

Informe Final

Estudio de Prefactibilidad Comparativa.

**Combinación de Tecnologías a considerar para la prestación
de los servicios brindados por la Empresa Eficiente Proceso
Tarifario Telefónica Móviles Chile 2014 – 2019**

JUNIO 2013

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Objetivos y Alcance	3
1.2	Contenido del Documento.....	4
2	ANTECEDENTES	5
2.1	Arquitectura Referencial para el Operador Multiservicio utilizada en el Análisis Comparativo de las combinaciones de tecnológicas.....	5
2.2	Unilineal de Servicios/Plataformas y Distribuciones típicas de CapEx y Opex. ...	6
2.3	Antecedentes de las Tecnologías en Comparación.....	8
3	METODOLOGÍA	19
3.1	Etapa I: Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías.	19
3.2	Etapa II: Determinación del conjunto mínimo de servicios que impactan a la baja el costo de provisión del Cargo de Acceso Móvil.	24
4	RESULTADOS	30
4.1	Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías.....	30
4.2	Etapa II: Determinación del conjunto minimal de servicios que impactan a la baja el costo de provisión del Cargo de Acceso Móvil.	36
5	BIBLIOGRAFÍA	39
6	ABREVIATURAS	43
7	ANEXOS.	¡Error! Marcador no definido.

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se refiere al Estudio de Prefactibilidad Comparativa requerido en el numeral II.3 de las Bases Técnico Económicas Definitivas del Proceso Tarifario de Telefónica Móviles Chile S.A. 2014 – 2019. Este documento forma parte de los entregables definidos para el Segundo Informe de Avance según lo señalado en el punto XII.2 de dichas BTE Definitivas.

1.1 Objetivos y Alcance

Este Estudio de Prefactibilidad Comparativa (EPC) tiene como primer y principal objetivo satisfacer el requerimiento establecido en las BTEs definitivas para Telefónica Móviles Chile S.A., a saber:

“Para ello, la Concesionaria realizará un estudio de prefactibilidad comparativa de la combinación de tecnologías que se considere para la prestación de todos los servicios brindados por la empresa eficiente. Este estudio de prefactibilidad deberá además incluir una evaluación acerca de la conveniencia de la producción conjunta de a lo menos, los servicios señalados en el punto II.2 de estas bases. Para lo anterior, se deberán considerar todas las posibles economías que se puedan obtener a nivel de infraestructura y de la gestión, administración, comercialización, operación y mantenimiento de la empresa eficiente.”

Adicionalmente, este EPC tiene como segundo objetivo especificar el conjunto minimal de servicios, asociados al requerimiento de las BTEs antes mencionadas:

“Si, luego de dicha evaluación, se comprueba que alguno(s) de los servicios no genera un menor costo de provisión de los servicios regulados, entonces ese (esos) servicio(s) no deberá(n) ser considerado(s) en el diseño de la Empresa Eficiente”.

La Metodología utilizada para la Selección de la combinación óptima de tecnologías se basa en el Análisis Comparativo de las tecnologías disponibles en dos dimensiones: a) Mapeo de los atributos del Mix de Servicios con las capacidades de las tecnologías bajo estudio, especialmente los atributos de Movilidad y Troughput y su mapeo a las tecnologías alámbricas e inalámbricas, y b) mediante un análisis diferencial del CapEx+OpEx asociado a las diferentes combinaciones de tecnologías para satisfacer la misma demanda compuesta por el mix de servicios de la Empresa Eficiente (enfoque diferencial del Total Cost Of Ownership).

La Metodología utilizada para determinar el conjunto mínimo de servicios que impactan el CAM (Costo de Acceso Móvil), tomando el Servicio de Telefonía Móvil como servicio prioritario en el dimensionamiento de la Red del Operador Multiservicio, se caracteriza por analizar uno a uno, si la introducción de un nuevo servicio de la lista produce una disminución en el costo asociado al CAM.

O sea, se analizan las siguientes combinaciones:

- a. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a banda ancha e internet móvil.
- b. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a internet de banda ancha fija.
- c. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de telefonía local.

1.2 Contenido del Documento

El presente Estudio consta de un cuerpo principal que trata, además de esta Introducción, aborda los tecnológicos en el capítulo II. En particular se incluye la arquitectura referencial para el Operador Multiservicio utilizada en el Análisis Comparativo entre las tecnologías consideradas.

En el capítulo III se explica la Metodología empleada para obtener los resultados que están asociados a los dos objetivos específicos de este estudio de Prefactibilidad Comparativa. Por un lado, la aplicación de los atributos intrínsecos del mix de servicios de la Empresa Eficiente concebida como un Operador Multiservicio permite realizar un screening inicial y una agrupación de las tecnologías Alámbricas e Inalámbricas de manera que satisfagan los requisitos de Movilidad y de Throughput de los servicios tanto Móviles como Fijos. Complementariamente, la creación de modelos de Cálculo del TCO (Total Cost Of Ownership) diferencial entre las diferentes parejas tecnologías (y agrupaciones sinérgicas de tecnologías) viables permite imponer un criterio de optimalidad que refleja las economías tanto de escala como las de ámbito.

Por otro lado, el capítulo III también incluye una explicación de la metodología empleada para la obtención del conjunto minimal de servicios que efectivamente impacta en costo de provisión de los servicios regulados.

En el capítulo IV contiene los Resultados obtenidos, presentados de manera objetiva a partir de los modelos construidos para las diferentes tecnologías (y combinaciones tecnológicas viables).

La metodología incluye el Análisis Comparativo de las diferentes combinaciones tecnológicas que satisfacen los atributos del mix de servicios y junto con la discusión de los resultados del TCO diferencial entre las distintas combinaciones tecnológicas consideradas, donde se destacan los supuestos de los modelos y del análisis en concordancia con el alcance propio de un Estudio de Prefactibilidad Comparativa.

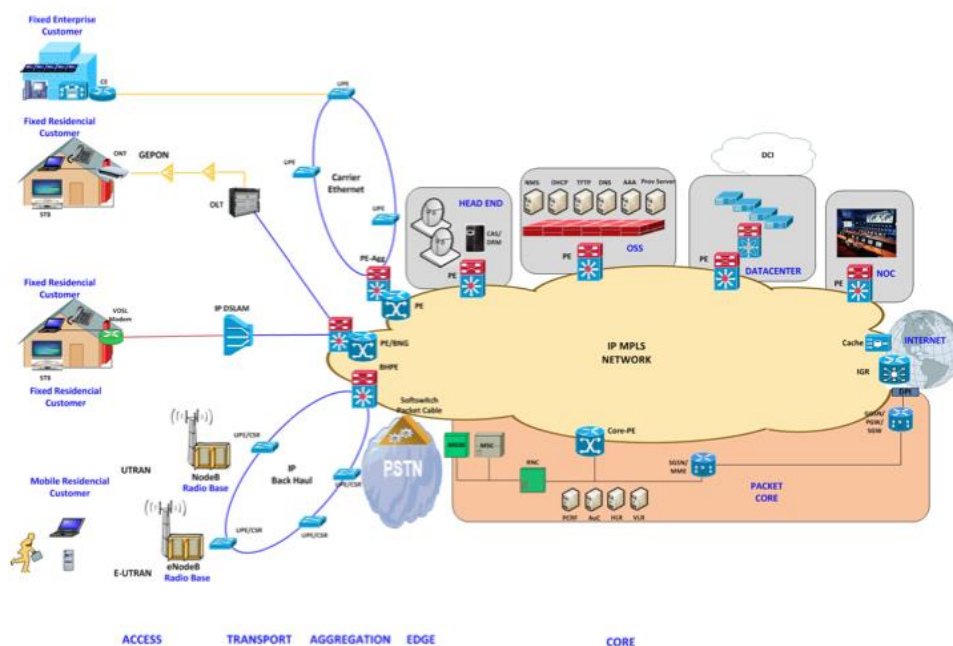
El capítulo de Resultados se destaca un análisis simple sobre los resultados tanto numéricos como de viabilidad técnica de las diferentes tecnologías Alámbricas e Inalámbricas a la luz de los requerimientos de Throughput y de Movilidad de los servicios considerados. Se incluye la combinación de tecnologías recomendada y también el conjunto minimal de Servicios a incluir.

Además, incluye la Bibliografía y los Anexos que complementan el cuerpo del Documento.

2 ANTECEDENTES

2.1 Arquitectura Referencial para el Operador Multiservicio utilizada en el Análisis Comparativo de las combinaciones de tecnológicas.

Para el caso genérico de un Operador Multiservicio, el diagrama simplificado que da el contexto para la arquitectura es:

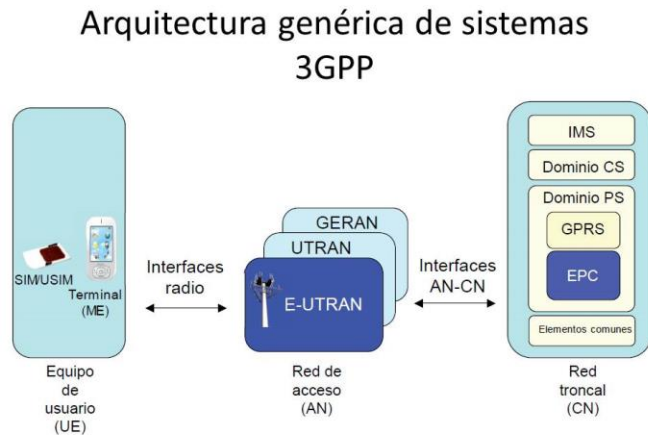


Como una tendencia de todos los Operadores, tanto el Core como los elementos de Agregación y el Transporte (Transmisión y Backhaul) evolucionan hacia el IP y son **elementos comunes** para distintas Tecnologías de Acceso, tanto Alámbrica (por ejemplo FTTH o VDSL) como Inalámbrico (por ejemplo 3G o LTE).

El hecho que diferentes Tecnologías de Acceso compartan elementos comunes del Backhaul, la Transmisión y el Core permite al Operador optimizar la utilización de sus enlaces y de sus equipos de red, incluyendo los equipos de Core.

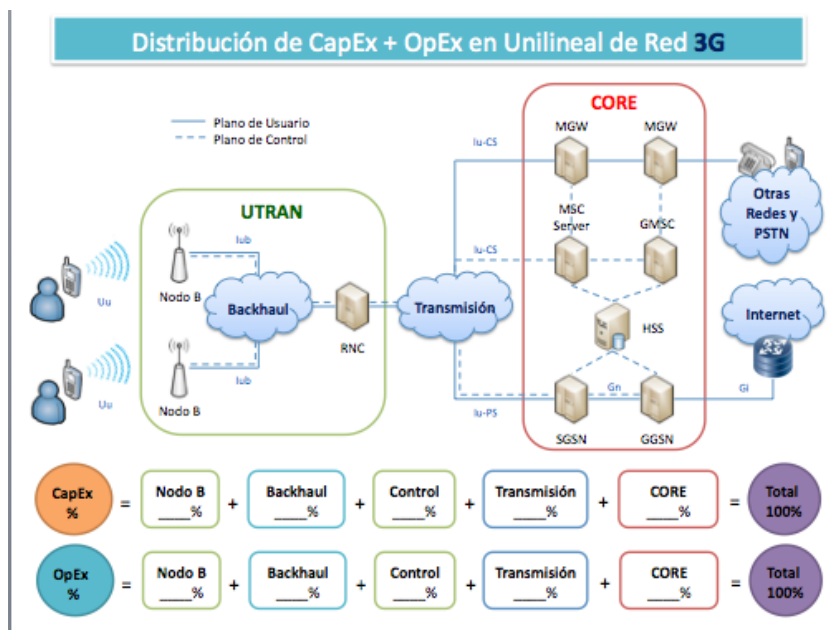
Este hecho es de fundamental importancia cuando se comparan plataformas tecnológicas para soportar Servicios Móviles y Fijos, ya que la principal diferencia está en el Acceso.

En el caso específico de los Servicios Móviles, el diagrama genérico queda:

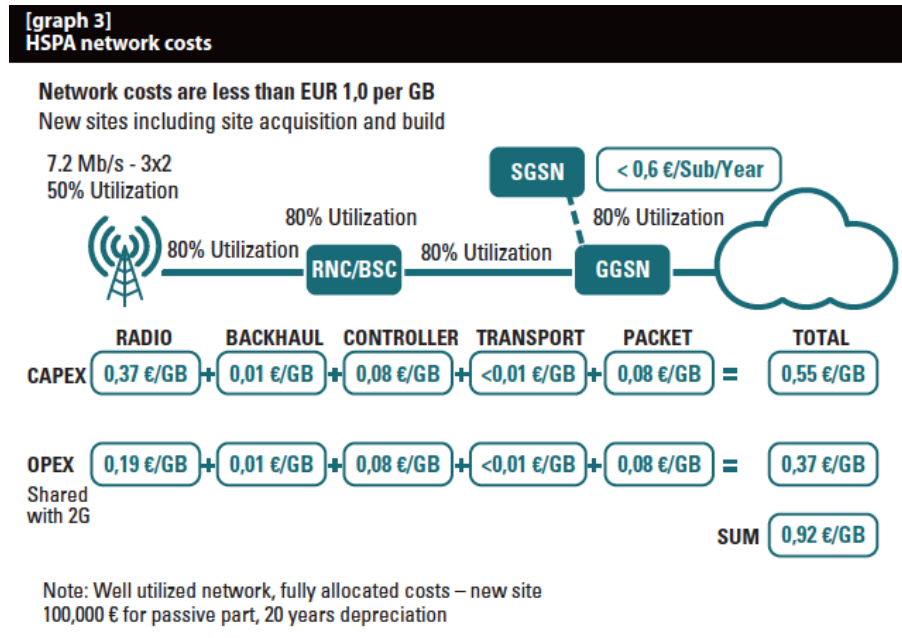


2.2 Unilineal de Servicios/Plataformas y Distribuciones típicas de CapEx y OpEx.

Para el caso de 3G, el Diagrama Unilineal que permite ordenar los aportes a CapEx y a OpEx de las distintas partes de esta arquitectura se muestran en la siguiente figura:

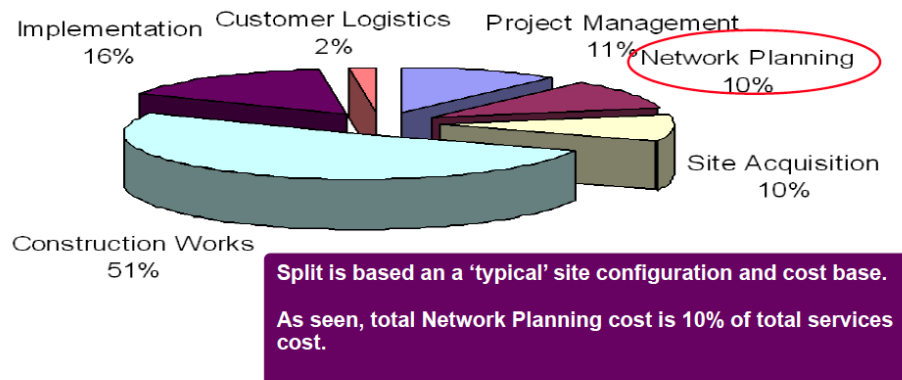


Destaca el hecho que el Acceso se lleva el principal porcentaje de CapEx y de OpEx. En el caso del estudio de Ericsson los siguientes valores dan una idea de lo gravitante de Acceso en Radio, incluyendo los sitios:



La apertura porcentual de los diferentes costos asociados a los sitios que albergan los equipos de acceso en 3G ha sido muy bien tipificada en diversos estudios.

