

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO PARA LOS EQUIPOS BSC/RNC DE LA RED GSM/UMTS DE UN PROVEEDOR DE TELEFONÍA MÓVIL A DICIEMBRE DE 2014.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Carla Córdova
para optar por título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2014

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO PARA LOS EQUIPOS BSC/RNC DE LA RED GSM/UMTS DE UN PROVEEDOR DE TELEFONÍA MÓVIL A DICIEMBRE DE 2014.

Profesor guía: Zeldivar Bruzual
Tutor Industrial: Ing. Alietse Bejarano

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Carla Córdova
para optar por título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2014

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 27 de mayo de 2014

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Carla M. Córdova A, titulado:

**"PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO PARA LOS EQUIPOS
BSC/RNC DE LA RED GSM/UMTS DE UN PROVEEDOR DE TELEFONIA
MÓVIL A DICIEMBRE DE 2014"**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. María Álvarez
Jurado

Prof. Carlos Moreno
Jurado

Prof. Zeidiván Bruzual
Prof. Guía

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo absoluto a lo largo del camino y por no dejar de creer nunca en mí, gracias por cada palabra de aliento y por enseñarme que el esfuerzo y trabajo duro tiene su recompensa.

A mis hermanos por ser ese ejemplo a seguir de constancia y dedicación en cada cosa que hacen y además ser muestra incondicional de amor fraternal.

A German por ser mi roca durante este paso que nunca me permitió decaer y con su amor me impulso a alcanzar esta meta.

Para ellos y por ellos...

AGRADECIMIENTOS

A la virgen Maria Auxiliadora por ser la luz que ilumino mi camino.

A mi madrina, a Hermis, a Nai y a mi segunda familia los Heredia-Martinez-Felibert-Wessolossky por haberme apoyado y acompañado para alcanzar esta meta.

A mis queridos jilis Adelina y Carlos quienes formaron parte de esta maravillosa etapa de mi vida. Gracias por su amistad!

A mis compañeros de batalla Betza, Monic, Figue, Janeth, Pao, Juan A, Euler, Juan Carlos y Wlady quienes recorrieron este camino a mi lado, gracias por cada momento de risa y cada aprendizaje que recibí de ustedes, hicieron el trayecto inolvidable.

A Yesenia quien fue parte fundamental de mi formación como ingeniero y que gracias a su paciencia y apoyo logre mi objetivo.

A mis chicos y chicas de conmutación en especial a Caro, Yahi y Victor quienes me enseñaron que el trabajo se hace con amor y dedicación, gracias!

Al profe. Bruzual por su guía y colaboración.

A mi “mamá académica” mi querida María Auxiliadora quien le hace honor a su nombre al haber sido incondicional en todo momento, eres un ejemplo de amor en tu labor.

A mi alma mater la ilustre Universidad Central de Venezuela que me brindo sus espacios para formarme y en donde aprendí el significado de ser ucevista.

Córdova A., Carla M.

**PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO PARA LOS EQUIPOS
BSC/RNC DE LA RED GSM/UMTS DE UN PROVEEDOR DE TELEFONÍA
MÓVIL A DICIEMBRE DE 2014.**

**Profesor guía: Zeldivar Bruzual. Tutor Industrial: Ing. Alietse Bejarano. Tesis.
Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución:
Telecomunicaciones Movilnet C.A . 2014. 79 hojas + Anexos**

Palabras claves: dimensionamiento; RNC; BSC.

Resumen. Se presenta una propuesta de dimensionamiento de las controladoras BSC y RNC del proveedor Ericsson para la empresa Telecomunicaciones Movilnet C.A, la cual se basó en las estimaciones de crecimiento de usuarios y de nuevos sitios previstas para el año 2014 y cuya documentación se realizó a partir de los manuales de los equipos, los cuales permitieron conocer los elementos de cada controladora que determinaron el dimensionamiento de cada una. Se tuvo como punto de partida el diagnóstico del desempeño actual de los equipos a partir de los elementos de monitoreo que posee la red de acceso. Para la realización del plan se establecieron premisas de escalabilidad, reemplazo de equipo por obsolescencia y redistribución de los mercados de cada una de las controladoras. Como resultado se obtuvo una metodología que permitió obtener de manera sistemática los requerimientos del dimensionamiento.

INDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xi
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	xii
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.1 Descripción de la Empresa.....	17
1.2 Planteamiento del problema	19
1.3 Justificación.....	20
1.4 Objetivos del Proyecto	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.2 Objetivos específicos.	21
1.5 Alcance y limitaciones	22
1.5.1 Alcance.....	22
1.5.2 Limitaciones.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Red de acceso celular	23
2.2 Tecnología GSM	24
2.2.1 TDMA (Time Division Multiple Access).....	24
2.2.2 Arquitectura GSM.....	25

2.2.3	Red de acceso GSM	26
2.2.4	Interfaces de GSM	30
2.3	Tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)	31
2.3.1	WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)	31
2.3.2	Arquitectura red UMTS	34
2.3.3	Red de Acceso de Radio UTRAN.....	35
2.3.4	Interfaces UTRAN	37
2.4	Conceptos para la evaluación de la red	38
2.4.1	Tráfico.....	38
2.4.2	Hora pico.....	39
2.4.3	Congestión	39
2.5	Modelo de tráfico de la RNC	39
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		42
3.1	Tipo de investigación	42
3.2	Fases Metodológicas	43
3.2.1	FASE 1: Recopilación de información.	43
3.2.2	FASE 2: Diagnostico del estado de la red.....	43
3.2.3	FASE 3: Reuniones con coordinación de planificación y tráfico de celdas.....	44
3.2.4	FASE 4: Revisión y estudio de las librerías Ericsson.	44
3.2.5	FASE 5: Dimensionamiento del crecimiento de los equipos BSC y RNC.....	44
3.2.6	FASE 6 Realización de la propuesta del plan de crecimiento	45
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA RED Y ESTIMACIÓN DE CRECIMIENTO A DICIEMBRE DE 2014		46
4.1	Ubicación de los equipos.....	46
4.2	Estimaciones de crecimiento de usuarios para diciembre de 2014	47
4.3	Diagnóstico del desempeño de la red con los equipos BSC y RNC instalados actualmente.....	47

