

## **ANEXO 3.6**

### **Memoria de Cálculo**

#### **3.6.1. Descripción Estructura Empresa Eficiente**

a) Proyecto Tecnológico y Administrativo (a)(**PUBLICO**)

## **a) Proyecto Tecnológico y Administrativo (a)**

### **1. Introducción**

Para el diseño de la red de la empresa eficiente se considera la necesidad de contar con los distintos elementos de red, para proveer comunicaciones con calidad óptima; soportar el volumen de tráfico, tanto de los servicios regulados como de los no regulados, en consideración a la indivisibilidad de los mismos; contar con los emplazamientos necesarios para instalar los distintos elementos de red, que aseguren la calidad y la no interrupción de las comunicaciones aunque el cliente esté en movimiento.

Asimismo, para la elección de la tecnología eficiente se consideró la necesidad de contar con proveedores de elementos de red de reconocido prestigio y presencia nacional, que aseguren la actualización y renovación de los distintos elementos de red a valores de mercado competitivos.

La tecnología utilizada está probada en el país y disponible comercialmente por proveedores de reconocida solvencia, tanto técnica como económica, en consideración a la necesidad de contar con el soporte técnico permanente que asegure la calidad y eficiencia del servicio, el cual debe ser homogéneo para todo el país.

Además, se consideró la necesidad de: competir en igualdad de condiciones con los demás operadores eficientes del mercado; la no discriminación entre el servicio entregado a clientes propios y el de terceros; la intensidad de campo de radiación el cual debe permitir a lo menos comunicaciones durante el 90% del tiempo, en el 90% de los emplazamientos; las normativas sobre emisión de radiación de las antenas, la necesidad de disponer de un sistema de desborde y respaldo de las comunicaciones, entre otros.

Adicionalmente para el diseño de la empresa eficiente se consideró la obligatoriedad de dar cobertura en todo el territorio nacional según los decretos de concesión de las últimas licitaciones de frecuencias, según lo establecido decretos supremos 657 y 658 del 23 – 09 – 2002 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

## 2. Descripción del proyecto

El proyecto contempla la utilización de tecnología digital, a través del estándar globalmente aceptado GSM (Global System for Mobile Communications) como tecnología eficiente. Como proveedores de elementos de red se escogieron a Ericsson Chile y Nokia, quienes a nivel mundial son los principales proveedores de ésta tecnología.

El uso de dos proveedores y la tecnología escogida, responde a la necesidad de cumplir con la premisa de la “Eficiencia Técnico – Económica” que debe cumplir la empresa eficiente.

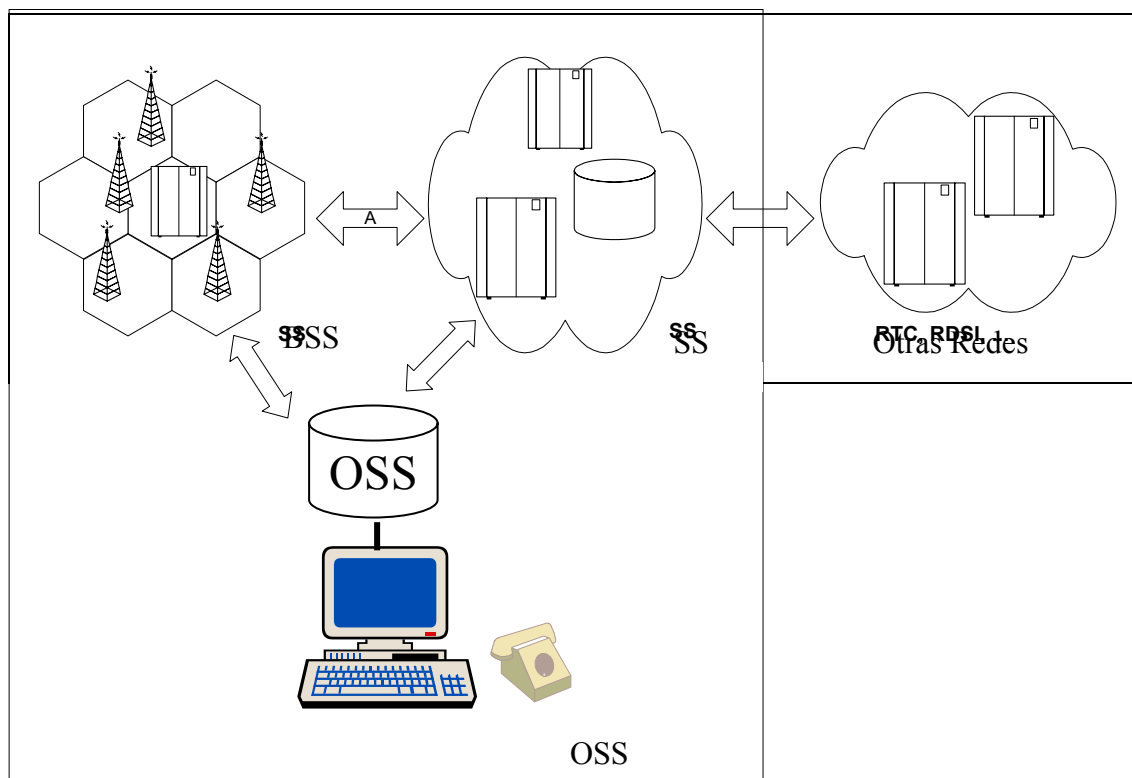
### 2.1. Estándar y Arquitectura de red GSM

Las especificaciones del estándar GSM definen los requerimientos para las funciones e interfases en detalle, pero no el direccionamiento del hardware, con lo que se busca limitar lo menos posible a los diseñadores, y hacer posible que los operadores de redes adquieran sus equipos de distintos fabricantes.

La red GSM está dividida en tres sistemas principales:

- Sistema de Conmutación (SS: Switching System)
- Sistema de Estaciones Bases (BSS: Base Station System)
- Sistema de Soporte y Operación (OSS: Operation and support System).

Estos tres sistemas principales se interconectan para formar una red básica GSM como se muestra en el siguiente diagrama:



### **Sistema de Conmutación**

El Sistema Conmutación (SS) incluye las funciones básicas de conmutación del GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de usuario y la gestión de la movilidad. La función principal del SS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicación.

Dentro del SS, la función básica de conmutación se realiza en la MSC (Mobile services Switching Center), cuya misión principal es coordinar el establecimiento de llamadas desde y hacia usuarios GSM.

La MSC tiene interfaces con la BSS de un lado (a través de la cuál está en contacto con los usuarios GSM), y con las redes exteriores por otro. La interfaz con redes externas para comunicarse con usuarios fuera del GSM puede requerir un elemento de adaptación (IWF, Interworking Functions), cuya labor puede ser más o menos importante en función del tipo de información de usuario y de la red con la que se interconecte. Generalmente se utiliza para conectar la red GSM a las redes de datos.

El SS también necesita conectarse con redes externas para hacer uso de su capacidad de transportar datos de usuario o señalización entre entidades GSM. En particular, el SS hace uso de una red soporte de señalización, al menos en parte externa al GSM, siguiendo los protocolos del Sistema de Señalización por Canal Común UIT-T N° 7 (generalmente referida como la red SS7); esta red de señalización permite interoperatividad entre entidades del SS dentro de una o varias redes GSM.

### **Sistema de Radio**

En términos generales, el Subsistema de radio, Subsistema de Estaciones de Base o BSS agrupa las máquinas específicas a los aspectos de radio y celulares del GSM. El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través del interfaz radio. Como tal, incluye los elementos a cargo de la transmisión y recepción del trayecto radio y la gestión del mismo. Por otro lado, el BSS está en contacto con las centrales de conmutación del SS. La función del BSS se puede resumir como la conexión entre estaciones móviles y el SS y, por tanto, la conexión entre un usuario móvil con otro usuario de telecomunicaciones.

El BSS incluye dos tipos de elementos: la Estación de Base (BTS, Base Transceiver Station), en contacto con las estaciones móviles a través del interfaz radio, y el Controlador de Estaciones de Base (BSC, Base Station Controller), este último en contacto con las centrales de conmutación del SS. La división funcional es básicamente entre un equipo de transmisión, la BTS, y un equipo de gestión, el BSC.

Una BTS contiene dispositivos de transmisión y recepción, incluyendo las antenas, y también el procesado de señal necesario para el interfaz de radio. La BTS pueden considerarse como módems de radio complejos, teniendo pocas funciones adicionales.

El interfaz radio del GSM utiliza una combinación de Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA) y Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), con combinación de Salto en Frecuencia (FH, Frequency Hopping).

### Sistema de Soporte y Operación

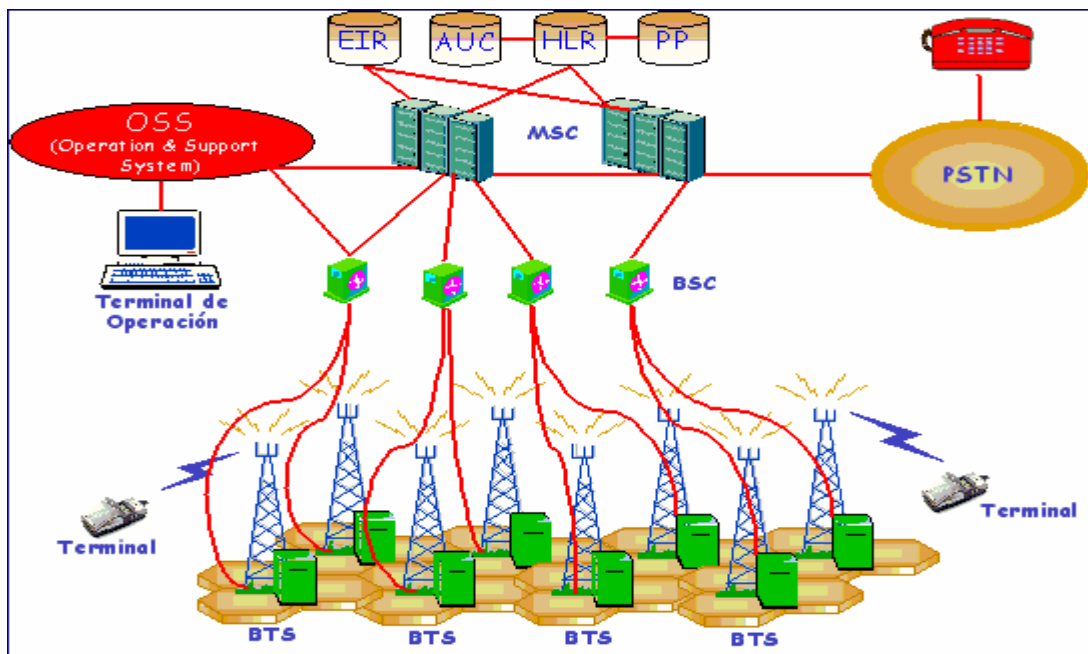
El Sistema de Soporte y Operación está representado normalmente en un Centro de Operación y Mantenimiento (OMC: Operation and maintenance Center). Este sistema está conectado a todos los equipos de los sistemas SS y hasta los BSC en el sistema BSS.

Es una unidad funcional que permite monitorear la red y controlar el Sistema completo. El propósito del OSS es ofrecer al operador contar con un soporte centralizado, regional o local, de acuerdo al diseño específico de la red.

Una importante función del OSS es proveer al operador, una visión general de la red y soportar diferentes actividades de mantenimiento de diferentes grupos de personas de operación y mantenimiento.

## 2.2. Diagrama de bloques

La figura siguiente esquematiza los elementos principales de la red GSM propuesta como tecnología eficiente.



## 2.3. Descripción de los nodos principales de la red:

**2.3.1. Estación Móvil: ( MS, Mobile Station)** está formada por el Mobile Equipment (el terminal GSM) y por el Subscriber Identity Module (SIM), una tarjeta dotada de memoria y microprocesador, que permite identificar al abonado independientemente del terminal usado.

