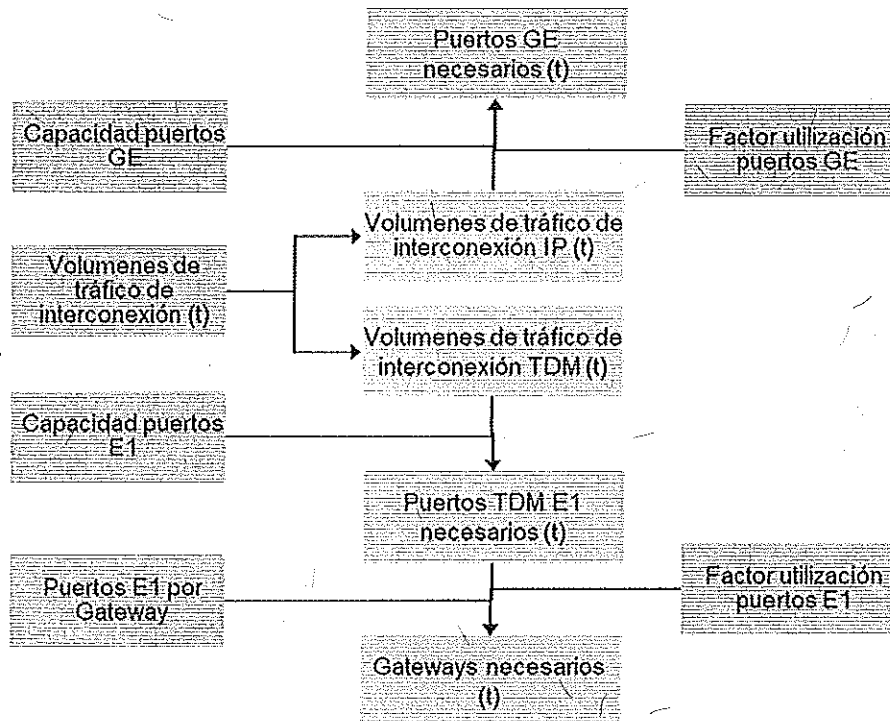
Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 3)





### DIAGRAMA E

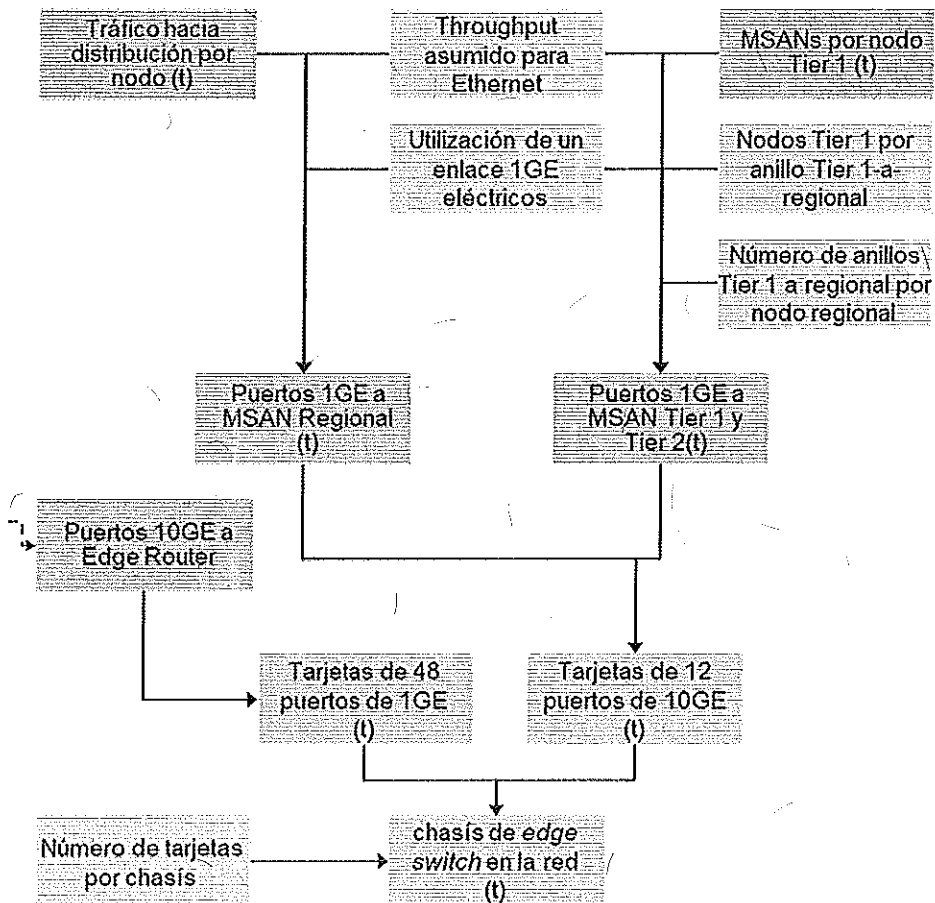
### Calculo del número de *edge switches*



H

DIAGRAMA F

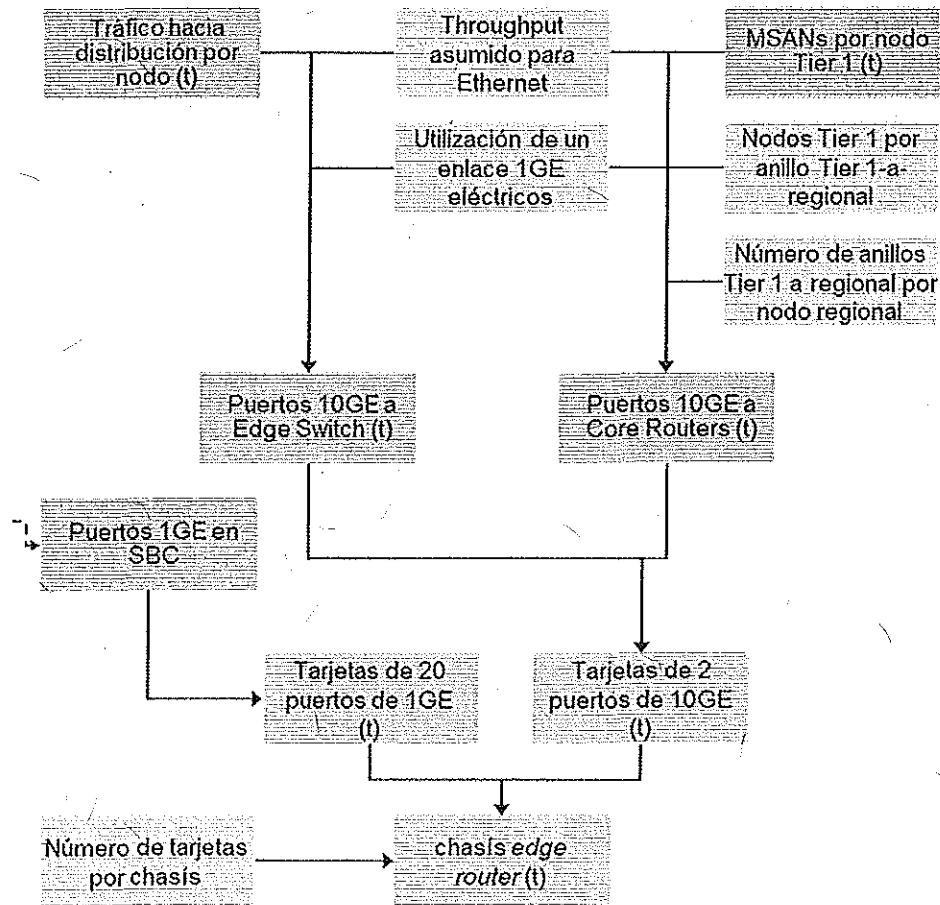
Calculo del número de edge switches



H

DIAGRAMA G

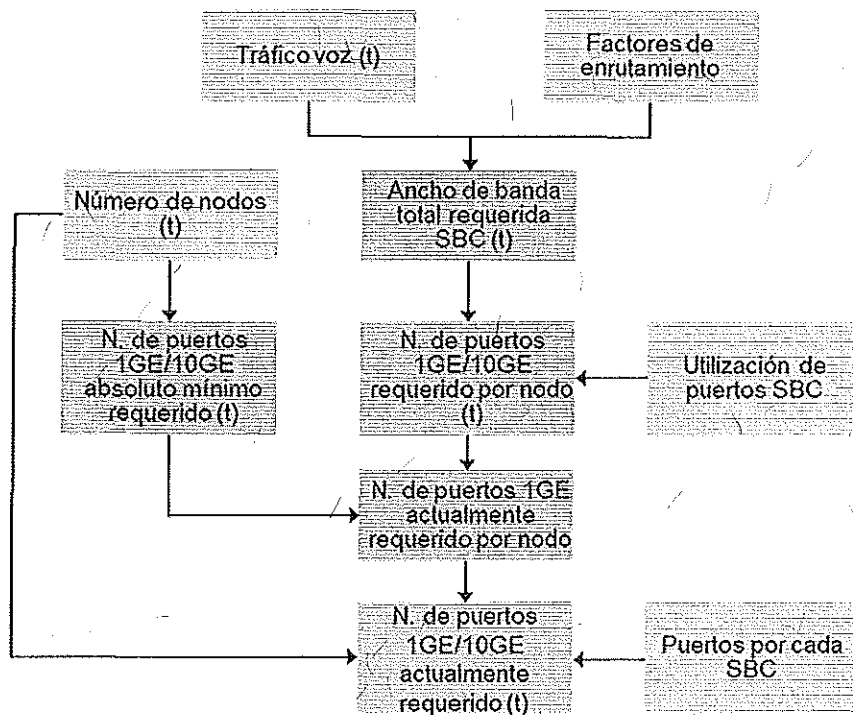
Calculo del número de *edge routers*



H

# DIAGRAMA H

## Cálculo de SBCs (ejemplo a nivel de nodos regionales)

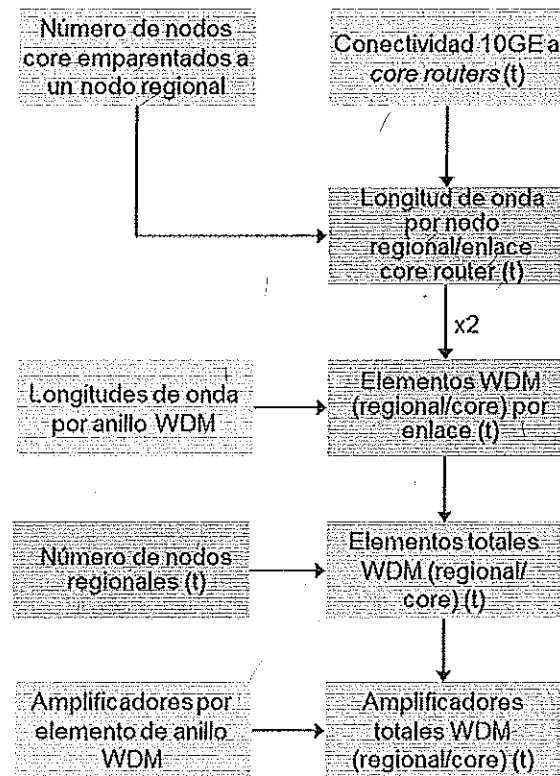


M



DIAGRAMA I

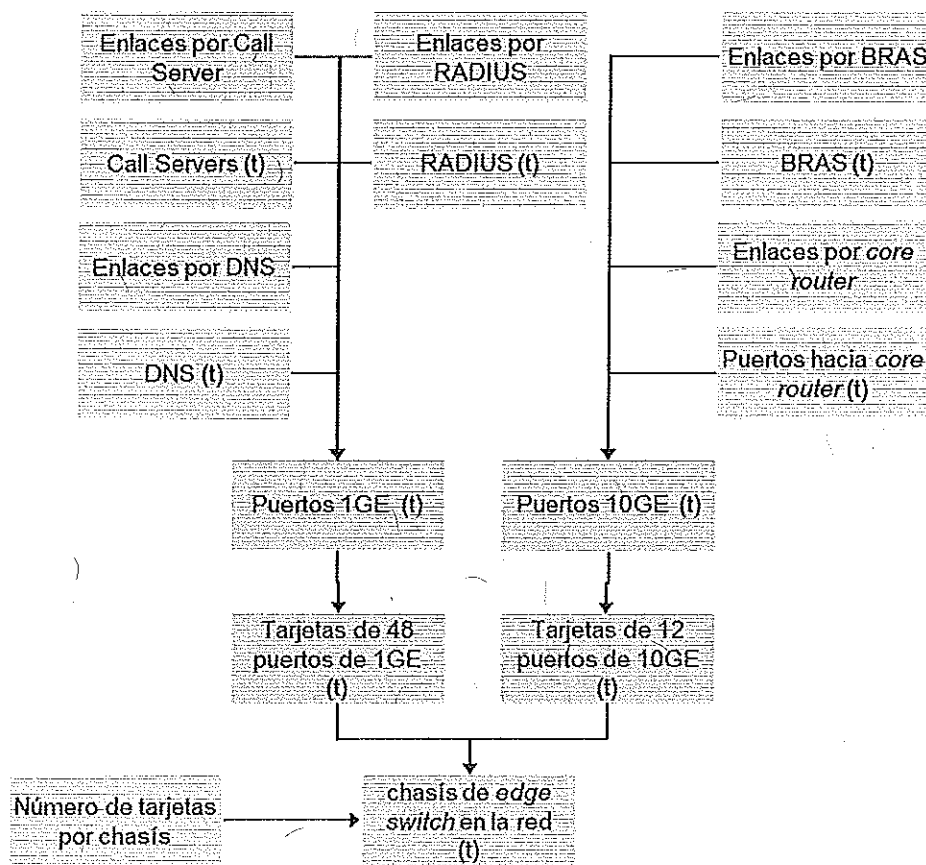
Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 2)



H

DIAGRAMA J

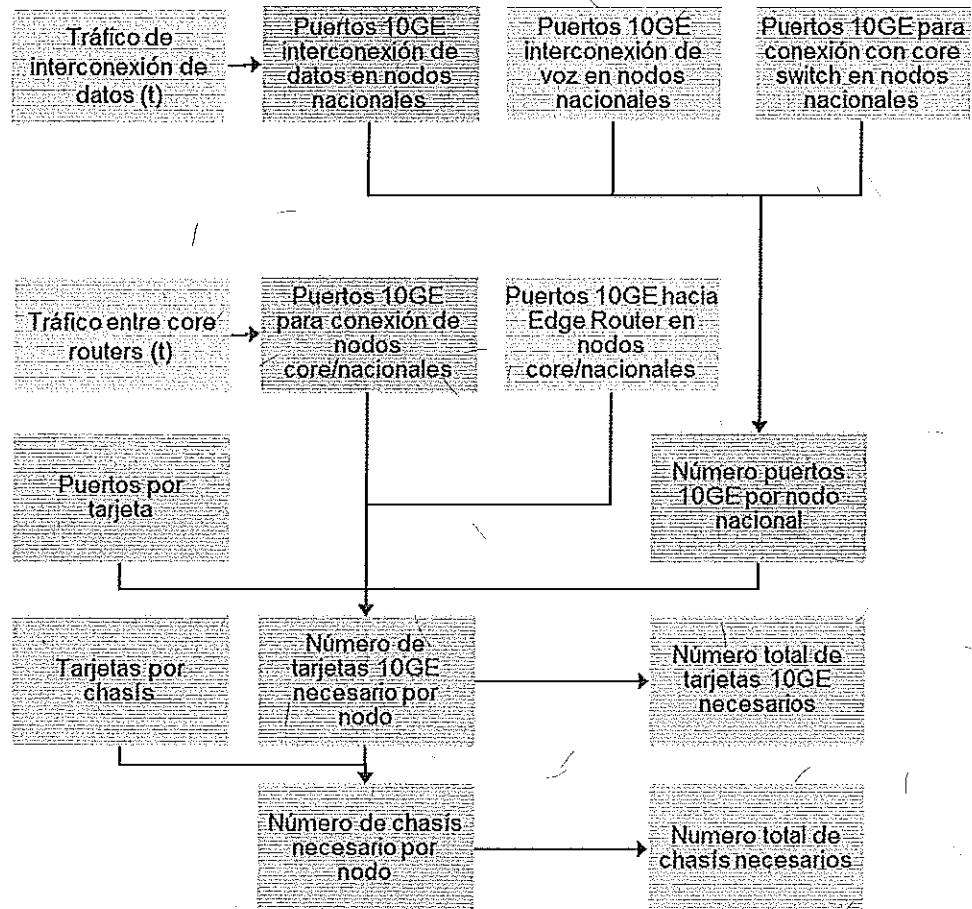
Calculo del número de core switches



H

DIAGRAMA K

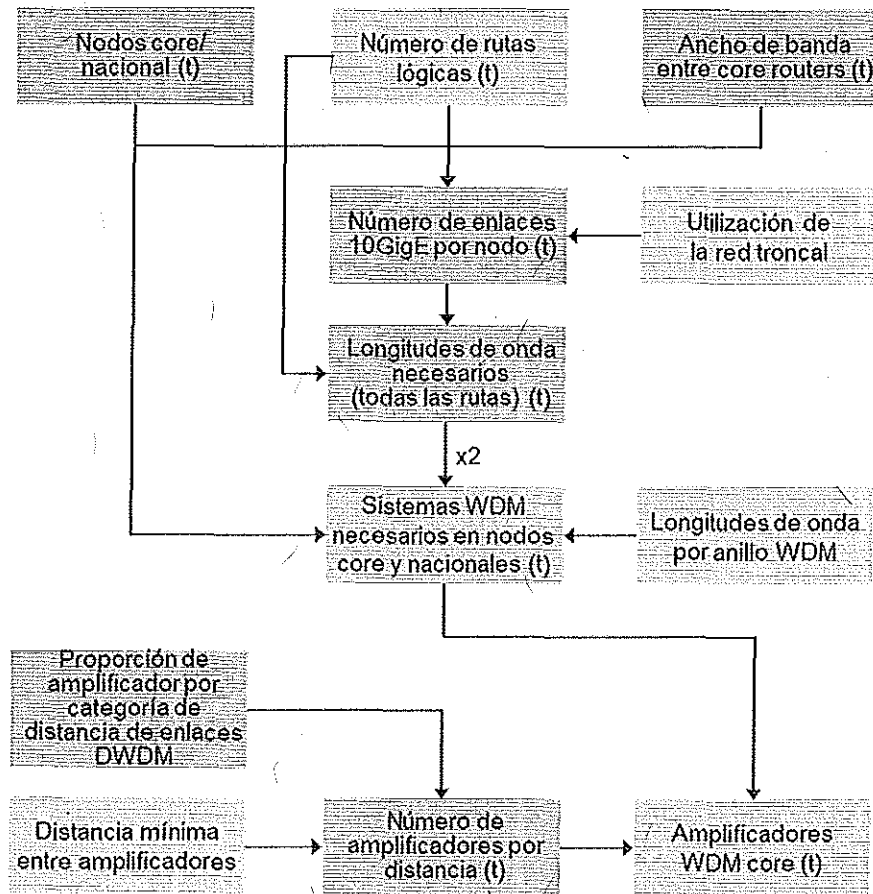
**Cálculo del número de core routers necesario**



4

# DIAGRAMA L

## Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 1)



M

SÉPTIMO.- Determinación de las tarifas por los Servicios de Interconexión relativos al servicio de Terminación que cobrará el Agente Económico Preponderante a que se refiere la Medida QUINCUAGÉSIMA NOVENA de las Medidas Móviles.

Para determinar la tarifa por los servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo las modalidades "el que llama paga" o "el que llama paga nacional", así como la tarifa por el servicio de terminación de mensajes cortos, en la red móvil de Telcel, el Instituto procede a determinar las mismas de conformidad con lo establecido en la Medida QUINCUAGÉSIMA NOVENA de las Medidas Móviles en relación con los Lineamientos. Para tal efecto, se utilizará un Modelo de Costos Incrementales Totales de Largo Plazo Móvil (en lo sucesivo, indistintamente, el "Modelo CITLP Móvil" o el "Modelo de Costos Móvil") desarrollado por Analysys Mason Limited, conforme a bases internacionalmente reconocidas y siguiendo los principios dispuestos en los Lineamientos.

#### Modelo CITLP Móvil.

Uno de los resultados que se observan en los mercados en competencia es que los precios de los bienes y/o servicios convergen a los costos; con lo cual existe consenso en el ámbito internacional en el sentido de que las tarifas de interconexión se deben de orientar a los costos de producción.<sup>22</sup> Asimismo; en un entorno de competencia efectiva se asegura que los concesionarios obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

En este sentido el lineamiento Segundo de los Lineamientos señala que en la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología de Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo (en lo sucesivo "CITLP"), permitiendo la recuperación de los costos comunes, los cuales son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa

El Modelo de Costos Móvil utiliza un enfoque CITLP en el que todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red de telecomunicaciones 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 de manera conjunta y con igualdad.

---

<sup>22</sup> Banco Mundial (2000), Manual de Reglamentación de las telecomunicaciones.