4.3.1	Indicadores a evaluar en las RNC Ericsson.	48
4.3.2	Evaluación de las RNC	49
4.3.3	Indicadores a evaluar en las BSC Ericsson	52
4.4	Plan de crecimiento de la red de acceso para el 2014	57
4.4.1	Sitios nuevos y ampliaciones	57
4.4.2	Requerimientos de los sitios nuevos	57
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO.....		59
5.1	Premisas para el dimensionamiento	59
5.2	Evaluación de alternativas	59
5.2	Elementos de dimensionamiento para RNC.....	60
5.3	Dimensionamiento de los equipos RNC	61
5.3.1	MARGEN DE PLANIFICACION	61
5.3.2	Determinación de DC-SP	62
5.3.3	Dimensionamiento del equipo	64
5.3.4	Dimensionamiento por conectividad	68
5.4	Dimensionamiento de los equipos BSC	69
5.4.1	Elementos de dimensionamiento para BSC	69
5.4.2	TRHB.....	69
5.4.3	PGW.....	70
5.4.4	GPHB	71
CONCLUSIONES.....		74
RECOMENDACIONES.....		76
BIBLIOGRAFÍA.....		77
ANEXOS		79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de la arquitectura GSM	23
Figura 2 Estructura de TDMA	25
Figura 3 Arquitectura red GSM	26
Figura 4 Interfaces GSM.....	30
Figura 5 Arquitectura red UMTS.....	34
Figura 6 Estructura "Software" RNC.....	36
Figura 7 Diagrama interfaces de la UTRAN.....	38
Figura 8 Utilización procesadores RNC CC2	50
Figura 9 Utilización procesadores BSC CC2.....	53
Figura 10 Tráfico BSC CC2 [Erlangs].....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Funciones de los subsistemas de la BSC	28
Tabla 2 BSC y RNC por localidad	46
Tabla 3 Estimación de usuarios para diciembre 2014	47
Tabla 4 Escala subjetiva para los niveles de procesamiento de la RNC	48
Tabla 5 Resultados obtenidos para el resto de las RNC según localidad	51
Tabla 6 Capacidades actuales por RNC	51
Tabla 7 Tráfico BSC obtenido según localidad	56
Tabla 8 Capacidades actuales por BSC	56
Tabla 9 Demanda estimada de conectividad necesaria GSM	57
Tabla 10 Demanda estimada de conectividad necesaria UMTS	58
Tabla 11 Matriz DOFA para el EVO CONTROLLER.....	60
Tabla 12 Modelo de tráfico en las RNC para el 2013.....	41
Tabla 13 DC-SP requeridos según proyección de usuarios a diciembre 2014 por localidad. .	64
Tabla 14 Distribución de dispositivos SP según el tamaño de RNC 3820.....	65
Tabla 15 Distribución de tipos de SPB según tamaño de la RNC 3820.....	66
Tabla 16 Distribución de dispositivos según el tipo de SPB.	66
Tabla 17 DC-SP obtenidos para las localidades de MBO y MB2	67
Tabla 18 DC-SP obtenidos para la localidad de Valencia	68
Tabla 19 Características equipos propuestos RNC.....	69
Tabla 20 TRHB necesarios por BSC.....	70
Tabla 21 PGW para cada BSC, con optimización de Abis y Abis sobre IP.....	71
Tabla 22 Tarjetas GPHB requeridas por BSC.	71
Tabla 23 Características equipos propuestos BSC.	73

LISTA DE ACRÓNIMOS

BSC: Base Station Controller.

BSS: Base Station Subsystem.

BTS: Base Transceiver Station.

CCSP: Common Channel Special Processor.

CN: Core Network.

CMXB: Component Main Switch Board.

DB: Dummy Board.

DCH: Dedicated Channel.

DCSP: Dedicated Channel Special Processor.

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum.

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

EPB: Evo Processor Board.

ETB: Exchange Terminal Board.

GARP: Generic Application Resource Processor.

GGSN: Gateway GPRS Support Node.

GMSC: Gateway MSC.

GSM: Global System for Mobile Communications.

GPB: General Purpose Processor Board.

GPRS: General Packet Radio Service.

HSDPA: High Speed Downlink Packet Access.

KPI: Key Performance Indicator.

LAPD: Link Access Protocol for D-channel.

LHS: Link Handlig Subsystem.

MGW: Media Gateway.

MS: Mobile Station.

MSC: Mobile Switching Center.

NSS: Network Switching Subsystem.

OFDMA: Orthogonal Frecuency Division Multiple Access.

OSS: Operation Support Subsystem.

PDRSP: Packet Data Router Special Processor.

PRC: Primary Reference Clock.

PSTN: Public Switched Telephone Network.

RAN: Radio Access Network.

RCS: Radio Control Subsystem.

RNC: Radio Network Controller.

RNS: Radio Network Subsystem.

ROS: Radio Operation and maintenance Subsystem.

RTS: Radio Transmission and Transport Subsystem.

SCB: Switch Core Board.

SCB-TF: Switch Core Band with Triple Feed.

SCXB: System Control Switch Board.

SGSN: Server GPRS Support Node.

SI: Signaling Link Interface.

SP: Special Processor.

SPB: Special Purpose Processor Board.

SQL: Structured Query Language.

STP: Signalling Transfer Point.

SXB: Switch Extension Board XVII.

TAS: Transceiver Administration Subsystem.

TDMA: Time Division Multiple Access.

TUB: Timing Unit Board.

UE: User Equipment.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System.

USIM: Módulo de Identidad de Servicios de Usuario.

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network.

VLR: Visitor Location Register.

WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access.

INTRODUCCIÓN

MOVILNET S.A. es una empresa venezolana de comunicaciones móviles principalmente conocida por ser una de las filiales de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV). Ésta se encarga de todo lo relacionado con la tecnología móvil mientras que su empresa matriz, ocupa los servicios de comunicaciones fijas. MOVILNET es una operadora y proveedora de soluciones integrales de telecomunicaciones e informática, reconocida por su capacidad innovadora es por esto y bajo los lineamientos del Plan Nacional de Telecomunicaciones, Informática y Servicios Postales 2007-2013 de la República Bolivariana de Venezuela, que MOVILNET se ha preocupado por la adquisición de recursos tecnológicos que conduzcan a la modernización y masificación del servicio a nivel nacional.

En la actualidad la empresa de telecomunicaciones MOVILNET presenta diversas tecnologías para su red de acceso bien sea UMTS (**Universal Mobile Telecommunication System**) o GSM (**Global System for Mobile Communications**) en donde para cada uno de estas se necesitan ampliaciones constantes debido al crecimiento tanto de usuarios como de la demanda de servicios.

Dicho crecimiento está orientado a las BSC (**Base Station Controller**) y RNC (**Radio Network Controller**) los cuales permiten interconectar y controlar los nodos de acceso para las tecnologías GSM y UMTS respectivamente. Es precisamente en esa ampliación de equipos de la red en lo que se basa el siguiente trabajo de investigación cuyo punto focal es justamente las BSC y RNC basados en factores como el tráfico.

Por tal motivo el siguiente trabajo de grado tendrá como finalidad proponer el plan de crecimiento para los equipos BSC/RNC de la red GSM/UMTS de Movilnet a diciembre de 2014 con el proveedor Ericsson. Dicho plan de crecimiento garantizará, la ejecución del Plan Operativo Anual 2014 (POAI) de la empresa, que no es más que el conjunto de planes de crecimiento de la red de acceso, el cual es generado por otras unidades de Movilnet como Tráfico de Celdas y Planificación de Red de Acceso.