Es el equipamiento empleado por el suscriptor para comunicarse a través de la red móvil.

Asimismo la MS tiene la capacidad de variar la potencia de emisión de la señal sobre el canal radio de forma dinámica en 18 niveles, con el fin de poder mantener en cada momento la potencia de transmisión óptima, limitando así las interferencias co-canal inducidas sobre las celdas adyacentes.

Estos dos últimos aspectos están mejorados por el Discontinuos Transmit (DT) que inhibe la transmisión cuando el usuario no habla, gracias a la función Voice Activity Detection (VAD) que verifica la presencia o no de actividad vocal. El aumento o la disminución de la potencia de la señal transmitida le llega a la MS desde la BSS que monitorea constantemente la calidad de comunicación.

Las dos técnicas señaladas en los párrafos precedentes: control dinámico de potencia y transmisión discontinua, permite optimizar el uso de la energía de las baterías reduciendo los consumos del terminal y prolongando la duración de la carga, lo que se traduce en una mayor vida útil de las mismas al disminuir las recargas.

La tarjeta SIM contiene la International Mobile Subscriber Identity (IMSI), usada para identificar al abonado en cualquier sistema GSM, los procedimientos de criptografía que garantizan la confidencialidad de la información del usuario, otros datos como por ejemplo memorias alfanuméricas del teléfono y memorias para mensajes de texto (SMS) y finalmente una contraseña para impedir el uso no autorizado de dicha tarjeta y para el acceso a posteriores funciones.

**2.3.2. BTS: Estación Base**, cuya función principal es la de proporcionar un número de canales de radio en su respectiva zona de servicio.

Este elemento está en contacto con las estaciones móviles a través del interfaz radio, la cual controla. El sistema consiste en una red de radio-células contiguas (con cobertura sobrepuesta para asegurar el handover) para cubrir una determinada área de servicio. Cada célula tiene una BTS (Base Transceiver Station). Contiene dispositivos de transmisión y recepción, incluyendo las antenas y también el procesado de señal necesario para el interfaz de radio.

Cada estación base puede dividir el área geográfica a la cual dará servicio en sectores, donde cada sector tendrá su propio hardware y software

asociado. Lo anterior permitirá controlar en forma más eficiente los parámetros de radio y con ello la calidad de las comunicaciones y el servicio.

Las antenas puede ser omnidireccionales o direccionales (en este caso se divide la BTS en sectores, con diferentes grupos de frecuencias).

El estándar GSM contempla que un transceptor proporciona 8 canales digitales (time slot) en el enlace de radio.

Un grupo de BTS es controlado por un BSC.

- 2.3.3. BSC: Controlador de Estaciones Base** es el encargado de proveer todas las funciones de control y enlaces físicos entre el MSC y las BTS. Administra todas las funciones de radio de la red.

Es un conmutador de alta capacidad que provee una serie de funciones como el handover, datos de configuración de celdas y control de los niveles de potencia (RF) de los transceptores de las estaciones bases. Un número de BSC son servidos por un MSC.

Handover: El BSC tiene como función primaria es el mantenimiento de las llamadas. Desde el momento en que el usuario es móvil, éste puede desplazarse cambiando de sector; el procedimiento por el que la llamada se mantiene en estas condiciones sin que se produzcan interrupciones importantes se conoce con el nombre de "handover".

Durante una llamada, la estación móvil está continuamente monitoreando a una serie de estaciones base así como informando a la BSC de la calidad de la señal con que está trabajando. Esto permite a la BSC tomar la decisión de cuando iniciar un handover y a qué sector.

Control de Potencia: La BSC controla a su vez la potencia de trabajo de la estación móvil para minimizar la interferencia producida a otros usuarios y aumentar la duración de la batería de los equipos terminales.

- 2.3.4. MSC: Centro de Conmutación Móvil**, responsable del establecimiento, enrutamiento y terminación de cualquier llamada, es la interfaz con otras redes, control de los servicios complementarios y del handover entre MSCs, así como la generación de información necesaria para la medición y registro de tráfico. También actúa de interfaz entre la red móvil y la red pública.

De acuerdo con la complejidad y volumen de la red, puede ser requerido el uso de un Gateway o Pasarela, función que puede ser ejecutada por un MSC.

- 2.3.5. HLR: Registro de Localización de estaciones móviles**, es la base de datos centralizada de una red, contiene y administra principalmente información de estado de cada estación móvil definida en el sistema (tipo de suscripción, servicios complementarios, etc.), así como información

sobre las posibles áreas visitadas, a efecto de enrutar llamadas destinadas al mismo (terminadas en el móvil).

La información almacenada contiene por cada estación móvil:

- Identidad.
- Servicios Suplementarios
- Información de su ubicación
- Información de Autenticación.

**2.3.6. VLR: Registro de Localización de estaciones móviles Visitantes**, es la base de datos que contiene información temporal de las estaciones móviles visitantes y que son requeridos por el MSC para darles servicio.

El VLR siempre viene integrado con el MSC, y existirá uno por cada MSC.

Contiene principalmente información de estado de todas las estaciones móviles que en un momento dado están registrados dentro de la zona de servicio de un MSC; información que ha sido requerida y obtenida a partir de los datos contenidos en el HLR.

**2.3.7. Centro de Operación y Mantenimiento (OMC, Operation and Maintenance Center)**. Es un centro de monitoreo computarizado que se conecta a otras componentes de la red como los MSC y los BSC por enlaces de datos. Tiene las siguientes funciones:

- Acceso remoto a todos los elementos que componen el network GSM (BSS, MSC, VLR, HLR, EIR y AUC).
- Gestión de las alarmas y del estado del sistema con posibilidad de efectuar varios tipos de test para analizar las prestaciones y verificar el correcto funcionamiento del mismo.
- Supervisión del flujo de tráfico a través de las centrales e introducción de eventuales cambiantes del flujo mismo.
- Visualización de la configuración del network con posibilidad de cambiarla por control remoto.
- Administración de los abonados y posibilidad de poder conocer su posición dentro del área de cobertura.

**2.3.8. Centro de Administración de Redes (NMC, Network Management Center)**. Es el control centralizado de la red. Se encarga de administrar con visión de largo plazo los recursos de la red. Solo se requerirá un NMC por cada red, y tendrá como controles subordinados los OMC.

## 2.4. Plataformas informáticas asociadas a Red

Adicionalmente la red de la empresa eficiente requiere de plataformas adicionales, tanto para su óptimo funcionamiento como para dar cumplimiento a las normativas legales vigentes; las plataformas consideradas son las siguientes:

**2.4.1. Registro Identidad Equipo (EIR, Equipment Identity Register)** es una base de datos que contiene la información acerca de la identidad de los equipos móviles y verifica si un Mobile Equipment (ME) está autorizado o no para acceder al sistema, evitando llamadas fraudulentas, no autorizadas o estaciones móviles defectuosas.

La base de datos está dividida en tres secciones:

- White List : Contiene todos los IMEI (International Mobile Equipment Identity: N° empleado para identificar inequívocamente al equipo móvil en la red) designados a todos los operadores de las naciones con las que se tienen acuerdos de roaming internacional.
- Black List: contiene todos los IMEI que se consideran bloqueados (por ejemplo los robados).
- Grey List: contiene todos los IMEI marcados como faulty o también los relativos a aparatos no homologados. Los terminales introducidos en la Grey List les son señalados a los operadores de sistema a través de una alarma cuando solicitan el acceso, permitiendo la identificación del abonado que utiliza el terminal y del área de llamada en donde se encuentra

**2.4.2. Autenticación de Abonados (AUC, Authentication Center):** es una base de datos que provee parámetros de autenticación y encriptación, que permiten verificar la identidad del usuario y asegurar la confidencialidad de cada llamada. Protege al operador de la red de fraudes.

Memoriza de modo temporal los datos de todos los abonados que se encuentran en un área geográfica bajo su control. Estos datos se piden al HLR perteneciente al abonado. Y posibilita al sistema conocer su posición dentro del área de cobertura.

**2.4.3. Sistema de lectura Almacenamiento de Ticket (CDR)** Este sistema se interconecta con las distintos centrales de conmutación, desde las cuales rescata la distinta información de las llamadas ingresadas y realizadas por los abonados. Las cuales son usadas para el proceso de (Billing) medición, tasación y facturación.

**2.4.4. Plataforma Prepago** La plataforma prepago es el nodo principal que soporta los abonados de prepago manteniendo los saldos disponibles por cada estación móvil, dicha plataforma se interconecta con los distintos nodos

de la red, en especial con el HLR, para la verificación y actualización de los datos de los clientes. Asimismo cuando ingresa una llamada verifica que el receptor no este en situación de bloqueo.

Esta plataforma permite la activación de las tarjetas de prepago o de nuevos saldos (cargo a través de otros medios como cuenta corriente), controlar la duración de los saldos (expiración de los mismos), recargas, consultas, etc.

**2.4.5. Plataforma OTAF (Over-The-Air Function)** La plataforma OTAF proporciona servicios de gestión remota de tarjetas SIM a través del servicio de mensajes cortos estándar y el mecanismo BIP (Bearer Independent Protocol). La plataforma realiza operaciones de Gestión Remota de Ficheros (RFM) y Gestión de Aplicaciones (AM). Permite el bloqueo remoto de radio bases móviles, para evitar fraudes. Asimismo permite habilitar servicios adicionales a abonados.

**2.4.6. Sistema de Storage Red** El sistema de Storage de red permite el almacenamiento de grandes volúmenes de información de las distintas versiones de software que se instalen en la red. Asimismo permite almacenar los distintos tráficos cursados en la red. Es usado para realizar estadísticas y optimizar el uso de la red. Estos equipos no están concebidos para ejecutar aplicaciones, siendo su principal función ofrecer storage de altos volúmenes de datos.

**2.4.7. Sistema de Gestión Estadística de Red.** Es el sistema que permite monitorear y gestionar el tráfico de la red desde el punto de vista de Ingeniería, y poder tomar acciones sobre la distribución de los transceptores y parámetros de red, de acuerdo con el comportamiento y distribución del tráfico. Analiza, agrupa, clasifica los tráficos por sectores, por BTS, por BSC, por MSC por zona geográfica, por tipo de suscriptor (contrato, prepago), por fechas, permitiendo múltiples tipos de gráficos y análisis de Ingeniería.

## **2.5. Elementos funcionales Adicionales del estándar y redes GSM**

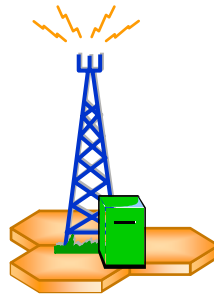
**2.5.1. Estructura de Red Geográfica.** Cada red necesita una estructura para enrutar las llamadas entrantes al MSC correcto y finalmente al suscriptor correspondiente.

En las redes de comunicaciones móviles, esta estructura es muy relevante dada la movilidad de los suscriptores. Los suscriptores se mueven a través de la red, y se debe monitorear su ubicación.

Chile agrega niveles de complejidad mayores a esta estructura, dada su extensión geográfica, lo que se traduce en redes de redundancia de interconexión necesarias para garantizar la calidad de servicio requerida en un Sistema de Comunicaciones Móviles bajo la normativa actual en el país.

**2.5.2. Celda.** Es la unidad básica de un Sistema Celular y es definida como el área de la cobertura de radio dado por un Sistema de Antenas de una BTS.

Cada celda es nombrada por un Identificador denominado CGI: Cell Global Identity.



Normalmente para efectos académicos o gráficos se considera la forma de cobertura de una celda con forma hexagonal, dado que adicionalmente es la forma que permite generar diagramas de estructura geográfica sin sobreponer una sobre otra, y es la forma que mejor optimiza el uso del área.