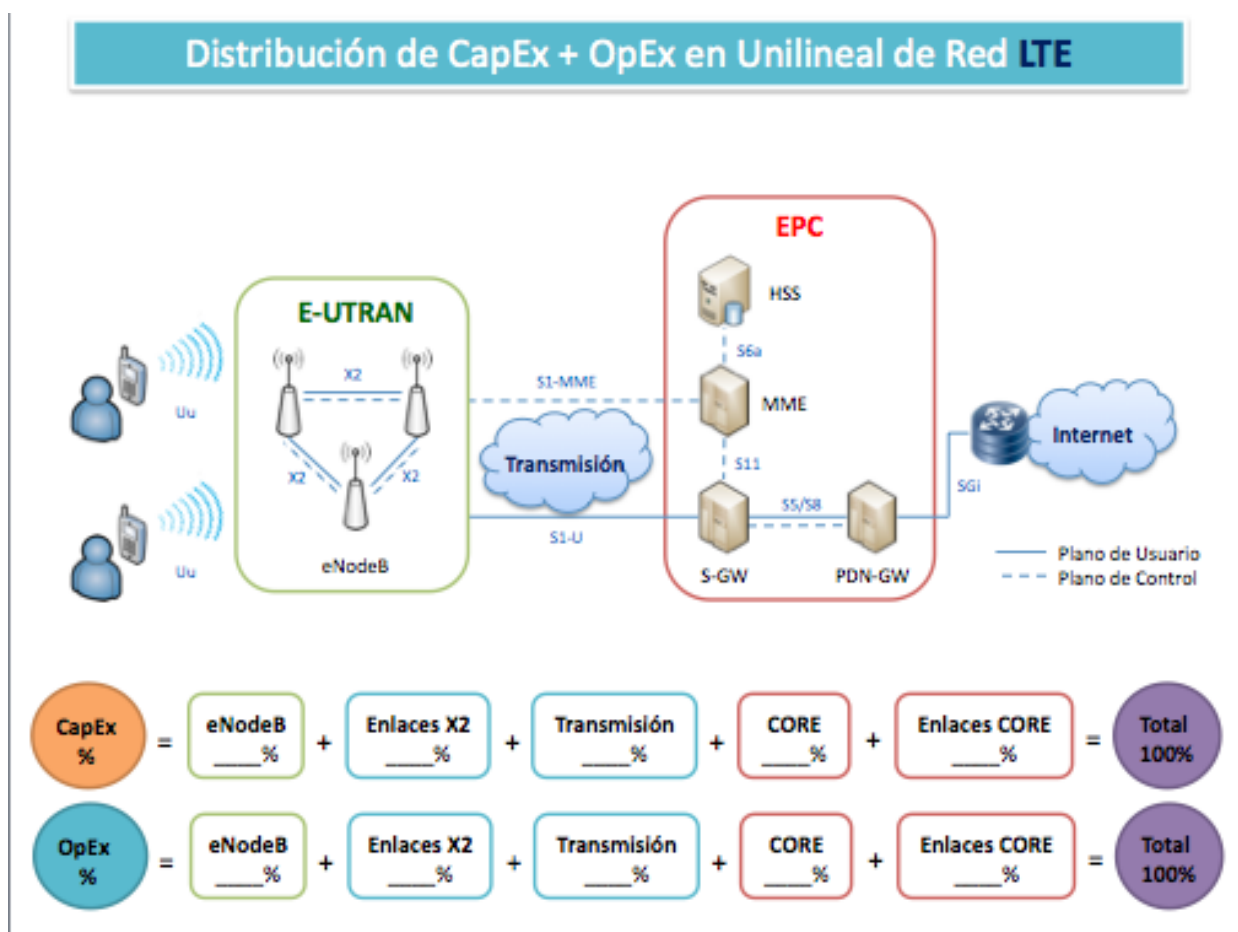
Typical services cost split of a new site



Copyright Nokia Siemens Networks. All rights reserved.



Para el caso de LTE, el Diagrama Unilineal que permite ordenar los aporte a CapEx y a OpEx de las distintas partes de esta arquitectura se simplifican y se muestran en el siguiente diagrama:



2.3 Antecedentes de las Tecnologías en Comparación.

En el presente capítulo se exponen los antecedentes que comprenden los diversos tópicos que este Estudio considera, una referencia a los aspectos generales y arquitectura de las Redes 3G y LTE junto con los parámetros que afectan la Calidad de Servicio (QoS) sobre una transmisión de datos realizada de forma inalámbrica.

2.3.1 FTTx

La tecnología de telecomunicaciones FTTx (Fiber to the x) es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente el cobre del bucle de acceso. El acrónimo FTTx se origina como generalización de las distintas configuraciones desplegadas (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH), diferenciándose por la última letra que denota los distintos destinos de la fibra (nodo, acera, edificio, hogar, etc.).

La industria de las telecomunicaciones diferencia distintas arquitecturas dependiendo de la distancia entre la fibra óptica y el usuario final. Las más importantes en la actualidad son:

- **FTTN** (Fiber To The Node). En FTTN o fibra hasta el nodo, la fibra óptica termina en una central del operador de telecomunicaciones (lejos del usuario) que presta el servicio.
- **FTTC** (Fiber To The Cabinet o Fiber To The Curb). Similar a FTTN, pero la cabina o armario de telecomunicaciones está más cerca del usuario, normalmente a menos de 300 metros.
- **FTTB** (Fiber To The Building o Fiber To The Basement). En FTTB o fibra hasta la acometida del edificio, la fibra óptica normalmente termina en un punto de distribución intermedio en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados.
- **FTTH** (Fiber To The Home). En FTTH o fibra hasta el hogar, la fibra óptica llega hasta el interior de la misma casa u oficina del abonado.

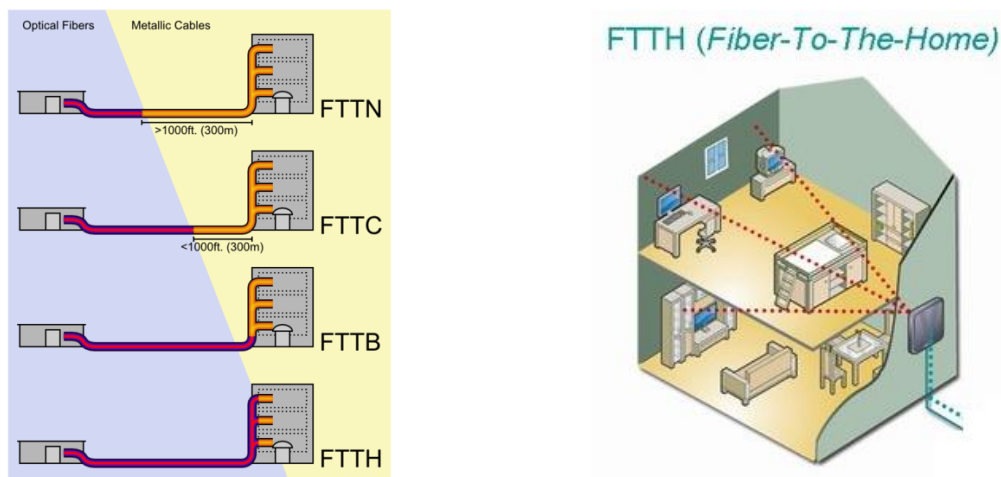


Figura: Comparativa de límites de FTTH y otras FTTx.

La tecnología de telecomunicaciones **FTTH** (Fiber To The Home), se enmarca dentro de las tecnologías FTTx, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y/o negocios de los abonados directamente desde la oficina central de un operador.

La tecnología FTTH o Fibra hasta el Hogar propone la utilización de fibra óptica empleando WDM (Wave length Division Multiplexing) que consiste en multiplexar varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda. La interconexión entre el suscriptor y el nodo de distribución se realiza con una conexión punto-a-punto (Ethernet) o una PON (Passive Optical Network) que reparte la información entre varios usuarios. Una vez en el espacio habitable o de trabajo del abonado, la señal puede ser transmitida a través del espacio utilizando cualquier medio, incluyendo de par trenzado, cable coaxial, inalámbrico, líneas de comunicación (PLC), o fibra óptica. Una comparativa de Medio, HP per fibra y Servicios para FTTx se aprecia en la tabla siguiente:

FTTx	Medio	Casas pasados por fibra	Servicios
FTTN	Fibra óptica (Outdoor)	200-500 casas	30 Mbps
FTTB	Fibra óptica y Par de cobre (Outdoor)	10-100 casas	50 Mbps
FTTC	Fibra óptica(Outdoor) y Par de cobre (Indoor)	32 casas	100 Mbps
FTTH	Enteramente de Fibra óptica	1 casas	Más de 100 Mbps

Figura: Tabla Comparativa de Medio, HP per fibra y Servicios para FTTx.

Un diagrama de la tecnología FTTH se puede apreciar en la siguiente figura:

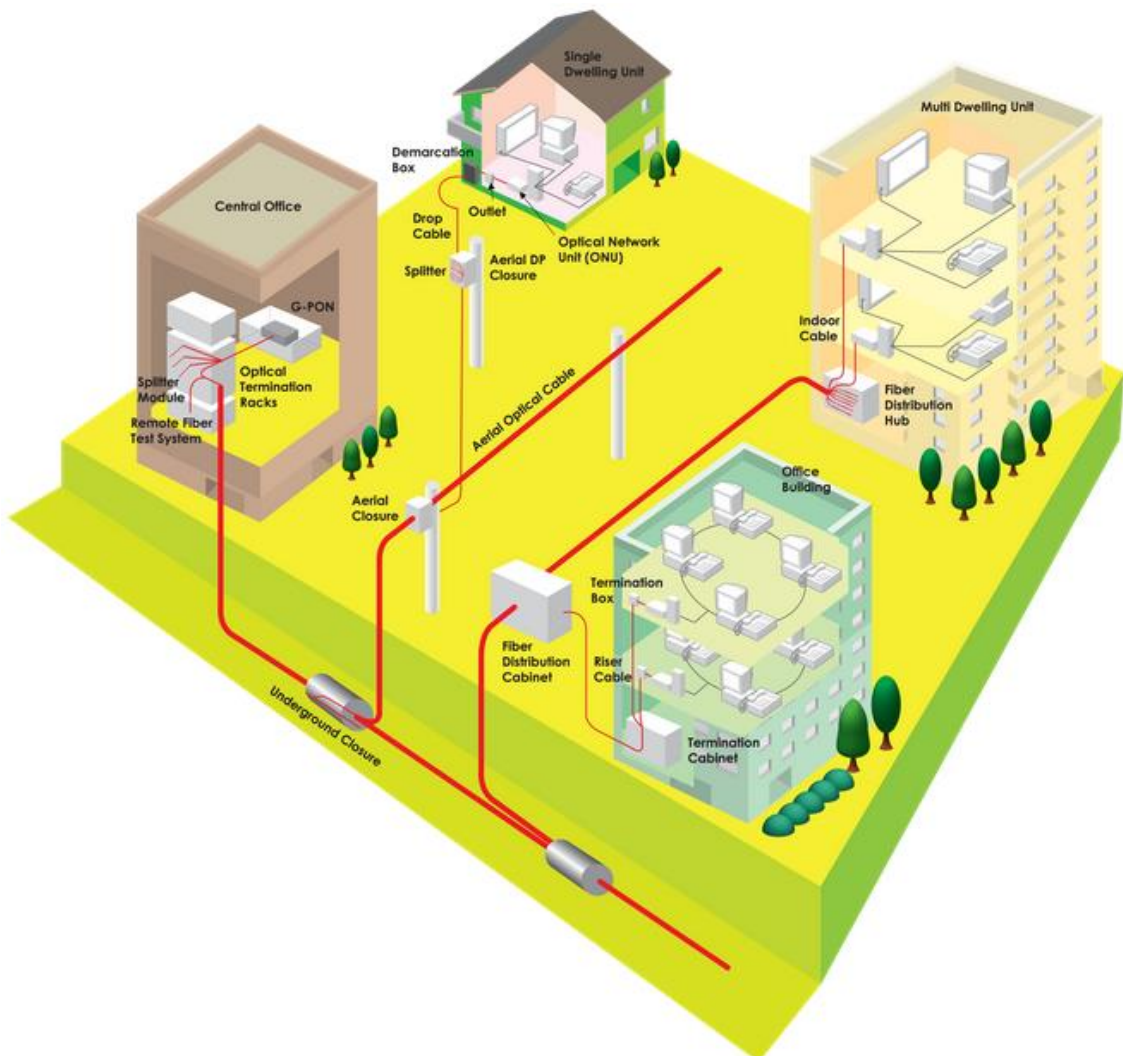


Figura: Diagrama FTTH.

Una representación de la arquitectura interior y general de FTTH se puede apreciar en las siguientes figuras:



Figura: Arquitectura Interior FTTH.