El desarrollo del trabajo se realizará de la siguiente manera. En el capítulo I se define el problema, la justificación y los objetivos tanto general como específicos que se plantearon para la solución del mismo. El capítulo II presenta los conceptos que fundamentan las bases teóricas. El capítulo III describe la metodología dividida en fases, que se empleará para alcanzar los objetivos planteados. El capítulo IV muestra el diagnóstico y evaluación actual de la red además de las estimaciones de crecimiento y requerimientos para 2014 y por último el capítulo V presenta la propuesta de plan de crecimiento para las BSC y RNC para la red GSM/UMTS a diciembre 2014.

CAPÍTULO I

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación se realizará una descripción de MOVILNET, lugar donde se realizó el Trabajo Especial de Grado.

1.1 Descripción de la Empresa

Telecomunicaciones MOVILNET S.A. es una empresa venezolana de comunicaciones móviles principalmente conocida por ser la filial de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV). Esta se encarga de todo lo relacionado con la tecnología móvil mientras que su empresa matriz ocupa los servicios de comunicaciones fijas.

Reseña histórica

MOVILNET S.A se creó el 19 de mayo de 1992 como una filial de la compañía de telefonía fija CANTV, que en su primer año alcanzó 21.000 clientes, ofreciendo servicio AMPS, con cobertura en Caracas, Valencia y otras ciudades del país.

En el año 2003 la empresa inicia la implementación de la tecnología CDMA2000 1xRTT permitiéndole ofrecer servicios de Tercera Generación.

En 2007, se realizó la nacionalización de la empresa matriz CANTV, con lo que Movilnet pasó también a ser administrada por el Estado venezolano.

⇒ **Misión**

“Somos la empresa estratégica del estado venezolano operadora y proveedora de soluciones integrales de telecomunicaciones e informática, corresponsable de la soberanía y transformación de la nación, que potencia el poder popular y la integración de la región, capaz de servir con calidad, eficiencia y eficacia, y con la participación protagónica del pueblo, contribuyendo a la suprema felicidad social”

⇒ **Visión**

“Ser una empresa socialista operadora y proveedora de soluciones integrales de telecomunicaciones e informática, reconocida por su capacidad innovadora, habilitadora del desarrollo sustentable y de la integración nacional y regional, comprometida con la democratización del conocimiento, el bienestar colectivo, la eficiencia del estado y la soberanía nacional.”

⇒ **Objetivos**

CANTV, se planteó los siguientes objetivos estratégicos:

- Democratizar el servicio con justicia social: Ampliando la cobertura geográfica, incluyendo a todos los segmentos de la población, ofreciendo tarifas justas y solidarias para promover una competencia más equitativa, con atención particular para cada segmento de la población para facilitar la integración al uso de las telecomunicaciones.
- Potenciar la participación y el Poder Popular: Las comunidades se convierten en aliadas en la prestación del servicio. En esta etapa, CANTV promueve la participación protagónica de las comunidades organizadas, al tiempo que potencia la labor de los Consejos Comunales.

- Convertirnos en empresa socialista del Estado: La empresa se ajustará al marco legal de empresa pública e implantará el modelo laboral socialista, impulsando la participación protagónica de los trabajadores como servidores públicos, bajo un espíritu de solidaridad y abriendo espacios para los Esquemas Asociativos Solidarios con el fin de desarrollar el modelo de economía social.
- Avanzar hacia la soberanía tecnológica: La Nueva CANTV apoyará la implantación del software libre cumpliendo con el decreto 3390 del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Además, impulsará la apropiación tecnológica por parte de los ciudadanos y ciudadanas, promoverá el desarrollo endógeno, respaldará la formación de talentos nacionales y promoverá la sustitución de importaciones.
- Apalancar la transformación del Estado: CANTV jugará un papel protagónico en la transformación del Estado apalancando con el potencial que ofrecen las tecnologías para acercarse al ciudadano y servirlo de manera más eficiente, ágil y confiable; facilitando a su vez su participación en el diseño de las políticas públicas que guían la acción del Estado.

1.2 Planteamiento del problema

Desde principios del año 2011, la red de Movilnet viene presentando un crecimiento acelerado y elevado en cuanto a la cantidad de suscriptores de la red 2G tecnología GSM y la red 3G tecnología UMTS, siendo estos usuarios en algunas localidades superiores a lo soportado por la misma, de acuerdo al **hardware** y **software** instalado y configurado actualmente. Dichos clientes corresponden a servicios de voz y datos, pero uno de los problemas críticos, radica en la capacidad de voz y datos de los equipos BSC y RNC, ya que la red de acceso se encuentra

altamente congestionada, dado a la incursión en el mercado de dispositivos **Smartphone**, lo que hoy se denomina como una revolución en el sector de las telecomunicaciones.

Adicionalmente, de acuerdo a proyecciones de crecimiento de usuarios, realizadas por la empresa, la misma debe garantizar que la plataforma instalada en capacidad para los equipos BSC y RNC, cubra la demanda de clientes para el año 2015, en tal sentido, MOVILNET solicitó realizar una propuesta de plan de crecimiento para los equipos BSC/RNC de la red GSM/UMTS a diciembre de 2014 con el proveedor Ericsson, a fin de lograr mantener una sólida plataforma que garantice un crecimiento sostenible de los usuarios, brindándole a los mismos un servicio óptimo y de calidad.

1.3 Justificación

La expansión de **Hardware** y **Software** en los RNC y BSC, así como la integración de nuevos RNC y BSC permitirá el crecimiento sostenible de la red de acceso. Con ello, se garantizará la disponibilidad de recursos de conectividad para los nodos de acceso en las redes UMTS y GSM, para con esto cumplir con los requerimientos de mantenimiento y expansión que se tienen estipulados para dicha red. El objetivo principal del dimensionamiento será el de mejorar la experiencia del usuario a través de la ampliación de cobertura con el adiciónamiento de sitios nuevos además de optimizar los servicios ofrecidos al usuario, teniendo con esto un impacto directo dentro de las comunicaciones de las comunidades pertenecientes a las localidades de cada una de las controladoras

Gran parte de la plataforma UMTS y GSM se encuentra desplegada actualmente por Ericsson, por tal motivo, los distintos componentes que se consideraran en el plan de ampliación serán provistos exclusivamente por este proveedor.

Por tal motivo el siguiente trabajo de grado tendrá como finalidad proponer el plan de crecimiento para los equipos BSC/RNC de la red GSM/UMTS de Movilnet a diciembre de 2014 con el proveedor Ericsson. Dicho plan de crecimiento garantizará, la ejecución del Plan Operativo Anual 2014 (POAI) de la empresa, que no es más que el conjunto de planes de crecimiento de la red de acceso, el cual es generado por otras unidades de Movilnet (Tráfico de Celdas y Planificación de red de acceso).

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Proponer el plan de crecimiento para los equipos BSC/RNC de la red GSM/UMTS de Movilnet a diciembre de 2014 con el proveedor Ericsson.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Realizar una revisión bibliográfica de las redes de acceso para las tecnologías GSM y UMTS.
- Diagnosticar el estado de la red de MOVILNET en cuanto a las necesidades de crecimiento de los equipos BSC y RNC Ericsson instalados actualmente.
- Identificar las estimaciones y proyecciones de crecimiento de usuarios y tráfico de voz y datos a diciembre de 2014.
- Elaborar la propuesta de dimensionamiento para el crecimiento de los equipos BSC y RNC Ericsson de la red GSM y UMTS de MOVILNET a diciembre de 2014.