- 2.5.3. Áreas de Ubicación (LA: Location Area).** Se define como un grupo de celdas. Todo suscriptor es relacionado con una de éstas áreas de ubicación, lo que permite optimizar el uso de la red y los tiempos asociados al establecimiento de una llamada.

La identificación de las LA es almacenada en el VLR.

- 2.5.4. Área de Servicio de un MSC (MSC Service Area).** Representa al área geográfica controlada por un MSC y que corresponderá a un cierto número de LA.

Para establecer una ruta para una llamada entrante a un móvil, el suscriptor es almacenado en el HLR con el Área de servicio del MSC correspondiente.

### 3. Consideraciones sobre la tecnología

La tecnología GSM opera en configuración full dúplex en las bandas de frecuencias 800 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz, con una combinación de técnicas FDMA (Frequency Division Multiple Access) y TDMA (Time Division Multiple Access).

Las bandas de frecuencias son:

GSM 900:

Uplink	880 – 915 MHz
Downlink	925 – 960 MHz
Separación Tx/Rx	45 MHz

GSM 1800/DCS 1800:

Uplink	1710 – 1785 MHz
Downlink	1805 – 1880 MHz
Separación Tx/Rx	95 MHz

GSM 1900/ PCS 1900:

Uplink	1850 – 1910 MHz
Downlink	1930 – 1990 MHz
Separación Tx/Rx	80 MHz

El sistema utiliza portadoras de radio de 200 KHz de ancho de banda, cada una de los cuales maneja 8 canales generados por medio de técnica TDMA (0,557 mseg por canal), es decir, aunque una portadora da servicio a 8 canales, en un instante dado sólo uno de esos canales está utilizando el ancho de banda disponible. Para prevenir interferencias, las BTS adyacentes usan diferentes grupos de frecuencias.

Con un espectro disponible de 5 MHz se obtiene un máximo de 25 canales de radio de 200 KHz de ancho de banda.

La tasa de transmisión digital en la interfaz aire es de 270 kbps.

Los codificadores de voz empleados son LPC: linear predictive coding. Estos reducen la tasa de bits a través de la aplicación de técnicas de compresión avanzadas.

La técnica de modulación utilizada es GMSK (Gaussian Minimum Shift Key), que es un método de modulación digital que optimiza el uso eficiente del espectro con una mínima tasa de error y los niveles de potencia requeridos para un correcto funcionamiento.

Por su parte, la operación lógica de dichos equipos se basa en la interacción entre la estación móvil (teléfono móvil) y las estaciones radiobases BTS, la cual se sustenta en base a comunicaciones a través de radiofrecuencias bidireccionales conforme con un protocolo definido en el estándar GSM.

A su vez las BTS, tantas como sean necesarias para poder establecer comunicación con cualquier teléfono móvil GSM reconocido por la red dentro del área de cobertura, se interconectan entre sí a través de equipos controladores de radio base BSC, los que adicionalmente se interconectan entre sí por medio de un centro de conmutación MSC, el cual puede conectarse con otros MSC de la misma red, o a otras redes de servicios público, ya sean móviles y/o fijas.

La identidad de la estación móvil y su ubicación (a nivel de BTS) son manejadas por el HLR y el VLR.

De este modo un teléfono móvil puede conectarse a otro teléfono móvil de la misma red pasando por los siguientes nodos BTS, BSC, MSC, BSC, BTS, con la participación del

HLR en el proceso de establecimiento de la llamada. Para contactarse con un terminal móvil o fijo de otra red, la conexión se hace a través de la interconexión del MSC correspondiente con la red asociada al terminal de destino.

#### **4. Zona de servicio**

La Zona de Servicio considerada en el diseño es la cobertura compuesta del total de las estaciones proyectadas para las distintas comuna del país. Dichas zonas han sido determinadas de modo que en el interior de la zona de servicio la intensidad de campo permita, al menos, comunicaciones durante el 90 % del tiempo, en el 90 % de los emplazamientos.

Como criterio de diseño para estimar la zona de servicio se consideró el método contenido en el documento denominado "1/155 17-CNL 113 254 Uen, ERICSSON PROPAGATION ALGORITHM 9999: FUNCTIONAL SPECIFICATION, Rev. B de fecha 1998-02-18" que ha sido desarrollado por Ericsson, de acuerdo al modelo de Okumura, de amplia aceptación y uso en la industria, donde el umbral de cobertura considerado está dado por el nivel de señal recibida de  $-95$  dBm, lo que está directamente relacionado con la sensibilidad típica de los receptores existentes en el mercado y la adición de un pequeño margen de resguardo para asegurar una calidad de servicio óptima.

El umbral de señal señalado en el párrafo anterior contempla un margen respecto de los niveles de sensibilidad de referencia especificado por la norma GSM:

Equipos portátiles:  $S = -102$  dBm  
Estaciones Bases:  $S = -104$  dBm.

#### **5. Metodología de Planificación y Diseño**

La estructura conceptual y técnica de las BTS condicionará la ubicación de las radio estaciones, a través de la Planificación de radio, la que tiene por finalidad realizar los cálculos de cobertura y capacidad con objeto de optimizar el despliegue de las estaciones bases (BTS) para cumplir los objetivos de calidad establecidos por la normativa local vigente.

Una vez determinadas las ubicaciones de las estaciones bases, se determinan las BSC, lo que condicionará el diseño de la red de transporte BTS – BSC, y las necesidades de conmutación, lo que permitirá diseñar la red de MSC y finalmente las necesidades de interconexión con las otras redes.

Para la ubicación de los BSC se consideró principalmente:

- Condición geográfica de Chile: un país extenso y angosto
- Necesidad de redundancias para asegurar la continuidad del servicio
- Capacidades de controlar tráfico de voz
- Agrupación mínima de BTS
- Mix óptimo entre la inversión requerida y los costos de troncalización entre las BTS y las BSC.

El proveedor seleccionado en el diseño de la red de BSC es NOKIA.

- DX 200 BSC2i: NOKIA nos presento su producto BSC2i serie DX 200 como controladores digitales para esta red.

El BSC se dimensiona principalmente por la cantidad de TRX de las BTS que es capaz de manejar y administrar. De allí la nomenclatura de los productos:

BSC2i128 → BSC de 2ª Generación, de alta capacidad y con capacidad de controlar 128 TRX de BTS.

Un rack de BSC es capaz de controlar hasta 128 TRX. El dimensionamiento es en base a módulos que son capaces de controlar 64 TRX de BTS.

El tope de crecimiento es un BSC capaz de controlar 512 TRX de BTS. Luego, se requiere otro BSC.

Las dimensiones de un rack son: 2020 x 600 x 500 mm (Alto x Ancho x Profundidad).

Para los MSC, se consideró factores como:

- Distribución del tráfico en zonas geográficas para evitar transportes del mismo en forma no eficiente.
- Necesidad de redundancias para asegurar la continuidad del servicio
- Mix óptimo entre la inversión requerida y los costos de troncalización entre las BSC y los MSC.

El proveedor seleccionado en el diseño de la red de MSC es ERICSSON, quien suministra sus productos de Conmutación a través de la venta de paquetes, dicha solución esta orientada a satisfacer una cierta necesidad de comunicación (volumen de tráfico, prestaciones, redundancias, etc). A estos productos les denomina "product package".

El concepto de product package es contar con un sistema a nivel de nodo estándar que requiere condiciones estándares de espacio, energía, climatización, etc., lo que facilita la producción, despacho e instalación del producto.

Los product package están diseñados para que su elección sea óptima al dimensionar la cantidad de enlaces tipo E1 requeridas para el mismo.

Los condicionamientos legales, usados como datos de entrada para el diseño de radio son:

- Frecuencias disponibles
- Potencia de emisión
- Cobertura deseada.

Otros parámetros básicos de diseño de la red son:

- Niveles de cobertura
- GOS: Grade Of Service.
- Eficiencia

El **Grado de Servicio** mide la dificultad de utilizar un canal cuando se requiere la comunicación. Da una idea de la calidad del dimensionamiento.

Se emplea para dimensionar la capacidad de la red de radio (número de canales) y para dimensionar los sistemas de troncales de interconexión.

Respecto de la Calidad de Servicio de la red de radio, se considera una Probabilidad de bloqueo del 2%, lo que está acorde con las recomendaciones del estándar GSM y es una media de diseño de la Industria.

Para las redes troncales de interconexión, se considera una probabilidad de bloqueo del 1%, cifra más exigente respecto del acceso de radio, dado que la llamada está en progreso y necesitamos terminarla para asegurar un uso eficiente de la red. El estándar de la industria en términos de interconexión es el valor señalado, que garantiza una calidad adecuada de acuerdo con la normativa vigente local.

El proceso de diseño de una red de radio debe contemplar un cierto factor de eficiencia máxima en el uso de los canales de tráfico, pues el proceso de diseño y construcción de red es un proceso que requiere de tiempo, y no se puede sacrificar la calidad del servicio por falta de capacidad de red de radio.

La **eficiencia** es el grado de utilización de los canales de tráfico de la red en la hora cargada para una determinada probabilidad de bloqueo y se mide porcentualmente como el total de erlangs cursados sobre el total de erlangs ofrecidos.

La evidencia empírica de la Industria a nivel nacional e internacional señala que es recomendable considerar una eficiencia máxima del 75%, con el fin de responder adecuadamente a las nuevas demandas de tráfico sobre la red de radio.

La potencia de transmisión de las estaciones bases dependerá del tipo de terminales para los que se planifica y la densidad de construcción del entorno donde se encuentran emplazadas las mismas.

Dependiendo del nivel de potencia de la estación base, puede ser necesario considerar en el enlace de recepción de las estaciones bases, LNA (Low Noise Amplifier) que son amplificadores de bajo ruido que permiten mejorar el desbalance que se produzca entre en down y el up-link. Lo anterior ocurrirá normalmente en las zonas rurales con celdas de amplia cobertura, lo que en términos medios, se evita en el presente diseño, para evitar problemas con los retardos de los datos de señalización y sincronismo.

El concepto celular consiste en reutilizar las frecuencias bajo niveles de potencia de emisión controlados, con el fin de optimizar el uso del espectro, al satisfacer necesidades de tráfico distribuidas en el espacio con las mismas frecuencias.

Lo anterior se traduce en diseños estructurados en base a modelos estándares de agrupación de estaciones bases que nacieron en la década de los ochenta con los primeros sistemas análogos.

Las agrupaciones de celdas se denominan en base al factor de reutilización K que toma el valor de la cantidad de estaciones bases que agrupa, siendo el estándar empleado en telefonía celular análoga igual a  $K = 7$ .

Para la telefonía digital, el factor de reutilización recomendado y ampliamente empleado en la Industria a nivel internacional es  $K = 4$  (4 estaciones bases con 4 portadoras por sector y tres sectores en cada estación base). Sin embargo, el factor final, dependerá del espectro de frecuencias asignado, con el fin de asegurar una razón calidad eficiencia, adecuada.

El diseño de la red de radio se contempla en un Modelo de varias capas:

- **Cobertura:** Corresponde al diseño de las distintas radiobases para otorgar la cobertura al área de servicio de interés (BTS de cobertura), donde se conjugan factores como el área mínima requerida para obtener una licencia en un concurso nacional con el interés económico dado por la ubicación de los centros potenciales de demanda de tráfico y las zonas de cobertura necesarias para proporcionar un servicio de calidad (continuidad del servicio).

Se considera una BTS de cobertura con una capacidad promedio, dada por tres sectores, con 2 TRX cada sector, lo que permitirá ofrecer una capacidad de cursar tráfico de voz de 7,4 erlang por sector (empleando Modelo de Tráfico Erlang B). Un timeslot se emplea como señalización por cada TRX, quedando  $7 \times 2 = 14$  timeslot para tráfico de voz por sector.

- **Capacidad:** Corresponde al diseño de las radiobases necesarias para potenciar la capacidad de cursar tráfico en los sectores de mayor demanda y de alta concentración de personas como las ciudades.