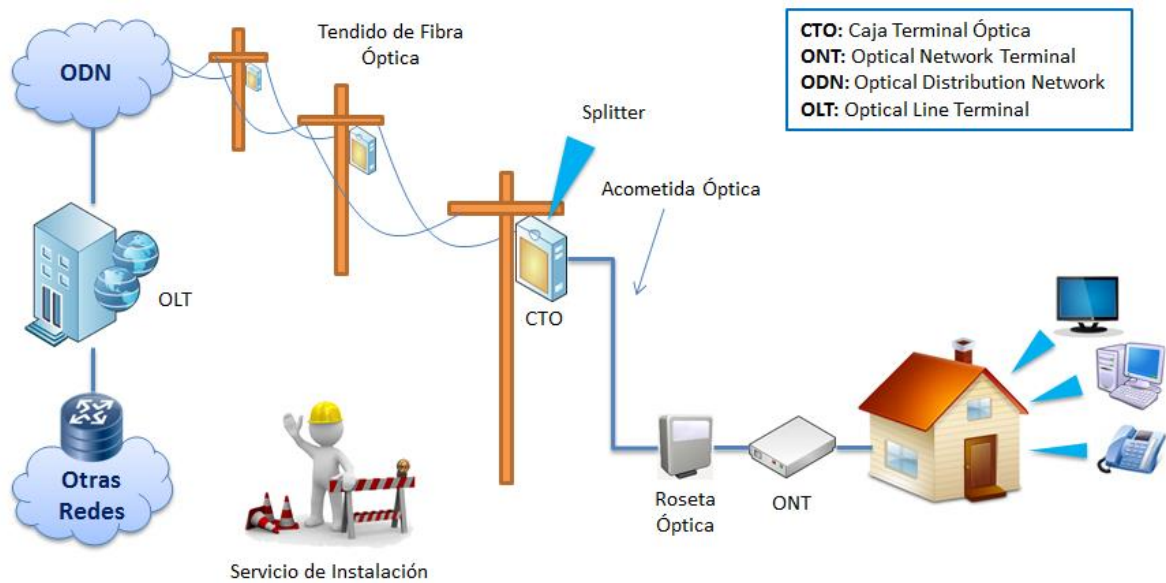


Figura: Arquitectura General FTTH.

2.4.3 LTE (Long Term Evolution)

El término LTE se acuñó inicialmente en 3GPP para denominar una línea de trabajo interna cuyo objeto de estudio era la evolución de la red de acceso de UMTS, denominada como UTRAN. Formalmente, la nueva red de acceso recibe el nombre de E-UTRAN (Evolved UTRAN) aunque muchas veces se utiliza también el término LTE en las especificaciones como sinónimo de E-UTRAN. Asimismo, en lo concerniente a la red troncal, 3GPP utilizó el término SAE (System Architecture Evolution) para referirse a las actividades de estudio relacionadas con la especificación de una red troncal evolucionada de conmutación de paquetes. Formalmente, dicha red troncal se denomina EPC (Evolved Packet Core) o también Evolved 3GPP Packet Switched Domain, y de la misma forma que pasa con la red de acceso, es común encontrar el término de SAE como sinónimo de EPC.

La combinación de la red de acceso E-UTRAN y la red troncal EPC es lo que constituye la nueva red UMTS evolucionada y recibe el nombre formal de EPS (Evolved Packet System). La primera especificación del sistema EPS ha sido incluida en la Release 8 de las especificaciones del 3GPP. En el caso de LTE, las especificaciones emanan del 3GPP (3rd Generation Partnership Project), que nació en 1998 con el objetivo de especificar 3G (UTRA-FDD y UTRA-TDD). También se encarga de mantener y desarrollar las especificaciones de GERAN (GSM EDGE RAN).

Puede decirse que el primer paso hacia LTE se llevó a cabo en noviembre de 2004, cuando 3GPP TSG RAN organizó un Workshop sobre “RAN Evolution” en Toronto (Canadá), en el que se presentaron unas 40 contribuciones con ideas, propuestas, y otros aportes.

En diciembre de 2004 se creó el Study Item “Evolved UTRA and UTRAN” para la evolución hacia una tecnología de acceso de elevada velocidad de transmisión, baja latencia y optimizada para la transmisión de paquetes, de modo que con ello quedase asegurada la competitividad de las soluciones 3GPP en un horizonte temporal largo.

La primera versión completa de las especificaciones LTE se aprobó en diciembre de 2007. Durante 2008 el trabajo del 3GPP se centró en la finalización de Release 8, aunque también se han ido desarrollando con intensidad aspectos de Release 9 y Release 10. Las especificaciones de Release 8 quedaron congeladas en diciembre de 2008, si bien se continúa el trabajo para completar los contenidos ya acordados.

En particular, algunos de los objetivos de E-UTRA y E-UTRAN son:

- Velocidades de transmisión de pico de 100 Mbps en downlink y 50 Mbps en uplink mejorando la velocidad de transmisión obtenible en el extremo de la celda.
- Mejora de la eficiencia espectral en un factor 2-4 con respecto a la Release 6.
- Latencia del plano de usuario en la red de acceso radio inferior a 10 ms.
- Ancho de banda escalable.
- Interoperabilidad con sistemas 3G y sistemas no 3GPP.

Este primer periodo de trabajo concluyó con la aprobación del TR 25.912 en la reunión TSG-RAN #32 en junio de 2006. Algunas de las características principales incorporadas al concepto del TR 25.912 fueron:

- Esquema de acceso radio OFDMA en el downlink y SC-FDMA en el uplink.
- Soporte de packet scheduling en el dominio temporal y frecuencial.
- Simplificaciones en la MAC y en el modelo de estados RRC, así como reducción del número de canales de transporte (no hay canales dedicados).
- Funcionalidades de packet scheduling, ARQ e HARQ terminadas en eNodeB.
- Simplificación de la arquitectura E-UTRAN y descentralización de la misma.

La velocidad máxima teórica alcanzable en el downlink para 2x20 MHz (FDD), 64-QAM y 4x4 MIMO resulta de 326 Mbits/s.

Una representación de la arquitectura general de LTE se puede apreciar en la siguiente figura:

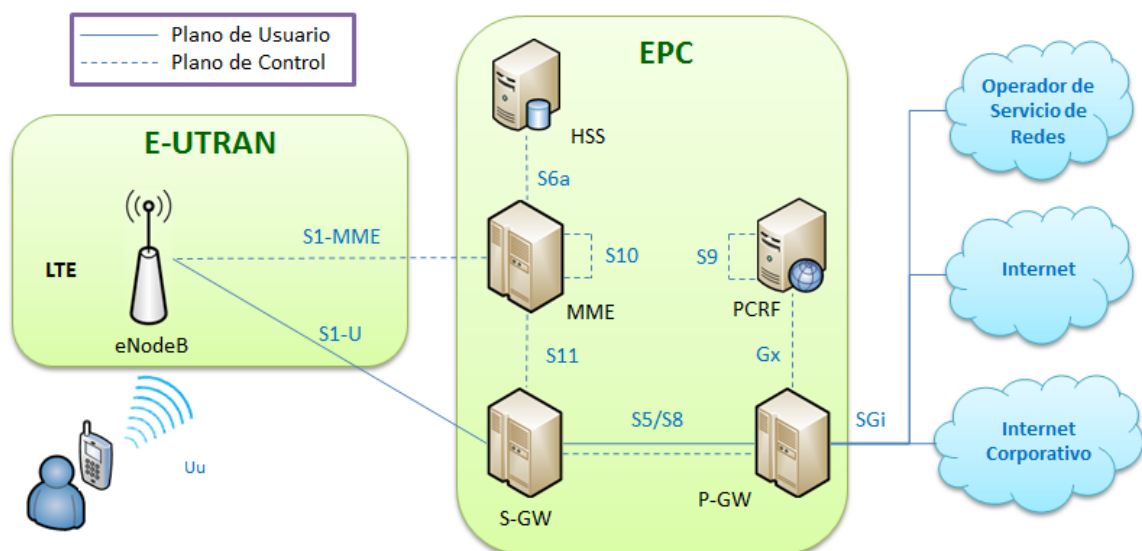


Figura: Arquitectura General LTE.

2.4.4 3G (Tercera Generación)

Estas redes comienzan con la intención de desarrollar un único estándar global para servicios de datos de alta velocidad y de voz de alta calidad, que permita un roaming global real. Como los cuerpos de estandarización estadounidenses, europeos y japoneses no pudieron acordar un solo estándar, se creó el grupo 3GPP, con representante de todos estos países, para lograrlo.

Esta generación se caracteriza por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, es decir, es apta para aplicaciones multimedia y transmisiones de datos a altas velocidades. Los protocolos utilizados soportan altas velocidades de transmisión y están enfocados a aplicaciones tales como descarga de MP3, video en movimiento, videoconferencia, acceso rápido a Internet, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G es apoyado por la ITU (International Telecommunication Union) y a este esfuerzo se le conoce como **IMT-2000** (International Mobile Telephone 2000).

La evolución posterior de los sistemas basados en GSM es guiada por **3GPP**, para definir un mundo de tercera generación del **UMTS** (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). Los principales componentes de este sistema son el **UTRAN** (UMTS Red de Acceso Terrestre de Radio) basado en **WCDMA** (Acceso de Banda Ancha por División de Código Múltiple), esta tecnología de radio, utiliza ancho de banda de 5 MHz, GSM/EDGE red de acceso radioeléctrico abreviado en la sigla **GERAN** (GSM EDGE Red de Acceso de Radio), basado en sistemas GSM-Enhanced (GSM con velocidades de datos mejoradas) y el Core de la Red.

El 3GPP siguió una dirección similar y presentó una mejora en el sistema WCDMA denominada **HSDPA** (Acceso de Alta Velocidad de Bajada de Paquetes) que llevó en el año 2001 a la eficiencia del espectro de datos de alta velocidad. Luego, en el año 2005, se introdujo HSUPA (Acceso de Alta Velocidad de Subida de Paquetes). La combinación de HSDPA y HSUPA se denomina HSPA (Acceso de Alta Velocidad de Paquetes).

Esta combinación de tecnologías se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tecnología	Nombre Común	Red utilizada	Velocidad de Bajada	Velocidad de Subida
GPRS	2.5G	GSM	171 Kbps	9.6 Kbps
UMTS	3G	UMTS	384 Kbps	64 Kbps
HSDPA	3.5G	UMTS	3,6 Mbps	384 Kbps
HSUPA	3.75G	UMTS	3,6 Mbps	1.5 Mbps

Tabla: Tecnologías de transmisión de datos en redes móviles.

La última evolución de HSPA es **HSPA+**, que resulta de la adición de MIMO (Múltiples Entradas, Múltiples Salidas) en la capacidad de la antena y de modulaciones 16QAM en UL (Enlace Ascendente) y 64QAM en DL (Enlace Descendente). Junto con las mejoras en la red de acceso de radio, para una conectividad continua de paquetes, HSPA+ (HSPA Evolucionado) permite velocidades de subida de 11 Mbps y velocidades de descarga de 42 Mbps.

Finalmente, la tecnología que busca dar el paso desde 3G hacia 4G y que es considerada por ello 3.95G, es **LTE**.

Son muchas las variantes que LTE introduce en relación a sistemas de comunicaciones móviles previos, sin embargo hay dos aspectos relevantes que cabría destacar son que en LTE, por primera vez, todos los servicios, incluida la voz, se soportan sobre el protocolo IP (Internet Protocol), y que las velocidades máximas de la interfaz radio se sitúan dentro del rango de 100 Mbps y 1Gbps, ampliamente superiores a las conseguidas en los sistemas predecesores. Una representación de la arquitectura general de 3G se puede apreciar en la siguiente figura:

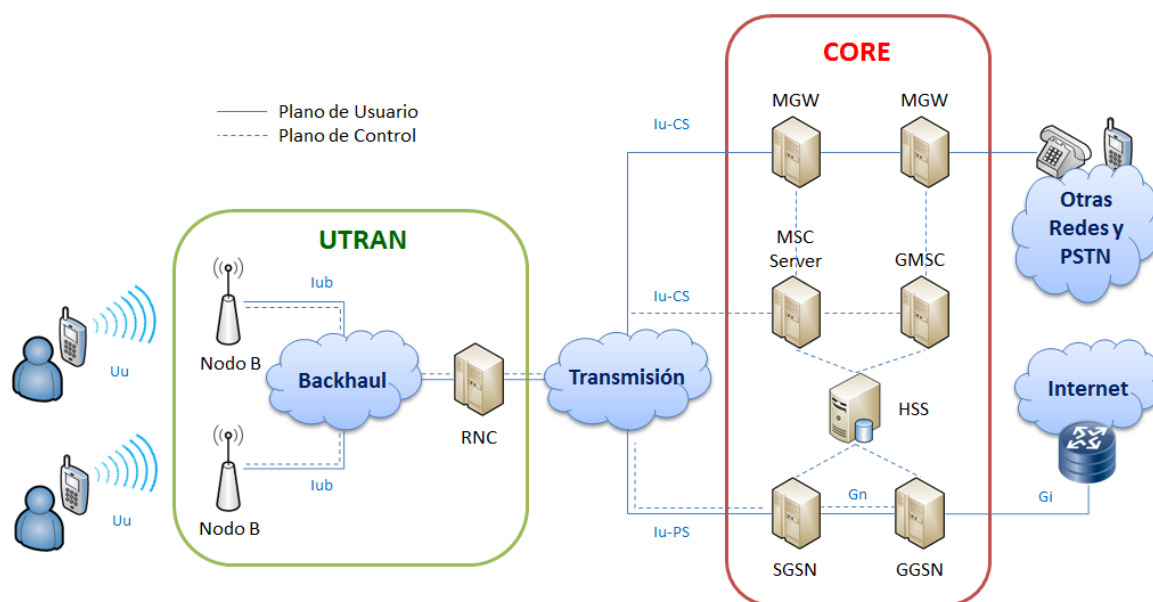


Figura: Arquitectura General 3G. [xx]

2.4.5 VDSL (Very High bit-rate Digital Subscriber Line)

VDSL o VHDSL (Very High bit-rate Digital Subscriber Line), en español DSL de muy alta tasa de transferencia. Se trata de una tecnología de acceso a internet de Banda Ancha, perteneciente a la familia de tecnologías xDSL que transmiten los impulsos sobre pares de cobre.

Se trata de una evolución del ADSL, que puede suministrarse de manera asimétrica (52 Mbit/s de descarga y 16 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada), en condiciones ideales sin resistencia de los pares de cobre y con una distancia nula a la central.

La tecnología VDSL utiliza 4 canales para la transmisión de datos, dos para descarga y 2 para subida, con lo cual se aumenta la potencia de transmisión de manera sustancial.

VDSL posee las siguientes características:

- Es una tecnología de línea de abonado o subscritor digital (DSL) para la transmisión de datos más rápida que el ADSL.

- En un único par trenzado de cables de cobre puede alcanzar hasta 52 Mbit/s de bajada y 16 Mbit/s de subida.
- En el cable coaxial puede alcanzar hasta 85 Mbit/s de bajada y subida
- Utiliza la banda de frecuencias de 25 kHz a 12 MHz.
- VDSL es capaz de soportar aplicaciones como la televisión de alta definición, así como los servicios de telefonía (voz sobre IP) y acceso a Internet.
- VDSL se despliega sobre el cableado existente que se utiliza para el servicio telefónico analógico y conexiones DSL de baja velocidad.
- La tecnología VDSL utiliza 4 canales para la transmisión de datos, 2 para descarga y 2 para subida
- La técnica estándar de modulación puede ser QAM/CAP (Carrier less Amplitude/Phase) o **DMT** (Discrete Multi tone Modulation)

El estándar VDSL utiliza hasta cuatro bandas de frecuencia diferentes, dos para la subida (del cliente hacia el proveedor) y dos para la bajada. La técnica estándar de modulación puede ser QAM/CAP o DMT, las cuales no son compatibles, pero tienen un rendimiento similar. Actualmente, la más usada es DMT.