1.5 Alcance y limitaciones

1.5.1 Alcance.

El plan de crecimiento de la red GSM/UMTS de Movilnet a diciembre de 2014, se realizó para la plataforma de equipos BSC/RNC que presten servicio a las ciudades de Caracas, Valencia y Maracaibo.

El plan de crecimiento contempló la expansión de **hardware, software** y servicios para los equipos BSC y RNC del proveedor Ericsson que brindan cobertura a las ciudades previamente mencionadas.

1.5.2 Limitaciones

Sólo se contempló la conceptualización y definición de la propuesta de plan de crecimiento, excluyendo las fases de implementación y operación del mismo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

A lo largo de este capítulo se desarrollarán los conceptos que fundamentan las bases para la realización del proyecto.

2.1 Red de acceso celular

La red de acceso es la parte de la arquitectura de red celular que permite la interconexión entre los usuarios y el “**core**” de la red. Es decir, esta red es la que interactúa directamente con el usuario. En el caso de las redes celulares la red de acceso es de tipo inalámbrica y permite movilidad a los dispositivos terminales como muestra la figura 1.

Para las tecnologías GSM y UMTS esta red de acceso recibe el nombre de GRAN y UTRAN respectivamente, las cuales serán explicadas de manera detallada más adelante.

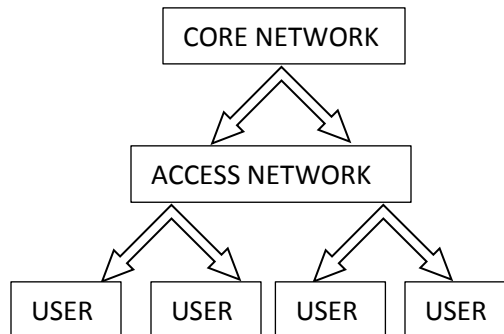


Figura 1 Diagrama de la arquitectura GSM

Fuente propia

2.2 Tecnología GSM

La red GSM es un estándar de telefonía móvil que comenzó en 1982 y cuyo objetivo principal, era presentarse como una solución a la problemática de incompatibilidad de los sistemas móviles de los distintos países. Entre las principales consideraciones que se tomaron para su desarrollo, se encuentra por ejemplo, el establecimiento de equipo para el desarrollo de estándares en la red celular, además de establecer las bandas de frecuencias para su operatividad.

2.2.1 TDMA (Time Division Multiple Access)

TDMA es una tecnología de acceso al medio para la transmisión digital inalámbrica. El principio de este método, se basa en la asignación de **time-slot** a cada uno de los usuarios dentro de un mismo canal. Dicho canal es un medio compartido con otros usuarios y cada uno tiene acceso a él, de manera completa por un breve período de tiempo.

La figura 2, muestra como está estructurada la trama TDMA, en donde cada color, representa a un usuario.

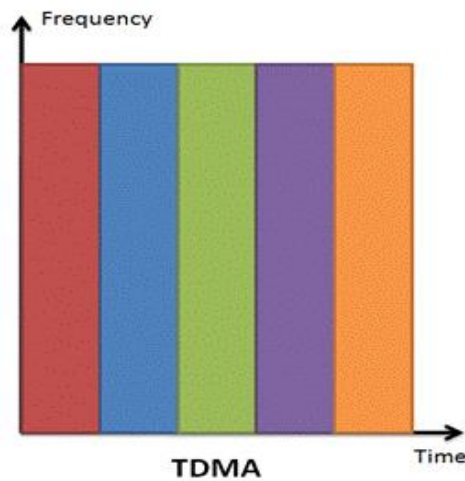


Figura 2 Estructura de TDMA

Fuente: <http://wcdma3g.blogspot.com/2008/07/pdc-personal-digital-cellular-2g-tdma.html>

2.2.2 Arquitectura GSM

La red GSM es un conjunto de células radioeléctricas que constituyen un área de servicio. Las áreas de cobertura están definidas por las estaciones bases, las cuales operan en un conjunto de canales, que son diferentes para cada una de las estaciones adyacentes. Estas estaciones bases están conectadas a un controlador de estaciones base (BSC). Su principal función es el control de los niveles de potencia tanto de las estaciones bases como la de los móviles, por lo que es precisamente este controlador el encargado de realizar el **handover**. La interconexión de las BSC se realiza hacia una central de conmutación de móviles (MSC), la cual se encarga de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas, así como de la información de la tarificación. Es importante destacar que la MSC (**Mobile Switching Center**), además es la interfaz entre diversas redes GSM o entre una de ellas y las redes públicas de telefonía y datos.

2.2.3 Red de acceso GSM

La figura 3, muestra la conectividad del sistema GSM. La red de acceso de GSM está conformada por todos los nodos y elementos requeridos para construir el acceso al sistema GSM, ya sea para el transporte de las llamadas, la señalización, las sesiones y el manejo de tráfico entre nodos. Las BSC y las BTS (**Base Transceiver Station**) son los elementos principales.

Las interfaces Abis y Gb indican la conectividad lógica entre los nodos, desde la BSC hasta la red de conmutación de circuitos y de la BSC hasta la red de conmutación de paquetes. La interfaz Abis permite conectividad entre la BSC y la BTS.

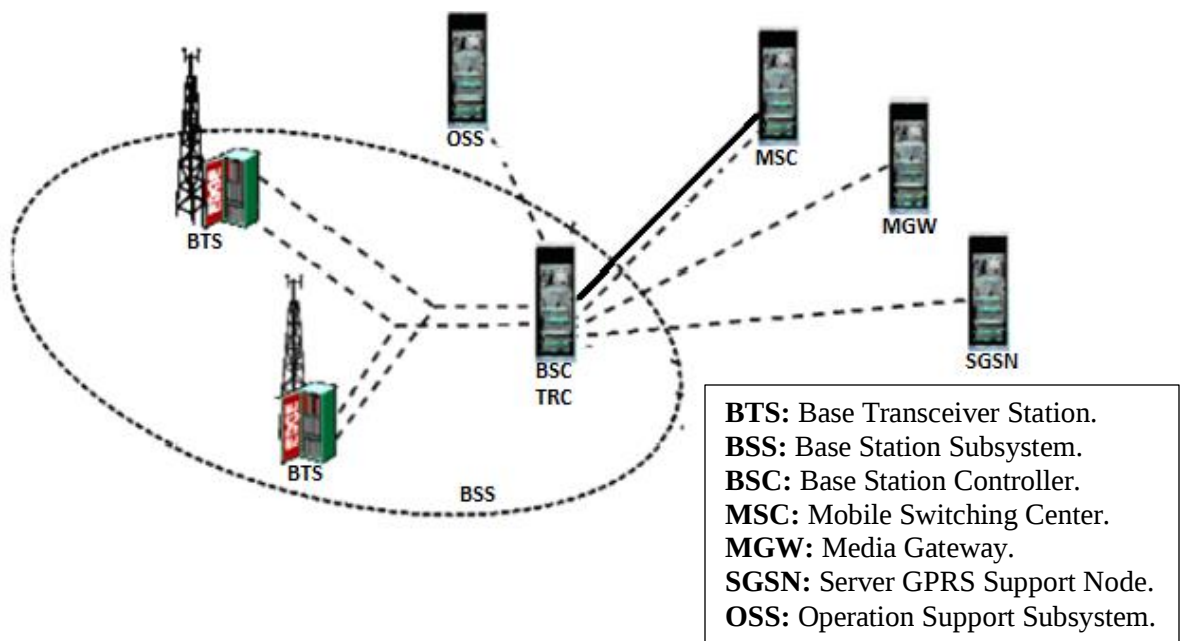


Figura 3 Arquitectura red GSM

Fuente: manual BSC HD con modificaciones propias.