Se considera una BTS con una capacidad promedio dada por tres sectores con 3 TRX por cada sector, lo que permitirá ofrecer una capacidad de cursar tráfico de voz de 14,0 erlang por sector. Se considera el uso de un timeslot para señalización por cada TRX, quedando  $7 \times 4 = 28$  timeslot para tráfico de voz por sector.

El empleo de un timeslot para señalización por cada TRX permite optimizar el acceso a la red de radio de parte de los suscriptores.

- **Calidad:** Corresponde al diseño de las radiobases necesarias para atender aquellas necesidades de potenciar el nivel de señal en la red por zonas sombras, zonas no cubiertas u otras zonas afectadas por fenómenos de la propagación, y que correspondan a áreas geográficas grandes que ameriten la instalación de una BTS.

Se considera una BTS de calidad con una capacidad dada por tres sectores con 2 TRX cada sector, lo que permitirá ofrecer una capacidad de cursar tráfico de voz

de 7,4 erlang. Un timeslot se emplea como señalización por cada TRX, quedando  $7 \times 2 = 14$  timeslot para tráfico de voz por sector.

- **Microceldas:** Corresponde al diseño de las radiobases tipo microceldas para atender zonas especiales con alta demanda de tráfico o de alta concurrencia como ocurre normalmente en los centros urbanos.

Se consideran BTS tipo microcelda con una capacidad dada por un sector con 1 a 4 TRX dependiendo de la demanda de tráfico del sector, lo que permitirá ofrecer una capacidad de cursar tráfico de voz entre 2,9 erlang y 20,15 erlang, lo que significa entre 7 timeslot y 28 timeslot para cursar tráfico.

- **Sistemas Especiales:** Corresponde al diseño de soluciones especiales indoor para atender ciertos sectores de alta concurrencia y gran demanda de tráfico como hoteles, edificios corporativos, metro, aeropuertos, túneles.

Normalmente se emplean sistemas distribuidos en base a una microcelda y sistemas de distribución en base a fibra óptica, amplificadores, divisores de señal y antenas especiales, o bien sistemas en base a cable radiante. La solución específica dependerá de la necesidad particular.

Se consideran BTS tipo microcelda más los ancilarios señalados en el párrafo anterior con una capacidad dada por un sector con 1 a 4 TRX dependiendo de la demanda de tráfico del sector, lo que permitirá ofrecer una capacidad de cursar tráfico de voz entre 2,9 erlang y 20,15 erlang, lo que significa entre 7 timeslot y 28 timeslot para cursar tráfico.

El proveedor seleccionado en el diseño de la red de radio es NOKIA.

NOKIA contempla entre sus productos para GSM principalmente dos tipos de BTS:

- **BTS Metrosite:** Es la BTS tipo microcelda orientada a dar servicio a pequeñas zonas en áreas de alta densidad urbana.

Las dimensiones son: 954 x 310 x 215 mm (Alto x Ancho x Profundidad).

Puede ser configurada omnidireccional o sectorizada (3 sectores), con 1 a 4 TRX (transceptor) por cada sector.

Cada TRX es de 5 watts de potencia (+36,9 dBm).

Posee diversidad en recepción.

- **BTS Ultrasite:** Es la BTS macrocelular para dar solución de cobertura a zonas de alta densidad de tráfico y gran extensión.

Las dimensiones de un gabinete son: 1800 x 600 x 622 mm (Alto x Ancho x Profundidad).

Puede ser configurada omnidireccional o sectorizada (3 sectores), con 1 a 12 TRX (transceptor) por cada sector.

Cada TRX es de 28 watts de potencia (+44,5 dBm).

Posee diversidad en recepción.

Cada gabinete puede contener hasta un máximo de 12 TRX.

Una BTS puede configurarse agrupando gabinetes hasta 9 gabinetes: 108 TRX.

Para dar solución a problemas puntuales de cobertura o de calidad no adecuada de señal en las ciudades como las zonas de sombra producidas por la densidad de construcción por ejemplo, se emplean soluciones que logren un buen compromiso calidad de servicio versus costo de la solución: se consideran repetidores celulares de fibra óptica, que toman la señal de una BTS, la transportan vía fibra óptica hasta el repetidor (lo que garantiza una pérdida de señal despreciable), y la amplifican a los niveles deseados para el sector.

El proveedor seleccionado en el diseño es ALLGON, quien ha demostrado a nivel internacional, ser un proveedor confiable en materias de Antenas y equipos de apoyo a las redes de telecomunicaciones móviles como los repetidores de señal.

- Repetidor Allgon AR-3100: Es un repetidor que permite manejar entre uno a cuatro TRX. Se conecta a la estación base a través de fibra óptica. Está diseñado para trabajar con un GOS del 2%.

Entregan una potencia de salida de + 30 dBm (4 TRX). La ganancia es ajustable en pasos de 1 dB entre 50 y 90 dB.

Las dimensiones son: 440 x 530 x 174 mm (Ancho x Alto x Profundidad).

## **6. Características de las instalaciones**

### **6.1. Ubicación de las radio estaciones**

Para la ubicación de los distintos nodos de red se utilizaron criterios técnicos de despliegue de red, entre otros: la topografía del terreno, la dispersión geográfica de la población, la necesidad de que las comunicaciones no se interrumpan aunque el cliente este en movimiento. Asimismo se consideraron soluciones especiales para dar cobertura en zonas de alto tráfico de personas, como pueden ser las grandes tiendas, mall, supermercados, etc.

Asimismo se consideró las distintas normativas legales vigentes a la fecha, entre otras las referidas a la potencia de radiación de las distintas antenas; y a las distintas normas de urbanismo y de construcción, las cuales son diferentes en cada una de las comunas del país.

## **6.2. Potencia**

La potencia máxima nominal de los equipos en las Estaciones Base es de 45 dBm (31,6 Watt) por portadora de radio, y la potencia máxima nominal de los equipos de las estaciones móviles es de 30 dBm (1 Watt).

Para todos los casos se da estricto cumplimiento a lo estipulado en la normativa vigente. La cual según la declaraciones de la Subsecretaria de telecomunicaciones “Los estándares establecidos en la nueva normativa son más exigentes que los que existen actualmente en Estados Unidos y Europa”.

Dicha norma establece “una densidad de potencia máxima de 435 mW/cm<sup>2</sup> para la radiación a la cual pueden estar expuestas las personas. De esta forma la empresa eficiente ajustó las condiciones de potencia, altura y/o distancia de las antenas considerando las características particulares de cada una (potencia, frecuencia, ubicación geográfica, altura de torre), con el objeto de dar cumplimiento a la norma.

Adicionalmente también se consideraron las recomendaciones de dicha normativa referida a: Modificar la altura de las torres para que en las zonas de libre circulación de las personas la densidad de potencia sea menor a 435 mW/cm<sup>2</sup>.

La instalación de cercos para impedir el acceso al área determinada como de riesgo; el reforzamiento de torres para impedir escalamientos; La puesta de letreros y señalética de advertencia y adecuación de microceldas y antenas instaladas en las azoteas.

## **6.3. Características técnicas de los sistemas radiantes**

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las características técnicas de las antenas Direccionales y Omnidireccionales a utilizar en las diferentes Estaciones Bases.

**Características de las Antenas**

<b>Tipo</b>	<b>Haz del Horizonte (grados)</b>	<b>Ganancia (dBd)</b>	<b>Banda (MHz)</b>
Direccional	65	15,9	1900
Direccional	65	17,4	1900
Omnidireccional	----	8,9	1900

## **6.4. Interconexiones**

Para la interconexión con la Red Pública Telefónica, se considera el dar estricto cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 25° de la ley N°18.168, General de Telecomunicaciones, y a toda normativa legal y reglamentaria vigente. De esta manera, se garantizará que los suscriptores y usuarios de servicios públicos del mismo tipo puedan comunicarse entre sí, dentro y fuera del territorio nacional,

garantizando, asimismo, a sus clientes el acceso hacia y desde la Red Pública Telefónica .

## **6.5. Medios de Transmisión**

Toda conexión y/o enlace necesario para implantar el proyecto técnico será efectuada a través de medios propios y/o de terceros. Lo anterior se refiere a las conexiones entre las estaciones base y sus respectivos controladores de estación base, a las conexiones entre éstas y sus respectivos centros de conmutación, como asimismo, entre centros de conmutación. De igual manera, se considera la interconexión con la red pública telefónica.

Se consideran criterios de redundancia de enlaces de las rutas principales (entre MSC) por rutas distintas: una ruta con medios de terceros y una vía alternativa con medios propios a través de una red de microondas propia.

Con la finalidad de garantizar que el tráfico que está siendo procesado por una central llegue a su destino, se consideran rutas de desbordamiento a través del alquiler de medios conmutados para cada central lo que ayuda a mejorar la eficiencia de troncalización. Se emplea un 5% de la necesidad de tráfico de salida de la central como criterio de diseño de las rutas de desbordamiento.

Adicionalmente se consideraron medios de transmisión (enlaces de datos) para interconectar una red Lan, para interconectar las distintas dependencias del área de explotación.

## **7. Criterios de diseño de red**

### **7.1. Cálculo de cobertura**

Para el diseño de red de radio, se consideró la necesidad de dar cobertura:

- a) En comunas y áreas con mas de 2.500 habitantes.
- b) Principales carreteras del país en especial, la ruta 5, más las principales carreteras transversales.
- c) Edificios y zonas de gran transito y afluencia de publico, como: grandes tiendas, grandes supermercados, principales hoteles y edificios de país y los distintos mall a nivel nacional.
- d) Asimismo se consideró la necesidad de dar cobertura en los centros vacacionales tanto de invierno como los centros de ski, así como los principales balnearios del país.

### **7.2. Definición de territorio rural y urbano**

Para definir el territorio entre urbano y rural se consideraron las estadísticas del INE el la cual se define que un 94% del territorio nacional es rural y el 6% restante esta definido como urbano.

La superficie urbana nacional más las principales carreteras y algunas zonas equivalen aproximadamente al 7% sobre el territorio de dicha comuna.

### **7.3. Conversión minuto erlang**

La conversión de tráfico a erlang se estimó como factor de conversión minuto erlang de 0,00013 mili erlang, dicho factor es usado empíricamente en la industria, para el diseño de las distintas redes de telefonía móvil.

### **7.4. Criterios de cobertura para las distintas BTS**

Para facilitar el modelamiento de las distintas BTS consideradas en el diseño de la red de la empresa eficiente, se consideraron dos tipos de BTS: microceldas y macroceldas.

Asimismo las macroceldas se subdividieron en dos: urbanas y rurales. Para las radiobases urbanas se considero un área de cobertura de 350 km<sup>2</sup>; Asimismo para las urbanas se considero un área de cobertura de 15 km<sup>2</sup>.

Las BTS microceldas son usadas principalmente en las zonas urbanas y en las distintas soluciones especiales, como por ejemplo los Mall, grandes tiendas, etc.

### **7.5. Criterios de capacidad para las distintas radio bases (BTS)**

Para dimensionar las distintas BTS de tráfico, se consideró una capacidad media de tráfico/ BTS de 30 erlang.

Asimismo para las capacidades consideradas para las BTS de cobertura, se consideró una capacidad media de tráfico / BTS de 8 Erlang.

### **7.6. Capacidad teórica de la radio bases (BTS)**

Para el diseño de la red eficiente se considera las recomendaciones del fabricante, en cuanto a que la capacidad teórica de cada una e las BTS no debiese superar el 80% de la capacidad total de ésta.

### **7.7. Otros criterios técnicos**

Para el diseño de la red de radio se han considerado en el diseño el uso de dos tipos de estaciones base (BTS)de acuerdo a la naturaleza del área de servicio objetivo: estaciones base macro (UltraSite) y estaciones base micro (MetroSite).

En la distribución de las estaciones base a lo largo del país, se ha considerado la asignación de cada una de estas a los distintos BSC de acuerdo a criterios de optimización de tráfico, capacidad, seguridad y costos asociados.