Cabe mencionar que bajo el enfoque CITLP, es necesario identificar el incremento en los costos que se debe a cambios en el número de usuarios toda vez que el cálculo de los costos incrementales únicamente incluirá aquellos que se deben a cambios en el volumen de tráfico. El incremento de usuarios, que capturarán estos costos, debe ser definido con cuidado para ser consistente y transparente para las redes 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 interface).

En el Modelo de Costos Móvil el "servicio incremental de usuario" se define como el derecho a unirse a la red de usuarios. Cualquier otro costo, incluyendo costos requeridos para establecer una red operacional pero sólo con capacidad mínima, son recuperados mediante los incrementos de uso. Por consiguiente, todo el equipo para usuarios será también excluido (p.ej equipos terminales, tarjetas SIMs, módems de banda ancha, entre otros) de los costos de interconexión, debido a que son recuperados a través de otros cargos.

En la Figura 1 se muestran los costos a incluirse siguiendo este método.

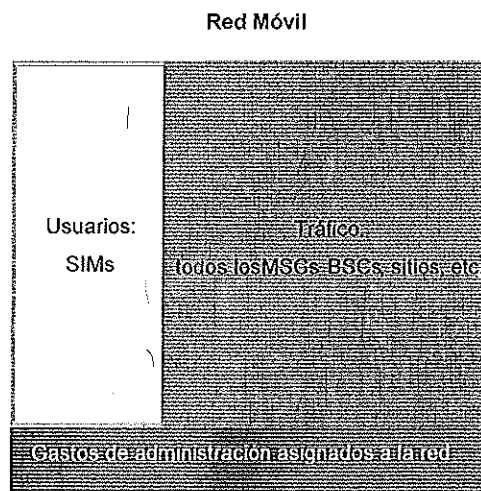


Figura 1: Distribución de costos usando CITLP Plus (Fuente: Analysys Mason)

## 1. Aspectos del concesionario.

### 1.1 Tipo de concesionario.

Para el diseño de la red a modelarse es necesario definir el tipo de concesionario que se trata de representar, siendo éste uno de los principales aspectos conceptuales que determinará la estructura y los parámetros del modelo.

En el ámbito internacional los órganos reguladores, en los modelos de costos desarrollados, han utilizado los siguientes tipos de concesionario:

- Concesionarios reales - se calculan los costos de todos los concesionarios que prestan servicios en el mercado.
- Concesionario promedio - se promedian los costos de todos los concesionarios que prestan servicios para el mercado móvil para definir un operador 'típico'.
- Concesionario hipotético- se define un concesionario con características similares a, o derivadas de, los concesionarios existentes en el mercado pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado, la cuota de mercado, la tecnología utilizada el diseño de red, entre otros, y que alcanza la cuota de mercado antes del periodo regulatorio para el cual se calculan los costos.
- Nuevo entrante hipotético - se define un nuevo concesionario que entra al mercado en el 2011 o 2012, con una arquitectura de red moderna y que alcanza la cuota de mercado eficiente del operador representativo.

En el caso concreto, se calculan los costos que serán las tarifas por los Servicios de Interconexión que cobrará Telcel, solamente son viables las opciones de modelar un operador real, o bien de modelar un operador hipotético existente.

La utilización de un operador real, reduce la transparencia en costos y precios, toda vez que gran parte de la información necesaria para construir el modelo provendría de la red del operador modelado; asimismo se dificultaría cumplir con el principio de eficiencia, toda vez que reflejaría las ineficiencias históricas asociadas a la red modelada.

De esta forma, se considera que la elección de un operador hipotético existente, que tome en cuenta características reales del operador modelado, como la participación de Telcel, medida en términos de usuarios finales a nivel nacional y la disponibilidad del espectro y que se ajuste cuestiones relacionadas con la tecnología y la fecha de entrada al mercado, permite determinar costos de interconexión compatibles y representativos de Telcel.

Por lo tanto el Modelo CITLP Móvil se basará en un concesionario hipotético existente que adopte las variables antes mencionadas de Telcel y que permitan calcular los costos eficientemente incurridos por dicho operador.

El Modelo CITLP Móvil tiene en cuenta ese hecho a través de ajustar la participación de mercado del operador modelado; sin embargo las proyecciones de tráfico se realizan mediante el modelo de demanda, que corresponden al total del mercado, ajustando a través de la participación de mercado señalada.

De lo antes expuesto, se considera que el modelo CITLP se basará en un concesionario hipotético existente que también se denominará concesionario representativo, en los términos antes expresados.

Por tanto, el concesionario hipotético existente que se modela considera que la cuota de mercado se habrá alcanzado de manera previa al periodo regulatorio considerado, por lo tanto el despliegue de la red y la entrada en operación de la misma requieren que esto se realice con anterioridad al periodo de determinación de las tarifas de interconexión. Por ende, el concesionario móvil comenzó a desplegar una red nacional en el año 2005 y a comercializar sus servicios en el año 2007, alcanzando la cuota de mercado del concesionario representativo en el 2011.

## 1.2 Configuración de la red de un concesionario eficiente.

La cobertura que ofrece un concesionario es un aspecto central del despliegue de una red y es un dato de entrada fundamental para el Modelo CITLP Móvil. Un enfoque consistente con la utilización de un operador hipotético existente implicará que los concesionarios hipotéticos móviles existentes tendrán características comparables de cobertura con los operadores reales.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costos. En este sentido, los operadores de servicios de telecomunicaciones al momento de desplegar su red toman en cuenta la extensión geográfica en la cual prestarán sus servicios, la calidad de la cobertura, y el periodo de tiempo en el cual alcanzarán nivel de cobertura deseada. Estas tres variables inciden en la determinación de las inversiones de red realizadas a través del tiempo y de los costos operativos necesarios para operar la red.

Debido a las expectativas actuales de los usuarios finales, y para que el modelo refleje la práctica de despliegue y volúmenes de tráfico de la actualidad, se incluye el nivel de cobertura nacional actual.

De este modo, dado que tres de las cuatro redes de telefonía móvil tienen presencia nacional y cobertura superior al 90% de la población, esto debe reflejarse en el modelo. Aunque en un principio se consideraba como un



servicio de 'telefonía móvil exterior', la cobertura de telefonía móvil interior 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 de telefonía móvil interior sea profunda a menudo exige inversiones en sitios adicionales como son:

- despliegue de sitios macro en exteriores para transmitir señales a través de las paredes de los edificios.
- instalando micro y picocélulas interiores dedicadas que típicamente se enrutan de vuelta al conmutador de telefonía móvil vía un enlace fijo al edificio. Las picocélulas pueden clasificarse como de acceso público (ej. en centros comerciales) o bien de acceso privado (ej. en soluciones interiores para empresas).

Estas soluciones inalámbricas dan servicio al tráfico que de otra forma podría (en algunas circunstancias<sup>23</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. Se estima que hasta un 60% del tráfico de telefonía móvil podría producirse también en el interior de edificios; y como mínimo un 30% desde el hogar o el trabajo.<sup>24</sup>

En consecuencia, se modelarán niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por los tres operadores móviles de alcance nacional en México; es decir una cobertura del 93% de la población.

### 1.3 Tamaño de un concesionario eficiente.

4

Uno de los principales parámetros que definen los costos unitarios del modelo CITLP es su cuota de mercado

<sup>23</sup> Resulta muy difícil estimar este efecto. Por ejemplo, en oficinas 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 posible utilizar WiFi; la gente puede encontrarse en otros edificios (ej. segunda vivienda, casa del vecino, etc.).

<sup>24</sup> Fuente: Strategy Analytics estima 'interior' como un 57% del uso de telefonía móvil; Korea Telecom estima que el 30% de las llamadas provenían de la casa o del trabajo (Fuente: Wireless Broadband Analyst, 14 de noviembre de 2005); Swisscom estima que el 36% del uso se produce en casa y el 24% en la oficina (Fuente: Artículo de Swisscom Innovations, 2004).

De conformidad con la Medida QUINCUAGÉSIMA NOVENA de las Medidas Móviles y con la Resolución del AEP, se considera que en el largo plazo, la cuota de mercado del concesionario modelado será de 70.1% (setenta punto uno por ciento).

La cuota de mercado del concesionario modelado incluye los usuarios de proveedores de servicios alternativos (p.ej. ISPs) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos servicios contribuyen a las economías de escala logradas por el concesionario modelado.

## 2 Aspectos relacionados con la tecnología.

### 2.1. Arquitectura moderna de red.

El Modelo CITLP Móvil exigirá un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de la terminación, en este modelo 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 el modelo de costos móvil.

### 2.2 Red de telefonía móvil

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 utilizando tecnología GSM también denominada 2G para efectos del presente Acuerdo, y una expansión continua para incluir elementos de red y servicios relacionados con la tecnología UMTS, también denominada 3G para efectos del presente Acuerdo. La arquitectura de redes de telefonía móvil se divide en tres partes: una capa de radio, una red de conmutación y una red de transmisión.

### 2.3 Capa de radio

Hay cuatro generaciones de estándares de tecnología móvil que podrían ser utilizados en el modelo, bien secuencialmente o de forma combinada: analógica (NMT-o 1G), GSM (2G), UMTS (3G) y LTE. Estas tecnologías se han impuesto a otras como CDMA o CDMA-2000 en la mayoría de los países, incluyendo México. Dado que el modelo debe utilizar tecnologías probadas y eficientes, se puede argumentar que la analógica y LTE, así como CDMA y CDMA-2000 no son relevantes para este modelo CITLP. Esto es debido a que:

- o A pesar de que la tecnología analógica fuera el activo moderno equivalente hace veinte años, esto ya no es el caso. La inclusión de esta

tecnología en un modelo de costos utilizado para determinar precios regulados a partir de 2012 no satisface los estándares de eficiencia equivalente modernos.

- o El número de suscriptores CDMA es minoritario y representa únicamente un 4% del total de suscriptores.<sup>25</sup> Es además una tecnología que está perdiendo peso entre los operadores en beneficio de la tecnología GSM y UMTS, en el mercado mexicano, Movistar abandonó la tecnología CDMA en el año 2007 a favor de la tecnología GSM.
- o Aunque las tecnologías móviles como LTE podrán desplegarse en el medio y largo plazo en México, se prevé que estas redes se centren en el transporte de servicios móviles de datos de alta velocidad. La banda de espectro más probable (1.7-2.1GHz o AWS) también será de alta frecuencia, lo que hace que sea menos adecuada para despliegues de amplia cobertura, particularmente si se dispone de redes de frecuencias equivalentes (1900MHz - PCS) o más bajas (850MHz - CEL). Dada la gran capacidad disponible en una red moderna UMTS, es poco probable que una red adicional de cuarta generación se utilice para entregar grandes volúmenes de terminación mayorista de voz de telefonía móvil a corto o medio plazo. En cuanto a los servicios de datos, los operadores mexicanos actuales se estarían centrando en incrementar su cobertura HSDPA para la provisión de los mismos. Debido a esta apuesta y a la necesidad de recuperar los costos incurridos (presentes y futuros), estimamos que la tecnología relevante para la prestación de estos servicios será HSDPA.

Por lo tanto, el Modelo CITLP Móvil debería limitarse a modelar tecnologías de radio 2G y 3G. Ambas tecnologías están probadas y disponibles. En este sentido, 3G es una tecnología más reciente, ofrece una mayor capacidad y permite unas mayores economías de alcance, principalmente a través de los servicios de datos móviles. Sin embargo, el costo de un despliegue de red, ya sea en 2G y/o 3G, estará fuertemente influenciado por la banda de frecuencia en la que se despliegue. En efecto, una red de radio (2G o 3G) desplegada en una banda de espectro alta como 1900MHz no podrá resultar en un costo menor, con el perfil de tráfico de voz y datos actual, que su equivalente en 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 1900MHz, que requieren una malla de estaciones base más estrecha y que no tienen la mayor penetración en edificios de las señales de 850MHz.

<sup>25</sup> Fuente: Wireless intelligence.

En México los operadores desplegaron su red GSM inicialmente en bandas de frecuencia menores de 1GHz (850MHz) para una red de cobertura en aquellas regiones en las que disponían del mismo, con un despliegue posterior de BTS en la banda de 1900MHz para aportar capacidad adicional a la red. Cuando se desplegaron las redes UMTS entre 2007 y 2008, los operadores siguieron un esquema de despliegue de una red de capacidad en frecuencias altas (1900MHz).

Actualmente, la gran mayoría del tráfico de voz sigue siendo llevado por las redes 2G. Esto indica que la tecnología 2G tendrá un rol importante en el transporte de voz móvil en México en los próximos años, aunque la tecnología 3G representará una parte incremental en el transporte de tráfico de voz y, en particular, de datos. Por lo tanto es indicado incluir ambas tecnologías en el modelo como un mecanismo eficiente para el transporte de tráfico generado por los servicios móviles minoristas y mayoristas a lo largo de los próximos años.

En virtud de lo anterior, el concesionario móvil a modelar será uno que comenzó a desplegar una red nacional 2G en la banda de 850MHz y una red nacional 2G/3G en la banda de 1900MHz en el año 2005, y a comercializar sus servicios 2G/3G en el año 2007. Posteriormente, complementa su red con capacidad de 2G con frecuencias en la banda de 1900MHz. La red refleja la tecnología disponible en el período comprendido entre el año 2007 y 2010. En particular, la red 3G tiene capacidad HSPA e incluye versiones modernas de los conmutadores para transportar un mayor volumen de tráfico de voz, datos móviles y el tráfico de banda ancha móvil. Las tecnologías 2G y 3G operarán en el largo plazo y no se contempla el apagado de la red 2G durante el período modelado.

#### 2.4 Espectro radioeléctrico

En concordancia con la Medida QUINCUAGÉSIMA NOVENA de las Medidas Móviles y con la Resolución del AEP el espectro asignado al operador hipotético será de 21.49 MHz en la banda de 850MHz y de 28.4 MHz en la banda de 1900MHz.

Los pagos asociados a las diferentes bandas de frecuencias 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 licencia 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 en base al precio promedio pagado en la prórroga 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 la banda de 1900MHz se calcula para 28.4MHz en base a los precios pagados por el espectro en la subasta realizada en el año 2010.

Los costos operativos se calculan multiplicando la cantidad de espectro en cada banda de frecuencia por el precio de derechos por kHz por región.

Para alinear la duración de las licencias móviles con el horizonte temporal modelado (equivalente a 50 años) se asume que cada licencia es válida durante 20 años y después renovable cada 15 años. Esto está en línea con la duración de las licencias actuales de los operadores.

## 2.5 Red de conmutación

Una red de radio con una única tecnología de red emplearía una conmutación legada (de una sola generación) o una estructura de conmutación de próxima generación. La red de conmutación de una red móvil combinada 2G+3G podría componerse de:

- a) Dos estructuras 2G y 3G separadas con transmisión separada, cada una conteniendo uno o más MSC, GSN y puntos de interconexión (PoI) entrelazados.
- b) Una estructura antigua mejorada con una red de transmisión combinada, conteniendo uno o más MSC, GSN y puntos de interconexión (PoI) entrelazados, que sean compatibles tanto con 2G como con 3G.
- c) Una estructura de conmutación combinada 2G+3G con red de transmisión de nueva generación, enlazando parejas de pasarelas de medios (MGW) con uno o más MSS, routers de datos y PoI, con separación en capas CS y PS.

Las tres opciones se muestran gráficamente en la Figura 2:

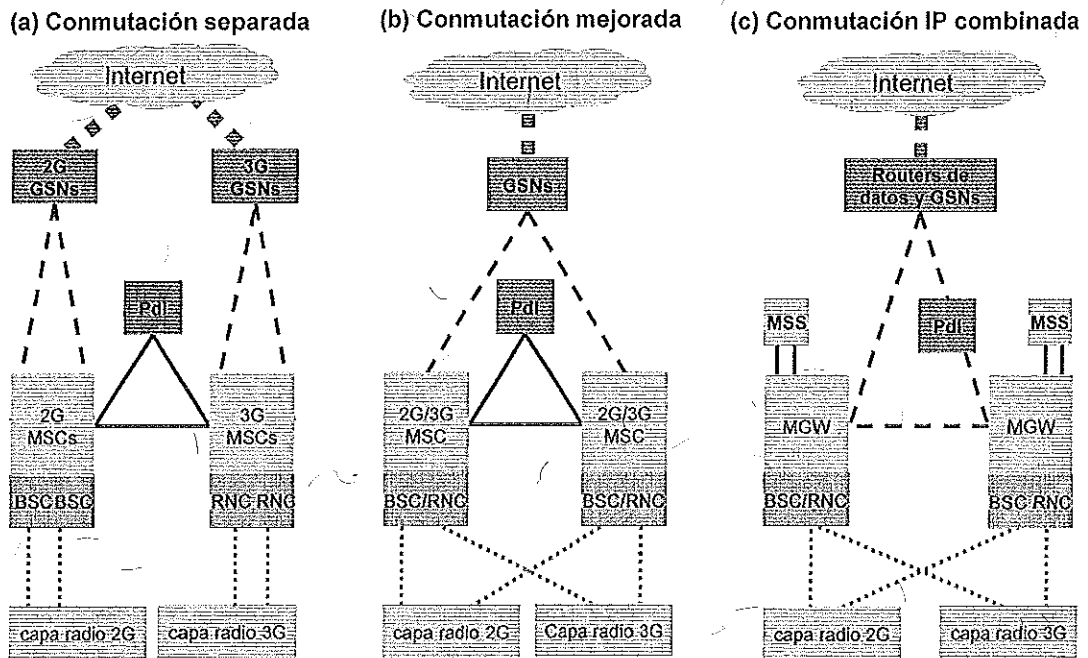


Figura 2: Opciones de arquitectura para el modelo CITLP móvil (Fuente: Analysys Mason, 2012)

Las redes de conmutación de telefonía móvil llevan ya varios años evolucionando (por ejemplo, Release-99, Release-4 y posteriores<sup>26</sup>); actualmente un nuevo entrante desplegaría la última tecnología, mientras que es probable que los operadores reales se encuentren en el proceso de mejorar sus redes con estas nuevas actualizaciones. Por consiguiente, la red de conmutación móvil que debe modelarse está estrechamente relacionada con el tipo de operador que se adopte: o bien un operador nuevo y moderno (con una red de conmutación IP combinado, MSS y MGW), o un operador existente (que actualiza sus conmutadores MSC legados a la vez que despliega UMTS).

En el caso de que se incluyan elementos legados y actualizados, la recuperación de sus costos deberían estar en consonancia con el periodo de despliegue y explotación, bien explícitamente o por medio de una tendencia de precios de una tecnología moderna equivalente (MEA, por sus siglas en inglés) que refleje la evolución secuencial de la tecnología de conmutación. Esto permite asegurar que los costos que arroja el modelo reflejen la oferta actualizada en todo momento durante el proceso de actualización de la red de conmutación. Como ejemplo de comparación internacional, cabe destacar que la Recomendación de la Comisión Europea propone que la

<sup>26</sup> Releases según la terminología del 3GPP (Third Generation Partnership Project).

capa de red de conmutación "podría en principio estar basada en redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés)".

En México los operadores tienen actualmente una arquitectura mejorada (opción b) o están efectuando una migración a una arquitectura de conmutación IP combinada (opción c).

Por consiguiente, tomando en cuenta la mejor tecnología disponible y las mejores prácticas internacionales, para el cálculo de los costos de interconexión objeto del presente Acuerdo se modelará una arquitectura de conmutación IP combinada, para un operador hipotético recientemente desplegado.

## 2.6 Red de transmisión

La conectividad entre nodos de redes de telefonía móvil se ajusta a varios tipos:

- acceso de última milla de BTS a un concentrador (hub).
- concentrador a BSC o RNC.
- BSC o RNC a emplazamientos de conmutación principales (que contengan MSC o MGW) si no están colubicados.
- entre emplazamientos de conmutación principales (entre MSC o MGW).

Soluciones típicas para la provisión de transmisión incluyen:

- enlaces dedicados (E1, STM1 y superior, 100Mbit/s y superior).
- enlaces por microondas auto provistos (2-4-8-16-32, enlaces por microondas STM1, microondas Ethernet).
- red de fibra alquilada (fibra oscura alquilada/IRU<sup>27</sup> con o bien STM o bien módems de fibra Gbit/s).

La elección del tipo de transmisión de la red móvil varía entre los distintos operadores móviles existentes y puede cambiar con el tiempo. En la actualidad, es probable que un nuevo entrante adopte una red de transmisión basada en tecnología Ethernet escalable y perdurable para el futuro.

<sup>27</sup> IRU: *Indefeasible right of use*, derecho de uso irrevocable. Se trata de un derecho de uso a largo plazo (o propiedad temporal) de una porción de la capacidad de un enlace de transmisión.

En este sentido, consistente con la mejor tecnología disponible, el operador modelado dispone de una red de transmisión basada principalmente en enlaces microondas y enlaces dedicados que migrarán progresivamente a una arquitectura de red basada en fibra y tecnología Ethernet.