⇒ **MS (Mobile Station)**

Son los equipos capaces de realizar la transmisión, codificación de voz y datos, protección de errores, control de flujo, adaptación de las velocidades de transmisión del usuario y del canal y la gestión de movilidad. Para la operatividad de la estación móvil este debe contar con un módulo de identificación de usuario (SIM), el cual posee toda la información necesaria la autenticación del usuario en la red.

⇒ **BSS (Base Station Subsystem)**

Este elemento de la red emplea la interfaz de aire para establecer la conexión con las estaciones móviles. Su principal función es la transmisión, recepción y gestión de la interfaz de radio. Además, ésta permite la interconexión entre los conmutadores de la red y la estación móvil.

La estación base está constituida por dos elementos, el BTS el cual establece conexión con lo móviles a través de la interfaz de radio, el otro elemento es la BSC (Controlador de la estación base) el cual permite la conexión con los conmutadores del NSS (**Network Switching Subsystem**).

⇒ **BTS (Base Transceiver Station)**

Este componente se encarga principalmente de la supervisión de los canales de radio y de la transferencia de información hacia las BSC a su vez que se encarga de detectar el acceso de los móviles hacia la red.

⇒ **BSC (Base Station Controler)**

Es un conmutador cuyas funciones principales son la gestión de los canales de radio y de secuencias de salto de frecuencia, además de la realización de los **handhover** a través del monitoreo de los sistemas de potencia. Este elemento administra la información de la red de radio, a través de la descripción de la celda con el número de identificación, el tipo de BTS y el número de canales de control.

La BSC permite la medida de tráfico y eventos de la red a través de parámetros como número de llamadas, congestión, niveles de tráfico por celda, número de **handover** y conexiones fallidas.

En cuanto a la gestión de las BTS, es justamente a través de la BSC que se realiza la configuración de las frecuencias a emplear y los niveles de potencia para cada celda. Esto permite la gestión de los canales.

En cuanto a las características de operación y mantenimiento, éstas pueden ser de manera local o remota, siendo el principal punto de interés, la utilización de los procesadores de la BSC, ya que justamente cuando esto ocurre, comienza un rechazo de llamadas. Es por ello que el monitoreo de este elemento de manera remota, permite al sistema brindar todos los servicios y no ser afectada por situaciones de sobrecarga.

El control de llamadas se logra a través de la conectividad que brinda la BSC entre la BTS y la MS, ya que la controladora calcula adecuadamente los niveles de potencia entre ellos, para así garantizar la calidad de la conexión entre el **uplink** y el **downlink**.

La BSC cuenta con una serie de subsistemas que se encargan de cada una de las funcionalidades. La tabla 1 muestra esta relación.

Tabla 1 Funciones de los subsistemas de la BSC

Subsistema	Función
RCS: Radio Control Subsystem	Manejo de la red de radio Gestión de las conexiones del MS
ROS: Radio Operation and maintenance Subsystem	Manejo de la red de transmisión Operación y mantenimiento interno de la BSC
RTS: Radio Transmission and Transport Subsystem	Gestión de TRC
TAS: Transceiver Administration Subsystem	Manejo de las BTS
LHS: Link Handlig Subsystem	Manejo de la red de transmisión

Fuente propia

⇒ **MSC (Mobile switching centre)**

Este elemento es la pieza central de las redes basadas en conmutación de circuitos. Puede ser usado tanto por el sistema GSM como por el UMTS. Entre sus funciones se encuentra la coordinación de las llamadas de todos los UE dentro de la jurisdicción de un mismo MSC, a su vez que realiza la asignación de los recursos de forma dinámica y registra la ubicación, además de recoger los datos para la facturación e intercambio de señalización entre las diferentes interfaces así como realizar el manejo de la asignación de frecuencias.

⇒ **SGSN (Nodo de soporte de servicio GPRS)**

Es el elemento central de una red basada en la conmutación de paquetes y se encarga de gestionar la información del suscriptor, de su ubicación además de la información asociada a la célula en la que el móvil está registrado.

2.2.4 Interfaces de GSM

⇒ Interfaz Um

Esta interfaz la emplean las estaciones móviles para tener acceso a las utilidades y servicios de la red GSM.

⇒ Interfaz A

Es la interfaz entre la MSC y el BSS y se emplea para la gestión de BSS, el manejo de las llamadas y la gestión de la movilidad.

⇒ Interfaz A-bis

Esta interfaz esta entre la BSC y la BTS, permite conectar las estaciones base y los controladores.

La figura 4, muestra el diagrama de interfaces GSM, para la interacción entre los sub sistemas.

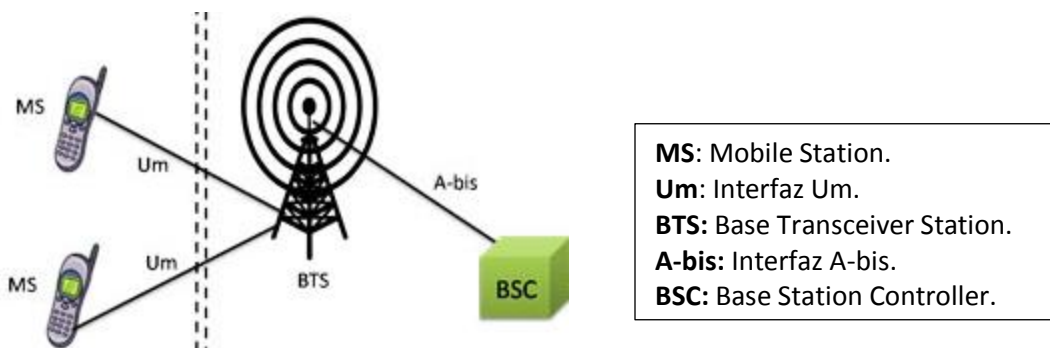


Figura 4 Interfaces GSM

Fuente: <http://what-when-how.com/roaming-in-wireless-networks/umts-network-architecture-third-generation-networks/> con modificaciones propias

2.3 Tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

Esta tecnología de telefonía móvil pertenece a la tercera generación y la principal característica es la utilización de la técnica de WCDMA (**Wideband Code Division Multiple Access**), con la cual se obtienen velocidades mayores de transmisión así como la disminución de la interferencia. Las velocidades de transmisión en UMTS alcanzan los 2Mbps, por lo cual al unirse con la posibilidad de soporte IP, permite que esta tecnología ofrezca servicios multimedia interactivos.