A partir de la estimación de tráfico, se procede a asignar proporcionalmente la cantidad de abonados por sector sobre la demanda inicial estimada en 1.789.862 abonados. Se considera que cada abonado genera un tráfico de 13 mili erlang.

Asimismo se consideraron las distintas normativas vigentes a la fecha. En especial se consideró la necesidad de mantener la comunicación el 90% del tiempo y 90% de las ubicaciones, la no discriminación entre el servicio prestado a los clientes propios y de terceros, etc.

#### **7.8. Criterio para dimensionar Repetidores de Radio Frecuencia**

El criterio para dimensionar los repetidores de radio frecuencia se base en la necesidad de contar con a lo menos 6 repetidores por cada 100 radio bases.

#### **7.9. Criterio para dimensionar Controladores Radiobases (BSC)**

Los criterios usados para dimensionar los distintos BSC, se centran básicamente en dos:

- La necesidad de optimizar los costos de transmisión de conmutación.
- Asimismo se considera que en máximo de sectores que tiene una BSC es de 248; con una capacidad de ocupación promedio de un 80% según especificaciones del proveedores.

#### **7.10. Criterio para dimensionar los Centro de Conmutación (MSC)**

Los criterios usados para el diseño de la red de conmutación se centra en la necesidad de dotar a la red de la empresa eficiente de la seguridad necesaria para la prestación óptima de los servicios. Asimismo se considera la necesidad de optimizar la red de transporte interconexión de la empresa eficiente.

Los criterios de para dimensionar la red e conmutación son básicamente dos: uno referido a la necesidad de optimizar la red de transporte por lo cual se considera el uso de tres conmutadores en las puntas del país. Estos MSC no necesariamente depende del trafico. Si no, como una forma de optimizar la red de transporte y transmisión.

Adicionalmente se considera que cada 5000 erlang se requiere una central de conmutación (MSC) a objeto de tener distribuido las distintas centrales a lo largo del país.

#### **7.11. Criterios para dimensionar HLR**

Los criterios usados para dimensionar los distintos HLR son básicamente dos: las recomendaciones del proveedor y la necesidad de dotar a la red de la empresa eficiente de la seguridad necesaria para prestar el servicios a los distintos abonados.

- **Recomendaciones del proveedor**

Se refieren a que el HLR viene con una capacidad para 750.000 abonados. A partir de esa cifra el proveedor recomienda el uso de una segunda máquina.

▪ **Criterios de Seguridad**

Se considera la necesidad de contar con HLR distribuidos a objeto que si uno de ellos se estropea se cuente con el respaldo necesario para que la red funcione en condiciones optimas.

**7.12. Topología de red**

La red a implantar contempla la instalación de los distintos nodos necesarios para el optimo funcionamiento de la red. El dimensionamiento de los mismos se explica en el numeral N° 11 de este documento denominado "**Dimensionamiento de los distintos elementos de red**".

**7.13. Señalización**

Los protocolos de señalización estándar a utilizar en la red son:

- Señalización ITU-T N° 7 protocolo MAP (Mobile Application Protocol) entre MSC y HLR
- Señalización ITU-T N° 7 protocolo ISUP (ISDN Service User Part) para el establecimiento de llamadas.

**7.14. Transmisión**

Las interfaces de transmisión para cada elemento de red son las siguientes:

- Estaciones Base (BTS), interfaz de transmisión 2 Mbps (G.703, tal como lo define la ITU-T), con protocolo de señalización Abis.
- Controlador de Estaciones Base (BSC), realiza la decodificación del canal de voz comprimido (8/16 Kbps a 64 Kbps), para su interconexión hacia el centro de conmutación móvil (MSC) utilizan interfaces de 2 Mbps y protocolo estándar A.
- Centros de Conmutación (MSC) utilizan interfaces de 2 Mbps G.703 y protocolo estándar A.
- Los nodos de registro de localización (HLR), utilizan interfaces señalización (64 Kbps o 2 Mbps) e interfaces de datos TCP/IP

Los medios de transmisión entre los diferentes elementos de red serán propios y/o de terceros.

**7.15. Supervisión**

La red a implementar contempla una plataforma de supervisión, operación y mantenimiento centralizada, con acceso a todos los elementos de red, utilizando un protocolo propietario del proveedor de equipos.

### **7.16. Interconexiones**

Para la interconexión con la Red Pública Telefónica, se dará estricto cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 25° de la Ley N°18.168, General de Telecomunicaciones, y la normativa legal y reglamentaria vigente, de manera de garantizar que los suscriptores y usuarios de servicios públicos del mismo tipo puedan comunicarse entre sí. Asimismo, se garantizará el acceso hacia y desde la Red Telefónica Pública y otras redes.

El proyecto considera las adecuaciones técnicas, a fin de garantizar el establecimiento de llamadas y accesibilidad de los servicios en condiciones normales y de desborde de tráfico, de acuerdo a la normativa vigente.

## **8. Método utilizado para el cálculo de la zona de cobertura**

### **8.1. Descripción del método de cálculo de coberturas**

El método empleado para el cálculo de las zonas de cobertura, corresponde al método contenido en el documento denominado como "1/155 17-CNL 113 254 Uen, ERICSSON PROPAGATION ALGORITHM 9999: FUNCTIONAL SPECIFICATION, Rev. B de fecha 1998-02-18" y ha sido desarrollado por Ericsson, de acuerdo al modelo de Okumura, de amplia aceptación y uso en la industria. Se describen las principales características del método de cálculo 9999.

### **8.2. Descripción General**

El algoritmo 9999 calcula la pérdida para ondas electromagnéticas entre dos coordenadas, la coordenada del transmisor y la coordenada del receptor. El algoritmo considera las variaciones de elevación de terreno (perfil) y las características del suelo (clutter) como, por ejemplo, bosques, áreas construidas y campos de uso agrícola.

La pérdida es calculada para una trayectoria entre la antena del transmisor y la antena del receptor a lo largo de un perfil de la sección transversal del terreno.

Las variaciones de elevación y uso de la tierra (bosques, área de cultivo, casas y edificios, etc.) son ingresadas en la forma de una base de datos de terreno obtenida de la digitalización de las curvas de nivel del terreno, las que a su vez se extraen desde cartas geográficas impresas. Además, las características del terreno son individualizadas a través de clutters en los que se especifica la pérdida característica por tipo de terreno. La pérdida de señal de ondas de radio, también, depende de la frecuencia y las alturas de las antenas del transmisor y receptor, respectivamente.

Originalmente, el algoritmo está basado en las mediciones de propagación de onda de Y. Okumura en Japón para las que M. Hata desarrolló una fórmula matemática basada en las mediciones de Okumura, haciendo los cálculos más fáciles. Aquel modelo, denominado actualmente como Modelo Okumura-Hata, fue optimizado por Ericsson en Suecia, mediante un gran número de mediciones de propagación.

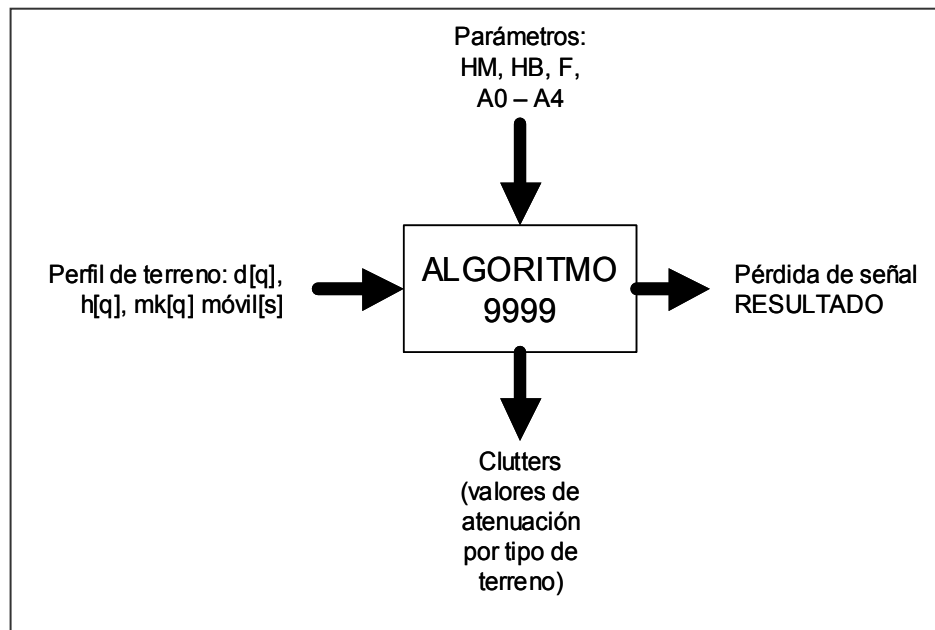
### 8.3. Rango de validez modelo de cálculo

El algoritmo es aplicable en rangos de frecuencia desde 150 MHz a 2 GHz, usando los parámetros de predicción adecuados y los valores de clutter adaptados al terreno sobre el que se aplica el modelo.

La altura de la antena del receptor (el móvil) debe estar entre 1 a 5 metros del suelo.

### 8.4. Información de entrada requerida por el modelo

El algoritmo requiere una cierta cantidad de información de entrada tal como el perfil de terreno (obtenido desde la base cartográfica digitalizada), parámetros específicos (adaptados a la banda de frecuencia a considerar), constantes y clutters de uso de terreno, según se indica en el siguiente diagrama de bloques.



### 8.5. Perfil de Terreno

El perfil de terreno permite describir la topografía a lo largo de una línea recta entre la posición del transmisor y la del móvil (ver Figura N° 3). El perfil de terreno está definido como un vector formado por puntos topográficos.

Para cada punto topográfico, existen valores correspondientes a las siguientes variables de interés:

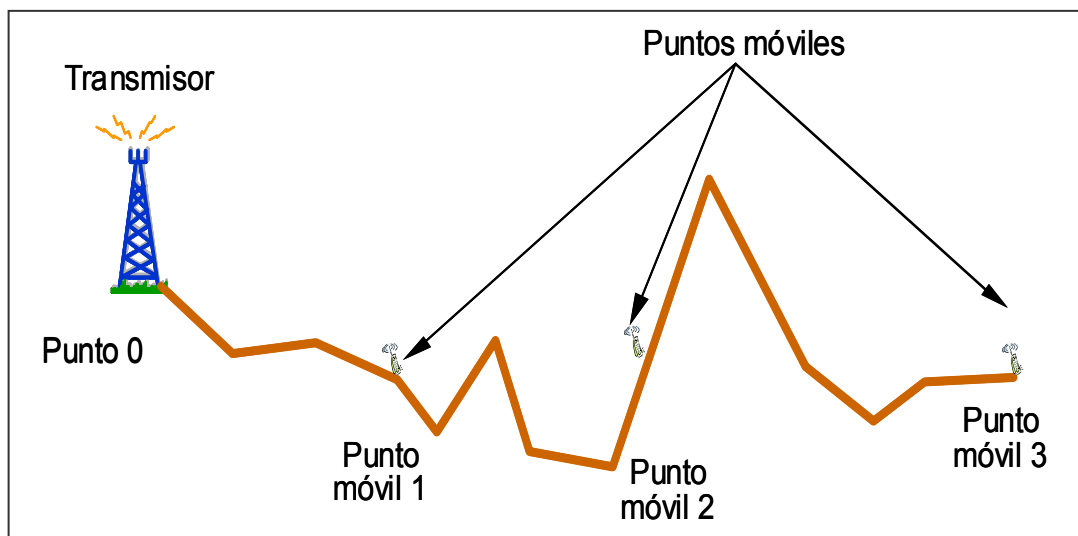
Este vector (H) contiene la elevación de terreno sobre el nivel del mar en cada punto, pudiendo ser un entero positivo o negativo. El vector Mk contiene el código de clutter correspondiente, el que consiste en un número entero que simboliza los diversos tipos de terreno definidos.