### 3. Aspectos relacionados con los servicios.

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios en el mercado terminación de llamadas de voz en redes móviles individuales. Sin embargo, las redes móviles transportan una amplia gama de servicios. La medida en la que el concesionario representativo modelado puede ofrecer servicios en las zonas donde tiene cobertura determina las economías de alcance del operador, y por lo tanto este aspecto debe ser considerado en los modelos. En este sentido, se procederán a analizar los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos conforme a lo siguiente: servicios a modelar, volúmenes de tráfico, costos mayoristas y minoristas.

#### 3.1 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. Lo anterior, resulta aplicable para el caso de 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.

4 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>28</sup>

<sup>28</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 en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador del mundo real.



Algunos de los servicios que no son de voz son servicios de probada eficacia (principalmente servicios como los SMS en redes móviles). 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.

Por lo anterior, se considera que el concesionario representativo modelado debe proporcionar todos los servicios comunes que no son de voz (existentes y en el futuro) disponibles en México (banda ancha móvil y SMS), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, tránsito e interconexión). El concesionario representativo tendrá un perfil de tráfico por servicio igual al promedio del mercado basado en las estadísticas de tráfico con que cuenta el Instituto.

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

En la Tabla 14 se presenta una serie de servicios de voz móviles, los cuales contribuyen al despliegue de la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles <i>on-net</i>	Llamadas de voz entre dos suscriptores (minoristas u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas móviles salientes a fijo	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino fijo (incluyendo, entre otros, números no geográficos).
Llamadas móviles salientes a internacional	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino internacional.
Llamadas móviles salientes a otros operadores móviles	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a otro operador móvil local.
Llamadas entrantes de operadores fijos	Llamadas de voz recibidas desde otro operador fijo y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas entrantes de operadores internacionales	Llamadas de voz recibidas desde otro operador internacional y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas entrantes de otros operadores móviles	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Originación roaming in	Llamadas de voz de un visitante extranjero ( <i>inbound roamer</i> ) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional.

Servicio	Descripción del servicio
Terminación roaming In	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminada en la red de un visitante extranjero ( <i>Inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado.
SMS on-net	SMS entre dos suscriptores (minoristas u OMV o <i>Inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado.
SMS salientes a otras redes	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	SMS recibidos de otro operador y terminado en un abonado (minorista u OMV o <i>Inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado.
VMS	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) al contestador del operador móvil modelado.
Servicio de datos GPRS	Mbytes 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 2G GPRS.
Servicio de datos EDGE	Mbytes 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 2G EDGE.
Servicio de datos R99	Mbytes 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	Mbytes 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 de datos HSUPA	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde un suscriptor (minorista u OMV o <i>Inbound roamer</i> ) a través de la red HSPA.

Tabla 14: Servicios que se ofrecen a través de redes móviles (Fuente: Analysys Mason)

En este sentido, se agregarán los servicios de tráfico móvil para las diferentes clases de suscriptores (venta minorista, *Inbound roamer*, entre otros) para identificar los costos subyacentes del tráfico de red en el modelo de telefonía móvil.

### 3.3 Volúmenes de tráfico.

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>29</sup> del tráfico cursado en la red del concesionario representativo modelado. Dado que la definición del

<sup>29</sup> Por 'perfil' se refieren a las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

concesionario representativo incorpora la definición de una cuota de mercado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un usuario 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 lo tanto un enfoque integral para la estimación de la evolución del tráfico de voz y datos. En consecuencia, los diferentes modelos deberían basarse en un módulo común de predicción de tráfico.

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

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

Es importante señalar que se ha considerado un pronóstico para el mercado móvil en México basado en datos históricos (población, penetración fija, y tráfico) conforme a la información que entregan los concesionarios al Instituto, junto con otras fuentes. A partir de esta información se ha calculado el tráfico promedio por usuario, a lo que se ha aplicado una tasa de crecimiento deducida de la evolución histórica y las previsiones publicadas por diferentes analistas, como Analysys Mason Research, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, EIU (Economist Intelligence Unit) o Euromonitor. Se asume que el mercado de las telecomunicaciones se estabiliza a partir del año 2021 para todas las variables, incluyendo la cuota de mercado, el consumo de servicios de voz y datos, entre otros. En consecuencia, la previsión del perfil de tráfico del concesionario representativo modelado se basará en el perfil de la media del mercado.

#### 4. Aspectos relacionados con la implementación de los modelos.

##### 4.1. Depreciación.

El modelo calculará los costos de inversión y operacionales relevantes. 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.

De conformidad con los Lineamientos se utilizará la depreciación económica en los modelos. La Tabla 15 muestra que solamente este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo equivalente moderno (MEA) hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			<sup>30</sup>	✓
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓ <sup>31</sup>
Vida económica de los activos			✓	✓

Tabla 15: Factores considerados por los métodos de depreciación (Fuente: Analysys Mason)

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 han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, mientras que los volúmenes de Internet móvil han crecido a un ritmo comparativamente más lento.

Como la depreciación económica es un método para determinar cuál es la recuperación de costos económicamente racional debe:

- Reflejar los costos subyacentes de producción: tendencias de precio 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 operador eficiente que podría ofrecer servicios en base a los costos actuales de producción utilizando la mejor tecnología disponible.

El segundo factor relaciona la recuperación de costos con la 'vida' de la red, en el sentido de que las inversiones y otros gastos van realizando a través del tiempo con la finalidad de poder recuperarlos mediante la demanda de servicio que se genera durante 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 del mercado deben realizar grandes

<sup>30</sup> 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.

<sup>31</sup> 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)

Inversiones iniciales y solo recuperan estos costos a través del tiempo. Estos dos factores no se reflejan en la depreciación histórica, que simplemente considera cuando fue adquirido un activo y en qué periodo será depreciado.

La implementación de depreciación económica a ser usada 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 (VP) de los gastos sea igual al valor presente de los costos económicos recuperados, o alternativamente, que el valor presente neto (NPV) de los costos recuperados menos los gastos sea cero.

Por tanto, de conformidad con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales, se utilizará la depreciación económica en el Modelo CITLP Móvil.

#### 4.2. Serie de tiempo.

En los Modelos de Costos es necesario que el concesionario pueda recuperar sus costos de proveer los servicios en el tiempo de operación de la empresa, la serie de tiempo, o el número de años para el que se calcularan los volúmenes de demanda y activos, es un insumo muy importante.

En este sentido, se puede elaborar un modelo con un horizonte de tiempo corto en el cual se calcularan la operación de la red conforme a la demanda de los servicios, pero al final de ese horizonte se debe determinar el valor presente del flujo de efectivo que se obtiene por parte del concesionario derivado de que sigue operando en el mercado, es decir, un modelo que determine los costos en un periodo de 5 años debe de considerar un mecanismo para incorporar los flujos que tendría la empresa en el futuro derivado de que la empresa continuará operando. Por otra parte, una serie de tiempo larga:

- Permite que se consideren todos los costos en el tiempo, suministrando la mayor claridad dentro del modelo en relación a las implicaciones de adoptar 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 como 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.

Tomando en consideración un horizonte de tiempo largo dentro del Modelo de Costos Móvil, la serie de tiempo debería ser igual a la vida del concesionario,

permitiendo la recuperación total de los costos en la vida del negocio, debido a esto, se propone utilizar una serie de tiempo que sea por lo menos tan larga como la vida del activo más longevo.

Con el fin de minimizar el impacto del valor final de la empresa en los resultados del modelo, se utiliza un horizonte de tiempo largo en las operación del concesionario modelado en la prestación de servicios de telecomunicaciones, por ello se asume una serie de tiempo de 50 años. Ello es consistente con las vidas útiles de algunos activos o infraestructura de las redes fijas como los túneles y ductos.

El modelo se limita a modelar tecnologías existentes y no prevé introducir tecnologías que puedan aparecer en el futuro y no estén presentes actualmente en México, con el fin de dar certeza sobre las tecnologías modeladas.

#### 4.3. Costo de capital promedio ponderado (CCPP).

El concesionario representativo que ofrece el servicio de interconexión incurre en un costo de financiamiento para proveer el servicio. Generalmente, las fuentes de financiamiento provienen de la emisión de acciones y de deuda. Una de las metodologías ampliamente reconocidas para calcular el costo de financiamiento y establecida en los Lineamientos es el Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP), conocido como WACC por sus siglas en inglés, el cual se refiere al promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital.

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del costo de capital promedio ponderado (CCPP). El CCPP antes de impuestos se calcula de la siguiente forma:

$$CCPP = C_d \times \frac{D}{D+E} + C_e \times \frac{E}{D+E}$$

Donde:

$C_d$  es el costo de la deuda

$C_e$  es el costo del capital de la empresa antes de impuestos

$D$  es el valor de la deuda del operador

$E$  es el valor del capital accionario (*equity*) del operador

En virtud de que estos parámetros o estimaciones de los mismos se encuentran disponibles en forma nominal, se calcula el CCPP nominal antes de impuestos y se convierte al CCPP real<sup>32</sup> antes de impuestos de la siguiente manera:

$$CCPP \text{ Real} = \frac{(1 + CCPP \text{ Nominal})}{(1 + \pi)} - 1$$

Donde:

$\pi$  es la tasa de inflación medida por el índice Nacional de Precios al consumidor.

A continuación se tratan los supuestos que soportan cada uno de los parámetros en el cálculo del CCPP.

#### 4.4. Costo del capital accionario (equity).

El costo del capital accionario (*equity*) se puede calcular utilizando varias metodologías, no obstante, la más común, y la establecida en los Lineamientos, es el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez.

Por tanto, en términos de los Lineamientos se utilizará el CAPM para calcular el costo del capital accionario (*equity*) para un concesionario eficiente móvil.

Siguiendo esta metodología, el CAPM se calcula de la siguiente manera:

$$C_e = R_f + \beta \times R_e$$

Donde:

$R_f$  es la tasa de retorno del instrumento financiero libre de riesgo

$R_e$  es la prima del riesgo del capital

$\beta$  es la medida de lo arriesgado de una compañía particular o sector de manera relativa a la economía nacional.

El cálculo de cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

<sup>32</sup> La experiencia ha demostrado que es más transparente para construir modelos ascendentes de costos. Cualquier método utilizado necesitará un factor de inflación ya sea en la tendencia de los precios o en el CCPP.

#### 4.5. Tasa de retorno libre de riesgo, $R_f$

Habitualmente se asume que la tasa de retorno libre de riesgo es la de los bonos del Gobierno a largo plazo. Sin embargo, tal como lo señala el International Regulators Group (IRG),<sup>33</sup> al elegir dicha tasa se deben definir los siguientes aspectos: qué referencia utilizar (qué gobierno), qué período de madurez (horizonte temporal de inversión o periodo regulatorio), y qué tipo de información se debe utilizar (actual, histórica, promedio).

En este sentido, se reconoce que los concesionarios mexicanos (tanto móviles como fijos) se financian mayoritariamente en el mercado de deuda y en la moneda de los Estados Unidos de América. Por tanto, se considera la tasa de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos a 30 años, a la cual se le agrega una prima por riesgo-país correspondiente a realizar inversiones en México como base para el cálculo de la tasa libre de riesgo. Para ambas variables, tasa de los bonos y prima de riesgo, se considera como horizonte temporal los últimos cinco años a la fecha de utilización del modelo. Asimismo se utilizará la información y los cálculos recopilados y realizados por el Profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York<sup>34</sup> en relación al rendimiento de los bonos de Estado de los Estados Unidos de América a 30 años, así como de la prima de riesgo en México.

En consecuencia, se utilizará la tasa de retorno libre de riesgo ( $R_f$ ) de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos de América de 30 años más una prima de riesgo país asociada a México.

#### 4.6. Prima del riesgo del capital, $R_e$

La prima de riesgo del capital se refiere al premio sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan por invertir en un portafolio de acciones (*equity*). Esto es, debido a que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del estado, los inversionistas requieren una prima mayor al invertir en acciones. Normalmente, las empresas que cotizan en el mercado nacional de valores son utilizadas como muestra sobre la que se calcula la diferencia entre el rendimiento de la cartera de mercado y la tasa libre de riesgo.

El IRG recomienda un enfoque equilibrado al considerar la relevancia y calidad de la información disponible, utilizando uno o más de estos métodos: prima

<sup>33</sup> International Regulators Group. Regulatory accounting: Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, febrero de 2007.

<sup>34</sup> <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>



histórica (ajustada), prima de una muestra o *benchmarking*. Debido a que el cálculo de este dato es altamente complejo, se utilizarán las cifras calculadas por fuentes reconocidas que se encuentren en el ámbito público como puede ser la del profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York.

En este sentido, se ha aplicado la prima de riesgo de un mercado maduro que, según Aswath Damodaran, corresponde a un 5.2%.

#### 4.7) Beta para los operadores de telecomunicaciones, $\beta$

Cuando alguien invierte en cualquier tipo de acción, se enfrenta con dos tipos de riesgo: sistemático y no sistemático. El no sistemático está causado por el riesgo relacionado con la empresa específica en la que se invierte. El inversionista disminuye este riesgo mediante la diversificación de la inversión en varias empresas (portafolio de inversión).

El riesgo sistemático se refiere a la posibilidad de que ocurran eventos que afectan a toda la economía, por lo que no puede evitarse o disminuirse a través de la diversificación de portafolios. La sensibilidad o correlación de un activo y el riesgo sistemático se representa como Beta ( $\beta$ ), la cual también se interpreta como la correlación entre el retorno de una acción específica y el retorno de un portafolio con acciones de todo el mercado. Para el inversionista, no es posible evitar el riesgo sistemático, por lo que siempre requerirá una prima de riesgo por invertir en una acción particular. La magnitud de esta prima variará en forma inversa a la covarianza entre la acción específica y las fluctuaciones totales del mercado.

Es posible estimar la  $\beta$  mediante una comparación de las fluctuaciones en el precio de las acciones de una empresa con un grupo amplio de empresas durante un periodo de tiempo determinado. Sin embargo, estas medidas siempre serán inciertas y producirán una gran variedad en los resultados dependiendo de la metodología utilizada. Asimismo, la determinación empírica y precisa de la  $\beta$  requiere grandes cantidades de datos históricos. Se trata, por lo tanto, de un área en el cual las estimaciones de dicho parámetro dependerán de la cantidad de información disponible, del horizonte de tiempo considerado para su análisis, del mercado de valores contra el cual se estime el valor de la beta, entre otros factores que considere quien realiza la estimación. Sólo en los Estados Unidos, y quizás otros pocos países con bolsas o mercados de acciones de larga tradición e historia, tienen estimaciones razonables de la  $\beta$ .

Sin embargo, dado que la  $\beta$  representa el riesgo de una industria particular o compañía relativa al mercado, se esperaría que la  $\beta$  de una empresa en particular - en este caso un operador - fuera similar en diferentes países.

Comparar la  $\beta$  de esta manera requiere una  $\beta$  desapalancada (asset) más que una apalancada (equity).

$$\beta_{\text{asset}} = \beta_{\text{equity}} / (1+D/E)$$

El IRG recomienda estimar la  $\beta$  de una empresa ya sea mediante: información histórica de la relación entre los retornos de la empresa y los del mercado; benchmarking de las  $\beta$  de empresas comparables o mediante la definición de una  $\beta$  objetivo; dependiendo de las condiciones del mercado y la información disponible. Como indica la IRG, se debe asegurar que las compañías usadas en una comparativa sean comparables en términos de regulación, ambiente competitivo, tamaño e impuestos.

Los principales operadores del mercado mexicano y latinoamericano, América Móvil y Telefónica de España presentan resultados consolidados lo cual dificulta la utilización de sus parámetros, como  $\beta$ , en forma específica para el mercado mexicano. Debido a esto, aunque se utilizan los datos de estas empresas, el benchmark utilizado tendrá que ser más amplio.

Por tanto, se utiliza una comparativa de compañías de telecomunicaciones, prestando especial atención a mercados similares al mexicano, para identificar las  $\beta$  específicas del mercado móvil.

#### 4.8. Método propuesto para derivar las $\beta_{\text{asset}}$ del concesionario móvil.

Debido a que cada día hay menos operadores que ofrecen exclusivamente el servicio móvil (*pure-play*), se recomienda derivar los valores de  $\beta_{\text{asset}}$  para los concesionarios fijos y móviles mediante una aproximación. Primeramente se agrupan los operadores del benchmark en tres grupos, utilizando la utilidad antes de impuestos, intereses, depreciación y amortización (EBITDA) como una aproximación de la capitalización de mercado hipotética de las divisiones fija y móvil de los operadores mixtos, con base en ello se clasifican en:

- Predominantemente móviles: aquellos donde la porción de EBITDA móvil represente una porción significativa del total de EBITDA
- Híbridos fijo--móvil: aquellos donde ni el EBITDA móvil ni el fijo, representen una porción significativa del total del EBITDA
- Predominantemente fijos: aquellos donde el EBITDA móvil represente una porción significativa del EBITDA total.

Después de esto se calculan los valores de  $\beta_{\text{asset}}$  para el operador móvil con el promedio del primer grupo y para el operador fijo con el promedio del tercero.

En consecuencia, se calcula la  $\beta_{asset}$  para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles en base a una comparativa de operadores que estén presentes en Latinoamérica.

#### 4.9. Ratio deuda/capital (D/E).

Finalmente, es necesario definir la estructura de financiamiento para el operador basada en una estimación de la proporción (óptima) de deuda y capital en el negocio. El nivel de apalancamiento denota la deuda como proporción de las necesidades de financiamiento de la empresa, y se expresa como:

$$\text{Apalancamiento} = \frac{D}{D + E}$$

Generalmente, la expectativa en lo que respecta al nivel de retorno del capital (*equity*) será mayor que la del retorno de la deuda. Si aumenta el nivel de apalancamiento, la deuda tendrá una prima de riesgo mayor ya que los acreedores requerirán un mayor interés al existir menor certidumbre en el pago.

La teoría financiera parte del supuesto de que existe una estructura financiera óptima que minimiza el costo del capital al cual se le conoce como apalancamiento objetivo. En la práctica, este apalancamiento óptimo es difícil de determinar y variará en función del tipo de compañía.

El IRG especifica tres enfoques posibles:

- usar valores en libros para calcular el apalancamiento
- usar valores de mercado para calcular el apalancamiento
- usar el apalancamiento óptimo.

#### 4.10. Enfoque propuesto para definir el apalancamiento del operador móvil.

Para el Modelo de Costos Móvil se utilizará una comparativa de los niveles de apalancamiento actual de operadores sólo móviles, sólo fijos y fijos-móviles, usando un método similar al definido para estimar  $\beta_{asset}$  para derivar el nivel de apalancamiento de cada operador.

Se ha utilizado el valor en libros de la deuda tomado de Aswath Damodaran en vez de la deuda reportada en los Informes anuales de los operadores. Los cálculos efectuados por Aswath Damodaran son considerados como un estándar por la mayoría de los actores del mercado y se observa que el valor en libros de la deuda suele ser más estable que el valor de mercado.

De forma similar al método seguido para determinar la  $\beta_{asset}$ , se evalúa el nivel apropiado de apalancamiento utilizando la misma comparativa de operadores en Latinoamérica, tomando el valor en libros de la deuda de Aswath Damodaran.

#### 4.11. Costo de la deuda

El costo de la deuda se define como:  $C_d = (1 - T) \times (R_f + R_D)$

Dónde:  $R_f$  es la tasa de retorno libre de riesgo.  
 $R_D$  es la prima de riesgo de deuda.  
 $T$  es la tasa de impuestos corporativa.

La prima de riesgo de deuda de una empresa es la diferencia entre lo que una empresa tiene que pagar a sus acreedores al adquirir un préstamo y la tasa libre de riesgo. Típicamente, la prima de riesgo de deuda varía de acuerdo con el apalancamiento de la empresa - cuanto mayor sea la proporción de financiamiento a través de deuda, mayor es la prima (el IRG presenta una aproximación lineal) debido a la presión ejercida sobre los flujos de efectivo.

El procedimiento señalado es consistente con los tres posibles métodos para determinar el costo de la deuda mencionados por el IRG:

- El uso de información contable como pueden ser deudas actuales.
- Calcular el nivel eficiente de endeudamiento y el costo asociado de la deuda en base a calificaciones de crédito.
- Sumar a la tasa libre de riesgo la prima de riesgo de la deuda asociada con la empresa, en base a una comparativa de las tasas de retorno de la deuda (p.ej. Eurobonos corporativos) de empresas comparables con riesgo o madurez semejantes.

En el caso que nos ocupa, se utiliza el Impuesto sobre la Renta (ISR) vigente en México como la tasa adecuada de impuestos corporativos (T), para estimar el CCPP en un año determinado. Para el año 2012, se utiliza un nivel de ISR del 30%. El análisis de los parámetros que intervienen para la estimación del CCPP se basa en la información publicada por Aswath Damodaran en abril de 2012.

Se utiliza un costo de la deuda para el concesionario fijo que corresponde con la tasa de retorno libre de riesgo de México, más una prima de deuda por el mayor riesgo que tiene un operador en comparación con el país. Para definir la prima se ha utilizado una comparativa internacional.