2.3.1 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)

Es un tipo de acceso usado en telefonía móvil que está basado en CDMA (**Code Division Multiple Access**) y cuyo principio es el de transmitir la información de varios usuarios de manera simultánea, compartiendo el ancho de banda. En el caso de WCDMA se emplea la técnica de espectro expandido por secuencia directa, la cual separa el medio radio, multiplicando la señal a transmitir bit a bit por un código que la identificará de manera unívoca y que a su vez realiza el ensanchamiento de la señal. Para la recuperación de la señal en el receptor, se emplea el mismo código del transmisor, por lo que el resto de las señales, al ser transmitidas con otros códigos distintos se comportan como ruido.

⇒ Canales de UMTS

Los canales de la tecnología UMTS presentan dos clasificaciones, canales físicos y canales lógicos.

- **Canales Físicos**

Son el medio de transmisión que provee plataforma a través de la cual la información será transmitida. Estos canales poseen diferentes anchos de bandas, además de poseer un código específico.

Canales dedicados

DPDCH (Dedicated physical data channel)

DPCCH (Dedicated physical control channel)

Canales communes:

Physical Random Access Channel

Physical Common Packet Channel

- **Canales lógicos**

Describen el tipo de información que será transmitida, este tipo de canal puede ser de control (manejan la información del plano de control) o de tráfico (maneja la información del plano usuario). Los canales lógicos son los siguientes:

Broadcast Control Channel (BCCH): transmite desde la BS hasta MS la información de la red y de la celda.

Paging Control Channel (PCCH): trasmite de la BS a MS los avisos de los UE no localizados.

Common Control Channel (CCCH): transmisión bidireccional entre la BS y MS de información de control entre red y usuarios en la célula sin conexión RRC, incluye además petición de acceso al servicio y mensaje de respuesta.

Dedicated Control Channel (DCCH): de manera bidireccional entre la BS y MS transmite información de control entre la red y los usuarios con conexiones RRC.

Shared Control Channel (SHCH): canal compartido de control.

- **Canales de transporte**

Estos canales pueden ser dedicados o comunes.

Canales dedicados:

DCH (Dedicated Channel): permitir transmitir de manera bidireccional la información del UE entre la BS y MS.

Canales Comunes:

Broadcast Channel (BCH): información del sistema y de la célula desde BS a MS.

Fast Access Channel (FACH): información a terminales ubicados desde BS a MS.

Paging Channel (PCH): información de aviso por una célula o varias desde BS a MS.

Random Access Channel (RACH): acceso de un terminal a la red desde MS a BS.

Common Packet Channel (CPCH): tráfico de paquetes compartido desde MS a BS.

Descendent Shared Channel (DSCH): paquetes compartidos de usuario o de control asociado a un DCH desde BS a MS.

2.3.2 Arquitectura red UMTS

Este tipo de red se divide en áreas de servicio, producto de la cobertura de las células agrupadas. Tal como se muestra en la figura 5, esta arquitectura esta principalmente constituida por tres elementos: el equipo usuario UE, la red de acceso (UTRAN) y la red central. Es importante destacar que la interfaz entre el usuario y la red es WCDMA.

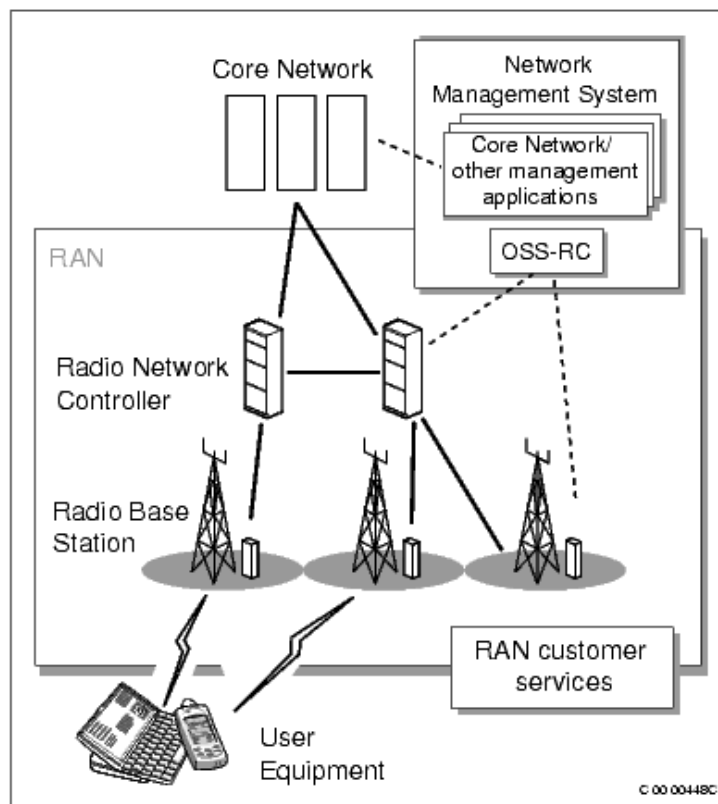


Figura 5 Arquitectura red UMTS

Fuente: Manual RNC 3820, Librerías Ericsson.

2.3.3 Red de Acceso de Radio UTRAN

La red de acceso permite conectar los terminales móviles y el **core** de la red, las funciones principales de la UTRAN son el establecimiento, mantenimiento y liberación de los servicios.

Como funcionalidad de **handover** de llamadas WCDMA ofrece las siguientes:

- ⇒ **Hardhandover:** durante el **handover** la conexión es liberada antes del establecimiento de una nueva, por lo que no existe una continuidad de la llamada.
- ⇒ **Softhandover:** durante el **handover** una nueva conexión es establecida antes de liberar la conexión previa, ofreciendo continuidad de la llamada.
- ⇒ **Softerhandover:** se evalúa la intensidad de la señales de los sectores del mismo nodo B, por lo que se sustituye la señal actual por una nueva de mayor intensidad.

⇒ UE (User Equipment)

Son los equipos capaces de realizar la transmisión, codificación de voz y datos, protección de errores, control de flujo, adaptación de las velocidades de transmisión del usuario y del canal y la gestión de movilidad. Con el fin de no perder la inversión en la infraestructura de GSM, las empresas dedicadas al diseño de equipos móviles crearon equipos con sistemas duales que permiten el acceso a ambas redes la GSM y la UMTS.

⇒ Nodo B

Está ubicado en la capa física de la interfaz aérea. Entre sus funcionalidades se encuentra: la implementación lógica de operación y mantenimiento, el mapeo de

los recursos lógicos del Nodo B en los recursos de hardware además de realizar el control de potencia en el enlace de subida.