Los datos hacia el usuario serán difundidos a cada equipo de usuario final o transmitidos a un *hub* separado de forma lógica, desde donde se distribuyen a los usuarios finales mediante multiplexación TDM (Time Division Multiplexing). La multiplexación en el sentido del usuario a la red constituye un problema algo más complejo. Los sistemas que utilizan una NT (Network Termination) pasiva han de insertar los datos en un medio compartido, ya sea mediante alguna variante TDMA (Time Division Multiple Access) de FDM (Frequency Division Multiplexing).

Con respecto a los estándares, estos se detallan en la siguiente tabla:

Versión	Nombre del standard	Nombre común	Downstream rate	Upstream rate	Approved in
VDSL	ITU G.993.1	VDSL	55 Mbit/s	3Mbit/s	13-06-2004
VDSL	ITU G.993.2	VDSL2	100 Mbit/s	100 Mbit/s	17-02-2006

Figura: Comparativa de la tecnología VDSL y VDSL2 [xx]

Una representación de la arquitectura general de VDSL se puede apreciar en la siguiente figura:

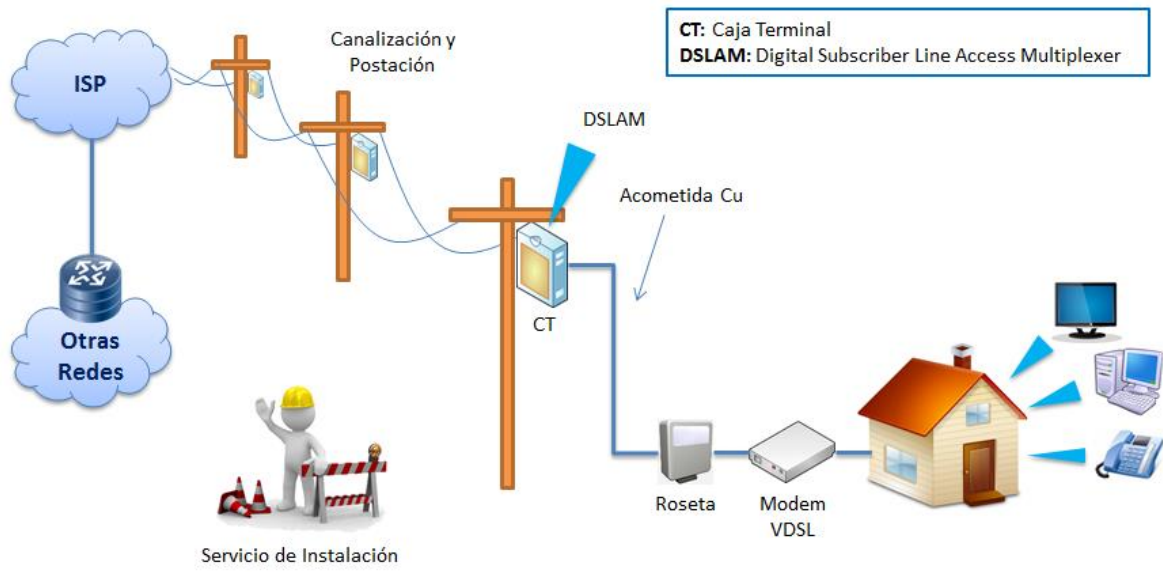


Figura: Arquitectura general VDSL [xx]

3 METODOLOGÍA

Para alcanzar los dos objetivos descritos en la Introducción (ver 1.1 Objetivos y Alcances), este Estudio de Prefactibilidad Comparativa aplica sendos métodos para la obtención de los resultados esperados.

3.1 Etapa I: Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías.

El Análisis Comparativo será realizado principalmente mediante la estimación de diferencias entre las sumas de CapEx y Opex, o Total Cost of Ownership (TCO), calculadas para las diferentes tecnologías o combinaciones tecnológicas analizadas para la prestación de todos los servicios brindados por la empresa eficiente.

Esta etapa se esquematiza en la siguiente figura, y se enfoca en las **Tecnologías de Acceso**, tanto Alámbricas como Inalámbricas, ya que las tecnologías de Backhaul, de Control, de Transmisión y de Core no representan mayor diferencia en la arquitectura del Operador, tal como se indicó en el apartado 2.1 del capítulo de Antecedentes.

Tecnologías

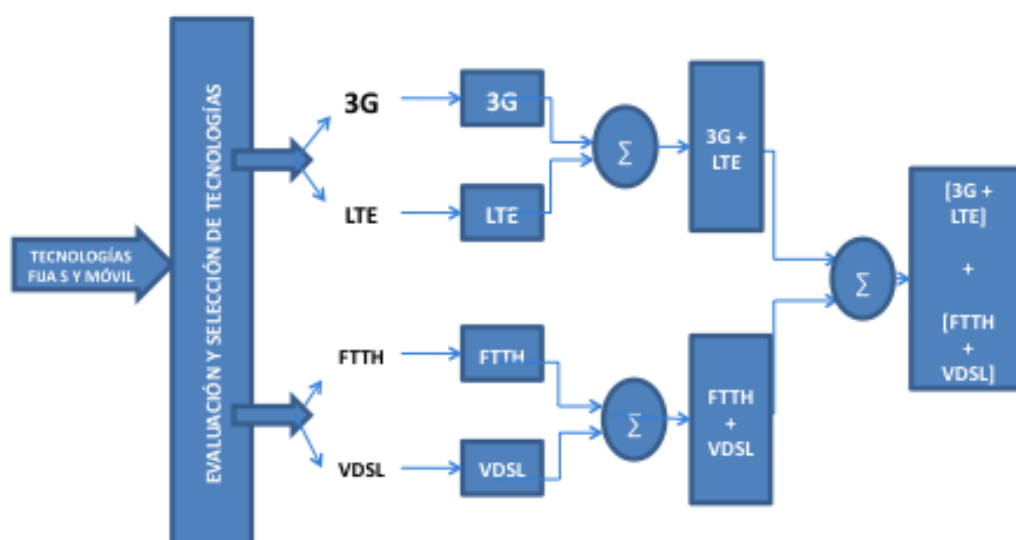


Figura: Etapas en la Determinación de Tecnologías. [xx]

El diagrama anterior representa las combinaciones de tecnologías inalámbricas y cableadas que serán consideradas en el Análisis Comparativo. La selección de estas combinaciones, tecnologías individuales, así como los criterios de comparación entre ellas, fue realizada fundamentalmente en base a las sinergias que se presentan entre las distintas tecnologías, su capacidad para proveer el Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente (CSEE) descritos en las BTE, y consideraciones para la homogenización de las entradas de los modelos, de manera que los resultados puedan ser considerados verdaderamente comparables. Los principales elementos tomados en cuenta en esta etapa de selección son presentados a modo de resumen en la tabla que se incluye en el Paso 4 de la presente Etapa de la descripción de la metodología.

En el apartado 2.2 de los Antecedentes se indica la relevancia que tienen el CapEx y el OpEx de Sitios para las Estaciones Base de la red de Acceso respecto del Total Cost of Ownership (TCO), o suma de CapEx y OpEx en que incurre la empresa en un período de tiempo analizado, típicamente un año. Esto, junto con un Análisis de las Arquitecturas de Red en el Operador permite priorizar el enfoque entre los tipos de ámbitos o secciones de la red a comparar en este estudio: acceso, backhaul, transmisión, core, plataformas de servicio, etc. Este primer análisis muestra a las Tecnologías de Acceso como elemento diferenciador o de mayor peso entre las diferentes secciones de la red; y que el tipo de análisis comparativo ha de ser diferencial, anulando la influencia o peso relativo de los elementos comunes, y focalizándose en las diferencias entre las tecnologías de acceso como segmento de la red con mayor impacto en el CapEx, OpEx, y por ende, TCO del Operador.

Este método de Análisis Comparativo consiste en 5 pasos, los cuales son representados en el diagrama a continuación:

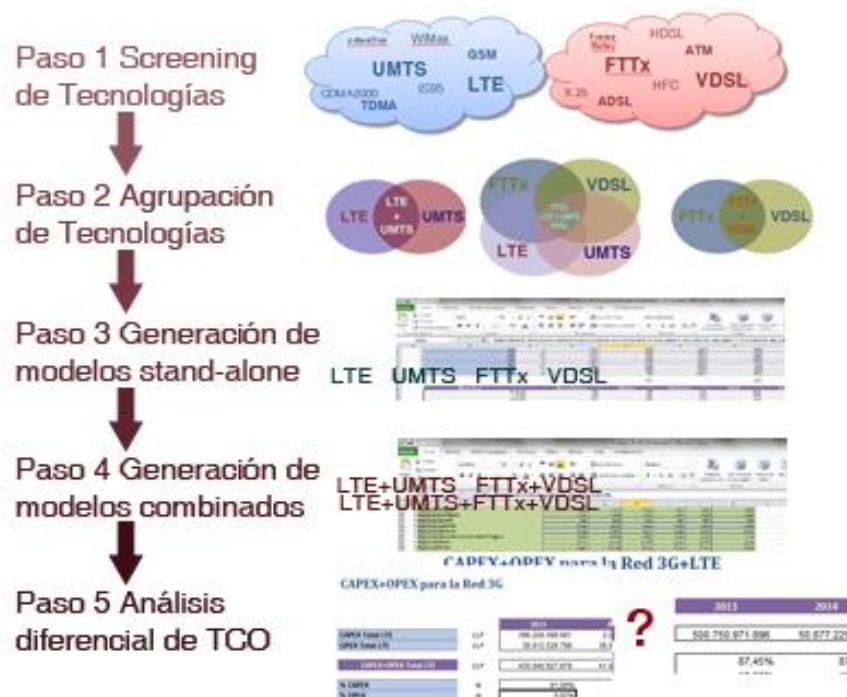


Figura: Etapas en el Análisis Comparativo de la Combinación de Tecnologías. [xx]

Los pasos de esta etapa del Análisis Comparativo se detallan a continuación:

Paso 1: Screening de Tecnologías de Acceso disponibles y Selección de las Tecnologías de Acceso Relevantes para el estudio.

Paso 1 Screening de tecnologías de acceso

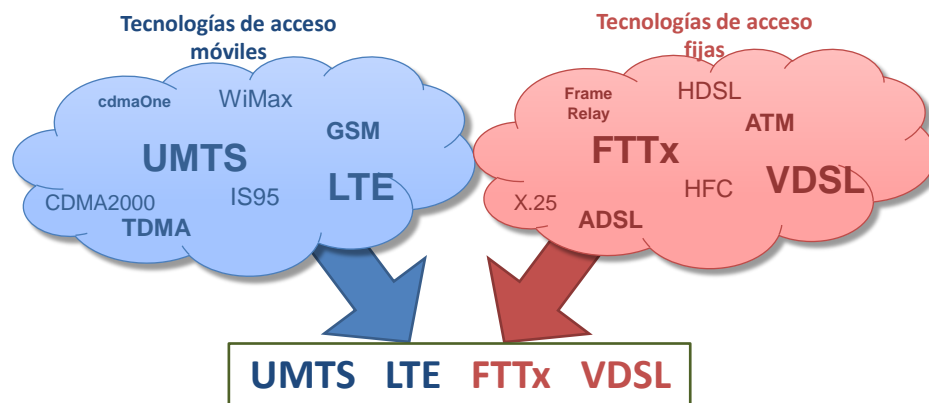


Figura: Screening de Tecnologías de Acceso disponibles y Selección. [xx]

Paso 2: Agrupación de Tecnologías mediante el Análisis de Movilidad y *Throughput* para el Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente (CSEE) agrupados en Fijos y Móviles según el tipo de Tecnología de Acceso (Alámbrica e Inalámbrica).

En este paso es generada una Matriz de Tipos de Acceso, en la cual se agrupan las tecnologías de acceso resultantes del Paso 1, según su posibilidad de brindar servicios fijos y móviles, así como la capacidad para satisfacer los requerimientos de *throughput* para dichos servicios.

A modo de ejemplo, el servicio de Telefonía, requiere de bajo *throughput* y en el caso de la Telefonía Local puede ser considerado como un servicio Fijo, pudiendo ser soportado tanto por tecnologías fijas (lo más obvio e histórico) como por tecnologías móviles (caso de Wireless Fixed Telephony, WFT, sobre 3G). La salida de este paso es un Mapa de tecnologías eficientes por tipo de servicio según su Movilidad y *Throughput*, lo cual se muestra en la figura a continuación.

Móvil	<p>3G LTE</p>	<p>LTE</p>
Fijo	<p>3G FTTx LTE VDSL</p>	<p>FTTx VDSL</p>
	<p>Bajo Throughput</p>	<p>Alto Throughput</p>

Figura: Matriz de Tipos de Acceso.

De esta matriz generada puede inferirse que para la selección de las combinaciones de tecnologías de acceso adecuadas para la provisión del Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente es necesario considerar tanto tecnologías de acceso fijas como móviles entre aquellas resultantes del análisis del Paso 1, y comparar las ventajas y limitaciones relativas que presentan entre dichas combinaciones, así como sinergias y ventajas adicionales que puedan presentarse producto de su modelación, y eventual implementación, combinada.

Estas particularidades son analizadas en mayor detalle en el Paso 4 de esta Etapa de la metodología del estudio.

Paso 3: Generación de Modelos Stand-Alone por Tecnología de Acceso. Los modelos correspondientes a las tecnologías resultantes del proceso de *screening* (presentadas en el diagrama al comienzo de la descripción de esta Etapa), son:

- 3.1 Modelo 3G y su caso particular WFT**
- 3.2. Modelo LTE**
- 3.3. Modelo FTTH**
- 3.4. Modelo VDSL y su caso particular TDM/Cu (para soportar solamente Telefonía Local)**

Paso 4: Generación de Modelos Combinados para el Operador Multiservicio. Como fue señalado anteriormente, la selección de las combinaciones a analizar fue realizada en base a las sinergias que presentan dichas combinaciones para el Operador, así como su posibilidad de proveer el Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente (CSEE).

Este análisis fue realizado mayormente tomando en cuenta los resultados del **Paso 2**. Una tabla de resumen con los principales elementos de movilidad y *throughput* considerados es presentada a continuación.