Se aplicará la misma metodología para determinar el costo de la deuda del concesionario fijo en línea con el observado en los concesionarios móviles.

#### 4.12. Cálculo del CCPP.

A continuación se muestra el cálculo del Costo de Capital para el operador móvil:

	Móvil
Tasa libre de riesgo	6.63%
Beta	1.11
Prima de mercado	5.20%
Ce	17.69%
Cd	7.88%
Apalancamiento	34.93%
Tasa de Impuestos	30.00%
CCPP nominal antes impuestos	14.27%
Tasa de Inflación	3.39%
CCPP real antes impuestos	10.52%

Tabla 16: Costo de capital

#### 4.13. Sensibilidad del costo de capital a cambios en los parámetros de cálculo

Para calcular el CCPP es necesario especificar el nivel de apalancamiento de la empresa para sopesar los costos relativos del capital (equity) y la deuda.

El apalancamiento de la empresa también influye en el cálculo de  $\beta$  equity, que especifica la tasa de retorno requerida para el capital y la prima de riesgo de deuda que especifica la tasa de retorno de la deuda. El retorno sobre el capital es después de impuestos, mientras que el retorno de la deuda es antes de impuestos, por lo que al calcular el CCPP antes de impuestos de un operador típico se puede observar que éste es insensible al nivel de apalancamiento. Con un apalancamiento mayor, una proporción mayor del costo de capital se debe al retorno sobre la deuda - con una tasa menor que el capital.

Sin embargo, con un apalancamiento mayor la prima de riesgo de la deuda y  $\beta_{equity}$  aumentan, lo cual neutraliza en gran medida los ahorros logrados mediante un mayor financiamiento a través de deuda. Esto está ampliamente documentado y explicado en la hipótesis Modigliani-Miller.

#### 5. Aplicación del margen para la recuperación de costos comunes.

Los costos comunes son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

Los mencionados costos pueden identificarse como:

- Costos comunes de tráfico – partes de la red desplegada por tráfico que son comunes a todos los servicios de la red (p.ej. la plataforma de voz).
- Costos comunes de redes troncales (tráfico) y de acceso – como puede ser el espacio físico requerido para un conmutador donde se define la frontera entre la red troncal y la de acceso o un túnel compartido. 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. presidente).

En el contexto de una empresa multi-servicios, el Costo Autónomo (Stand-alone Cost, en lo sucesivo "SAC" por sus siglas en inglés) se refiere al costo total de proporcionar un determinado producto o servicio en un proceso de producción independiente, en lugar de uno a través del cual se produce en conjunto con otros servicios. La aplicación de esta metodología de costos es equivalente a suponer que la empresa presta un único servicio, que es el servicio de interconexión, lo que implicaría asignar todos los costos de la empresa a este servicio. La metodología de Costo Autónomo del servicio por tanto no reconoce la contribución que pudieran tener otros servicios a la recuperación de los costos de la compañía. Si todos los costos comunes están en un mismo servicio, al CILP del servicio se le agrega un margen adicional hasta llegar al SAC de proveer este servicio.

Por tanto, el SAC representa el máximo costo con margen adicional para cualquier servicio – y en esa situación el margen adicional para los otros servicios sería cero. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre

varios servicios, se requiere un mecanismo de márgenes adicionales para producir los CILP relevantes (CILP+). Esto se muestra en la Figura 3.

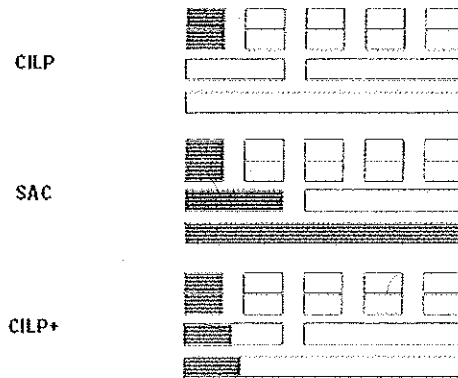


Figura 3: CILP, SAC y CILP+ (Fuente: Analysys Mason)

En términos de los Lineamientos, se empleará el método de Márgenes Equiproporcionales (en lo sucesivo "EPMU", por sus siglas en inglés) cuando se requiera distribuir los costos comunes.

Mediante este método, los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignando 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 será utilizado en el Modelo de Costos Móvil.

## 6. Estructura del modelo móvil.

En la Figura 4 se muestra la estructura del Modelo CILPMóvil para la red del concesionario representativo móvil.

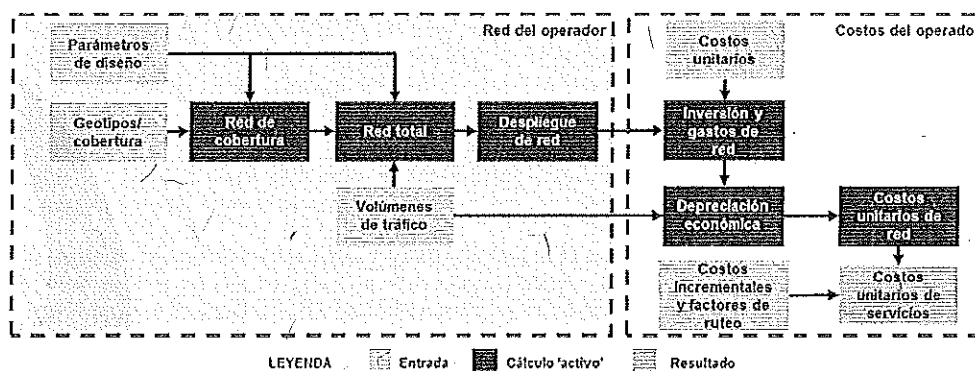


Figura 4: Estructura del modelo móvil (Fuente: Analysys Mason)

En el diseño del Modelo CITLP Móvil se definen tres geotipos para cubrir el territorio nacional; también se utiliza un geotipo adicional para cubrir las carreteras. Para lo cual se consideró lo siguiente:

- En base a los polígonos definidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se calculó la superficie de 4525 localidades urbanas que abarcan el 1.16% del territorio nacional pero incluyen al 77.50% de la población.
- Estas fueron abstraídas de la superficie y población totales de cada municipio, obteniendo así las superficies y poblaciones restantes divididas entre 2456 municipios.
- Se obtuvieron entonces 6981 áreas con superficies y poblaciones que se dividen en urbanas, suburbanas y rurales de acuerdo con su densidad poblacional.

Geotipo	Densidad poblacional hab./km	Proporciones de tráfico por geotipo (asumiendo cobertura del 100%)
Urbano	>4000	69%
Suburbano	<4000 y >500	21%
Rural	<500	9%
Carreteras	366 800km lineales	1%

Tabla 17: Geotipos (Fuente: Analysys Mason)

Los diferentes geotipos se cubrirán con espectro de 850MHz (GSM) y 1900MHz (UMTS) en línea con la cobertura actual de los concesionarios móviles.

Geotipo	Superficie (km <sup>2</sup> )	Proporción de la superficie total	Población	Proporción de la población	Proporción de la población cubierta por la banda 850 MHz	Proporción de la población cubierta por la banda 1900 MHz (UMTS)
Urbano	8 383	0.4%	55 492 777	49.4%	100%	100%
Suburbano	14 202	0.7%	31 537 397	28.1%	100%	98.9%
Rural	1 959 473	98.9%	25 205 515	22.5%	15.4%	0%
Carreteras	46 833*					

Tabla 18: Proporción de la población cubierta por banda de frecuencias (Fuente: Analysys Mason)

\*46 833km de las carreteras están cubiertas correspondiendo a 30% de las carreteras con dos carriles y 80% de las carreteras de cuatro o más carriles; esto representa una cobertura de 13% sobre el total de kilómetros de carreteras en México; se excluyen de este geotipo las carreteras cubiertas por los despliegues efectuados en los demás geotipos, como pueden ser las carreteras situadas en ciudades.  
Fuente: Modelo de Analysys Mason.



Se ha dimensionado la red en función de la carga de tráfico de servicios de voz y datos durante la hora pico, para lo cual se consideran los siguientes parámetros:

- La hora pico de voz contiene 9.05% del tráfico en un día-pico (hora pico ponderada por región).
- Se estima que la hora pico de datos contiene 10% y 5% del tráfico de SMS y datos, respectivamente.
- Se asume que ninguna de las horas pico es concurrente por servicio.
- Se asume que hay 250 días pico al año con un 75% de la carga.
- La proporción del porcentaje de SMS en la hora pico en relación con el porcentaje de SMS en la hora pico de voz se asume en 1.5.
- El porcentaje de SMS en la hora pico de voz se estima en 7%.

Es importante señalar que los datos del modelo de mercado se expresan en minutos reales, por lo que no fue necesario transformarlos. No obstante, se asume lo siguiente:

- Se asumen 25 segundos para timbrado, establecimiento y finalización.
- El tiempo promedio de llamada es de 1.55 minutos.
- Existen 1.5 intentos de llamada por cada llamada exitosa.
- Se estima el tamaño de un SMS móvil a 80 bytes.<sup>35</sup>
- En el caso de GSM la velocidad de los mensajes SMS sobre el canal de voz (SDCCH) es de 6,136 bits/s.
- El factor de conversión de SMS por minuto de llamada es de 575, para obtener 0.001738 min/sms.
- En el caso de UMTS la velocidad de los mensajes SMS sobre el canal de radio es de 16,000 bits/s.
- El factor de conversión de SMS por minuto de llamada es de 1,500, para obtener 0.000667 min/sms.

Se asume que la migración de 2G a 3G tanto de voz como de SMS se realiza al mismo ritmo que el despliegue de la red 3G entre el 2006 y el 2010, llegando a ser el 18% del volumen total de tráfico cursado en la red:

- Para el 2020 llega a ser del 50%, y se mantiene estable durante el resto del período modelado.

Se ha dimensionado el número de sitios de cobertura usando un radio teórico y un ajuste para llegar al radio efectivo.

<sup>35</sup> Basada en información proporcionada por los concesionarios.

La red está modelada con una combinación de GSM y UMTS, utilizando el espectro de la siguiente forma:

- En GSM, se utiliza la banda de 850MHz para la cobertura y ambas bandas de espectro para las necesidades de tráfico.
- UMTS sólo utiliza la banda de 1900MHz ya que se tiene una mayor cantidad de espectro (40MHz) y se considera que sólo se utilizará en las zonas urbanas y suburbanas.
- Las carreteras sólo están cubiertas por GSM.

El número de sitios de cobertura se determina por el área cubierta por cada celda:

- Esta depende del radio teórico que se determina mediante un proceso de calibración de un concesionario existente.
- De un factor de ajuste por el posicionamiento imperfecto de las celdas en las áreas de cobertura.

Geotipo	Factor de ajuste 850 MHz	Factor de ajuste 1900 MHz	Radio efectivo 850 MHz	Radio efectivo 1900 MHz
Urbano	0.73	0.73	1.8	1.0
Suburbano	0.78	0.78	3.5	1.9
Rural	0.85	1	12.8	8.3

Tabla 19: Parámetros de las celdas (Fuente: Analysys Mason)

Cálculo de la red radio: se ha aplicado el *scorched-earth coverage coefficients* (SEOC, por sus siglas en inglés) dependiendo de las frecuencias utilizadas para dar cobertura:

- La cobertura outdoor en 850MHz.
- La cobertura outdoor en 1900MHz (utilizada en UMTS).
- Adicionalmente, se ha tenido en cuenta el efecto de *cell breathing* para UMTS.

Se ha utilizado un método scorched-earth calibrado para el diseño de las redes de transmisión y backhaul del concesionario modelado.

La red troncal del concesionario representativo móvil está compuesta de un total de 9 nodos nacionales y 11 nodos core.

- Los nodos están conectados de forma redundante por 6 anillos de fibra con una longitud total de 13,743 km.
- Los nodos regionales están conectados entre sí con anillos de fibra, con 1 nodo core conectado a cada anillo, sumando un total de 22,000 km.

Las distancias entre nodos recorridas por la fibra se ha calculado en base a la red de carreteras de México.

En la red de backhaul se usan principalmente tecnologías inalámbricas como microondas, pero también se conectan los sitios por enlaces dedicados y en menor medida fibra (sobre todo en los geotipos urbanos y suburbanos).

	Microondas		Enlaces dedicados		Fibra	
	2G	3G	2G	3G	2G	3G
Urbano	70%	70%	24%	19%	6%	11%
Suburbano	70%	70%	24%	19%	6%	11%
Rural	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Carreteras	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Micro/interior	0%	0%	100%	100%	0%	0%

Tabla 20: Tecnologías utilizadas en la red de backhaul (Fuente: Analysys Mason)

Los elementos de transmisión y conmutación dependen de la capacidad requerida por el número de sitios desplegados por cada tecnología.

El número de TRXs y *channel kits* se calcula en base a los requerimientos de tráfico, la transmisión está dividida en dos partes:

- Red troncal o *backbone*, que es una red de fibra propia que corresponde a los anillos definidos para la red fija; ésta se utiliza para llevar tráfico entre conmutadores y BSC-MSCs.
- Red de *backhaul*, que une los emplazamientos radio con la red troncal principalmente mediante el uso de enlaces por microondas, pero también utilizando enlaces dedicados en sitios urbanos/suburbanos y en mucho menor medida fibra.

El número de BSCs a desplegar se calcula en base al número de TRXs o enlaces E1s, mientras que el número de PCUs depende del número de BSCs:

- Se asume que la mitad de las BSCs son remotas, por lo que se calcula por separado el número de puertos hacia los MSCs y el número de enlaces entre BSCs y MSCs.

De forma similar, el número de RNCs desplegado se calcula en base a la carga de tráfico UMTS (Mbit/s de bajada en la capa de radio) y de acuerdo con el número de puertos E1 hacia los Nodos B.

El número de MSCs se calcula considerando la demanda en Erlangs generada por el tráfico y el número de puertos requeridos para conectarse con los BSCs y RNCs.

Una vez determinado el número de MSCs se utiliza una tabla de referencia para determinar el resto del equipo necesario con elementos como rutas lógicas, puntos de interconexión y sitios de correo de voz.

El resto de los elementos de red se calcula en base a los requerimientos generales del sistema como pueden ser:

- SMSC/MMSC en base a SMS/s o MMS/s y VMS/HLR/EIR/VAS en base al número de usuarios

En este sentido, el modelo asume los siguientes valores de los activos tanto en hardware como software.

Nombre del elemento	Tipo de elemento	Retirar de la red y terminar gastos	Vida útil (Network Years)	Período planificación (0-12 meses)	Capex directo (USD 2011)	Costos de instalación (USD 2011)	Costos operativos (rentas, electricidad, etc.) (USD 2011)	Mantenimiento y soporte (USD 2011)
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, lorry)	Red compartida	2054	20	9	50,000	90,000	25,000	
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	Red compartida	2054	15	9	50,000	60,000	21,000	
Sitio macro urbano interior con un tercero	Red compartida	2054	15	6	50,000	30,000	5,500	
BTS 1-sector	Red 2G	2054	8	3	35,000	1,050		3,605
BTS 2-sector	Red 2G	2054	8	3	45,000	1,350		4,635
BTS 3-sector	Red 2G	2054	8	3	55,000	1,650		5,665
TRX	Red 2G	2054	8	1	2,800	84		288
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	Red 3G	2054	8	3	45,000	1,350		4,635
NodoB R99+1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	Red 3G	2054	8	3	15,000	450		1,545
NodoB Release 99 channel kit (16 CE)	Red 3G	2054	8	1	2,700	81		278
Micro BTS	Red 2G	2054	8	3	35,000	1,050		3,605

BTS interior especial + antena	Red 2G	2054	8	3	35,000	1,050		3,605
NodoB interior especial + antena	Red 3G	2054	8	3	60,000	1,800		6,180
Actualización de sitio - instalaciones 2G a 3G	Red 3G	2054	15	9	50,000	60,000		
Fibra backhaul	Red compartida	2054	8	3	22,000	660		453
Enlace dedicado E1 Urbano	Red compartida	2054	8	1	6,500	195	2,227	
Enlace dedicado E1 Suburbano	Red compartida	2054	8	1	6,500	195	6,895	
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	Red compartida	2054	8	1	6,500	195	9,505	
Enlace dedicado E1 Interiores	Red compartida	2054	8	1	6,500	195	2,227	
Licencias de espectro de microondas	Red compartida	2054	20	0	4,683,163			
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	Red compartida	2054	8	3	20,000	600		412
Microondas E1 activado	Red compartida	2054	8	3	500			10
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	Red compartida	2054	20	9	40,000	70,000	14,000	
Sitio macro de un tercero (techo; antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	Red compartida	2054	15	9	16,000	50,000	5,500	
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	46,000			36,900
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	60,000			39,000
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	90,000			43,500
Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	150,000			52,500
Cables de Fibra (km)	Red compartida	2054	20	12	2,000			20
Zanjas (km)	Red compartida	2054	40	12	20,000			200
Unidad base BSC (2040 TRX)	Red 2G	2054	7	9	2,200,000	66,000		226,600
Sitios BSC remotos	Red 2G	2054	20	12	1,500,000		70,000	
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	Red 2G	2054	7	3	1,300	39		134
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	Red 2G	2054	7	3	1,300	39		134
Unidad base RNC 800lub	Red 3G	2054	7	9	2,700,000	81,000		278,100
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	Red 3G	2054	7	3	1,300	39		134
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	Red 3G	2054	7	3	12,000	360		1,236
Puntos de acceso red dorsal regional 1Gbit/s	Red compartida	2054	8	3	270,000			40,500
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	Red compartida	2054	15	12	2,000		2,700	
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	Red compartida	2054	8	3	290,000			43,500
Sitios de conmutación Core	Red compartida	2054	20	12	10,000,000		270,000	
MSC	Red compartida	2005	8	9	2,000,000	60,000		412,000
Software MSC	Red compartida	2005	3	3	1,800,000	54,000		
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	Red compartida	2054	7	3	2,000	60		412

Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	Red compartida	2054	7	3	12,000	360	2,472
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	Red compartida	2054	7	3	1,600	48	330
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	Red compartida	2054	7	3	12,000	360	2,472
Puertos E1 MSC (hacia Pdl)	Red compartida	2054	7	3	2,700	81	556
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	Red compartida	2054	7	3	1,400	42	288
MSS	Red compartida	2054	8	9	2,700,000	81,000	556,200
Software MSS	Red compartida	2054	3	3	2,000,000	60,000	
MGW	Red compartida	2054	8	9	2,000,000	60,000	412,000
MSC BSC reomotos hacia transcoders E1 16-64kbit/s	Red 2G	2054	7	3	28,000	840	5,768
Gateway de interconexion troncal	Red compartida	2054	8	9	55,000	1,650	11,330
Plataforma de portabilidad numérica (MNP)	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000	133,900
IN (SCP + SMP)	Red compartida	2054	5	6	10,000,000	300,000	1,030,000
VMS (VMS + IVR)	Red compartida	2054	6	6	10,000,000	300,000	1,030,000
HLR (5m usuarios)	Red compartida	2054	6	6	3,500,000	105,000	360,500
AUC	Red compartida	2054	6	6	350,000	10,500	36,050
EIR	Red compartida	2054	6	6	350,000	10,500	36,050
SMSC HW	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000	133,900
SMSC SW - unidades	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000	
GPRS/EDGE-PCU	Red 2G	2054	6	6	25,000	750	2,575
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000k PDP)	Red compartida	2054	6	6	3,000,000	90,000	309,000
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (pequeña capacidad) (1millón SAU)	Red compartida	2054	6	6	3,600,000	108,000	370,800
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (gran capacidad) (1millón SAU)	Red compartida	2054	6	6	3,600,000	108,000	370,800
Billing system (wholesale, 12m CDR/day)	Red compartida	2054	5	9	1,700,000	51,000	175,100
Sistema de gestión de red (HW)	Red compartida	2054	5	6	15,000,000	450,000	1,545,000
Plataformas VAS/Contenido	Red compartida	2054	5	6	4,000,000	120,000	412,000
MMSC	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000	133,900
Tarjetas SIM	Red compartida	2054	5	3	2		
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	Red compartida	2054	1	0	0		
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	Red compartida	2054	1	0	0		165,000,000
Licencias de 850MHz	Red compartida	2054		0	5,128,541		
Licencias de 1900MHz	Red compartida	2054		0	212,455,199		
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	Red 3G	2054	8	3	5,400	162	556

HSDPA upgrade por NodoB 1.8 to 3.6 (+32CE)	Red 3G	2054	8	3	5,400	162	556
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 to 7.2 (+128CE+carrier)	Red 3G	2054	8	3	36,600	1,098	3,770
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	Red 3G	2054	8	3	8,100	243	834

Tabla 21: Especificaciones de los activos (Fuente: Analysys Mason)

En el Modelo de Costos Móvil se asumen los siguientes costos del espectro radioeléctrico para el caso de Telcel.

Costo del espectro		
<b>Licencias de 850 MHz</b>		
Capex	5,128,541	(USD 2011)
Opex	51,913,117	(USD 2011)
<b>Licencias de 1900 MHz</b>		
Capex	212,455,199	(USD 2011)
Opex	68,605,516	(USD 2011)

Tabla 22: Costo del espectro (Fuente: Analysys Mason)

Con base en la demanda del servicio, se realizan los cálculos asociados al dimensionamiento del número de activos requeridos para la provisión de los servicios de interconexión.