⇒ **RNC**

Son las controladoras de los Nodos B y se presenta como elemento de conmutación de la red acceso. Su principal objetivo es garantizar la calidad de servicio y que el trayecto de radio presente estabilidad. La plataforma consiste en un sistema de transporte, un sistema de control en tiempo real y un sistema de manejo de soporte.

El **software** de los RNC está dividido en las capas mostradas en la figura 6:

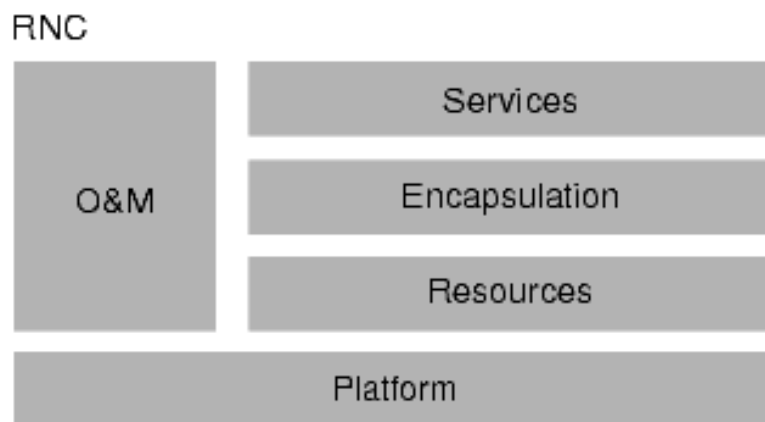


Figura 6 Estructura "Software" RNC

Fuente: Manual 3820, librerías Ericsson ALEX

- ⇒ O&M (Operación y Mantenimiento): provee las funcionalidades de operación y mantenimiento, incluyendo el manejo de interfaces de servicio y soporte a la capa de plataforma.
- ⇒ Servicio: proporciona los servicios de control del RNC como control de la red y manejo de las conexiones de señalización.

- ⇒ Encapsulación: reserva y comunica las fuentes en la capa de fuentes, para conexiones de canales dedicados y comunes.
- ⇒ Fuentes: proporciona utilidades y control de fuentes de la RNC.
- ⇒ Plataforma: provee servicios a las otras capas tales como: base de datos, control de equipos, comunicación interna y mecanismos de actualización.

Funciones de las RNC

- ⇒ Control de sistema: proporciona procesamiento de la plataforma y el almacenamiento de información.
- ⇒ Transporte terrestre: provee interfaces terrestres y **switch** del acceso local y terminaciones de líneas físicas en SDH y PDH para velocidades de 1.5 Mbps, 2 Mbps, 34 Mbps, 155 Mbps.
- ⇒ Comunicación: transferencia y combinación de utilidades y control de información.
- ⇒ Sincronización: ofrece la correcta sincronización de la información y previene la pérdida de información transmitida por el sistema. Sincroniza la red, el nodo y la trama.
- ⇒ Control: permite el proceso de inicialización, mantenimiento y terminaciones de conexiones con un servicio específico.
- ⇒ Movilidad: proporciona la habilidad de moverse al usuario dentro de la cobertura de la red, esto se logra a través de elementos y servicios de la red como el **handover**.

2.3.4 Interfaces UTRAN

- ⇒ Iub: es la interfaz entre el RNC y el nodo B.
- ⇒ Uu: es la interfaz de aire entre el equipo del usuario y la red.

- ⇒ Iur: interfaz que comunica las RNC. Esta interfaz maneja el subsistema de tráfico y control de señalización.
- ⇒ Iu: esta interfaz permite la comunicación entre la RNC y el Circuit Switched (CS) o Packet Switched(PC) del core de la red.

La figura 7, muestra el diagrama de interfaces de la red de acceso UTRAN.

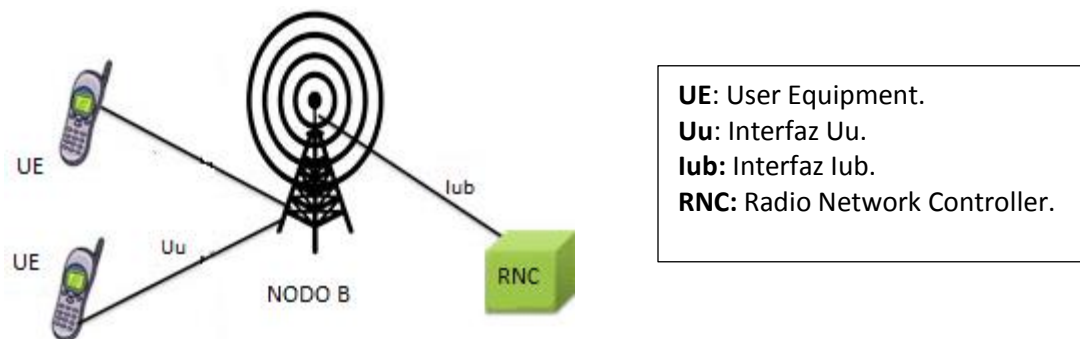


Figura 7 Diagrama interfaces de la UTRAN.

Fuente: <http://what-when-how.com/roaming-in-wireless-networks/umts-network-architecture-third-generation-networks/> [consultado en Diciembre 2013]

2.4 Conceptos para la evaluación de la red

2.4.1 Tráfico

Se entiende como tráfico la medida de ocupación de un nodo de comunicaciones respecto al número de llamadas realizadas. Esta medida es probabilística debido a que su origen es aleatorio. La unidad para expresar el tráfico es Erlangs y para su determinación, se establecen parámetros como la duración de la llamada, con la cual se establece la ocupación continua o total del nodo durante un período de observación.

2.4.2 Hora pico

Es el período durante el cual la red presenta mayor actividad y según la UIT, se define como el valor medio correspondiente a los 30 días. La evaluación se hace en función de los 5 días de mayor actividad y en función de éste, se determina la hora pico.

2.4.3 Congestión

Se establece la congestión cuando los equipos que permiten el curso de una conexión o llamada, se encuentran en ocupación total, por lo que no pueden cursar más llamadas.

2.5 Modelo de tráfico de la RNC

El modelo de tráfico está formado por los siguientes parámetros:

- ⇒ SRB (**stand-alone Signalling Radio Bearer**): es el número de señalización de portadora por suscriptor por hora, mayormente mensajes SMS y actualizaciones de ubicación.
- ⇒ Llamadas: número de llamadas por suscriptor por hora, incluye todo tipo de llamadas.
- ⇒ Switches: número de canales de **switches** durante una llamada de datos PS, por suscriptor por hora cubriendo todo tipo de **switches**.

- ⇒ SoftHos: número de **soft handover** por suscriptor por hora.
- ⇒ SofterHos: número de **softer handover** por suscriptor por hora.

- ⇒ Upvoice: **throughput** de las llamadas de voz transmitidas en el plano usuario por suscriptor, expresado en Kbps y es un valor promedio por hora.

- ⇒ Upcs: **throughput** del servicio de video llamadas ofrecido por Movilnet, expresado en Kbps, valor promedio por hora por suscriptor.