Combinación de tecnologías de acceso	Consideraciones para la movilidad de los servicios	Consideraciones para el <i>throughput</i> de los servicios	Otras consideraciones para la provisión de los CSEE
3G+LTE	Adecuada para brindar movilidad para datos y para telefonía.	No adecuado para servicios de <i>throughput</i> alto, comparables a los ofrecidos en Banda Ancha Fija.	Posibilidad de brindar telefonía fija o móvil con 3G, y alto <i>throughput</i> mediante LTE.
FTTx+VDSL	No adecuada para brindar movilidad.	Adecuada para servicios de alto <i>throughput</i> .	Imposible brindar servicios móviles sin la adición de alguna tecnología inalámbrica.
3G+VDSL	No adecuada para servicios de alto <i>throughput</i> móvil.	No adecuada para servicios de alto <i>throughput</i> móvil.	No hay.
3G+FTTx	No adecuada para servicios de alto <i>Throughput</i> móvil.	No adecuada para servicios de alto <i>Throughput</i> móvil.	No hay.
LTE+VDSL	Adecuada para servicios de elevado <i>throughput</i> , pero no telefonía móvil.	Adecuada para servicios de alto <i>throughput</i> .	No es posible brindar telefonía móvil.
LTE+FTTx	Adecuada para servicios de elevado <i>throughput</i> , pero no telefonía móvil.	Adecuada para servicios de alto <i>throughput</i> .	No es posible brindar telefonía móvil.
3G+LTE+VDSL+FTTx	Adecuada para proveer movilidad.	Adecuada para proveer servicios de alto <i>throughput</i> .	Es posible brindar los CSEE.

Tabla: Resumen con los principales elementos de movilidad y *throughput*.

Como resultado de este paso las combinaciones seleccionadas para el Análisis Comparativo, teniendo en cuenta las ventajas y limitaciones señaladas en la tabla anterior para la provisión del CSEE son las siguientes:

- 4.1. Combinado Móvil = 3G+LTE**
- 4.2. Combinado Fijo = VDSL+FTTH**
- 4.3. Combinado Multiservicios = {3G+LTE}+{VDSL+FTTH}**

Paso 5: Análisis Diferencial del Total Cost of Ownership, considerando $\Delta_{TCO} = \Delta_{CapEx} + \Delta_{OpEx}$ para cada pareja de modelos (Stand-Alone y Combinados)

Para que las comparaciones tengan sentido, se han considerado iguales demandas para excitar los diferentes modelos, de manera de homogeneizar las condiciones de entrada de los mismos y poder obtener resultados comparables.

3.2 Etapa II: Determinación del conjunto mínimo de servicios que impactan a la baja el costo de provisión del Cargo de Acceso Móvil.

Tomando el Servicio de Telefonía Móvil como servicio prioritario en el dimensionamiento de la red del Operador Multiservicio, se analiza uno a uno, si la introducción de un nuevo servicio de la lista produce una disminución en el costo asociado al CAM. O sea, se analizan las parejas:

- a. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de telefonía local.**
- b. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a internet de banda ancha fija.**
- c. Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a banda ancha e internet móvil.**

Una simplificación de la Matriz de Factores de Uso, que refleje criterios y ponderadores fijos, permite analizar si la introducción de un nuevo *Servicio2* que complementa a un servicio de Telefonía Móvil, considerado como *Servicio1*, reduce o no los aportes al cargo de acceso de los elementos (sitios, equipos y enlaces) relevantes para el *Servicio1* respecto de la situación original (solamente el Servicio de Telefonía Móvil para igual factor de uso).

El objetivo de este análisis de desigualdades es el establecimiento de cotas y no la optimización de combinaciones de tecnologías de acceso, ni tampoco el cálculo de los aporte a tarifas que es el asunto del Estudio Tarifario, escapando al alcance de este EPC según se aclara en 1.1. Se persigue en esta Etapa de la metodología responder si la introducción de un *Servicio2* (como el de acceso a Internet en banda ancha móvil) reduce o no el CAM, sin cuantificar el impacto de este nuevo servicio en dicho costo.

Un criterio muy importante es la priorización del Servicio de Telefonía móvil por sobre el *Servicio2* bajo análisis en los casos listados en a), b) y c) arriba. La asignación de uso se hace entonces para la Hora Cargada de Telefonía bajo el supuesto de Asignación dinámica de recursos en los NodosB en el caso de tecnologías de acceso 3G.

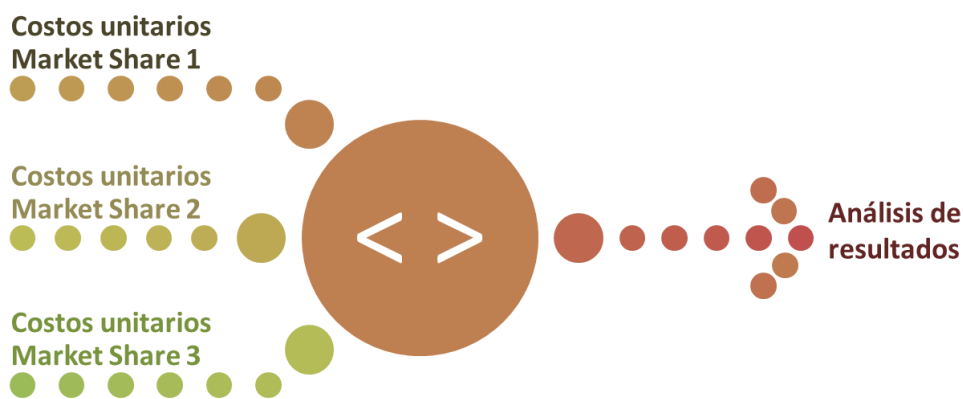
A partir de la generación de diversos escenarios, en esta etapa se obtienen resultados que permiten inferir las ventajas de determinadas combinaciones de tecnologías de acceso para la eficiencia de la red del Operador, y que por ende redundan en una posible disminución del CAM.

Algunas de estas ventajas comparativas, sin ánimo de producir un listado exhaustivo de las mismas, están fundamentalmente asociadas a efectos tales como:

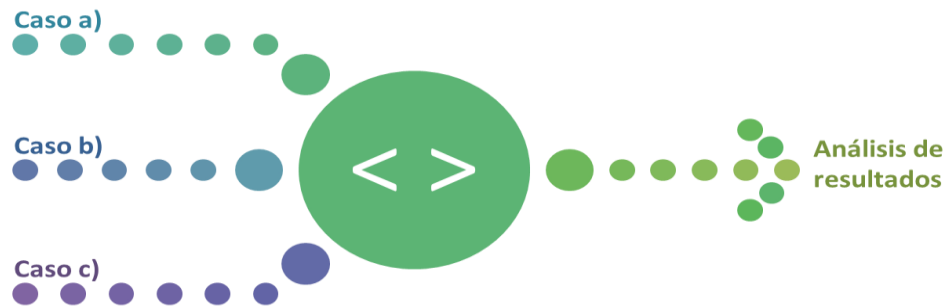
- Las economías de escala producto de la mayor demanda de servicios, que redundan por ejemplo en un mayor número de elementos de red, con los consecuentes descuentos por volumen.
- La reducción de costos a partir del efecto introducido por los elementos comunes en la red que son compartidos al combinar más de una tecnología de acceso para proveer más de un servicio, comparado con la provisión de servicios en redes separadas, en donde dichos elementos resultarán por tanto replicados.
- Una mayor eficiencia en el uso de los recursos en común al combinar varias tecnologías de acceso, o proveer varios servicios sobre una misma red.

El análisis comparativo es realizado en base a la modelación de escenarios que consideren:

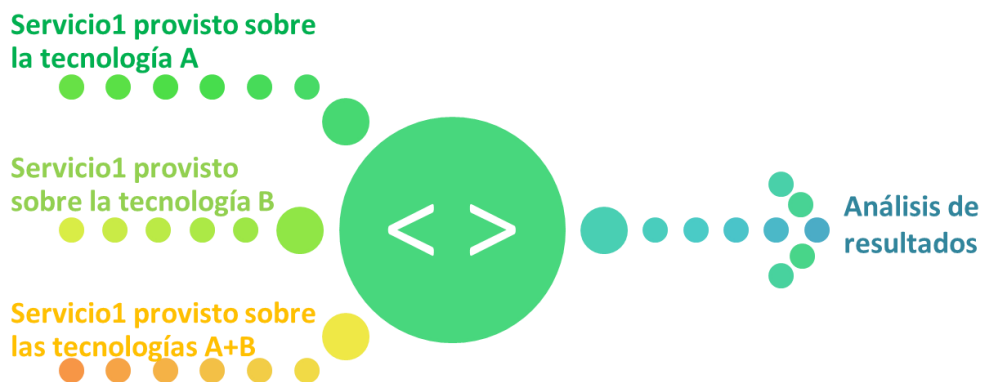
- La variación del Market Share de la Empresa Eficiente, con el objetivo de reflejar las economías de escala que puedan presentarse por volumen de elementos necesarios en la red del Operador. Este análisis se muestra en el diagrama siguiente:



- La generación de economías de ámbito que consideren la provisión de varios servicios sobre una misma red, como los casos listados en los puntos a), b) y c) de la presente Etapa de la metodología. Este análisis en diagramado a continuación:



- La provisión de un mismo servicio o combinación de servicios sobre distintas tecnologías de acceso, o combinaciones de tecnologías, según se refleja en el diagrama a continuación:

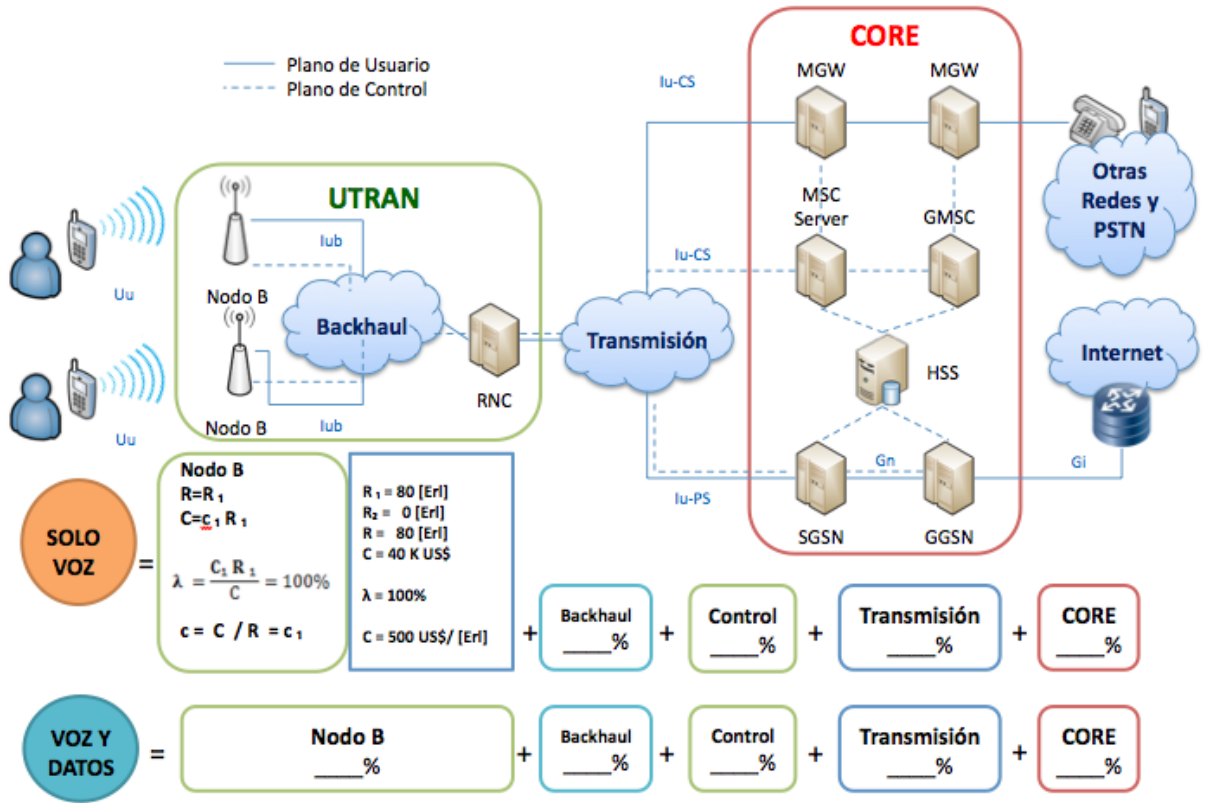


Para ilustrar la economía de ámbito que introduce la compartición de infraestructura por el Servicio de Telefonía Móvil y el de Acceso a Internet de Banda Ancha Móvil, se desarrolla primeramente un ejemplo simple para introducir el efecto de las economías de escala de un segundo servicio que complementa al de Telefonía Móvil (en este caso el acceso a banda ancha e Internet móvil). El diagrama de la figura muestra un NodeB de una red 3G dedicado completamente al servicio de voz. Se indica un ejemplo de recurso equivalente en el Nodo B, $R=R1$, expresado en Erlangs para ilustrar el caso base.

En este ejemplo los valores son inventados y no corresponden a la realidad técnica, pero que han sido exagerados para aclarar los conceptos.

Los resultados de estas comparaciones son presentados en forma de gráficos y tablas en los anexos del presente Estudio de Prefactibilidad Comparativa.