En el modelo se calcula por separado la red de cobertura para cada banda de frecuencia (primaria 2G, secundaria 2G). Primero se calcula el número de sitios necesario para cobertura primaria:

- El área cubierta por una estación base (BTS) en cada geotipo se calcula utilizando el radio de cobertura de la estación base (que varía por geotipo).
- Se utiliza un coeficiente de cobertura *scorched node* (SNOCC) para tener en cuenta las limitaciones de desplegar sitios en zonas sub-óptimas.
- El área total cubierta en cada geotipo se divide por el área de cobertura de una estación base para obtener así el número de estaciones base que son necesarias para dar cobertura primaria.

Se utiliza la misma metodología para calcular el número de estaciones base que son necesarias para dar cobertura secundaria.

Posteriormente se calcula la capacidad de los sitios para la cobertura de la red 2G, y se calcula el número de sitios adicionales necesarios para satisfacer las necesidades de capacidad en la red 2G, como se indica en la Tabla 23, así como los BTS que se indican en la Tabla 24.

Total de sitios 2G	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Cobertura</b> Urbano	969	969	969	969	969	969	969	969	969	969
Suburbano	444	444	444	444	444	444	444	444	444	444
Rural	715	715	715	715	715	715	715	715	715	715
Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
Micro/interior	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Capacidad</b> Urbano	6,226	6,943	7,670	8,269	8,662	8,918	9,026	9,030	8,883	8,682
Suburbano	1,726	1,941	2,160	2,340	2,459	2,536	2,568	2,569	2,525	2,465
Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro/interior	299	329	360	384	401	412	416	416	410	402
<b>Total</b> Urbano	7,195	7,912	8,639	9,238	9,631	9,887	9,995	9,999	9,852	9,651
Suburbano	2,170	2,385	2,604	2,784	2,903	2,980	3,012	3,013	2,969	2,909
Rural	715	715	715	715	715	715	715	715	715	715
Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
Micro/interior	399	429	460	484	501	512	516	516	510	502
<b>TOTAL</b>	<b>11,544</b>	<b>12,506</b>	<b>13,483</b>	<b>14,286</b>	<b>14,815</b>	<b>15,159</b>	<b>15,303</b>	<b>15,308</b>	<b>15,111</b>	<b>14,842</b>

Tabla 23: Sitios para cobertura 2G (Fuente: Analysys Mason)

BTSS totales	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>850MHz BTS</b> Urbano	7,195	7,912	8,639	9,238	9,631	9,887	9,995	9,999	9,852	9,651
Suburbano	2,170	2,385	2,604	2,784	2,903	2,980	3,012	3,013	2,969	2,909
Rural	715	715	715	715	715	715	715	715	715	715
Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
Micro/interior	399	429	460	484	501	512	516	516	510	502
<b>MACRO TOTAL</b>	<b>11,145</b>	<b>12,077</b>	<b>13,023</b>	<b>13,802</b>	<b>14,314</b>	<b>14,647</b>	<b>14,787</b>	<b>14,792</b>	<b>14,601</b>	<b>14,340</b>
<b>1900MHz BTS</b> Urbano	623	695	767	827	867	892	903	903	889	869
Suburbano	173	195	216	234	246	254	257	257	253	247
Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro/interior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>MACRO TOTAL</b>	<b>796</b>	<b>890</b>	<b>983</b>	<b>1,061</b>	<b>1,113</b>	<b>1,146</b>	<b>1,160</b>	<b>1,160</b>	<b>1,142</b>	<b>1,116</b>
<b>TOTAL</b>	<b>12,340</b>	<b>13,396</b>	<b>14,466</b>	<b>15,347</b>	<b>15,928</b>	<b>16,305</b>	<b>16,463</b>	<b>16,468</b>	<b>16,253</b>	<b>15,958</b>

Tabla 24: BTS para cobertura 2G (Fuente: Analysys Mason)

El modelo calcula el número de TRXs necesario en cada sector (promedio y por geotipo):

- En función del nivel máximo de utilización de los TRX.



- Determinando la cantidad de canales necesarios en base a la demanda por sector utilizando la tabla Erlang-B y la probabilidad de bloqueo de radio.
- Excluyendo los canales de señalización y los canales reservados a GPRS.
- Asumiendo un número mínimo de 1 o 2 TRXs por sector.

Por último, se obtiene el número total de TRXs necesarios multiplicando el número de sectores por el número de TRXs por sector, como se muestra en la tabla 25 y se calcula el número de BSCs requeridas.

850MHz	150,322	164,893	179,388	191,425	199,416	204,474	206,597	206,672	203,772	199,812
1900MHz	4,776	5,340	5,898	6,366	6,678	6,876	6,960	6,960	6,852	6,696
TOTAL	155,098	170,233	185,286	197,791	206,094	211,350	213,557	213,632	210,624	206,508
BSCs requeridas	153	167	182	194	203	208	210	210	207	203

Tabla 25: TRX para red 2G (Fuente: Analysys Mason)

Para los sitios de la red 3G se utiliza la misma metodología para calcular el número inicial de Nodos B necesarios para la red UMTS. El modelo calcula el número de sitios compartidos por redes GSM y UMTS y el número de sitios 3G adicionales:

- La proporción de sitios 3G que no son compartidos está basada en estimaciones de Analysys Mason.
- Se necesita un número suficiente de sitios 2G para colocar los sitios 3G compartidos (sino, se desplegarán sitios 3G adicionales).

El número de sitios especiales que sería necesario desplegar en el interior de los edificios se estima en base a los datos facilitados por los concesionarios.

La red UMTS es una red que solapa con la red GSM y por lo tanto no tiene que proporcionar una cobertura completa del territorio. Por consecuencia, el factor SNOCC de UMTS podría ser más alto que el correspondiente factor en la red GSM.

Dada la alta capacidad de una red 3G, es necesario desplegar sitios adicionales solamente en aquellos casos en los que existe una demanda de tráfico muy alta.

Asimismo, se asume que un porcentaje de sitios 3G son compartidos, multiplicando este porcentaje por el número de sitios 2G disponible se obtiene

el número de sitios existentes y el número de sitios 3G que debe ser desplegados, como se muestra en la tabla 26.

Nuevos sitios 3G	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Urbano	640	640	640	664	797	941	1,088	1,241	1,391	1,549
Suburbano	293	293	293	293	293	293	327	373	419	466
Rural	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
Micro/interior	67	85	104	122	140	159	177	195	214	232

Tabla 26: Sitios para cobertura 3G (Fuente: Analysys Mason)

El dimensionado de los canales UMTS R99 se realiza de manera similar al cálculo del número de TRXs para la red 2G, con la diferencia que se ha considerado un soft handover:

- Se calcula el número de portadoras UMTS R99 por sitio en base al número máximo de canales UMTS R99 por portadora.

El número de *channel elements* adicionales para la provisión de servicios de datos de alta velocidad se calcula en base a los siguientes parámetros:

- Perfiles de configuración para los distintos servicios de datos de alta velocidad (ej., número de *channel elements* por Nodo B para HSDPA 1.9).
- perfiles de activación por año y por geotipo.

Se obtiene el número total de *channel elements* multiplicando el número de sitios por el número de *channel elements* por sitio como se muestra en la Tabla 27:

- este cálculo se repite para los portadoras y para cada tipo de *channel element* (R99, HSDPA, HSUPA)

Canales 3G	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Urbano	746,794	821,697	909,084	1,021,183	1,225,297	1,446,010	1,672,564	1,907,725	2,137,967	2,380,199
Suburbano	178,999	204,156	230,456	376,323	410,627	439,214	503,214	573,916	643,389	716,242
Rural	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648	99,648
Micro/interior	12,496	16,074	19,667	23,388	27,202	31,101	35,082	39,156	43,250	47,189

Tabla 27: Canales red 3G (Fuente: Analysys Mason)

El modelo calcula la capacidad para la red de transmisión, la cual se ha dividido en tres partes:

1. Red *backbone* nacional con fibra propia:
  - Conecta las principales ciudades.

- Transporta el tráfico de voz *inter-switch*, el tráfico VMS y el tráfico de datos.
2. Red *backbone* regional de fibra oscura rentada:
    - Enlaza las principales ciudades que se encuentran en el anillo a nivel nacional con el resto del país.
    - Transporta el tráfico *backhaul*, es decir, el tráfico entre los BSC/RNC y el *transmission access point*.
    - Transporta el tráfico de los BSC-MSC y los PCU-SGSN hasta al BSC remoto.
  3. Red *backhaul* utilizando tecnologías como enlaces dedicados, microondas o fibra:
    - Transporta el tráfico desde los BTS/Nodo B hasta el BSC/RNC más próximo o hasta el *transmission access point*.
    - Coubicación de algunos sitios a nivel del *switch* o el punto de acceso a la fibra.
  4. Reglas adicionales:
    - Los sitios desplegados en el interior de los edificios siempre están conectados a enlaces dedicados E1.
    - La tecnología por microondas no se utilizada en las zonas urbanas
    - Los enlaces de fibra óptica no se utilizan en las zonas rurales.

Para el cálculo de RNCs, se asumen tres factores que se deben considerar:

- Máximo *throughput* en Mbit/s (en el *downlink*), asumiendo una utilización máxima.
- Número máximo de puertos E1 conectados, asumiendo una utilización máxima.
- Número mínimo de 9 RNCs desplegados en la red para redundancia.

Cada una de estas tres condiciones da un resultado diferente en términos de número de RNCs, por lo cual el número total de RNCs es el máximo de estos tres resultados como se muestra en la Tabla 28.

Número de puertos E1 conectados	105	205	305	405	505	605	705	805	905	1005
Mbit/s	3	4	6	7	9	10	12	13	14	15
Conexiones E1 entrantes	7	8	8	9	11	12	14	16	18	19
Topología mínima	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Número de RNCs desplegado	9	9	9	10	11	13	14	16	18	20

Tabla 28: RNC desplegados (Fuente: Analysys Mason)

Ahora, para el despliegue de MSCs, MSC servers y MGWs, se introduce una sensibilidad en el modelo en lo que respecta al año de migración de los MSCs a MGWs. En este sentido, uno de los parámetros utilizados es la fecha a partir de la cual los MSC se reemplazan con MSC-S y MGWs.

El número de MSC 2G depende de cuatro factores:

- Capacidad de procesamiento del tráfico de voz en términos de Erlangs durante la hora pico (BHE).
- Capacidad de procesamiento de los intentos de llamada durante la hora pico (BHCA).
- Número de puertos de entrada E1 (hacia BSC y RNC) necesario.
- Número mínimo de 20 MSCs desplegados en la red para redundancia.

En la red 3G el número de MSC servers escala con los requisitos en términos de BHCA, mientras el número de MGWs depende de las necesidades en términos de BHE y de puertos de entrada (hacia BSC/RNC). El cálculo de MSC total se observa en la Tabla 29.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MSC Servers (MSCSs)	102	114	126	138	148	158	167	175	182	189
Media Gateways (MGW)	50	57	65	73	78	84	88	90	93	94
Conmutadores, todas las tecnologías incluidas (excluyendo MSC Servers después del layering)	50	57	65	73	78	84	88	90	93	94

Tabla 29. Cálculo de MSC (Fuente: Analysys Mason)

En el modelo se asumen los siguientes factores de enrutamiento para los distintos tipos de llamadas entrantes tanto para la red 2G como para la red 3G.

Elemento de red	Medida de uso	2G Llamadas entrantes de fijos	2G Llamadas entrantes de otros móviles	2G SMS entrantes de otras redes	3G Llamadas entrantes de fijos	3G Llamadas entrantes de otros móviles	3G SMS entrantes de otras redes
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0
Sitio macro urbano inferior con un tercero	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0
BTS 1-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
BTS 2-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
BTS 3-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
TRX	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			

NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	Minutos de radio equivalentes 3G				1.9	1.9	0
NodoB R99+1/8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	Minutos de radio equivalentes 3G				1.9	1.9	0
NodoB Release 99 channel kit (16 GE)	Minutos de radio equivalentes 3G				1.9	1.9	0
Micro BTS	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
BTS interior especial + antena	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
NodoB interior especial + antena	Minutos de radio equivalentes 3G				1.9	1.9	0
Actualización de sitio - instalaciones 2G a 3G	Minutos de radio equivalentes 3G				1.9	1.9	0
Fibra backhaul	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Enlace dedicado E1 Urbano	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Enlace dedicado E1 Suburbano	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Enlace dedicado E1 Interiores	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Licencias de espectro de microondas	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Microondas E1 activado	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Cables de Fibra (km)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Zanjas (km)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Unidad base BSC (2040 TRX)	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
Sitios BSC remotos	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4	0.0			
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4	0.0			
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4	0.0			
Unidad base RNC 800 lub	3G backhaul kbit/s				1.7	1.7	0
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	3G backhaul kbit/s				1.7	1.7	0
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	3G backhaul kbit/s				1.7	1.7	0
Puntos de acceso red dorsal regional 1Gbit/s	Minutos de red core	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	Minutos de red core	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	Minutos de red core	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6	0
Sitios de conmutación Core	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	1

MSC	2G MSC ms processing	5.0	5.0	1.0			
Software MSC	2G MSC ms processing	5.0	5.0	1.0			
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	0.0	1.7	1.7	0
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	Erlangs de voz Interswitch	0.6	0.6		0.6	0.6	
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	Erlangs de voz Interswitch	0.6	0.6		0.6	0.6	
Puertos E1 MSC (hacia Pd)	Establecimiento de interconexión						
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	Depositos/retiros	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	
MSS	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	1
Software MSS	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	1.0	0.0	0.0	0
MGW	3G backhaul kbit/s				1.7	1.7	0
MSC BSC reomotos hacia transcoders E1 16-64kbit/s	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4	0.0			
Gateway de interconexión troncal	Establecimiento de interconexión						
Plataforma de portabilidad numérica (MNP)	Originación y terminación de minutos/eventos	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
IN (SCP + SMP)	Originación y terminación de minutos/eventos más datos de baja velocidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
VMS (VMS + IVR)	Depositos/retiros	1.0	1.0		1.0	1.0	
HLR (5m usuarios)	Registro de usuarios						
AUC	Originación y terminación de minutos/eventos	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
EIR	Eventos de originación						
SMSC HW	Originación de SMS						
SMSC SW - unidades	Originación de SMS						
GPRS/EDGE-PCU	2G datos Mbytes						
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000k PDP)	Datos Mbytes						
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (pequeña capacidad) (1 millón SAU)	Datos Mbytes						
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (gran capacidad) (1 millón SAU)	Datos Mbytes						
Billing system (wholesale, 12m CDR/day)	Unidades de tráfico de voz mayorista	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0
Sistema de gestión de red (HW)	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
Plataformas VAS/Contenido	Tráfico de originación						
MMSC	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
Tarjetas SIM	Registro de usuarios						
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	Solo interconexión						

Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
Licencias de 850MHz	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0			
Licencias de 1900MHz	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	0.0	1.9	1.9	0

Tabla 30: Factores de enrutamiento para el servicio SMS (Fuente: Analysys Mason)

En el modelo se consideran las siguientes tendencias en los costos de los equipos (Capex).

Elementos de red	2005
Sitios	1%
2G-BTS	-4%
NodoB	-4%
GK y portadoras	-5%
Equipo transmisión	-5%
Switches	-5%
Switch software	0%
Fibra oscura	0%
Servidores datos-RNC-BSC	-5%
Real plano	0%
2G-TRX	-5%

Tabla 31: Tendencias de costos (Fuente: Analysys Mason)

El capex es el costo de comprar el equipo, se calcula en base a comparativas internacionales, en caso de ser necesario se le agrega un 3% de los costos de instalación en aquellos equipos que así lo requieren. Los costos de inversión total (Capex) se muestran en la Tabla 32.

Elementos de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	10,880,622	13,253,917	14,832,732	15,932,237	18,253,112	26,301,980	14,805,000	10,180,800	9,318,614	7,897,257
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	76,475,232	93,881,119	104,439,344	112,492,854	129,404,470	186,101,485	104,445,000	72,492,750	65,520,003	56,145,223
Sitio macro urbano interior con un tercero	0	1,522,345	5,073,976	7,531,780	8,038,428	9,188,119	7,080,000	3,959,200	3,753,968	3,173,327
BTS 1-sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BTS 2-sector	8,674,810	27,783,077	10,750,559	8,290,482	2,124,878	1,557,070	0	0	6,257,917	20,042,422
BTS 3-sector	14,999,164	48,842,634	50,757,432	139,202,090	148,586,385	141,152,917	140,378,700	55,974,732	62,689,524	74,516,348
TRX	1,579,463	20,761,796	53,058,819	99,284,892	108,654,633	94,630,618	117,412,927	41,448,151	39,675,284	43,828,685

NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	16,194,952	60,341,148	55,103,434	55,191,294	50,871,338	62,536,289	0	0	12,975,034	54,058,155
NodoB R99 + 1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	5,748,363	21,244,773	19,343,176	19,164,397	17,525,693	21,369,789	2,124,375	8,391,861	16,003,796	29,615,737
NodoB Release 99 channel kit (16 CE)	1,034,705	11,687,820	10,132,903	10,955,332	8,938,232	26,561,477	27,528,656	16,917,507	18,855,894	26,973,270
Micro BTS	0	331,597	1,559,831	2,424,424	2,542,589	2,469,049	2,595,600	1,046,892	971,793	948,668
BTS interior especial - antena	0	0	265,277	1,018,665	977,919	938,802	675,938	0	0	0
NodoB interior especial - antena	0	189,484	727,618	698,513	821,452	1,207,031	1,112,400	1,082,736	1,067,904	1,120,872
Actualización de sitio instalaciones 2G a 3G	64,428,829	32,680,468	94,492,236	116,101,508	131,189,882	34,475,743	0	0	8,146,519	47,894,572
Fibra backhaul	924,782	3,411,676	3,088,079	3,059,216	2,077,690	1,651,795	1,149,995	1,205,512	1,712,742	3,098,785
Enlace dedicado E1 Urbano	305,867	3,633,253	5,205,812	7,054,526	4,153,002	3,894,258	8,427,331	2,333,152	2,551,335	4,834,621
Enlace dedicado E1 Suburbano	0	31,725	456,194	1,602,739	3,385,210	2,744,363	1,379,170	478,609	687,808	2,102,799
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace dedicado E1 Interiores	0	21,631	282,210	646,822	677,536	607,836	697,954	191,338	183,785	148,765
Licencias de espectro de microondas	4,683,163	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	13,535,451	45,963,784	36,640,910	57,838,577	55,728,421	60,146,579	32,851,850	13,165,718	21,487,126	42,790,429
Microondas E1 activado	325,640	1,340,980	1,811,067	2,309,812	2,143,906	2,705,000	2,097,250	693,500	1,056,263	2,042,374
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	13,678,497	13,632,125	26,664,802	28,212,629	34,560,337	24,532,178	10,477,500	7,304,825	6,396,027	4,504,991
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	19,118,808	19,011,712	37,141,506	39,453,907	48,314,381	34,467,030	14,635,500	10,148,985	8,937,606	6,425,987
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cables de Fibra (km)	27,486,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zanjas (km)	274,860,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidad base BSC (2040 TRX)	46,239,117	14,642,387	56,336,584	85,235,165	75,951,801	94,217,895	48,152,500	64,042,825	36,299,904	58,284,353
Sitios BSC remotos	14,130,679	0	20,180,587	24,750,049	20,586,217	32,673,267	10,500,000	10,605,000	9,180,900	7,727,258
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	644,370	2,075,259	2,101,367	5,361,466	4,838,204	4,545,553	4,496,027	2,212,413	3,068,852	2,679,491
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	0	1,168,063	5,375,686	8,228,047	8,801,050	8,319,418	8,570,604	3,481,283	4,049,810	6,079,080
Unidad base RNC 800Iub	25,536,603	8,086,591	0	0	0	0	0	17,833,163	7,529,558	2,384,360
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	696,739	3,861,098	6,692,894	4,709,048	4,307,426	6,924,744	5,139,752	1,768,468	4,982,429	9,241,315
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	75,664	215,642	0	0	61,629	292,737	417,150	396,293	577,266	434,483
Puntos de acceso red dorsal regional 1Gbit/s	16,528,546	58,446,775	32,320,194	0	0	0	0	0	10,965,375	38,774,784
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	27,486,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	0	0	7,250,000	26,825,000	15,225,000	725,000	2,175,000	0	0	0
Sitios de conmutación Core	18,840,905	171,263,824	0	0	0	0	0	0	0	0
MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	0	1,797,020	8,270,286	12,658,533	13,540,078	12,799,105	13,185,545	5,355,820	6,230,476	9,352,431
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	75,664	215,642	0	0	61,629	292,737	417,150	396,293	577,266	434,483
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	0	2,316,159	9,681,546	12,542,003	14,675,874	18,711,739	24,097,056	10,992,078	13,364,314	18,773,920
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	1,612,326	4,595,130	417,706	3,272,147	7,032,840	4,497,166	5,343,197	6,241,724
Puertos E1 MSC (hacia PdI)	0	420,503	1,766,920	2,495,967	3,577,552	4,788,443	5,456,322	2,318,311	2,637,228	3,320,817
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	0	111,815	451,451	529,792	560,822	587,425	713,790	357,544	452,889	637,949
MSS	5,674,801	17,970,202	43,532,815	63,250,620	69,332,410	93,675,789	49,362,750	31,703,400	33,883,009	36,957,578
Software MSS	1,030,000	6,180,000	16,995,000	35,020,000	50,470,000	70,555,000	95,275,000	75,190,000	95,275,000	118,985,000