Elevación de terreno	$H$	[mts]
Distancia	$D$	[mts]
Código de uso de tierra	$Mk$	

Los cálculos de pérdida de señal deben hacerse con relación a ciertos puntos topográficos pertenecientes al perfil de terreno. En este contexto, éstos puntos serán llamados puntos móviles.

Los puntos móviles a lo largo de los perfiles de terreno pueden considerarse como un vector móvil. El valor en el vector móvil es el índice del punto topográfico en el perfil de terreno en el cual se le hace el cálculo, tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

### Perfil del Terreno



### 8.6. Parámetros del modelo

Para efectos de realizar los cálculos de cobertura, el modelo requiere de ciertos parámetros para su algoritmo. Estos parámetros son específicos del tipo de banda sobre la que se desea trabajar, por ejemplo la altura de la antena del transmisor (HB) y la altura de la antena del receptor (HM) y la frecuencia del enlace.

Asimismo, los parámetros de predicción A0, A1, A2, A3 y A4 son valores adaptados empíricamente y son obtenidos a partir de mediciones de terreno.

### **8.7. Clutters**

Las tablas de valores de clutters consisten en tablas que contienen un valor de pérdida de difracción en decibeles [dB], para cada tipo o código de terreno. Este valor debe corresponder a la pérdida de señal adicional, debida al terreno, la cual ocurre cuando el receptor está ubicado dentro de este tipo de terreno.

Ya que la magnitud de estas pérdidas es además dependiente de la frecuencia, cada clutter tendrá valores distintos para cada banda de frecuencia.

También debe considerarse que los valores de pérdida varían levemente dentro de un mismo tipo de área y además varían en el tiempo. Por ejemplo, la pérdida por vegetación es más alta en verano cuando hay hojas en los árboles si se la compara con la del invierno.

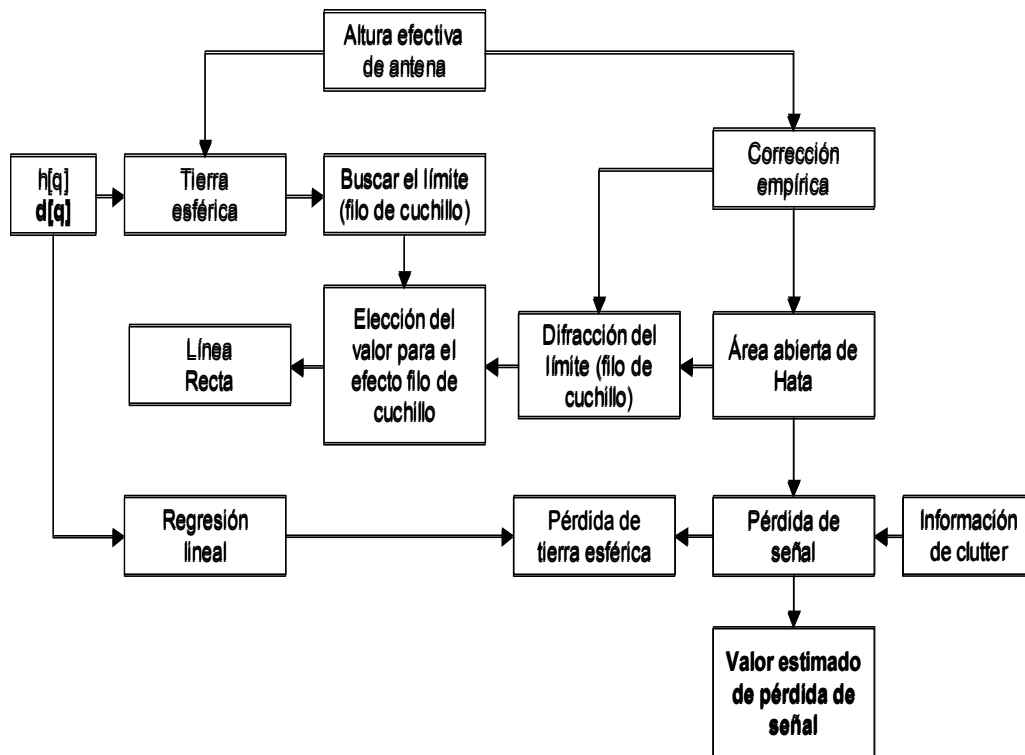
### **8.8. Descripción de los bloques funcionales principales del algoritmo**

El valor de pérdida de señal obtenido a partir del algoritmo 9999 considera principalmente el efecto de los siguientes variables:

- Las ecuaciones de propagación de onda de Okumura-Hata con la modificación de los parámetros de predicción A0 – A4
- Pérdida adicional que surge cuando la onda de propagación es perturbada como por ejemplo cumbres de montaña u otras obstrucciones graves. Para este caso, el modelo considera en su algoritmo el efecto denominado “filo de cuchillo”
- Cuando la distancia entre el transmisor y el receptor llega a ser suficientemente larga, la curvatura de la tierra perturbará la propagación de la onda. La pérdida adicional causada por esto se calcula usando el algoritmo de tierra esférica
- Pérdida de señal debido a los valores de clutter

El algoritmo de cálculo 9999 puede ser representado en forma general por el diagrama en bloques de la Figura N° 4, donde se identifican aquellos procesos más relevantes en orden de ejecución, para finalizar en el valor predictivo de cobertura.

### Diagrama en bloques modelo cálculo 9999



#### 8.9. Tierra esférica

La tierra es casi esférica, pero en una base de datos topográfica, obtenida a partir de la digitalización de cartas geográficas impresas, la tierra es descrita como si fuera plana.

Esto, porque los valores incluidos son obtenidos a partir de los valores de elevación respecto del nivel del mar para cada punto en particular. Con esta información, se describe un perfil de terreno para los cálculos de cobertura, sin embargo este perfil no contiene el efecto de la curvatura de la tierra.

A través de un módulo denominado “Tierra Esférica”, se corrige el perfil de terreno anterior incluyendo las variaciones ocasionadas por la curvatura de la tierra. El nuevo perfil de terreno corregido describe la topografía considerando el efecto de la curvatura de la tierra en todas las direcciones a partir de la ubicación del transmisor.

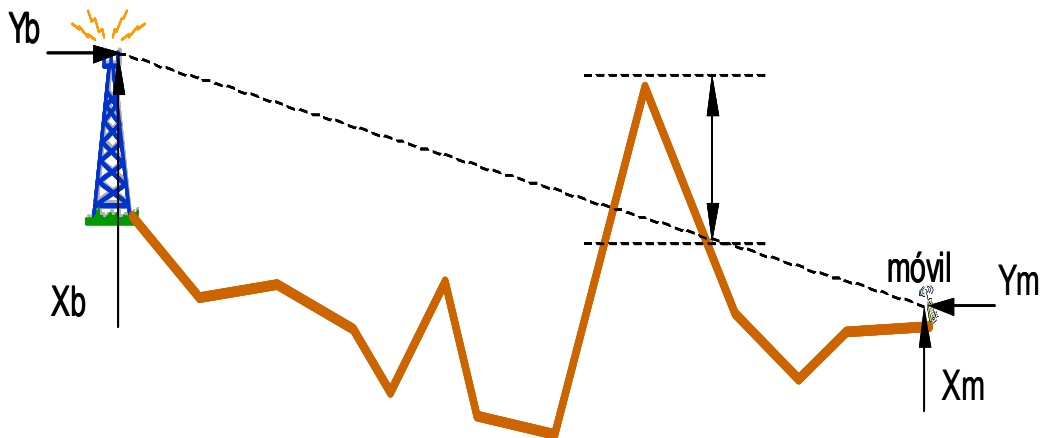
#### 8.10. Algoritmo para el efecto Filo de Cuchillo

Esta parte del algoritmo calcula la pérdida de difracción que surge si, por ejemplo, hay una cumbre de montaña entre el transmisor y el receptor y por lo tanto, se interpone a la propagación de las ondas de radio.

En éste contexto, “filo de cuchillo” se refiere a la difracción provocada en la trayectoria de la señal por la elevación más alta de la tierra a lo largo del perfil de terreno.

El criterio para seleccionar cuál cumbre será considerada como la más perturbadora para el receptor consiste en seleccionar aquella que cae dentro de la primera zona de Fresnel lo que obviamente dependerá de la posición del receptor. A partir de un módulo es posible identificar la cumbre que provoca el valor mas alto de pérdida de difracción según el criterio antes mencionado.

### Efecto "Filo de Cuchillo"



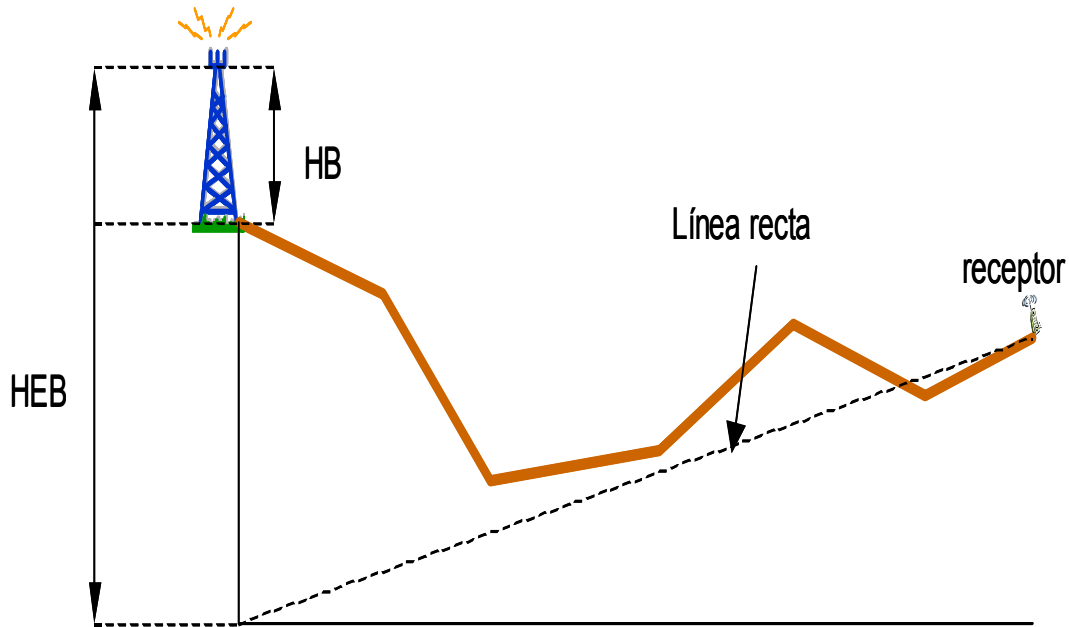
#### 8.11. Altura de antena efectiva

El concepto de altura efectiva de la antena se refiere a un valor de altura de antena que ha sido corregida considerando la topografía y el perfil de terreno. Se trata de calcular un valor de altura de la antena que corresponda aproximadamente a la altura real de la antena.

El cálculo de la altura de antena efectiva (HEB) se hace en dos etapas: Primero se calcula matemáticamente la altura de antena efectiva y luego el valor calculado se ajusta "empíricamente" (HEBK).

Ericsson ha realizado varias mediciones de potencia de señal en terreno. Los resultados de estas mediciones han mostrado que la altura de antena efectiva calculada debe ser ajustada cuando hay un efecto filo de cuchillo entre el transmisor y el receptor.

### Altura de antena efectiva



#### 8.12. Algoritmo para la curvatura de la tierra (algoritmo de tierra esférica)

Aunque la tierra estuviera completamente libre de elevaciones de terreno entre el transmisor y el receptor, no habría visibilidad total entre ellos si la distancia es lo suficientemente grande.