CASO Base: Economías de Ámbito (TM) a partir de Economías de Escala (S #2)



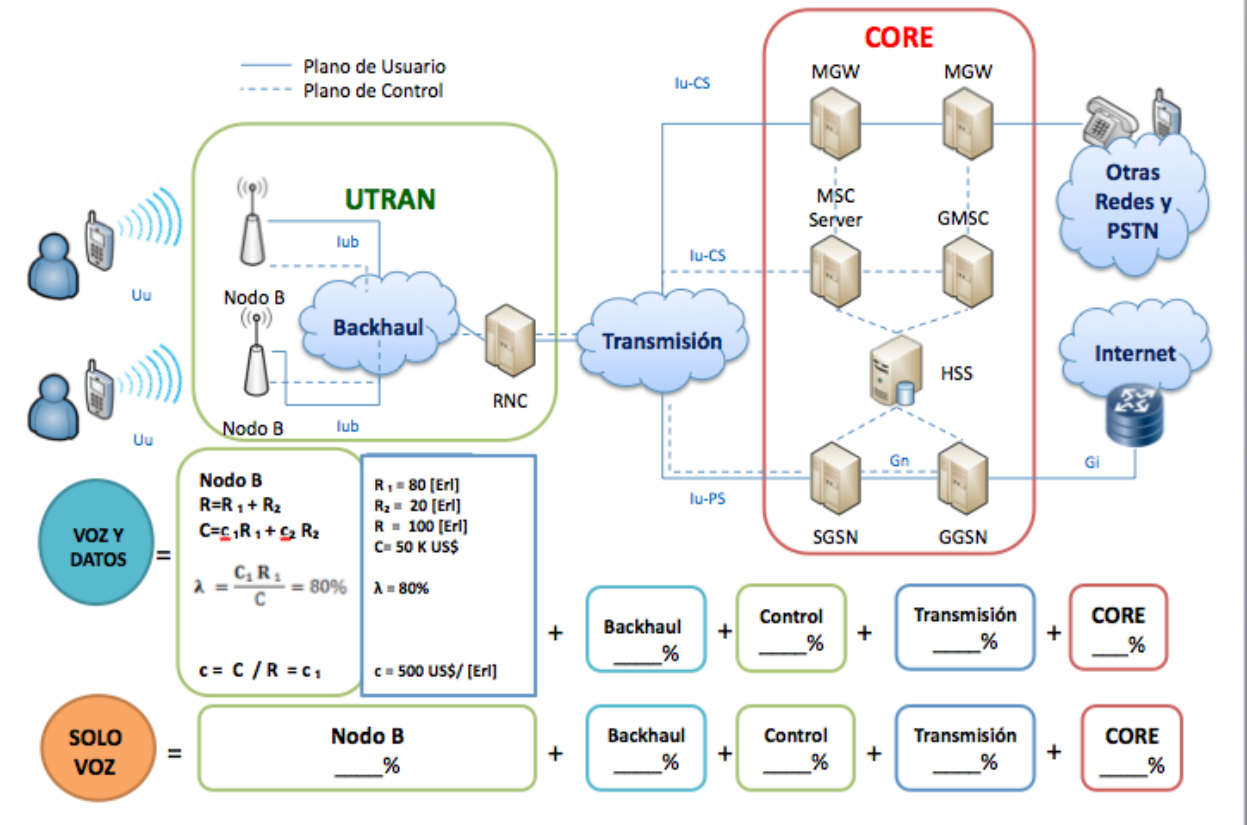
Este caso base se corresponde con la columna del mismo nombre en la planilla “Ejemplo de Economía de Ámbito.xls”, cuya captura se muestra a continuación.

	B	C	D	E	F	G
1			Tabla de Ejemplo para ilustrar las economías de ámbito.			
2	Ejemplo con NodeB		Caso Base de Servicio de Telefonía solamente (S1)	Sin economía de escala en Servicio 2	Sin economía de escala Inicial en Servicio 2	Crecimiento con economía de escala en Servicio 2
3	Servicio #1 = Telefonía Móvil		Recurso R asociado al Impulsor de costos	Los Recursos Equivalentes son Indistinguibles para Telefonía Móvil y Servicio 2		
4	Servicio #1 = Acceso a Banda Ancha e Internet Móvil			economía de ámbito	Aparecen las economías de Ámbito e impactan el CAM a la baja	
5			Caso referido en el Informe de Prefactibilidad			
6			Caso I	Caso II a)	Caso II b)	III c)
7	Costo Unitario del Rec #1. Eq.	c1 [US\$/Erl]	500	500	500	500
8	Economía de Escala Rec #2	% de c1	1	1	1	0.8
9						
10	Recursos de Telefonía Móvil	R1 [Erl]	80	80	80	80
11	Recursos Eq. Servicio 2	R2[Erl]	0	20	20	920
12						
13	Recursos Eq. Totales del Pool	R [Erl]	80	100	100	1000
14						
15	Costo Total de los Recursos	C [US\$]	40,000	50,000	50,000	408,000
16						
17						
18	Prorrata de costos recurso 1	lambda_costo_1	100%	80%	80%	10%
19	Prorrata de costos recurso 2	lambda_costo_2	0	20%	20%	90%
20	Costo unitario del Recurso eq.	c [US\$/Erl]	500	500	500	408
21						
22						
23	Prorrata de util. Recurso 1	alfa_uso_1	100%	80%	80%	8%
24	Prorrata de util. Recurso 2	alfa_uso_2	0%	20%	20%	92%
25						
26						
27	% de Telefonía (S1) asociado a	beta_CAM	5%	5%	5%	5%
28						
29	Aporte a CAM	AT_CAM	2,000	2,000	2,000	1,632
30						

Quando el NodeB soporta solamente voz, el costo unitario del servicio de Telefonía Móvil c_1 se corresponde con el costo unitario del recurso equivalente c y la expresión para el costo total es simplemente $C = c_1 * R_1$. Obviamente el porcentaje de utilización de los recursos disponibles R asociado al servicio de Telefonía Móvil es $\text{alfa_uso_1} = 100\%$. O sea, los 80 Erlang (solo un ejemplo) disponibles en el pool de recursos del NodeB están utilizados por el servicio de Telefonía Móvil (Servicio #1). Considerando un 5% del tráfico de Telefonía Móvil asignable al Cargo de Acceso Móvil (CAM), el aporte a CAM es de 2 KUS\$.

En la figura siguiente se ilustra el caso IIa) de la columna D de la planilla antes mencionado, ee el Nodo se han aumentado los recursos del NodeB, originalmente en 80 Erlangs a 100 Erlangs, manteniendo 80 para la Telefonía y asignando los nuevos 20 Erlangs para el Acceso a Datos e Internet en Banda Ancha (Servicio #2).

CASO II: Economías de Ámbito (TM) a partir de Economías de Escala (S #2)



Para este caso se ha supuesto linealidad y no hay ningún efecto de economía de escala en el precio de los nuevos 20 Erlangs (celda D8 está en 1, indicando que el costo para cada recurso equivalente asociado al servicio 2 es el mismo que el costo asociado a la Telefonía móvil). Si bien el valor total del NodeB ha subido desde 40 a 50 KUS\$, el aporte a CAM sigue siendo el mismo, 2 KUS\$, lo cual es consistente con la linealidad del caso.

La aparición de la economía de ámbito se muestra en las columnas F y G que corresponden a los casos IIb) y IIc). Al considerar que los recursos equivalentes del NodeB asociados a Telefonía Móvil se mantienen en 80 Erlangs y los Datos crecen de 20 a 920 Erlang, con una baja en el precio unitario de los recursos equivalentes en un 20%, el aporte a CAM se reduce a 1.632 K\$.

4 RESULTADOS

4.1 Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías.

El Análisis Comparativo mediante diferencias de TCO para las diferentes combinaciones tecnológicas para la prestación de todos los servicios brindados por la empresa eficiente se esquematiza en la siguiente figura y se enfoca en las **Tecnologías de Acceso** tanto Alámbricas como Inalámbricas ya que las tecnologías de Backhaul, de Control, de Transmisión y de Core no representan mayor diferencia en la arquitectura del Operador Multiservicio tal como se indicó en el capítulo de Antecedentes en el apartado 2.1.

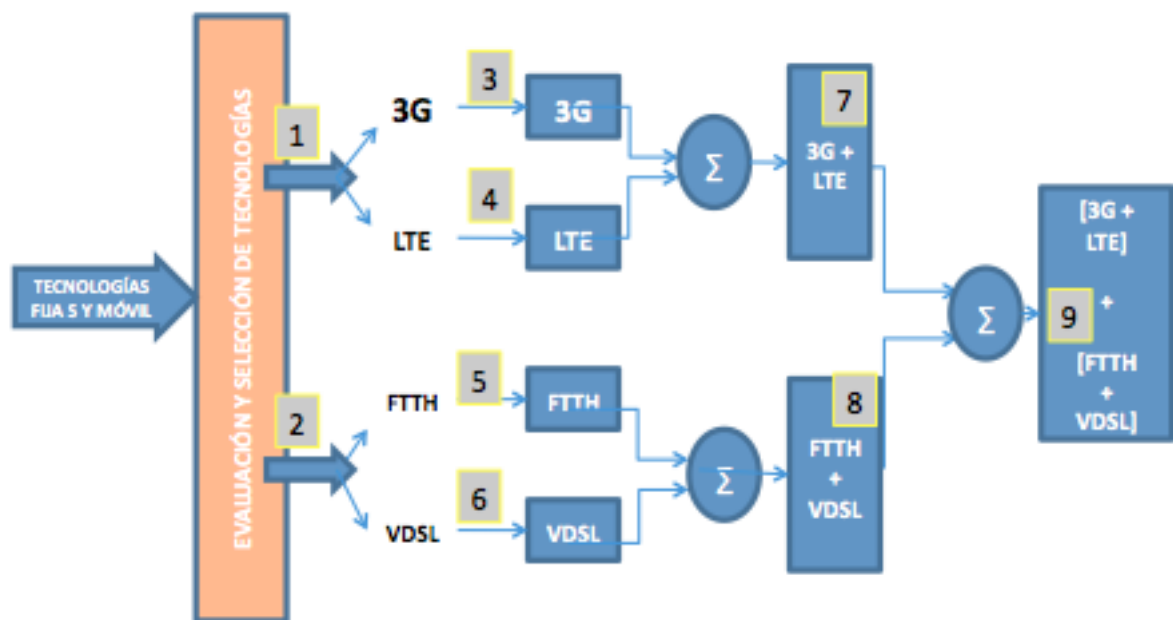


Figura: Etapas en la Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías.

En 2.2 de los Antecedentes se indica la relevancia que tienen el CapEx y el OpEx de Sitios para los NodeB de la red de Acceso respecto del TCO.

Este primer análisis arroja a las Tecnologías de Acceso como elemento diferenciador entre las tecnologías y el tipo de análisis comparativo ha de ser Diferencial (Delta = Resta, que anula los elementos comunes, focalizándose en las diferencias entre las tecnologías de acceso).

Resultados del Paso 1: Screening de Tecnologías de Acceso disponibles y Selección de las Tecnologías de Acceso Relevantes para el estudio.

Las tecnologías consideradas en este EPC son: 3G, LTE, FTTH y VDSL. Como caso particular se consideran TDM/Cobre y WFT/3G.

Resultados del Paso 2: Agrupación de Tecnologías mediante el Análisis de a) Movilidad y b) Throughput para el CSEE (Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente) agrupados en Fijos y Móviles según el tipo de Tecnología de Acceso (Alámbrica e Inalámbrica).

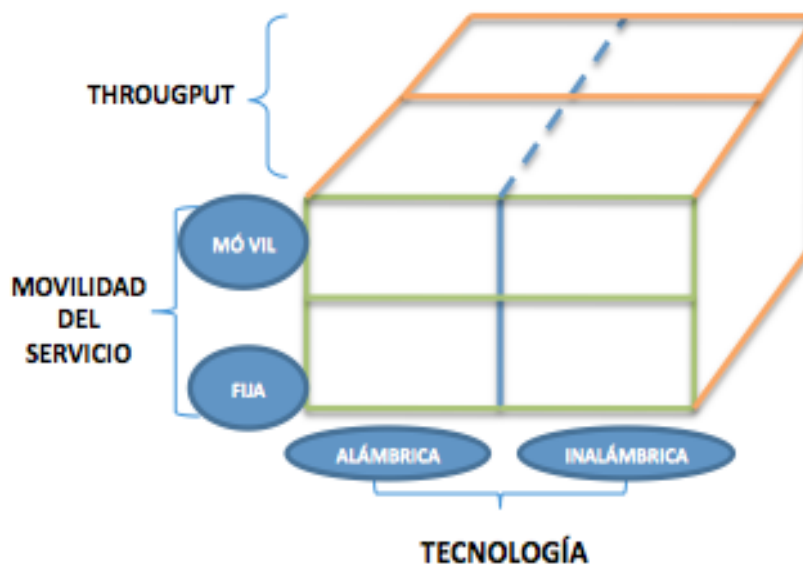


Figura: Agrupación de Tecnologías mediante el Análisis de Movilidad y Throughput.

- Análisis de Movilidad:** La Matriz de Tipo de Servicios ([Fijo, Móvil]x[Alambr, Inalambr]) asocia el atributo de Movilidad a servicios como acceso a internet de banda ancha móvil. Solamente las tecnologías inalámbricas como 3G y LTE pueden ofrecer el atributo de movilidad, mientras que por su características Alámbricas las tecnologías FTTH y VDSL no pueden soportar el servicio de BAM. Esta clasificación permite reforzar la distinción fundamental entre Tecnologías Alámbricas/Inalámbricas y Servicios Fijos/Móviles y es de mucha utilidad para formar las combinaciones tecnológicas. De este análisis simple se concluye que la combinación óptima que se busca contiene al menos una tecnología inalámbrica (para poder ofrecer los servicios móviles incluidos en le mix de la Empresa Eficiente): puede ser 3G, LTE o bien una combinación de ambas. Ver modelos el diagrama de la página anterior, indicado un número 1 en el dibujo.
- Análisis del Throughput requerido para el servicio** ([Bajo_Throughput, Alto_Throughput]x[Alambr, Inalambr]). Por ejemplo, el servicio de Telefonía, requiere de Bajo Throughput y para el caso de Telefonía Local puede ser considerado como un servicio

Fijo, pudiendo ser soportado tanto por tecnologías fijas (lo más obvio e histórico), como por tecnologías móviles (caso de WFT sobre 3G) → La salida de este paso es un mapeo de tecnologías eficientes por tipo de servicio según su Movilidad y Throughput. Por ejemplo, ninguna de las tecnologías inalámbricas puede servir la BAF cuando los anchos de banda son tan grandes como los que soportan hoy los ISPs con accesos alámbricos. Esto hace evidente que la combinación óptima debe tener al menos una tecnología alámbrica, pudiendo ser FTTH, VDSL o bien una combinación de ambas. Ver modelos el diagrama de la página anterior, indicado un número 2 en el dibujo siguiente:

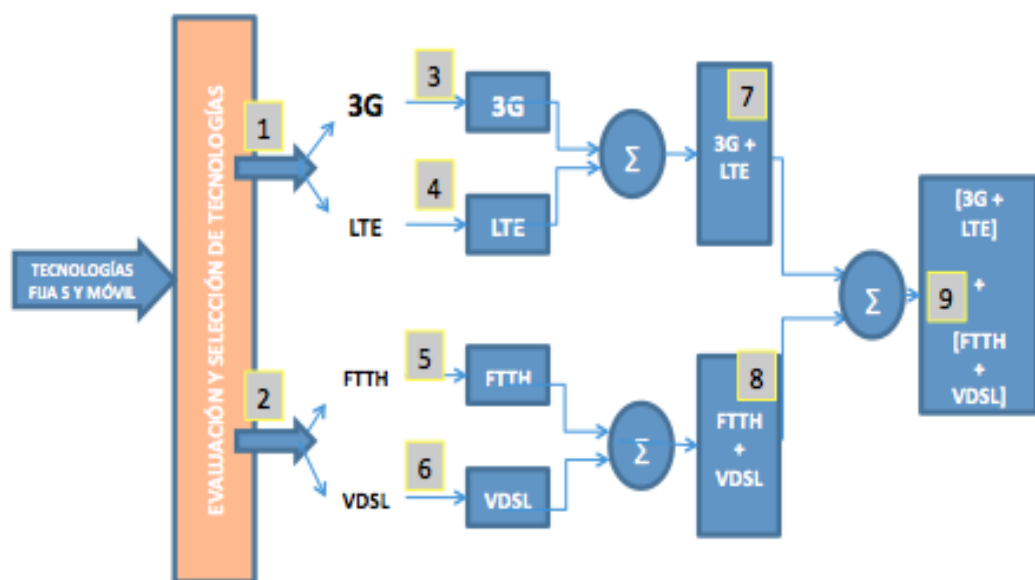


Figura: Etapas en la Determinación de la Combinación Óptima de Tecnologías. [xx]

Resultados del Paso 3: Generación de Modelos Stand-Alone por Tecnología de Acceso.