MGW	63,053,341	19,968,891	0	0	6,847,645	28,189,474	19,055,000	15,166,750	56,704,075	23,402,051
MSC/BSC reomotos hacia transcoders E1-16-64kb/s	0	6,895,233	32,221,238	50,069,503	51,552,499	47,661,895	52,322,970	20,185,477	21,857,097	36,292,607
Gateway de interconexion troncal	115,598	420,969	121,715	0	0	0	0	0	76,690	279,279
Plataforma de portabilidad numerica (MNP)	0	432,616	1,232,956	0	0	0	334,750	954,038	0	0
IN (SCP+ SMP)	0	146,423,871	316,142,448	372,415,804	416,585,097	428,263,158	355,350,000	318,012,500	357,886,375	384,146,869
VMS (VMS+ IVR)	0	19,966,891	31,614,245	36,040,239	45,650,970	43,368,421	20,600,000	19,570,000	32,535,125	35,323,850
HLR (5m usuarios)	0	6,988,412	15,490,950	18,921,126	19,972,299	18,973,684	10,815,000	8,561,875	14,640,806	16,999,603
AUC	0	698,841	1,549,098	1,892,113	1,997,230	1,897,368	1,081,500	856,188	1,464,081	1,699,960
EIR	0	698,841	1,549,098	1,892,113	1,997,230	1,897,368	1,081,500	856,188	1,464,081	1,699,960
SMSC HW	0	865,232	2,465,911	780,872	2,967,313	2,818,947	3,012,750	2,862,113	906,336	3,157,069
SMSC SW - unidades	0	865,232	3,698,867	4,685,231	5,192,798	7,752,105	8,368,750	5,088,200	4,833,790	5,166,113
GPRS/EDGE PCU	1,050,889	998,345	1,280,377	2,748,063	2,696,260	2,927,388	2,974,125	1,797,994	1,882,389	2,715,521
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000K PDP)	0	3,993,378	7,587,419	10,812,072	15,407,202	17,889,474	13,905,000	10,274,250	11,154,900	13,246,444
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (pequena capacidad) (1millon SAU)	0	4,792,054	13,657,354	17,299,315	22,597,230	13,661,053	0	0	6,692,940	12,716,586
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (gran capacidad) (1millon SAU)	0	0	0	0	34,922,992	48,789,474	22,248,000	12,329,100	10,039,410	7,947,866
Billing system (wholesale, 12m CDR/day)	0	3,394,372	4,299,537	7,147,981	6,305,540	9,676,579	7,879,500	7,901,388	9,086,596	9,007,582
Sistema de gestión de red (FW)	0	9,983,446	9,484,273	0	0	0	7,725,000	7,338,750	0	0
Plataformas VAS/Contenido	0	58,589,548	126,456,979	148,966,322	168,626,039	171,305,263	142,140,000	127,205,000	143,154,560	153,658,748
MMSC	0	432,616	1,232,956	0	0	0	334,750	954,038	0	0
Tarjetas SIM	0	4,274,520	18,493,632	23,731,587	27,970,951	31,531,593	29,988,400	24,210,124	29,908,660	33,673,226
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Licencias de 850MHz	5,128,541	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Licencias de 1900MHz	212,455,199	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	0	3,716,238	12,566,473	6,899,183	6,309,249	7,666,778	0	0	0	2,465,428
HSDPA upgrade por NodoB 1.8 to 3.6 (+32CE)	0	0	0	0	0	4,783,320	13,657,491	96,431	2,085,687	6,553,413
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 to 7.2 (+28CE +carrier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	0	0	0	0	0	7,174,980	20,486,237	144,647	3,128,531	9,830,120

Tabla 32: Capex total (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

El opex tiene dos elementos principales: (i) costo de operación: ej. rentas, electricidad y (ii) costo de mantenimiento y soporte, que oscila entre un 1% para elementos simples como zanjas y un 20% para elementos más especializados como un MGW. Los gastos operativos totales (opex), se muestran en la Tabla 33.

Elemento de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	0	2,773,778	5,194,530	8,094,389	11,069,896	14,549,727	19,769,473	21,585,037	23,400,601	24,989,219
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	0	20,842,673	39,228,283	61,002,945	83,502,017	109,894,263	149,355,543	163,017,661	176,891,595	188,757,515
Sitio macro urbano interior con un tercero	0	0	221,902	732,277	1,298,128	1,869,526	2,585,161	2,851,444	3,128,822	3,361,819
BTS 1-sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BTS 2-sector	0	2,739,595	3,660,585	4,581,575	4,777,929	4,978,957	4,978,957	4,978,957	4,978,957	4,978,957
BTS 3-sector	0	4,736,892	6,593,936	18,416,167	32,638,270	45,220,460	62,145,277	68,007,824	73,944,652	78,841,535
TRX	0	1,405,307	5,391,714	13,849,739	23,843,973	32,597,836	45,117,027	49,519,703	53,898,525	57,536,160
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	0	5,114,534	9,621,308	14,983,621	18,597,456	26,671,314	26,671,314	26,671,314	26,671,314	27,236,998
NodoB R99+1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	0	1,704,845	3,222,686	5,025,708	6,245,903	8,966,797	8,994,848	9,767,794	11,012,923	12,727,118
NodoB Release 99 channel kit (16 CE)	0	920,616	1,740,251	2,713,882	3,372,787	5,888,633	8,756,232	10,532,668	12,546,130	14,765,763
Micro BTS	0	0	109,085	316,347	559,970	774,504	1,087,215	1,196,300	1,309,022	1,396,290
BTS interior especial + antena	0	0	0	90,904	181,809	272,713	363,617	363,617	363,617	363,617
NodoB interior especial + antena	0	0	82,334	124,669	187,003	305,438	417,640	529,842	648,277	760,479

Actualización de sitio - instalaciones 2G a 3G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fibra backhaul	0	54,854	103,309	160,906	199,761	234,502	256,901	282,499	308,098	329,583
Enlace dedicado E1 Urbano	0	905,192	2,266,349	4,364,239	5,637,797	6,718,187	9,728,007	10,547,846	11,417,100	12,331,276
Enlace dedicado E1 Suburbano	0	0	305,993	1,571,689	4,777,657	7,594,180	9,110,234	9,624,858	10,243,797	12,935,141
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace dedicado E1 Interiores	0	0	67,384	251,567	458,211	646,887	896,208	963,592	1,033,222	1,087,129
Licencias de espectro de microondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	0	802,867	1,264,141	2,288,502	3,216,868	4,490,152	5,280,967	5,559,394	5,842,392	6,111,676
Microondas E1 activado	0	19,316	45,097	86,784	121,522	173,437	225,049	239,443	255,167	283,117
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	0	2,485,305	4,109,226	8,317,300	11,889,926	16,733,447	19,359,962	20,277,831	21,209,820	21,972,357
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	0	2,274,498	3,755,696	7,593,495	10,869,882	15,301,269	17,725,551	18,557,685	19,406,461	20,105,453
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cables de Fibra (km)	0	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237
Zanjas (km)	0	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366
Unidad base BSC (2040 TRX)	0	4,571,186	4,571,186	10,742,288	18,513,304	25,141,525	34,969,575	38,169,405	41,597,795	44,340,507
Sitios BSC remotos	0	706,053	706,053	1,694,526	2,894,816	3,883,289	5,436,605	5,930,842	6,425,079	6,848,710
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	0	191,107	265,659	732,553	1,186,483	1,586,389	2,128,916	2,315,295	2,504,646	2,680,638
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	0	0	364,856	1,037,244	1,865,688	2,585,006	3,615,767	3,981,368	4,363,041	4,663,815
Unidad base RNC 800/ub	0	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,805,046
Puertos E1 RNC (hacia NodeB)	0	206,638	792,114	1,235,103	1,535,067	2,203,603	2,852,150	2,980,185	3,140,498	3,681,540
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	0	22,440	22,440	22,440	22,440	44,881	89,761	123,422	168,303	224,404

Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	0	7,353,034	12,663,558	12,663,558	6,536,030	817,004	817,004	0	0	0
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	0	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	0	0	0	4,387,613	7,458,941	7,458,941	7,897,703	7,897,703	7,897,703	7,897,703
Sitios de conmutación Core	0	544,669	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692
MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	0	0	1,122,018	3,191,519	5,740,579	7,953,864	11,125,436	12,250,364	13,424,743	14,350,200
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	0	44,881	44,881	44,881	44,881	89,761	179,523	246,844	336,606	448,807
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	1,446,157	3,470,777	6,073,860	8,952,211	14,661,041	16,978,882	19,361,883	22,715,638
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	0	1,059,684	1,059,684	1,363,876	2,959,635	3,847,277	5,004,202	6,310,730
Puertos E1 MSC (hacia PdI)	0	0	262,552	636,184	1,242,074	2,029,731	3,337,444	3,817,107	4,347,260	4,852,169
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	0	0	69,814	157,083	261,804	356,054	523,609	596,914	680,691	764,469
MSS	0	1,122,018	4,488,074	12,903,212	24,684,406	37,587,618	57,222,941	63,955,052	70,687,162	77,419,273
Software MSS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MCW	0	12,466,872	12,466,872	12,466,872	12,466,872	14,129,121	20,778,119	23,687,056	27,011,555	30,336,054
MSC BSC reomotos hacia transcoders E1 16-64kb/s	0	0	4,305,226	12,566,607	22,422,084	30,398,389	43,005,721	47,404,033	51,354,369	54,740,371
Gateway de interconexion troncal	0	22,856	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852
Plataforma de portabilidad numérica (MNP)	0	0	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110
IN (SCP + SMP)	0	0	22,855,931	51,945,299	87,268,102	127,785,435	169,341,674	176,614,015	184,925,263	192,197,605
VMS (VMS + IVR)	0	0	3,116,718	5,194,530	9,350,154	13,505,778	17,661,402	17,661,402	18,700,308	19,739,213
HLR (5m usuarios)	0	0	1,090,851	2,545,320	4,363,405	6,181,491	7,999,576	8,363,193	8,726,810	9,090,427
AUC	0	0	109,085	254,532	436,341	618,149	799,958	836,319	872,681	909,043
EIR	0	0	109,085	254,532	436,341	618,149	799,958	836,319	872,681	909,043
SMSC HW	0	0	270,116	270,116	540,231	810,347	1,080,462	1,215,520	1,215,520	1,350,578
SMSC SW - unidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GPRS/EDGE-PCU	0	155,836	155,836	366,214	631,135	857,097	1,192,145	1,301,230	1,418,107	1,511,608

GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (100K PDP)	0	0	623,344	1,246,687	2,493,374	4,051,733	5,921,764	6,856,779	7,480,123	8,103,467
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (pequeña capacidad) (1 millón SAU)	0	0	748,012	2,244,037	3,740,062	6,358,105	6,358,105	6,358,105	0	0
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (gran capacidad) (1 millón SAU)	0	0	0	0	0	6,358,105	9,350,154	10,846,178	11,968,197	13,090,215
Billing system (wholesale) (2m CDR/day)	0	0	353,228	706,456	1,412,912	1,942,754	3,002,438	3,355,666	3,885,508	4,238,736
Sistema de gestión de red (HW)	0	0	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359
Plataformas VAS/Contenido	0	0	9,142,373	20,778,119	34,907,241	51,114,174	67,736,669	70,645,606	73,970,105	76,879,042
MMS	0	0	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058
Tarjetas SIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729
Costos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956	166,224,956
Licencias de 450MHz	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988	52,361,988
Licencias de 1900MHz	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718	69,198,718
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	0	0	1,160,167	1,809,255	2,248,525	3,228,047	1,404,767	1,404,767	1,404,767	582,328
HSDPA upgrade por NodoB 1.8 to 3.6 (+32CE)	0	0	0	0	0	0	1,833,378	1,843,476	1,854,135	2,754,555
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 to 7.2 (+128CE/carrier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	0	0	0	0	0	0	2,750,067	2,765,214	2,781,203	4,131,833

Tabla 33: Opex total (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

La amortización de las inversiones y de los costos operativos se realiza mediante la depreciación económica, con lo cual se define el monto de los costos que van a ser recuperados cada año tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo y el perfil de tráfico de cada uno de los servicios, de esta forma se permite que durante el periodo modelado exista una recuperación completa de todos los costos incurridos. Para realizar el cálculo se realizó lo siguiente:

Para calcular la depreciación económica, se realizó lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{VA (costos anualizados)} &= \text{VA (capex+opex)} \\
 \text{Costos anualizados} &= \text{Recuperación de costos (p.ex. ingresos)} \\
 \text{Ingresos} &= \text{Precios unitarios x Producción} \\
 \text{Precio unitario} &= \text{Precio unitario año 0 x Tendencias costos de equipos}
 \end{aligned}$$

\*Se reorganiza la fórmula:

Precio unitario año 0 = Tendencias de costos de equipos x Producción = Costos anualizados

\*Por lo tanto, si se toma el valor actual de las series temporales:

Precio unitario año 0 x VA (Tendencias de costos de equipos x Producción) = VA (capex + opex)

$$\text{Precio unitario año cero} = \frac{VA (\text{capex} + \text{opex})}{VA (\text{Tendencias costos de equipos} \times \text{Producción})}$$

Los costos incrementales promedio de tráfico se definen de forma agregada, y se asignan a varios servicios de tráfico a través de los factores de enrutamiento.

Asimismo, en el cálculo de los costos comunes de red se asume un despliegue de una red de cobertura con un funcionamiento mínimo como común para tráfico y suscriptores: sitios de cobertura GSM 850MHz y UMTS 1900MHz, 3 TRXs por sector 1 CK por sitio, 1 enlace por sitio, 9 BSCs y 9 RNCs con puertos mínimos, 9 MSCs, sistemas de gestión de red, gastos generales (*business overheads*), costos de las licencias (iniciales y anuales).

Los costos comunes se reparten entre los distintos servicios mediante la metodología de Márgenes Equiproporcionales (EPMU), en la cual los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignando a los distintos servicios producidos.

La definición de los costos comunes mediante la metodología EPMU está en línea con las mejores prácticas internacionales, como puede ser el caso del modelo CITLP de Holanda y de otros reguladores los de Dinamarca y Noruega. Los resultados de los Costos Incrementales Totales de Largo Plazo a ser recuperados por los servicios de llamadas entrantes se muestran en la Tabla 34.

Costos totales anualizados de los servicios	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2G Llamadas entrantes de fijos	111,935,109	113,695,026	113,859,221	112,434,482	110,029,553	106,201,853	102,077,980
2G Llamadas entrantes de otros móviles	97,013,718	99,863,928	101,174,402	100,939,276	99,727,784	97,015,958	93,977,689
2G Llamadas entrantes internacionales	13,737,207	14,193,362	14,425,201	14,420,178	14,181,529	13,701,533	13,017,851
2G Roaming in terminación	3,631,150	3,718,711	3,751,154	3,728,175	3,668,978	3,557,389	3,431,831
3G Llamadas entrantes de fijos	43,450,871	51,511,841	59,723,233	67,912,241	76,163,704	83,987,509	92,083,190
3G Llamadas entrantes de otros móviles	37,658,699	45,245,381	53,069,591	60,968,951	69,032,702	76,723,037	84,776,025

Costos totales anualizados de los servicios	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
3G Llamadas entrantes internacionales	5,313,831	6,409,531	7,543,108	8,684,466	9,789,024	10,806,161	11,712,332
3G Roaming in: terminación	1,385,242	1,658,034	1,938,419	2,220,632	2,506,392	2,778,111	3,058,767
2G SMS entrantes de otras redes	41,306,800	39,973,479	38,499,181	36,908,121	35,222,148	33,468,254	31,650,533
3G SMS entrantes de otras redes	16,979,975	18,961,310	20,935,254	22,897,315	24,844,680	26,782,949	28,703,887

Tabla 34: Costos Totales CITLP+ del servicio de terminación de llamadas (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

De los cálculos realizados en el Modelo de Costos Móvil para determinar las tarifas de 2014 por los Servicios de Interconexión materia del presente Acuerdo y aplicando un tipo de cambio promedio del período de \$12.64<sup>36</sup> pesos por dólar de los Estados Unidos de América para el 2014, se obtuvo el siguiente resultado:

- Por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo las modalidades "el que llama paga" o "el que llama paga nacional" la tarifa será de \$0.2045 pesos M.N. por minuto de interconexión.
- Por servicios de terminación de mensajes cortos (SMS) en usuarios móviles la tarifa será de \$0.0391 pesos M.N. por mensaje.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

Por lo que hace a la medición del tráfico el Instituto considera que es económicamente eficiente que un concesionario pague por el uso de la infraestructura en función de su utilización real. Es decir, se deben eliminar de los cargos de interconexión aquellos costos o elementos que no son utilizados para la prestación del servicio. En este caso si un concesionario utiliza la infraestructura de otro concesionario solamente en una fracción de minuto, es económicamente ineficiente que se le cobre como si hubiera utilizado dicha infraestructura por un minuto completo, porque este sobre pago se trasladaría directamente a las tarifas que el concesionario ofrece al usuario final.

Los costos determinados por el Modelo y que serán las tarifas para 2014 están calculados con base en un pronóstico del uso real de la infraestructura de interconexión, por lo que las tarifas determinadas permiten al Agente Económico Preponderante recuperar los costos en los que incurren para la prestación del servicio de interconexión.

Por tanto, el esquema de facturación por redondeo es ineficiente y genera un sobrepago por infraestructura no utilizada cuando económicamente resulta

<sup>36</sup> Datos obtenidos de la "Encuesta Sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado: Enero 2013", para el caso de 2013 el valor de enero es el observado. Fuente: Banco de México (Banxico).



eficiente que los concesionarios paguen únicamente por la infraestructura utilizada por el servicio de que se trate.

Aunado a lo anterior, no existe razón técnica alguna que impida que la terminación de llamadas provenientes de otro operador, recibidas en la red móvil del Agente Económico Preponderante mediante enlaces de interconexión, sea facturada de acuerdo con su duración real, máxime cuando las modificaciones en un sistema de facturación, para cobrar agregados de duraciones reales en lugar de agregados en duraciones completas al minuto superior no requiere de mayores inversiones.

En tal virtud, el Instituto determina que en la aplicación de las tarifas de interconexión por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles ya sea bajo las modalidades "el que llama paga nacional" o "el que llama paga", el Agente Económico Preponderante calculará las contraprestaciones con base en la duración real de las llamadas, sin redondear al minuto, debiendo para tal efecto sumar la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

(Espacio en blanco)

u

## ANEXO DEL MODELO DE COSTOS INCREMENTALES TOTALES DE LARGO PLAZO MÓVIL.

En el presente anexo se ilustran los procedimientos utilizados para realizar las estimaciones y cálculos en el Modelo CITLP Móvil. Para tal efecto se presentan los diagramas genéricos para cada uno de los procedimientos llevados a cabo en el cálculo de la demanda estimada y los elementos necesarios para dimensionar la red del operador representativo. Los diagramas muestran las partes que conforman un cálculo y los resultados que de ello derivan.