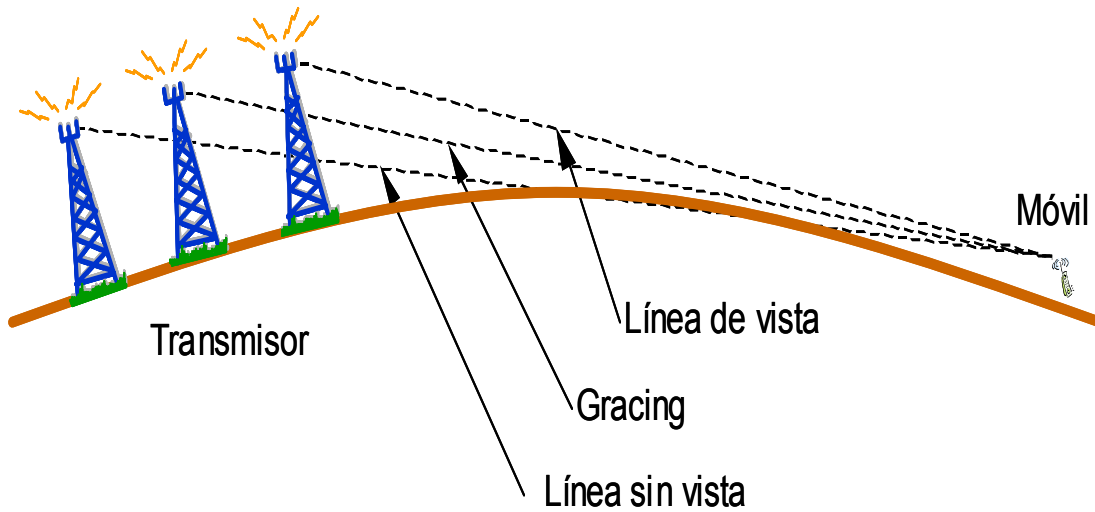
El algoritmo de tierra esférica calcula la pérdida de difracción (JDFR) que surge a grandes distancias desde el transmisor debido a la curvatura de la tierra, tal como se muestra en la Figura N° 7. En conjunto con la escasa visibilidad (gracing), el valor de la pérdida de difracción se asume igual a 20 dB.

El JDFR tiene efecto sólo a grandes distancias desde el transmisor y si el perfil de terreno está relativamente libre de variaciones de elevación. De otro modo, la difracción debida al efecto filo de cuchillo hace que el efecto de la curvatura de la tierra sea despreciable. Por lo tanto, se identifica la línea recta que mejor corresponda a las variaciones de elevación de terreno entre el transmisor y el receptor y se adapta de acuerdo al perfil de terreno original.

Las "alturas de antena efectivas" para el transmisor (JHEB) y el receptor (UEM) se calculan de acuerdo a ésta línea recta. Luego, la pérdida de difracción (JDFR) se calcula sobre la base de JHEB y UEM.

Las "alturas de antena efectivas" para el transmisor (JHEB) y el receptor (UEM) se calculan de acuerdo a ésta línea recta. Luego, la pérdida de difracción (JDFR) se calcula sobre la base de JHEB y UEM.

### Algoritmo de tierra esférica



#### 8.13. Cálculo para área abierta de HATA

La ecuación de propagación en área abierta de Okumura-Hata es:

$$HOA = A_0 + A_{11} + A_2 \cdot \log HEBK + A_3 \cdot \log HEBK \cdot \log D - 3.2 \cdot \{\log(11.75 \cdot HM)\}^2 + g(F)$$

where

$$A_{11} = \begin{cases} A_1 \cdot \log D & \text{if } KDFR \leq 6dB \\ A_4 \cdot \log D + (A_1 - A_4) \cdot \log DOB & \text{if } KDFR > 6dB \end{cases}$$

$$g(F) = 44.49 \cdot \log F - 4.78(\log F)^2$$

HOA	Valor para la propagación de Hata en zona abierta
A0, A1, A2, A3 y A4	Parámetros propios de la zona y frecuencia de cálculo
HEBK	Altura efectiva de la antena corregida empíricamente
HM	Altura de la antena del móvil
D	Distancia del enlace
KDFR	Valor de pérdida de difracción
DOB	Distancia al punto de obstrucción mas alto
g(F)	Variable del algoritmo y depende solamente de la frecuencia, será la misma para todos los puntos móviles en un área de predicción

#### 8.14. Valor estimado total de pérdidas

Las diversas pérdidas de difracción tales como, la difracción por el efecto de filo de cuchillo, el algoritmo de cálculo del efecto de la curvatura de la tierra y el cálculo de área abierta de Okumura-Hata, además de los valores debido a las características del

terreno (clutters) conforman el valor predictivo de la pérdida de señal para la cobertura.

#### **8.15. Características y antecedentes del método de cálculo**

El método de cálculo de zonas de cobertura empleado en el proyecto técnico es denominado Algoritmo de Propagación 9999 y está basado en el modelo de propagación conocido como Okumura-Hata.

Este modelo ha sido adecuado para manejar distintos tipos de terreno y es válido hasta frecuencias de 2 GHz. El método de cálculo usa perfiles de terreno entre el transmisor y el receptor extraídos a partir de bases de terreno topográficas, las que a su vez son obtenidas de la digitalización de cartas geográficas oficiales.

Los cálculos de las pérdidas de trayectoria están basados en variaciones de altura a lo largo del perfil topográfico, considerando las contribuciones de efectos de difracción, curvatura de la tierra, tipo de área y correcciones empíricas.

#### **8.16. Parámetros del método**

Para aumentar la exactitud de las predicciones de cobertura realizadas con el método de cálculo 9999, es necesario optimizar el modelo. Esta optimización se realiza a través de mediciones de radiofrecuencia en las diferentes áreas de interés. Estos datos son recolectados y con ellos los parámetros del modelo son adaptados a los resultados de las mediciones. Este proceso es conocido como Radio Survey.

Los parámetros del modelo 9999 usado en el cálculo de las zonas de cobertura del proyecto técnico presentado, han sido obtenidos a partir de Radio Surveys realizados en Chile durante el año 1996 por Ericsson. Los parámetros del modelo de cálculo 9999 y su valor correspondiente se incluyen en la tabla siguiente:

Parámetros modelo de propagación

Parámetro de predicción		Pérdida (dB)
A0		32,9
A1		30,7
A2		-12,0
A3		0,1
A4		20,7
Clutter	Atenuación (dB)	Desviación estándar
Área densa urbana	19,0	-
Área urbana	15,6	5,2
Área media urbana	15,6	5,2
Área Suburbana	8,8	7,1
Clutter	Atenuación (dB)	Desviación estándar
Bosques	13,0	-
Arbustos	15,0	-
Cultivos, siembras, huertas	2,9	7,3
Vegetación natural	13,0	-
Salares	0,0	-
Desierto, espacio abierto	5,0	1,3
Lagos, ríos	0,0	-
Mar	0,0	-

**9. Descripción, características y fundamentación de los datos y criterios de selección de los mismos que demuestran que dichos datos son suficientes para calcular la zona de cobertura**

**9.1. Datos de diseño**

Los criterios usados en el cálculo de coberturas corresponden a aquellos parámetros considerados en la red descrita en el proyecto técnico. Este criterio determina los niveles de señal necesarios para los diferentes tipos de zonas en las que se puede encontrar la estación móvil o terminales.

En el proyecto técnico se considera el uso de dos tipos de estaciones base genéricas, cuyas características y diferencias principales se incluyen en la siguiente Tabla .

Característica estaciones base tipo A y B

Tipo	Número de Sectores	Transmisión		Recepción
		Potencia por portadora (dBm)	Pérdida combinador (dB)	Sensibilidad (dBm)
A	1, 2 ó 3	45	0,0	-111,5
B	1, 2 ó 3	45	3,5	-110,0

La Tabla siguiente, muestra los valores típicos de los parámetros usados para el cálculo de coberturas teniendo en consideración el uso de una estación base Tipo A y Tipo B.

### Parámetros de estaciones base tipo A y tipo B

Tipo de Estación			Tipo A		Tipo B	
Ítem			Up Link	Down Link	Up Link	Down Link
	Frecuencia	$F$ [MHz]	1.900	1.900	1.900	1.900
a	Potencia Transmitida Estación Base	$P_b$ [dBm]		43,5		43,5
	Potencia Transmitida Estación Móvil	$P_m$ [dBm]	30,0		30,0	
	Ganancia de antena Estación Base	$G_b$ [dBi]	18,0	18,0	18,0	18,0
b	Ganancia de antena Estación Móvil	$G_m$ [dBi]				
	Pérdida en líneas de transmisión Estación Móvil	$L_m$ [dB]				
	Pérdidas por alineamiento de antenas	$L_x$ [dB]		-1,0		-1,0
	Ganancia por diversidad de recepción Estación Base	$G_d$ [dB]	3,5		3,5	
	Pérdidas en duplexor Estación Base	$L_d$ [dB]	-0,5	-0,5		
	Pérdidas en líneas de transmisión Estación Base	$L_j$ [dB]	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0
	Pérdidas por combinador Estación Base	$L_c$ [dB]				-3,0
	Pérdidas por filtro de transmisión Estación Base	$L_{tf}$ [dB]				-0,5
c	Sensibilidad de recepción Estación Móvil	$S_m$ [dBm]		-104,0		-104,0
	Sensibilidad de recepción de la Estación Base	$S_b$ [dBm]	-111,5		-110,0	
<b>a+b-c</b>	<b>Pérdida máxima admisible del enlace</b>	$L_p$ [dB]	<b>162,0</b>	<b>163,2</b>	<b>160,8</b>	<b>160,0</b>

Las Tabla siguiente indica valores típicos de atenuación para los distintos tipos de entorno considerados en el proyecto para una estación base Tipo A y Tipo B, respectivamente

### Atenuación típica de estaciones base tipo A y B

Tipo de Estación			Tipo A								TIPO B							
Ítem			TIPO DE ENTORNO								TIPO DE ENTORNO							
			Urbano denso		Urbano		Sub-urbano		Rural		Urbano denso		Urbano		Sub-urbano		Rural	
			Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link	Up Link	Down Link
Pérdida Total del Enlace	$L_{pp}$	[dB]	162,0	163,2	162,0	163,2	162,0	163,2	162,0	163,2	160,8	160,0	160,8	160,0	160,8	160,0	160,8	160,0
Altura de antena Estación Base	$H_b$	[m]	30		30		42		60		30		30		42		60	
Probabilidad de Servicio en área Estación Base	CAP	[%]	90%		90%		90%		90%		90%		90%		90%		90%	
Pérdidas línea de transmisión por metro	$L_{fm}$	[dB/m]		0,065		0,065		0,065		0,065		0,065		0,065		0,065		0,065
Pérdidas líneas de transmisión	$L_f$	[dB]		1,95		1,95		2,73		3,90		1,95		1,95		2,73		3,90
Margen de desvanecimiento "Log-Normal"	$M_{Inf}$	[dB]	5,10		4,20		3,20		0,50		5,10		4,20		3,20		0,50	
Margen de desvanecimiento "Rayleigh"	$M_{Ra}$	[dB]	3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00	
Atenuación por vehículos	$L_v$	[dB]							6,00									6,00
Atenuación por edificios	$L_i$	[dB]	18,00		15,00		12,00				18,00		15,00		12,00			
Margen de Interferencia	$M_i$	[dB]	2,00		2,00		2,00		2,00		2,00		2,00		2,00		2,00	
Atenuación del cuerpo	$L_b$	[dB]	3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00		3,00	
Total otras pérdidas			31,10	33,05	27,20	29,15	23,20	25,93	14,50	18,40	31,10	33,05	27,20	29,15	23,20	25,93	14,50	18,40
<b>Total pérdidas del Enlace</b>	$L_{pt}$	[dB]	<b>130,9</b>	<b>130,2</b>	<b>134,8</b>	<b>134,1</b>	<b>138,8</b>	<b>137,3</b>	<b>147,5</b>	<b>144,8</b>	<b>129,7</b>	<b>127,0</b>	<b>133,6</b>	<b>130,9</b>	<b>137,6</b>	<b>134,1</b>	<b>146,3</b>	<b>141,6</b>
EIRP Estación Base		[W]	530,88		530,88		443,61		338,84		254,10		254,10		212,32		162,18	
EIRP Estación Base		[dBm]	57,25		57,25		56,47		55,30		54,05		54,05		53,27		52,10	
Nivel de señal planificado		[dBm]	-73,7	-72,9	-77,6	-76,8	-82,3	-80,8	-92,2	-89,5	-75,7	-72,9	-79,6	-76,8	-84,3	-80,8	-94,2	-89,5
<b>Nivel de señal planificado</b>		[dBm]	<b>-72,90</b>	<b>-76,80</b>	<b>-80,80</b>	<b>-89,50</b>	<b>-72,90</b>	<b>-76,80</b>	<b>-80,80</b>	<b>-89,50</b>	<b>-72,90</b>	<b>-76,80</b>	<b>-80,80</b>	<b>-89,50</b>	<b>-80,80</b>	<b>-89,50</b>	<b>-89,50</b>	<b>-89,50</b>
Radio de Estación Base		[km]	0,50		0,65		1,82		8,34		0,41		0,53		1,47		6,68	
Área de Cobertura de la Estación Base		[km <sup>2</sup> ]	0,79		1,34		10,46		218,32		0,52		0,89		6,80		140,16	

## 9.2. Herramienta de cálculo

La herramienta utilizada en los cálculos de cobertura se denomina comercialmente como TEMS CELL PLANNER de Ericsson.