3.1. Modelo 3G y su caso particular WFT: Asociado al número 3, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento 3G.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico.

Tal como se muestra en la planilla “Resultados .xls” en la hoja de Comparación LTE+3G el valor presente neto para el TCO de 3G es de: 783.026 millones de pesos.

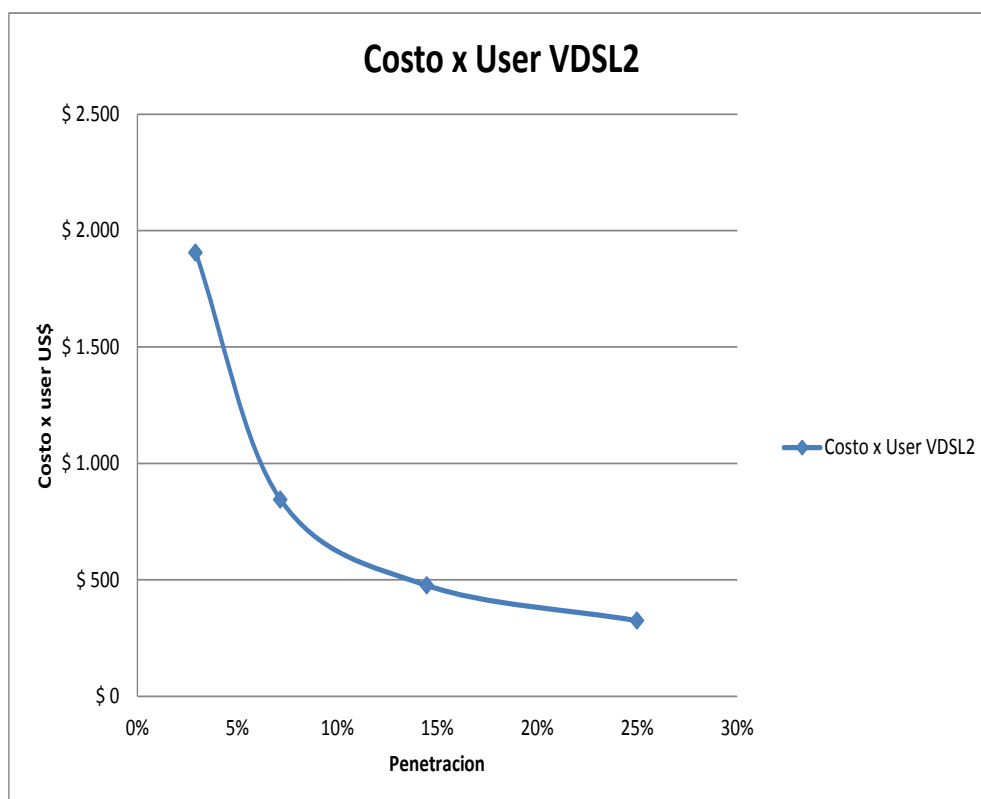
3.2. Modelo LTE: Asociado al número 4, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento LTE.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico.

En el caso de LTE se consideró solamente la demanda de datos, sin demanda por Telefonía. No se realiza directamente la comparación con 3G que soporta ambos servicios. Sin embargo, LTE participa en la comparación entre 3G y el combinado de 3G + LTE.

3.3. Modelo FTTH: Asociado al número 5, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento FTTH.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico.

El resultado del valor por HP junto con VDSL se muestra en el punto 4.3.

3.4. Modelo VDSL y su caso particular TDM/Cu (para soportar solamente Telefonía Local): Asociado al número 6 del diagrama de la página anterior, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento VDSL.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico. Un resumen ejecutivo se lee en la siguiente tabla:



Resultados del Paso 4: Generación de Modelos Combinados para el Operador Multiservicio. Para el diagrama de la página anterior, queda:

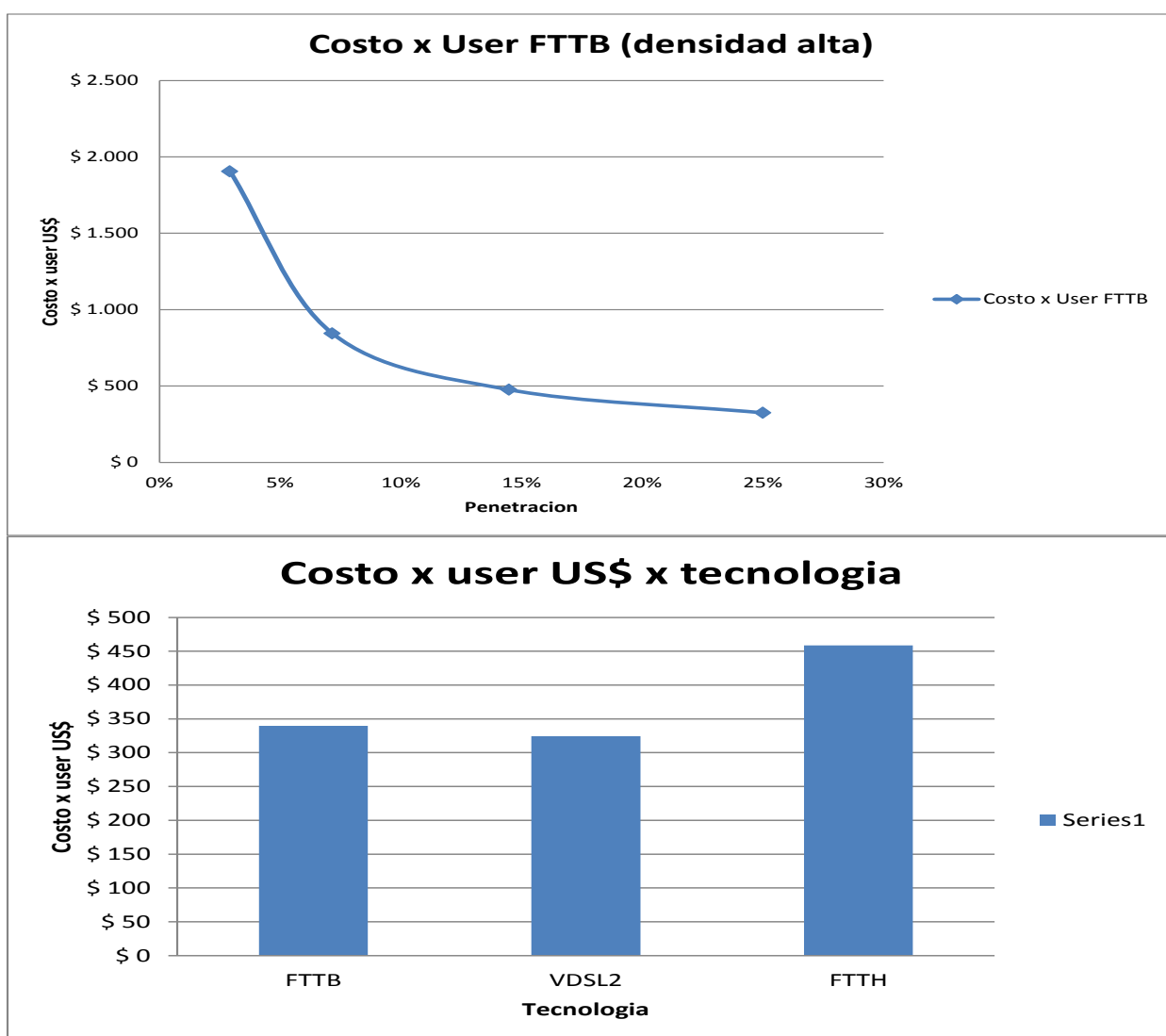
4.1. Combinado Móvil = 3G+LTE: Asociado al número 7 de la figura en 4.1, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento 3G+LTE.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico.

Tal como se muestra en la planilla “Resultados .xls” en la hoja de Comparación LTE+3G el valor presente neto para el TCO de 3G + LTE es de: 876.208 millones de pesos.

Cabe destacar que al realizar los análisis de ámbito a este modelo y la comparación con 3G (a secas, sin LTE) queda en evidencia la conveniencia de asociar LTE para Datos y 3G para Datos+Telefonía.

Sin embargo, el Delta TCO entre 3G y 3G+LTE arroja un valor de: 93,000 millones de pesos, indicando que 3G es más conveniente que la combinación 3G+LTE para la empresa eficiente en el período en estudio (tasa de descuento de 10%).

4.2. Combinado Fijo = VDSL+FTTH: Asociado al número 8, se implementa en la planilla “Modelo de Dimensionamiento VDSL+FTTH.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico. Un resumen ejecutivo se lee en la siguiente tabla:



4.3. Combinado Multiservicios = {3G+LTE}+{VDSL+FTTH} : Asociado al número 9, no requiere de implementación en modelo, puesto que aparecen las economías implementadas en la planilla “Modelo de Dimensionamiento 3G+LTE+VDSL+FTTH.xlsx” que se adjunta a modo de Anexo Electrónico.

Las tecnologías fijas fueron comparadas mediante los HP del punto 4.2.

Las tecnologías móviles fueron comparadas mediante el TCO, tal como se muestra en los resultados del paso 5.

Resultados del Paso 5: Análisis Diferencial del TCO, Considerando $\Delta_{TCO} = \Delta_{CapEx} + \Delta_{OpEx}$ para cada pareja de modelos (Stand-Alone y Combinados).

Para que las comparaciones tengan sentido, se han considerado iguales demandas para excitar los diferentes modelos.

Cabe destacar que el principal resultado del Delta TCO entre 3G y 3G+LTE arroja un valor de: 93.000 millones de pesos, indicando que 3G resulta más conveniente para la empresa eficiente.

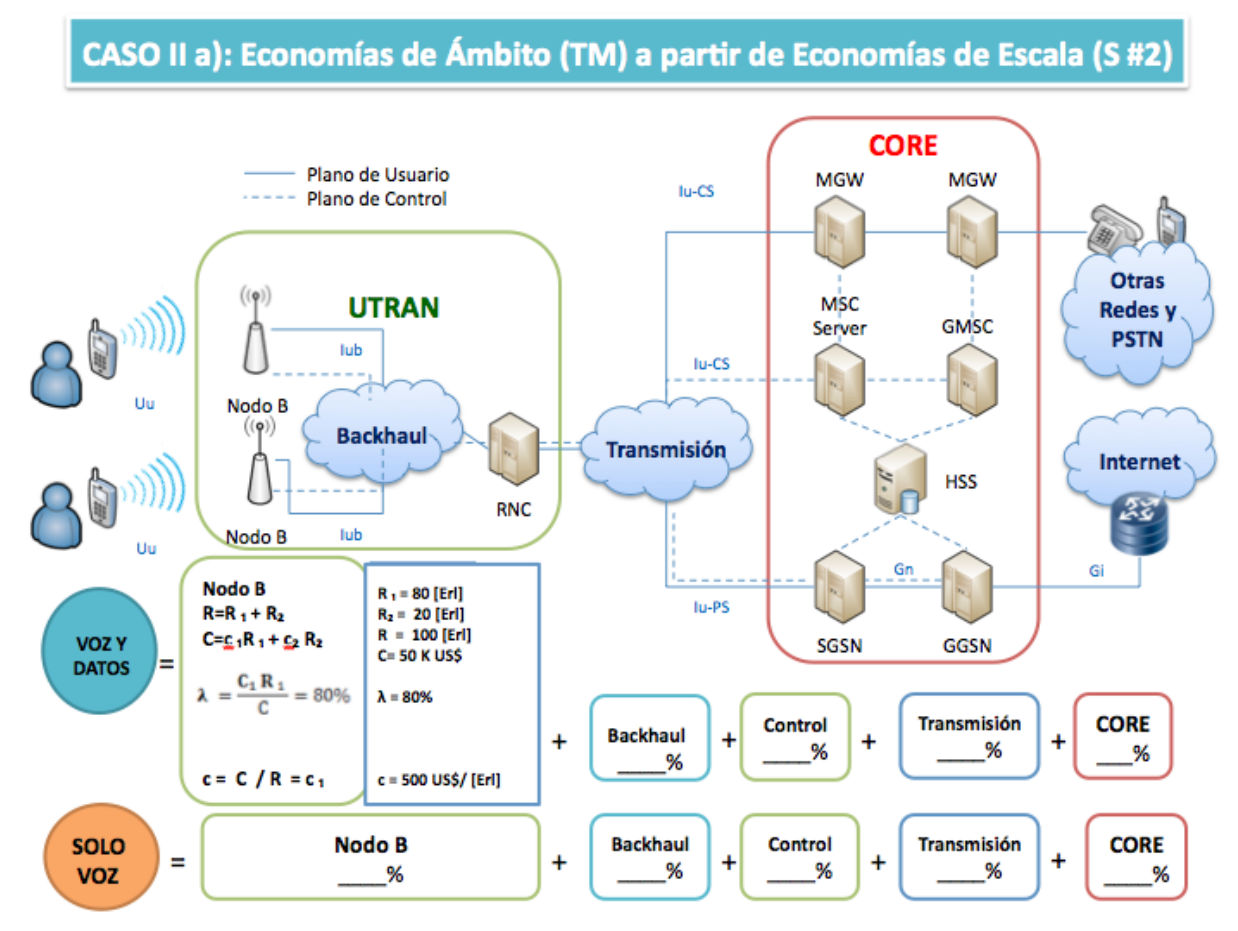
Al comparar las tecnologías fijas, VDSL muestra un valor por usuario levemente inferior a la combinación VDSL + FTTH.

4.2 Etapa II: Determinación del conjunto minimal de servicios que impactan a la baja el costo de provisión del Cargo de Acceso Móvil.

Tomando el Servicio de Telefonía Móvil como servicio prioritario en el dimensionamiento de la Red del Operador Multiservicio, se analiza uno a uno, si la introducción de un nuevo servicio de la lista produce una disminución en el costo asociado al CAM. O sea, los servicios se analizaron en parejas:

a) Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a banda ancha e Internet móvil.