**DIAGRAMA A**  
**Cálculo del número de sitios para cobertura 2G**

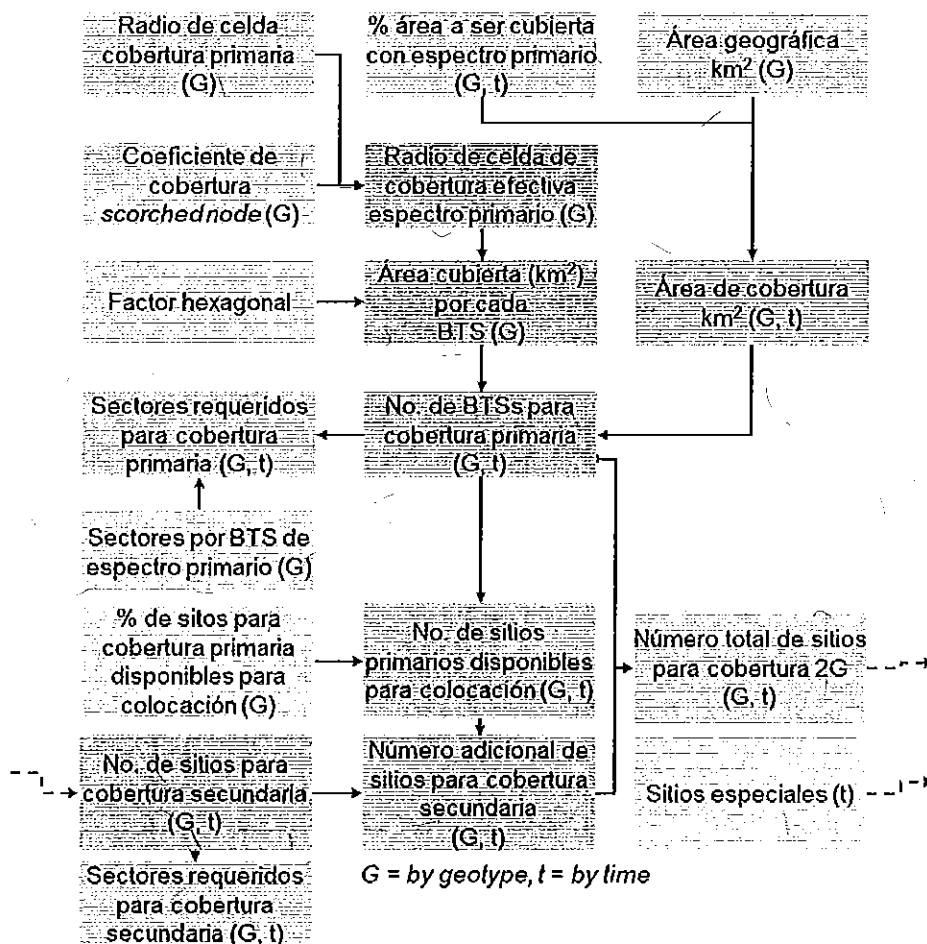
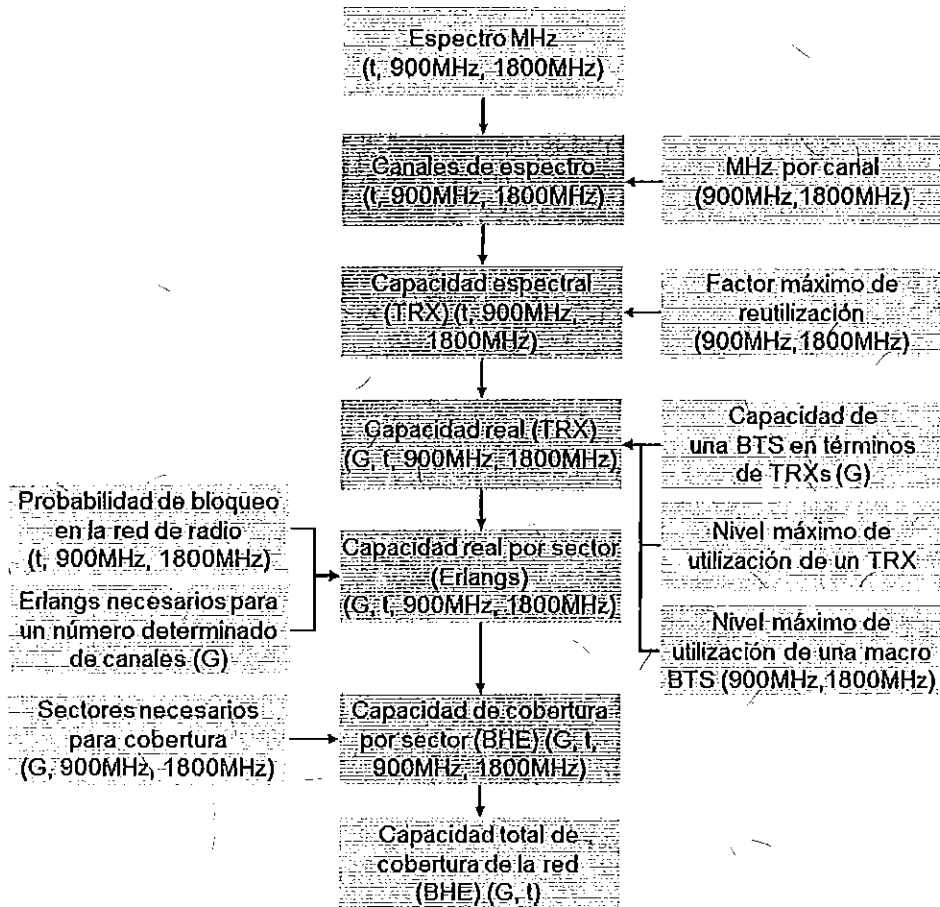


DIAGRAMA B

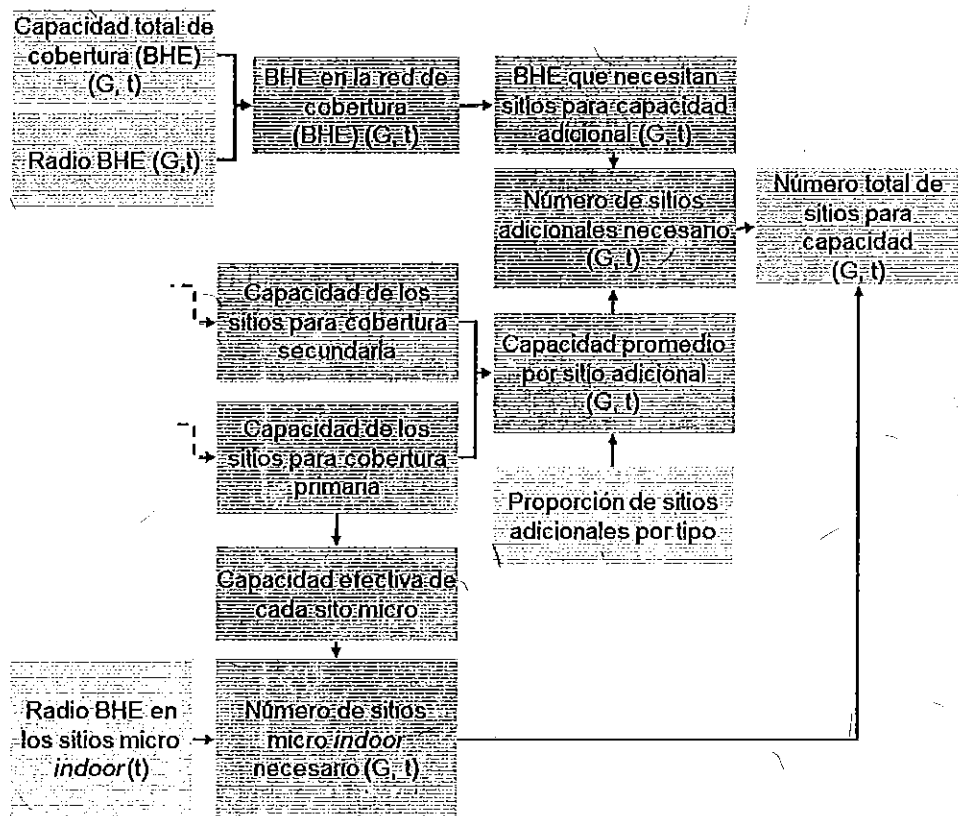
Cálculo de la capacidad BCH de la red cobertura



H

DIAGRAMA C

Cálculo del número de sitios 2G necesario para capacidad adicional



H

14

DIAGRAMA D  
Cálculo del número de TRXs necesario

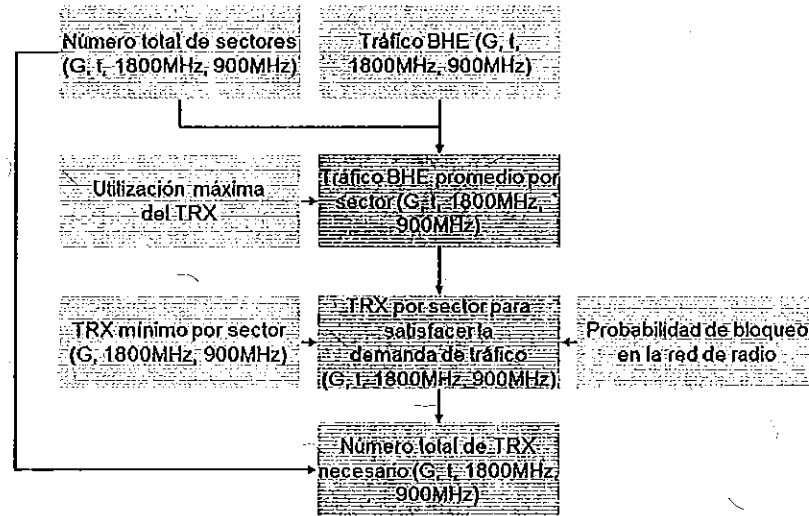
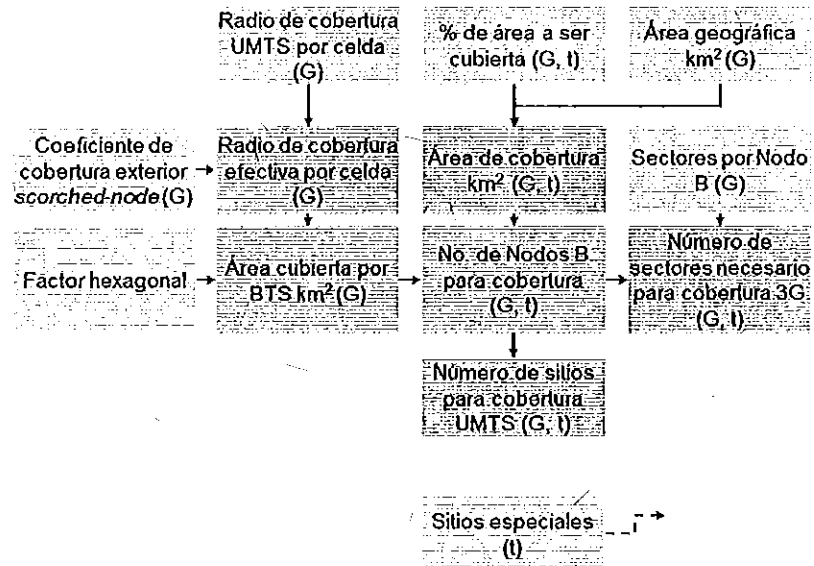


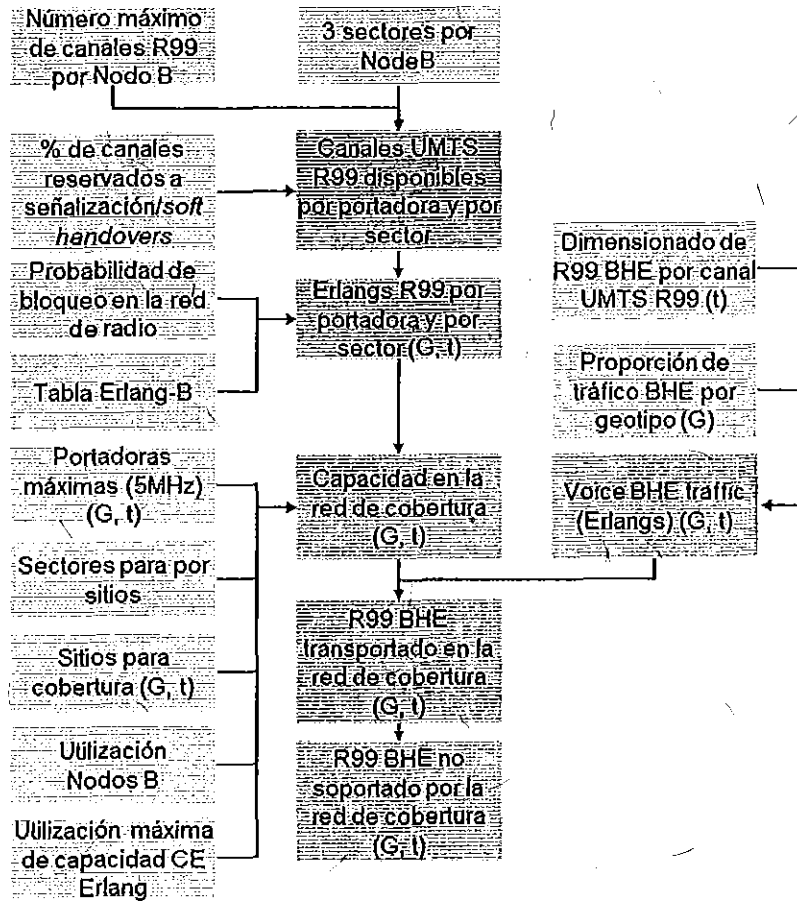
DIAGRAMA E  
Cálculo del número de sitios necesario para cobertura 3G



H

DIAGRAMA F

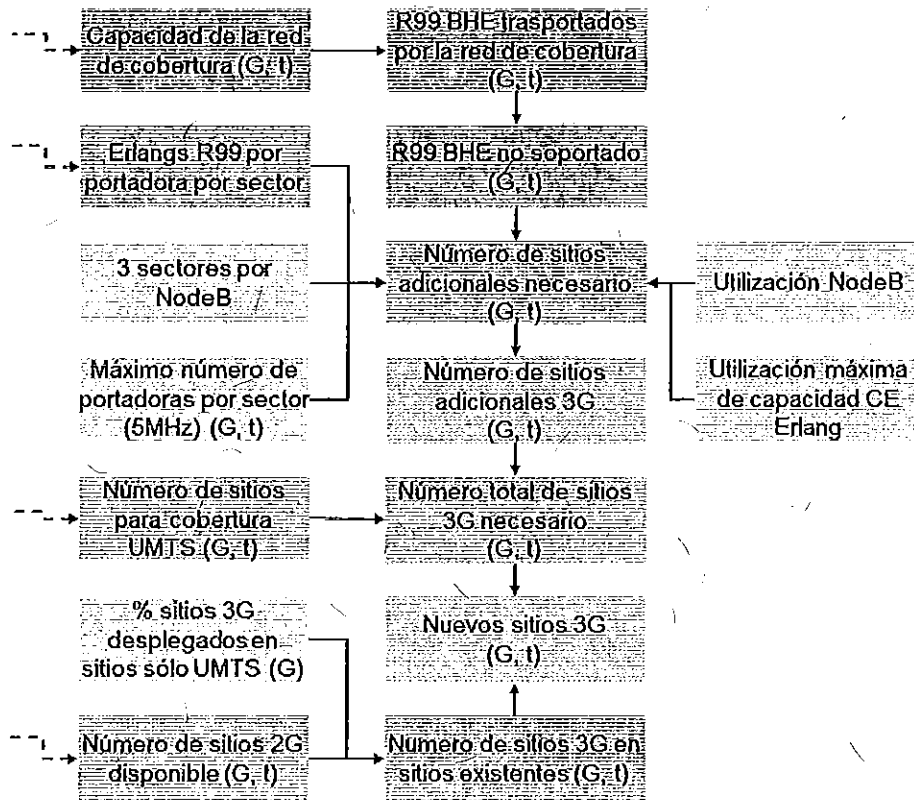
**Cálculo del tráfico en Erlangs durante la hora pico (BHE) en la red de cobertura UMTS**



4

DIAGRAMA G

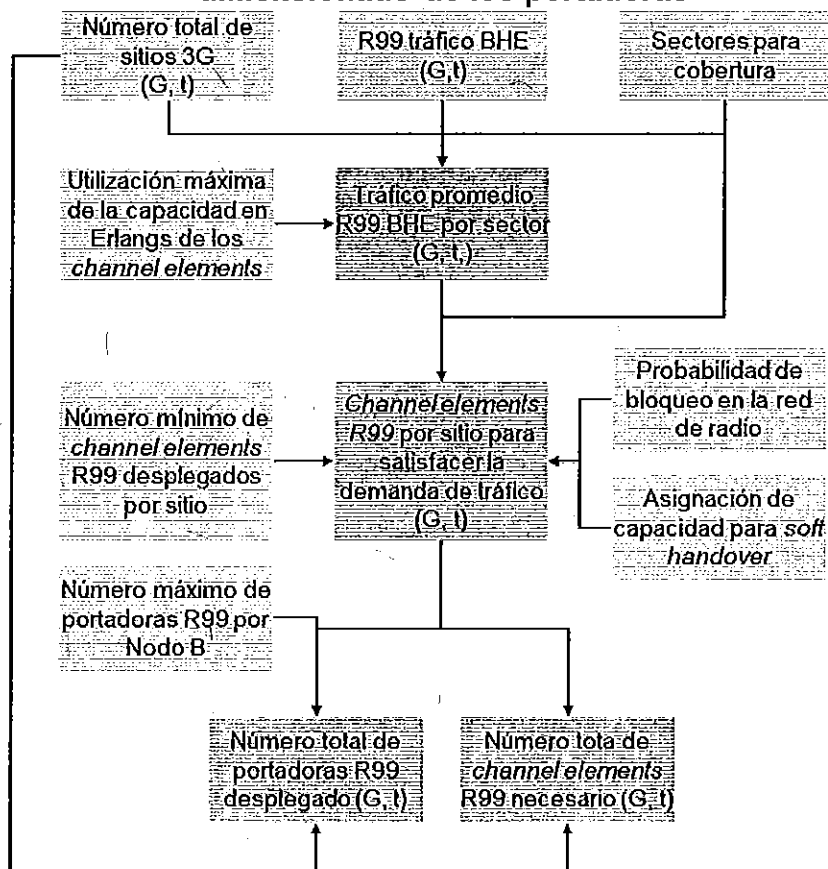
**Cálculo del número de sitios 3G adicionales para capacidad**