## 10. Dimensionamiento de los distintos elementos de red

La industria de la telefonía móvil en Chile se caracteriza por una alta competencia. Hoy en día la diferencia entre las empresas viene dada por la calidad de servicio que estas puedan ofrecer.

Es por ello que el proyecto de red de la empresa eficiente considera los elementos necesarios para dar un servicio óptimo en sus tres principales variables, cobertura, calidad y capacidad.

## 10.1. Dimensionamiento red

Como se comentó anteriormente los criterios utilizados para el dimensionamiento de la red son los necesarios para dar un servicio de optima calidad en las distintas comunas del país así como en aquellos lugares donde existe una alta circulación de clientes como son las carreteras, túneles, mall, grandes tiendas, supermercado, etc.

En este sentido el modificar algunos de los criterios anteriormente expuestos, conlleva el tener que revisar todo el proyecto de red, puesto que los distintos nodos, no son independientes, todo lo contrario, cada uno de ellos se interconecta con los demás para poder prestar el servicio, y sus dimensionamientos no son escalables en forma proporcionar entre ellos.

Cada elemento de red tiene modularidades de crecimiento distintas que implican considerar complejas tareas de diseño, con el fin de asegurar la calidad del servicio, un dimensionado con capacidad de crecimiento de acuerdo a los supuestos y evolución del mercado. A modo de ejemplo los HLR según criterios de diseño del proveedor vienen dimensionados para una capacidad específica, por lo general 750.000 abonados, al exceder esta se requiere la instalación de un nodo adicional.

El eliminar alguno de los nodos por ejemplo una BTS, conlleva el no poder dar el servicio en algunas de las comunas del país o sectores específicos, en los cuales se desplaza el cliente. Cabe señalar que la característica principal de la telefonía móvil, es la posibilidad de que el cliente pueda permanecer comunicado aunque éste se desplace. La movilidad es la característica principal de la telefonía móvil.

Si se dimensiona un MSC para la capacidad inicial de tráfico requerida, al crecer la base de clientes y la demanda de tráfico se requerirá de inversiones adicionales (infraestructura, servicios, interconexión). Lo anterior condiciona a que el diseño considere espacios, capacidades y acceso necesarios adicionales.

A modo de ejemplo si reemplazamos un MSC tendremos muchos más costes en alquiler de medios de transmisión y transporte, adicionalmente, se afectaría los costos de los medios necesarios para interconectarse con los demás operadores de la industria.

También debemos considerar, que el servicio de interconexión se puede dar en la medida que la empresa eficiente tenga una base de clientes, para poder terminar las llamadas. Para ello es necesario contar con una calidad óptima de red, para facilitar la captación de clientes. Por otro lado consideramos en el despliegue de red, la necesidad de contar con un servicio optimo, en los distintos puntos de ventas, a objeto de que los clientes puedan, comprobar la calidad, bien de un terminal telefónico, o bien contactarse con una plataforma para que le activen el servicio.

En la tabla siguiente se muestra los distintos elementos de red considerados en el proyecto técnico de la empresa eficiente, para los distintos años de duración del estudio tarifario.

	<b>Periodo 1</b>	<b>Periodo 2</b>	<b>Periodo 3</b>	<b>Periodo 4</b>	<b>Periodo 5</b>
Estaciones base (BTS)	1.470	1.508	1.545	1.603	1.672
Repetidores de Radio Frecuencia	170	171	173	176	179
Controladores de BTS (BSC)	24	24	25	26	27
Centrales de Conmutación (MSC)	10	10	10	10	11
Sistema de registro de datos clientes (HLR)	3	3	3	3	3
Red de transmisión propia (enlaces microondas)	464	470	482	501	521
Repetidores de microondas	19	19	20	21	21
Enlaces totales en alquiler	2.216	2.260	2.306	2.383	2.473

## **10.2. Dimensionamiento de las plataformas asociadas a red**

En el siguiente epígrafe se describe el dimensionamiento de las distintas plataformas requeridas por la red de la empresa eficiente para su óptimo funcionamiento

### **10.2.1. Dimensionamiento nodos Red Lan asociados a red**

Para el dimensionamiento de los nodos de la red Lan, se considera la necesidad que tiene las distintas áreas de la empresa eficiente de estar interconectada.

Para el diseño de dicha red se considera un diseño tipo anillo el cual a su vez se interconectan entre ellos por medio de enlaces de datos. Los puntos que se requieren interconectar son los siguientes:

<b>Oficinas asociadas a red</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Oficinas áreas técnicas	24	25	26	26	28
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>28</b>

### **10.2.2. Dimensionamiento Plataforma Prepago**

Como se comento anteriormente la plataforma de prepago es la encargada de soportar a los clientes de prepago. Dicha plataforma se interconecta con el HLR para actualizar las datos de los distintos abonados prepago.

Para el dimensionamiento se utiliza los criterios técnicos definidos por el proveedor; por lo general la plataforma se adquiere para una capacidad inicial de 1.500.000 abonados. Y en la medida que estos aumenten, se deben adquirir nuevas licencias.

Asimismo se consideran los respaldos correspondientes para garantizar la información de los clientes.

### **10.2.3. Dimensionamiento Sistema Provisioning**

El sistema provisioning es el encargado de habilitar los distintos servicios de los clientes a los nodos de la red, principalmente en el HLR. Entre otros esta: el dar de alta al cliente nuevo; el bloqueo y desbloqueo para poder realizar llamadas de larga distancia; etc.

La capacidad inicial de dicha plataforma es de 1.500.000 abonados, los incrementos de capacidad se realizan, según especificaciones del proveedor, cada 36.000 abonados nuevos. Este aumento de capacidad involucra realizar upgrade tanto de memoria como de capacidad, así como adquirir las distintas licencias de conexión de usuarios.

Adicionalmente se consideran los sistemas de respaldos necesarios para garantizar el servicio. Así como las licencias necesarias para los incrementales de abonados a interconectar.

### **10.2.4. Dimensionamiento Sistema “Planet”**

El sistema Planet es una herramienta para graficar el despliegue de las distintas estaciones de radio bases, se usa principalmente en ingeniería de radio. Como casi todos los sistemas informáticos requiere de aumento de capacidad al ir incrementando en volumen de datos.

Este aumento de capacidad se realiza a través de upgrade; los upgrade se realizan tanto al nivel de capacidad de disco como de capacidad de procesamiento.

Adicionalmente, y en la medida que nuevos usuarios se interconecten a la aplicación se requiere adquirir las distintas licencias.

### **10.2.5. Dimensionamiento Sistema Recolección de Tickets (CDR)**

El sistema de recolección de tickets (CDR ) tiene la función de recolectar los distintos tickets que dejan las distintas llamadas de los abonados cada vez que pasan por un central de conmutación (MSC). Para la recolección de dichos tickets,

se requiere de una maquina SAN en cada uno de los nodos, las cuales a su vez están conectadas a un maquina central, al conjunto de maquinas se le denomina "sistema de recolección de ticket's". Esta información es usada posteriormente para el proceso de facturación.

Para el dimensionamiento de la misma se considera la necesidad de contar con una máquina en cada uno de los MSC para atender a la demanda inicial de la empresa eficiente. Adicionalmente y en la medida que aumente la cantidad de datos generada por los distintos abonados (36.000) se realizan los upgrade necesarios tanto a nivel de disco como de proceso.

Asimismo se consideran los sistemas de seguridad y respaldos necesarios para garantizar el funcionamiento del sistema ante cualquier evento.

#### **10.2.6. Dimensionamiento Plataforma OTAF**

La plataforma OTAF proporcionar servicios de gestión remota de tarjetas SIM a través del servicio de mensajes cortos estándar y el mecanismo BIP (Bearer Independent Protocol). La plataforma realiza operaciones de Gestión Remota de Ficheros (RFM) y Gestión de Aplicaciones (AM). Permite el bloqueo remotos de radio bases móviles, para evitar fraudes. Asimismo permite habilitar servicios adicionales a abonados.

#### **10.2.7. Dimensionamiento sistema de Storage Red**

El sistema de Storage de red permite el almacenamiento de grandes volúmenes de información de los distintos versiones de software que se instale en la red. Asimismo permite almacenar los distintos tráfico cursado en de la red. El cual es usado por los ingenieros de tráfico para realizar estadísticas y optimizar el uso de la red.

Estos equipos no están concebidos para ejecutar aplicaciones, siendo su principal función ofrecer storage de altos volúmenes de datos.

#### **10.2.8. Dimensionamiento Sistema Settler**

El sistema Settler es un sistema de administración de los distintos contratos de interconexión de la empresa eficiente, esta compuesta por un modulo principal denominado SETTLER 6.1 (por el proveedor). Esta herramienta permite conciliar el trafico de los distintos operadores interconectados a la red de la empresa eficiente. Para realizar dicha función se interconecta con la plataforma de CDRs.

#### **10.2.9. Dimensionamiento Sala de Supervisión de Red**

La sala de supervisión tiene como objeto el centralizar las distintas alarmas de seguridad de la red de la empresa eficiente. Dichas alarmas permiten verificar en que puntos de la red existe un problema.

Para ello se requiere que los distintos nodos estén interconectados con dicha sala para ello se utiliza por lo general uno de los canales de los distintos medios de transmisión. Adicionalmente están interconectados a esta sala los distintos puntos de vigilancia (guardias de seguridad) existente en los distintos nodos de la red, en especial las centrales de conmutación y los emplazamientos ubicados en localidades conflictivas y con altas probabilidades de robos.

#### **10.2.10. Dimensionamiento Herramientas Red**

Se refieren a las distintas herramientas necesarias para la instalación, mantenimiento y reparación de los distintos nodos de la red de la empresa eficiente. Entre otras se considera las siguientes: Medidor isotropico; Multimetro; Fluke para Multitester; Tenaza De Corriente; Brújulas; Adaptador Para medir Temperatura; Fluke Digital; wattmeter ; Pistola Lectora De Código; Lámpara Halógena; alicates, destornilladores; analizador multiprotocolos; Cell Master; kit de medida acterna; tester; altímetro; repetidoras; antenas decibel; etc,

Dichos elementos son imprescindibles para que los distintos operarios puedan realizar las distintas funciones. Asimismo permiten realizar las mediciones correspondientes para cumplir con las normativas vigentes.