Al aplicar la metodología explicada en 3.2, considerando los recursos comunes para la provisión del servicio de Telefonía Móvil y del Servicio de acceso a banda ancha e Internet móvil, como por ejemplo un NodeB compartido por ambos servicios desarrollado en el capítulo de Metodología:



El ejemplo muestra la reducción del aporte a @CAM cuando se presentan estas economías de ámbito, desde 2000 US\$ a 1,632 US\$ con valores inventados y que no corresponden a la realidad técnica, pero que han sido exagerados para aclarar los conceptos:

	B	C	D	E	F	G
1	Tabla de Ejemplo para ilustrar las economías de ámbito.					
2	Ejemplo con NodeB		Caso Base de Servicio de Telefonía solamente (S1)	Sin economía de escala en Servicio 2	Sin economía de escala Inicial en Servicio 2	Crecimiento con economía de escala en Servicio 2
3	Servicio #1 = Telefonía Móvil		Recurso R asociado al Impulsor de costos	Los Recursos Equivalentes son Indistinguibles para Telefonía Móvil y Servicio 2		
4	Servicio #1 = Acceso a Banda Ancha e Internet Móvil			economía de ámbito	Aparecen las economías de Ámbito e impactan el CAM a la baja	
5	Caso referido en el Informe de Prefactibilidad					
6			Caso I	Caso II a)	Caso II b)	III c)
7	Costo Unitario del Rec #1. Eq.	c1 [US\$/Erl]	500	500	500	500
8	Economía de Escala Rec #2	% de c1	1	1	1	0.8
9						
10	Recursos de Telefonía Móvil	R1 [Erl]	80	80	80	80
11	Recursos Eq. Servicio 2	R2[Erl]	0	20	20	920
12						
13	Recursos Eq. Totales del Pool	R [Erl]	80	100	100	1000
14						
15	Costo Total de los Recursos	C [US\$]	40,000	50,000	50,000	408,000
16						
17						
18	Prorrata de costos recurso 1	lambda_costo_1	100%	80%	80%	10%
19	Prorrata de costos recurso 2	lambda_costo_2	0	20%	20%	90%
20	Costo unitario del Recurso eq.	c [US\$/Erl]	500	500	500	408
21						
22						
23	Prorrata de util. Recurso 1	alfa_uso_1	100%	80%	80%	8%
24	Prorrata de util. Recurso 2	alfa_uso_2	0%	20%	20%	92%
25						
26						
27	% de Telefonía (S1) asociado a	beta_CAM	5%	5%	5%	5%
28						
29	Aporte a CAM	AT_CAM	2,000	2,000	2,000	1,632
30						

Si bien existen otros elementos de red que obedecen a este mismo comportamiento compartido entre Telefonía Móvil y Acceso a Datos e Internet Móvil, como por ejemplo el Backhaul común que lleva tráfico de los dos servicios, el solo hecho que los Nodos de Acceso Inalámbrico pueda compartirse entre Telefonía y Datos Móviles ya es un argumento suficiente para la disminución del CAM si es que se soporta simultáneamente el Acceso a Datos e Internet Banda Ancha Móvil y la Telefonía Móvil.

Un elemento importante a tener en consideración es que el Acceso, con los Nodos Inalámbricos, el Backhaul y los Controladores representan sobre el 50% del CapEx y del OpEx de los Operadores inalámbricos.

b) Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de acceso a internet de banda ancha fija.

La posibilidad de utilizar un Backhaul común (parcialmente) y un transporte común entre los usuarios fijos de acceso a Internet Banda Ancha fija y los Usuarios de Telefonía Móvil.

Igualmente, la potencial compartición del transporte colocan a este caso b) en una posición similar a la analizada anteriormente.

Por este motivo, el Servicio de Acceso a Internet Banda Ancha Fija no puede excluirse del listado minimal de servicios que deben analizarse en la Empresa Eficiente en el Estudio Definitivo.

c) Servicio de Telefonía Móvil y Servicio de telefonía local.

La posibilidad de utilizar una solución inalámbrica para soportar la Telefonía Fija, utilizando por ejemplo WFT con 3G, se traduciría en la compartición de recursos como NodeB y Backhaul, y, al igual que en el caso a) de Acceso a Internet Banda Ancha Móvil.

Por este motivo, el Servicio de Telefonía Local no puede excluirse del listado minimal de servicios que deben analizarse en la Empresa Eficiente en el Estudio Definitivo

El objetivo de este análisis de desigualdades es el establecimiento de cotas y no la optimización (ni tampoco el cálculo de los aporte a tarifas que es el asunto del Estudio Tarifario, escapando al alcance de este EPC según se aclara en 1.1). Se persigue con esta Etapa II del análisis responder si la introducción de un Servicio2 (como el de acceso a Internet en banda ancha móvil) reduce o no el CAM, sin averiguar en cuánto lo impacta.

Un criterio muy importante es la priorización del Servicio de Telefonía móvil por sobre el Servicio2 bajo análisis tanto en a) como en b) y en c) arriba. La asignación de uso se hace entonces para la Hora Cargada de Telefonía bajo el supuesto de Asignación dinámica de recursos en los NodosB en el caso de 3G.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. **REDUCING THE COST PER BIT OF LTE WITH SELF ORGANIZING NETWORKS (SON)**, Silva, Ricardo. Congreso LTE LATAM 2010, Rio de Janeiro, Brasil. Abril 2010.
2. **CALIDAD DE EXPERIENCIA EN EL SERVICIO BANDA ANCHA MÓVIL**, Tesis para optar al Grado de Magister en Ingeniería de Redes de Comunicaciones, Jorge Sandoval Arenas, Prof. Guía: Alfonso Ehijo Benbow, Departamento de Ingeniería Eléctrica, FCFM, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2011.
3. **COMPARATIVA DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES DE ACCESO A REDES MÓVILES Y FIJAS.** López Pavez, Priscila Karen. Profesor Guía: Alfonso Ehijo Benbow, Departamento de Ingeniería Eléctrica, FCFM, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2007.
4. **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO TEÓRICO Y DE UN LABORATORIO SOBRE CALIDAD EN REDES 3G Y LTE 4G.** Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Electricista. Álvaro Cea Campos. Profesor Guía: Alfonso Ehijo Benbow. Departamento de Ingeniería Eléctrica, FCFM, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2013.
5. **CURSO LTE OVERVIEW.** Telefónica Chile S.A. 2012 – 2013. Profesor: José González, CIRTIC-DIE.
6. **CURSO SOBRE REDES DE NUEVA GENERACIÓN LTE.** Capacitación a SUBTEL. Licitación Pública N° 606-18-L113 del año 2013. Profesor: José González, CIRTIC-DIE.
7. **TECHNOLOGY TRANSFER AND M2M IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo: International Speaker at MobilWare (and participation at UniFI/FUSECO) - Fraunhofer Institute. Berlin. Nov 2012.
8. **THE KEY ROLE OF LTE IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo: Speaker at the LTE World Summit 2011. Amsterdam. Mayo 2011
9. **EPC+IMS IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo: International Speaker in FUSECO 2011- Fraunhofer Institute. Berlin. 2011
10. **BASES TÉCNICO ECONÓMICAS DEFINITIVAS PARA EL PROCESO TARIFARIO DE LA CONCESIONARIA TELEFÓNICA MÓVILES CHILE S.A. CORRESPONDIENTE AL PERIODO 2014-2019. / RESOLUCIÓN EXENTA N° 1.238/ SANTIAGO, 12 de Abril de 2013.**
11. **THE KEY ROLE OF LTE IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo Benbow. Speaker at the LTE World Summit 2011, Amsterdam. Mayo 2011

12. **TECHNOLOGY TRANSFER AND M2M IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo Benbow International Speaker at MobilWare (and participation at UniFI/FUSECO) - Fraunhofer Institute. Berlin. Noviembre 2012
13. **EPC+IMS IN A CONVERGENT OPERATOR.** Alfonso Ehijo Benbow. International Speaker in FUSECO 2011- Fraunhofer Institute. Berlin. 2011
14. **CHILE: OPERATORS SPEED UP 4G AND NGN DEPLOYMENTS TO COPE WITH GROWING DEMAND FOR CONTENT AND APLICATIONS.** Latin America Country Intelligence Reports. Pyramid Research. EulaliaMarínSorribes. Junio 2013
15. **MOBILE WIRELESS PERFORMANCE IN THE EU & THE US.** Erik Bohlin, Kevin W. Caves and Jeffrey A. Eisenach. NavigantEconomics. May 2013
16. **ANEXO III.8 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE TECNOLOGÍA EFICIENTE.**
Estudio Tarifario de la Compañía de Telecomunicaciones de Chile S.A. para los Servicios Afectos a Fijación Tarifaria 2009-2014.
17. **DON'T WORRY – MOBILE BROADBAND IS PROFITABLE.** Artículo *strategy mobile broadband*, GregerBlennerud, Director of Business Development at Ericsson Business Unit Networks. 2009.
18. **THE RECIPE FOR MOBILE BROADBAND PROFITABILITY.** Artículo *strategy mobile broadband*, GregerBlennerud, Director of Business Development at Ericsson Business Unit Networks. EBR #2 2009.
19. **MOBILE BROADBAND – BUSTING THE MYTH OF THE SCISSOR EFFECT.** Artículo *strategy mobile broadband*, GregerBlennerud, Director of Business Development at Ericsson Business Unit Networks. EBR # 2 2010.
20. **GLOBAL WIRELESS MATRIX 1Q13: THE STRONG GET STRONGER.** Glen Campbell, Research Analyst, Merrill Lynch (Canada), glen.campbell@baml.com 15.04.2013.
21. **APPLICATION OF SPECTRUM LIBERALISATION AND TRADING TO THE MOBILE SECTOR. A FURTHER CONSULTATION.** OFCOM. Publication date: 13 February 2009. Closing Date for Responses: 1 May 2009
22. **MEASURING MOBILE BROADBAND IN THE UK: PERFORMANCE DELIVERED TO PCS VIA DONGLES/DATACARDS.** OFCOM. September to December 2010. Research Report May 2011
23. **WIRELESS NETWORK SHARING: THE NEW NORMAL 21 SEPTEMBER 2012.** European thematic note. New Street Research

24. **A “NEW DEAL”: DRIVING INVESTMENT IN EUROPE’S TELECOMS INFRASTRUCTURE. N° 21 RECALL.** A publication of the Telecommunications. Media, and Technology Practice. Telecom, Media & High Tech Extranet. November 2012
25. **BUILDING BLOCKS FOR SMART NETWORKS.** OECD (2013), “Building Blocks for Smart Networks”, *OECD Digital Economy Papers*, No. 215, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k4dkhvnzv35-en> DIRECTORATE FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY COMMITTEE FOR INFORMATION, COMPUTER AND COMMUNICATIONS POLICY. Working Party on Communication Infrastructures and Services Policy 17-Jan-2013
26. **CREATING A BRIGHTER FUTURE.** White Paper: Broadband Access Technologies
A White Paper by the Deployment & Operations Committee. 2012
27. **NETWORK SHARING BUSINESS PLANNING.** Our approach to conducting a feasibility study for network sharing and developing a strategy for implementation. Stefan Zehle, MBA. y Graham Friend, MA. CEO, Coleago Consulting Ltd. Julio 2010
28. **THE MOBILE ECONOMY 2013.** A.T. Kearney. www.mobileworldlive.com
29. **CISCO VISUAL NETWORKING INDEX: GLOBAL MOBILE DATA.** Traffic Forecast Update, 2012–2017 Cisco VNI Forecast, Febrero 2013
30. **INFRASTRUCTURE SHARING IN MOBILE SERVICE MARKET: INVESTIGATING THE FINAL DECISIONS OF THE NETWORK OPERATORS.** Delft University of Technology , Faculty of Technology Policy and Management. Master Thesis Project, IoannaChatzicharistou. 2010
31. **MOBILE WIRELESS PERFORMANCE IN THE EU & THE US.** By Erik Bohlin, Kevin W. Caves and Jeffrey A. Eisenach. MAY 2013
32. **NETWORK SHARING: A PATH TO AN ULTRA-EFFICIENT NETWORK FACTORY? (*Revisited thoughts on the benefits of network sharing*)** Dr. Kim Kyllesbech Larsen, Technology, Deutsche Telekom AG.
33. **USO COMPARTIDO DE INFRAESTRUCTURA MÓVIL.** Marco conceptual y ejemplos. Telefónica.
34. **COPPER PRICING AND THE FIBRE TRANSITION – ESCAPING A CUL-DE-SAC.** Brian Williamson, David Black, Thomas Punton y John Horrocks. A report for ETNO, Plum Consulting, December 2011
35. **SMARTPHONE MARKETS: WORLDWIDE TRENDS, FORECAST AND STRATEGIES 2012 – 2017.** Ronald Renesse, Analysys Mason Limited 2012, December 2012.

36. **SMARTPHONE MARKET: WORLDWIDE TRENDS, FORECAST AND STRATEGIES 2012 – 2017** Research Programme: Mobile Broadband and Devices. November 2012.

37. **WIRELESS CAPEX: DIFFERENT STROKES.** New Street Research.
www.newstreetresearch.com. 12 June 2013

6 ABREVIATURAS

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ADSL	Asimetric Digital Subscriber Line
AN	Access Network
ARQ	Automatic Repeat Request
BSC	Base Station Controller
BTE	Bases Técnicas Económicas
CAM	Cargo Acceso Móvil
CN	Core Network
CSEE	Conjunto de Servicios de la Empresa Eficiente
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DMT	Discrete Multitone Modulation
DNS	Domain Name Server
EPC	Estudio de Prefactibilidad Comparativa
EPC	Evolved Packet Core
EPS	Evolved Packet System
ERAB	E-UTRAN Radio Access Bearer
E-UTRAN	Evolved UTRAN
FDM	Frecuency Division Multiplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTTB	Fiber to the Building
FTTC	Fiber to the Cabinet
FTTH	Fiber to the Home
FTTN	Fiber to the Node
FTTx	Fiber to the x
FWT	Fixed Wireless Technology
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network
GPRS	General Packet Radio System
GSM	Global System for Mobile Communications
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request
HSS	Home Subscriber Server
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
LTE	Long Term Evolution
ME	Mobile Equipment
MME	Mobility Management Entity
NGN	Next Generation Network
NSN	Nokia Siemens Network
OFDMA	Orthogonal Frecuency Division Multiple Access
PLC	Power Line Comunication

PON	Passive Optical Network
RAB	Radio Access Bearer
RNC	Radio Network Controller
SAE	System Architecture Evolution
S-GW	Serving Gateway
SIM	Subscriber Identity Module
SIP	Session Initiation Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
TOC	Total Cost of Ownership
UE	User Equipment
UICC	Universal Integrated Circuit Card
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USIM	Universal SIM
UTRANUMTS	Terrestrial Radio Access Network
VDSL	Very High bit-rate Digital Subscriber Line
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WDM	Wavelength Division Multiplexing