H

DIAGRAMA H

Cálculo de los *channel elements* UMTS R99 y dimensionado de los portadoras

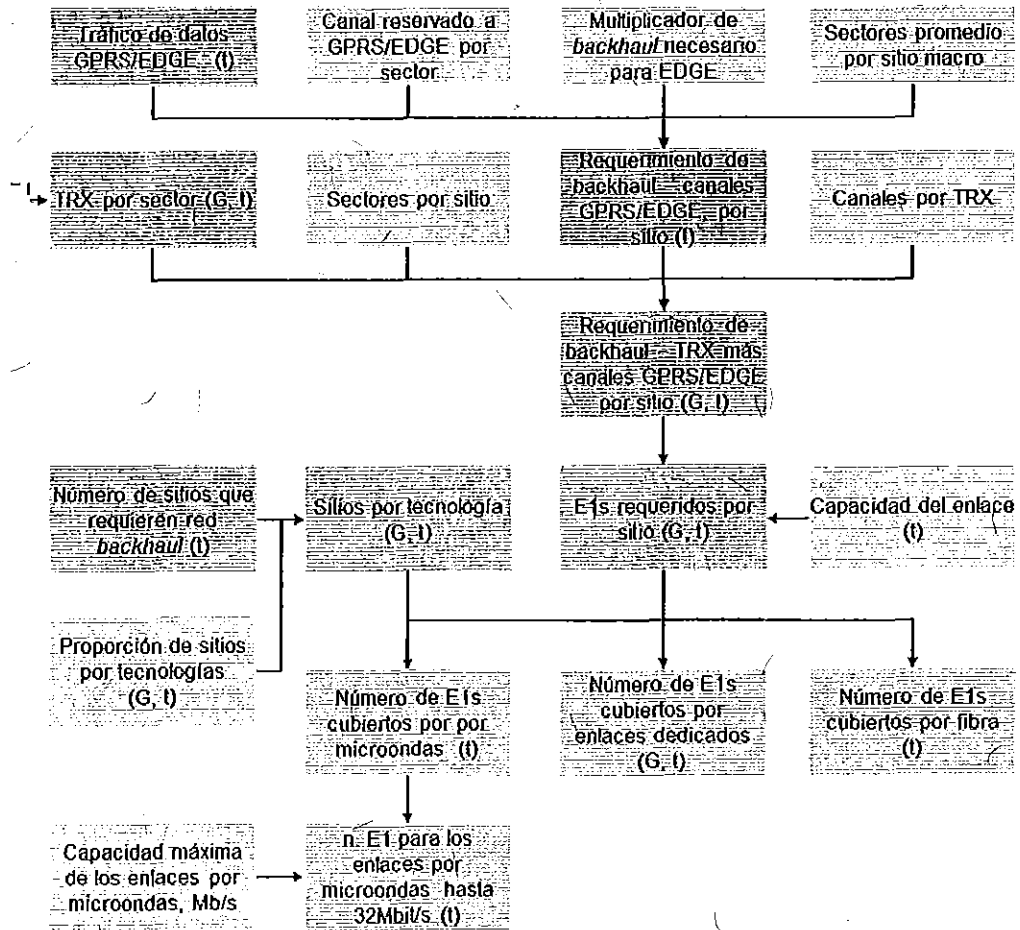


4



DIAGRAMA I

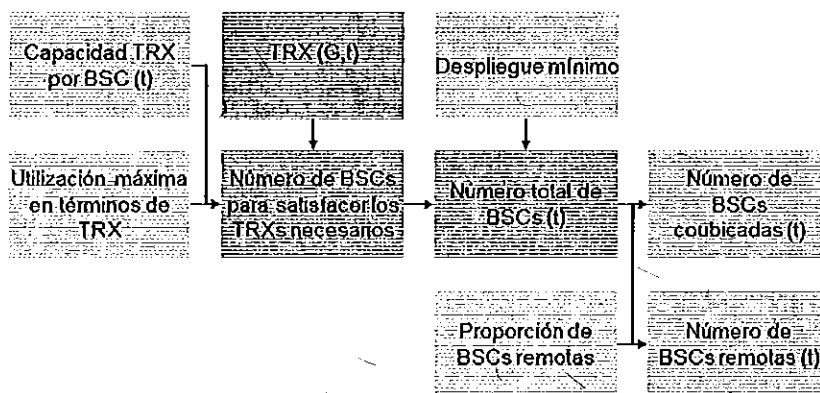
Dimensionado de la red *backhaul* 2G



H

### DIAGRAMA J

#### Cálculo de los BSCs desplegados



### DIAGRAMA K

#### Cálculo de los puertos BSC de entrada y salida

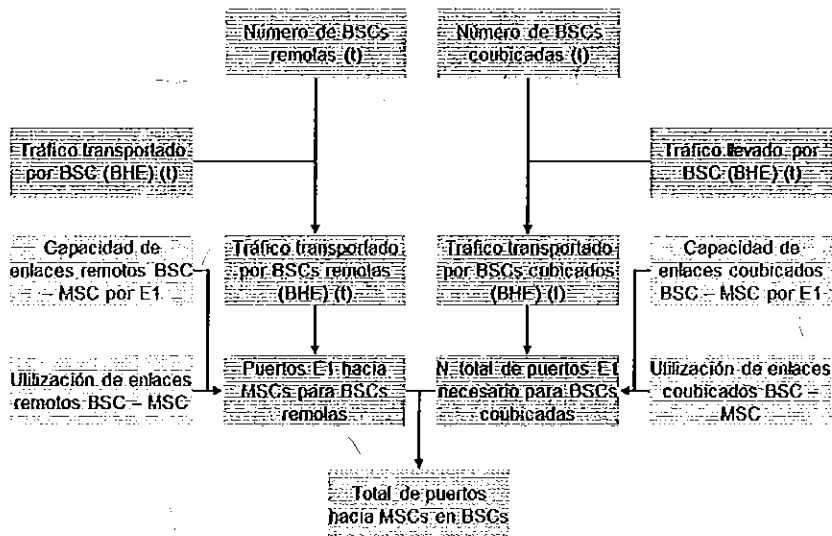
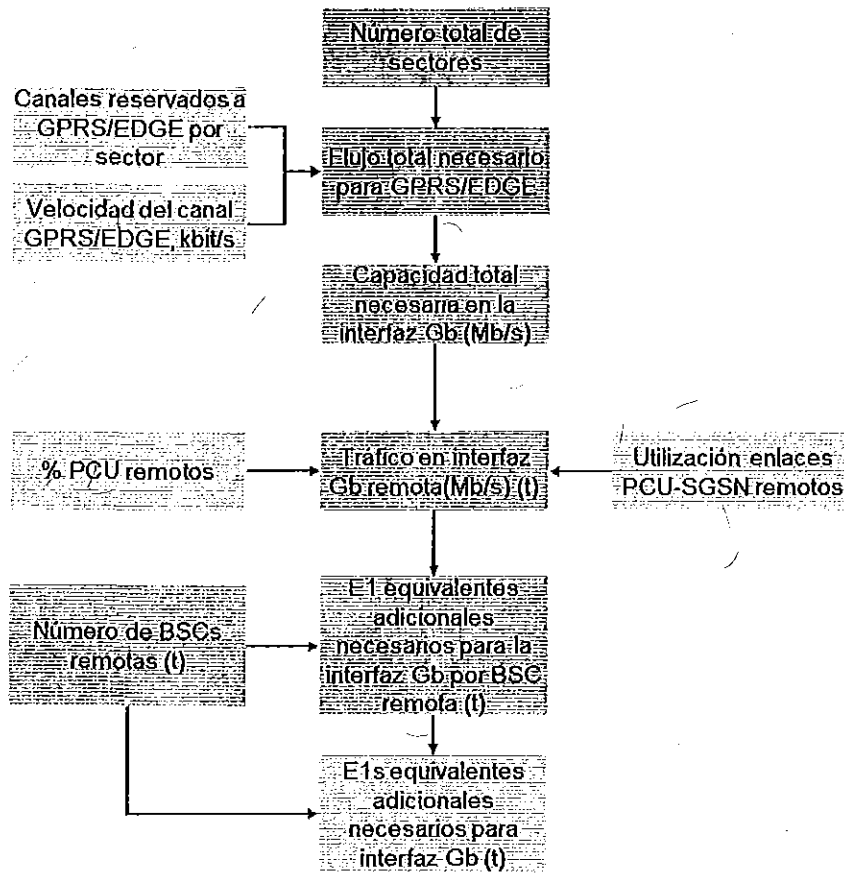


DIAGRAMA L

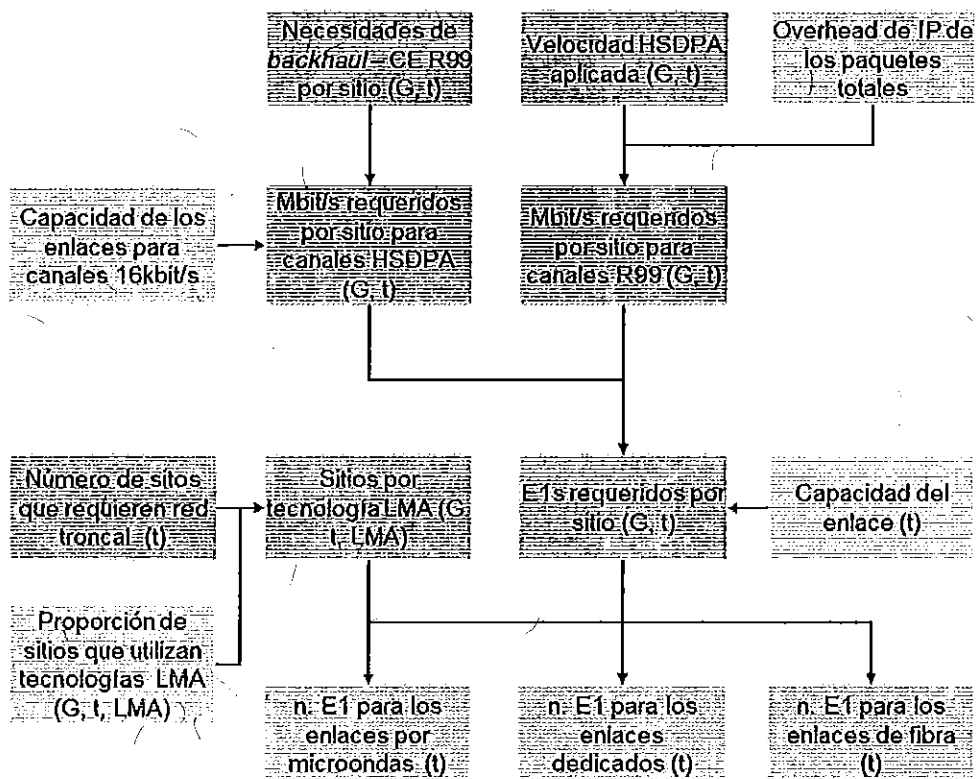
Cálculo de los enlaces PCU-SGSN (interfaz Gb)



H

DIAGRAMA M

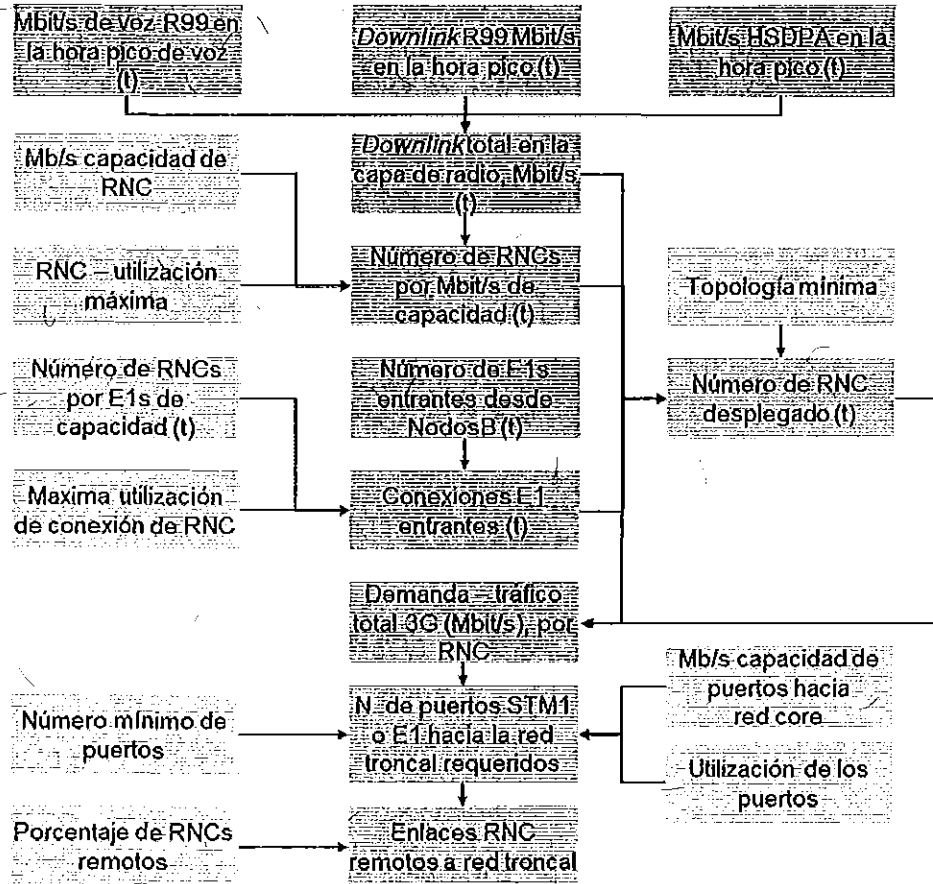
Dimensionado de la red *backhaul* 3G



H

DIAGRAMA N

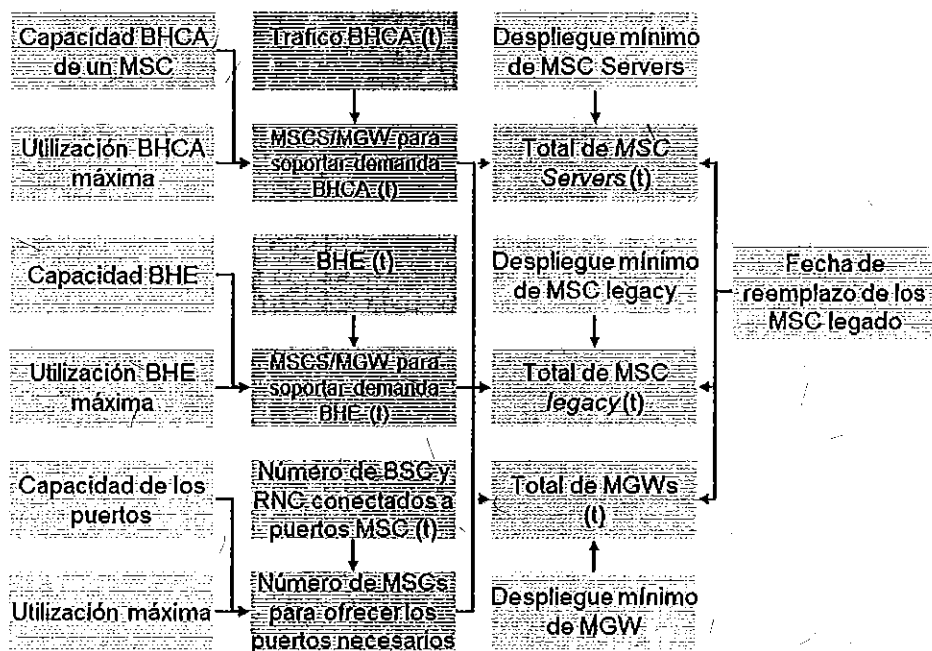
**Cálculo de los RNC desplegados  
y dimensionado de los puertos**



H

DIAGRAMA O

Calculo del número de MSCs, MSC servers (MSCS) y MGWs necesarios



Por lo antes expuesto y con fundamento en los artículos 6º, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Séptimo cuarto párrafo, Octavo fracción III y Noveno, Transitorios del "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6º, 7º, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio de 2013; 1, 2, 3, 7, 41, 42 y 63 segundo párrafo de la Ley Federal de Telecomunicaciones; 1, 8, 9 fracciones III, XII, XIX, XXI, XXII y L del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones; la "Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de abril de 2011"; y la "Resolución mediante la cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones determina al Grupo de Interés Económico del que forman parte América Móvil, S.A.B. de C.V., Teléfonos de México, S.A.B. de C.V., Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., Radiomóvil Dipsa, S.A.B. de C. V., Grupo Carso, S.A.B. de C.V., y Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V., como Agente Económico Preponderante en el sector de telecomunicaciones y le impone las medidas necesarias para evitar que se afecte la competencia y la libre concurrencia", este órgano autónomo emite los siguientes:

## ACUERDOS

PRIMERO.- El Instituto Federal de Telecomunicaciones determina las tarifas por los Servicios de Interconexión relativos a los servicios de Tránsito, Origenación y de Terminación que cobrará Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., en los siguientes términos:

- a) Tarifa de interconexión por minuto dentro del mismo nodo regional es de \$0.02015 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior corresponde a aquellas que el concesionario solicitante deberá pagar:

- Por terminar tráfico local en el Área de Servicio Local con punto de interconexión de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.

- Por originar o terminar tráfico de larga distancia en el Área de Servicio Local con punto de interconexión correspondiente a las redes públicas de telecomunicaciones de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.
- Por originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que depende del Área de Servicio Local con punto de interconexión correspondientes a las redes públicas de telecomunicaciones de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

- b) Tarifa de interconexión por minuto entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional es de \$0.02258 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior que el concesionario solicitante deberá pagar a Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., por interconexión a nivel de central de tránsito interurbano para:

- Originar o terminar tráfico en una central de destino perteneciente a otra Área de Servicio Local conectada directamente a la central de tránsito interurbano y finalizar en usuarios de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.
- Originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V. que está subordinada a la central con capacidad de enrutamiento conectada directamente a la central de tránsito interurbano.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.



- c) Tarifa de interconexión por minuto entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales es de \$0.02340 pesos M.N.

La tarifa de interconexión anterior que el concesionario solicitante deberá pagar a Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., por interconexión a nivel de central de tránsito interurbano para:

- Originar o terminar tráfico en una central de destino perteneciente a otra Área de Servicio Local conectada directamente a la central de tránsito interurbano que a su vez se encuentra conectada a otra central de tránsito interurbano con la cual el concesionario solicitante tenga interconexión directa y finalizar en usuarios de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.
- Originar o terminar tráfico en el Área de Servicio Local que no tiene punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., que está subordinada a la central con capacidad de enrutamiento conectada directamente a la central de tránsito interurbano que a su vez se encuentra conectada a otra central de tránsito interurbano con la cual el concesionario solicitante tenga interconexión directa.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

- d) Tarifa de tránsito por minuto dentro del mismo nodo regional es de \$0.00864 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la función de tránsito local, así como a la función de tránsito correspondiente a la entrega de tráfico de la red del concesionario solicitante en el Área del Servicio Local con punto de interconexión de la red de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., que tiene como destino un tercera red interconectada con éste concesionario en la misma Área del Servicio Local y desde la cual esa tercera red recibe y entrega tráfico a sus usuarios en un Área del Servicio Local sin punto de interconexión.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

- e) Tarifa de tránsito por minuto entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional \$0.01108 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la entrega de tráfico de la red pública de telecomunicaciones del concesionario solicitante en la central de tránsito interurbano de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., que tiene como destino una tercera red conectada a la central de destino de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., siempre y cuando dichas centrales pertenezcan a Áreas del Servicio Local distintas.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

- f) Tarifa de tránsito por minuto entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales \$0.01190 pesos M.N.

La tarifa anterior corresponde a la entrega de tráfico de la red pública de telecomunicaciones del concesionario solicitante en la central de tránsito interurbano de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., que está conectada directamente a otra central de tránsito interurbano de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., que tiene como destino una tercera red conectada a la central de destino de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., siempre y cuando dichas centrales pertenezcan a Áreas del Servicio Local distintas.

De manera independiente, el concesionario solicitante deberá pagar la tarifa de interconexión registrada en los convenios de interconexión con la tercera red de destino.

4 Las tarifas anteriores estarán vigentes desde la entrada en vigor de las "Medidas relacionadas con información, oferta y calidad de servicios, acuerdos en exclusiva, limitaciones al uso de equipos terminales entre redes, regulación asimétrica en tarifas e infraestructura de red, incluyendo la desagregación de sus elementos esenciales y, en su caso, la separación contable, funcional o estructural al Agente Económico Preponderante en los servicios de telecomunicaciones fijos", y hasta el 31 de diciembre de 2014.

SEGUNDO.- Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., deberán cumplir con los siguientes términos y condiciones de interconexión:

- A) Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., deberán entregar al Instituto Federal de Telecomunicaciones en un plazo no mayor a 5 (cinco) días hábiles contados a partir del día siguiente a la fecha de notificación del presente Acuerdo, la lista de puntos de interconexión desde los cuales sea técnicamente factible llevar a cabo el intercambio de tráfico entre las redes públicas de telecomunicaciones de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., con las redes públicas de telecomunicaciones de los concesionarios solicitantes, que tengan como origen o destino las ciudades en las cuales Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., tengan cobertura, así como la información de las Centrales de Tránsito Interurbano, las Centrales con Capacidad de Enrutamiento y de los Puntos de Interconexión que tienen en operación en las Áreas de Servicio Local desde los cuales recibirán y entregarán el tráfico de cada una de las Áreas de Servicio Local sin punto de interconexión, tanto para el tráfico propio como el de terceros, referente a la dirección y coordenadas geográficas, funcionalidad, jerarquía y las Áreas del Servicio Local que atienden.
- B) En la aplicación de las tarifas Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., calcularán las contraprestaciones que deberán cobrar por los servicios de originación, terminación y tránsito cursado hacia y desde sus redes públicas de telecomunicaciones, se realizará sumando la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.
- H C) Las tarifas de interconexión determinadas en el Acuerdo Primero del presente documento incluyen los costos relacionados a las funciones y componentes utilizados en los intentos de llamadas no completadas, por lo que no se deberá adicionar un sobrecargo por intentos de llamadas no completadas en la originación o terminación del tráfico en las redes públicas de telecomunicaciones de Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.

TERCERO.- El Instituto Federal de Telecomunicaciones determina las tarifas por los Servicios de Interconexión relativos al servicio de Terminación que cobrará Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V., en los siguientes términos:

- a) Por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo las modalidades "el que llama paga" o "el que llama paga nacional" será de \$0.2045 pesos M.N. por minuto de interconexión.
- b) Por servicios de terminación de mensajes cortos (SMS) en usuarios móviles será de \$0.0391 pesos M.N. por mensaje.

Las tarifas anteriores estarán vigentes desde la entrada en vigor de las "Medidas relacionadas con información, oferta y calidad de servicios, acuerdos en exclusiva, limitaciones al uso de equipos terminales entre redes, regulación asimétrica en tarifas e infraestructura de red, incluyendo la desagregación de sus elementos esenciales y, en su caso, la separación contable, funcional o estructural al Agente Económico Preponderante, en los servicios de telecomunicaciones móviles", y hasta el 31 de diciembre de 2014.

CUARTO.- En la aplicación de la tarifa, Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V., calculará las contraprestaciones que deberá cobrar por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo las modalidades "el que llama paga" o "el que llama paga nacional", con base en la duración real de las llamadas, sin redondear al minuto, debiendo para tal efecto sumar la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

QUINTO.- El presente Acuerdo puede ser impugnado mediante el juicio de amparo conforme a lo dispuesto por la Constitución.

SEXTO.- Notifíquese personalmente a los integrantes del Agente Económico Preponderante Teléfonos de México, S.A.B. de C.V., Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V. y Radiomóvil Dipsa, S.A.B. de C. V.

Gabriel Oswaldo Contreras Saldivar  
Presidente

Luis Fernando Borjón Figueroa  
Comisionado

Ernesto Estrada González  
Comisionado

Adriana Sofía Labardini Inzunza  
Comisionada

María Elena Estavillo Flores  
Comisionada

4

Mario Germán Fromow Rangel  
Comisionado

Adolfo Cuevas Teja  
Comisionado

El presente Acuerdo fue aprobado por el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones en su III Sesión Ordinaria celebrada el 26 de marzo de 2014, por unanimidad de votos de los Comisionados presentes Gabriel Oswaldo Contreras Saldivar, Luis Fernando Borjón Figueroa, Ernesto Estrada González, Adriana Sofía Labardini Inzunza, María Elena Estavillo Flores, Mario Germán Fromow Rangel y Adolfo Cuevas Teja, con fundamento en los párrafos vigésimo, fracciones I y III; y vigésimo primero, del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así como en los artículos 1, 2, 11 y 12 del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, mediante Acuerdo P/IFT/260314/17.