- ⇒ Upshs: **throughput** de las llamadas de datos transmitidas en el plano usuario, por suscriptor expresado en Kbps y es un valor promedio por hora.

- ⇒ EFACH: la probabilidad por suscriptor de permanecer en estado FACH, expresada en Erlangs durante una hora pico.

Los anteriores elementos del modelo de tráfico, fueron producto de la evaluación de los KPI determinantes de la RNC, los cuales muestran el desempeño real de la misma. Este modelo de tráfico será punto de interés durante el dimensionamiento de la RNC, ya que serán estos valores los empleados en los cálculos.

A continuación se muestra en la tabla 2 el modelo de tráfico realizado para Movilnet en el año 2013, por el Ingeniero Gabriel Bonet.

Tabla 2 Modelo de tráfico de las RNC para el 2013

SRB	4.55 SRB/ usuarios
Llamadas	6.67 llamadas/usuario
Switches	17.68 Switches/ usuario
Softhandovers	6.7 SoftHO/usuario
Softerhandhovers	1.49 SofterHo/usuario
Throughput Datos- PS+HS	2.468 Kbps
Erlang FACH	0.0275 Erlang
Throughput CS	0.454 Kbps

Fuente Ing. Gabriel Bonet

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se presenta la metodología que permitió el desarrollo del trabajo, en la cual se hará referencia al tipo y diseño de la investigación que se utilizó para desarrollar el presente estudio.

3.1 Tipo de investigación

En cuanto al tipo de investigación, se procedió en primer lugar a la recolección de información mediante la recopilación de una serie de documentos que permitieron dar un mayor soporte al estudio realizado y lograr nuevos conocimientos, así como, facilitar los análisis.

Arias H, 2004 expresa que: “la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”.

Dado que el desarrollo de la presente propuesta del plan es viable y proporciona una respuesta específica a partir de los resultados obtenidos en el proceso de estudio, hace que este sea un proyecto factible, ya que el mismo consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí en donde su ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos.

3.2 Fases Metodológicas

El desarrollo del proyecto se dividió en fases que simplificaron la finalización satisfactoria y óptima del mismo. A continuación se presentan las fases mencionadas:

3.2.1 FASE 1: Recopilación de información.

Se realizó un levantamiento de información técnica con el personal de la coordinación de ingeniería de crecimiento, quienes son los responsables de administrar la capacidad de los equipos BSC y RNC, lo cual permitió conocer los equipos actualmente instalados además de sus características operativas dentro de la red.

Dentro de la investigación documental, se realizó un estudio de las tecnologías que posee actualmente la red, las cuales fueron GSM y UMTS.

3.2.2 FASE 2: Diagnostico del estado de la red.

En esta fase se estudió el desempeño actual de los equipos a través de la evaluación de los distintos KPI (**Key Performance Indicator**) de las BSC y RNC. Esta evaluación se realizó a través de consultas de las estadísticas realizadas en SQL (**Structured Query Language**) por medio de contadores que poseen activos para el monitoreo de la red..

Las consultas ofrecieron datos que luego de ser tratados permitieron la realización de los gráficos expuestos en capítulo IV.

3.2.3 FASE 3: Reuniones con coordinación de planificación y tráfico de celdas.

El objetivo de estas reuniones fue el de conformar equipos de trabajo, los cuales permitieron identificar los requerimientos técnicos asociados al plan de crecimiento, al alcance del mismo y evaluar las proyecciones de crecimiento de la red, para así lograr dimensionar adecuadamente los equipos requeridos. Estas proyecciones se realizaron en función de los sitios nuevos arrojados por la coordinación de Tráfico de celdas y luego, esta información fue contrastada por los datos proporcionados por la gerencia de Planificación y la coordinación de Crecimiento.

3.2.4 FASE 4: Revisión y estudio de las librerías Ericsson.

Esta revisión técnica permitió entender el funcionamiento de los equipos BSC y RNC, con el fin de determinar los posibles productos ofrecidos por el proveedor Ericsson como solución para el plan de crecimiento.

3.2.5 FASE 5: Dimensionamiento del crecimiento de los equipos BSC y RNC.

Luego de haber obtenido toda la información necesaria, se procedió a realizar el dimensionamiento del crecimiento de los equipos BSC y RNC, en función a los análisis de la red realizados por KPI tales como niveles de utilización de los procesadores, tráfico cursado actualmente y evaluación de las proyecciones de crecimiento de tráfico. Posteriormente, se procedió a evaluar las diferentes soluciones ofrecidas por Ericsson que cubrieran la demanda estudiada.

3.2.6 FASE 6 Realización de la propuesta del plan de crecimiento

Finalmente, una vez ya establecido la solución recomendada, se procedió a realizar la estimación presupuestaria para el **hardware** y los servicios asociados a cada una de las implementaciones, además de realizar el documento detallado que contempló el alcance y ejecución del plan. Como un agregado al plan de crecimiento, se realizó el levantamiento de los requerimientos de energía, **backbone** y transmisión para lograr la interconexión de los equipos en la red.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA RED Y ESTIMACION DE CRECIMIENTO A

DICIEMBRE 2014

A continuación se muestra la evaluación realizada a los equipos BSC y RNC en cuanto a capacidades y desempeño actual, además se presentarán las estimaciones de crecimiento y requerimientos para diciembre de 2014.

4.1 Ubicación de los equipos

El diagnóstico de desempeño de los elementos de evaluación dentro de la propuesta de plan de crecimiento, se realizó sobre seis BSC y seis RNC, las cuales se encuentran ubicadas según muestra la tabla 3.

Tabla 3 BSC y RNC por localidad

NOMBRE	UBICACIÓN
CC2	Av. Libertador, CNT, edificio equipos 2 piso 4. Mcpio. Libertador - Dtto. Capital. Caracas.
CC3	Calle Londres con Nueva York, Edif. CANTV piso 2. Las Mercedes, Mcpio. Baruta – Edo. Miranda. Caracas.
CC4	Final calle 3B, La Urbina. Edif. CANTV, piso 4. Mcpio. Sucre – Edo. Miranda. Caracas.
VA2	Calle Comercio, con calle Carabobo, Edif CANTV Centro piso 1 Ofic. Movilnet Valencia. Mcpio. Valencia - Edo. Carabobo.
MBO	Central CANTV Coquivacoa, piso 2. Calle 59A con esquina a la Av. 11. Sector El Pilar Maracaibo, Mcpio. Maracaibo - Edo. Zulia.
MB2	Calle 76 con Av. 3E Sector La Lago, Edif. CANTV Bella Vista 3, piso 3, COM Cx&Dx Movilnet Maracaibo, Mcpio. Maracaibo - Edo. Zulia.

Fuente propia

4.2 Estimaciones de crecimiento de usuarios para diciembre de 2014

A continuación la tabla 4, muestra las estimaciones de crecimiento de usuarios GSM y UMTS para diciembre de 2014, realizado por la coordinación de modelaje y dimensionamiento de la gerencia de planificación.

Tabla 4 Estimación de usuarios para diciembre 2014

BSC/ RNC	Número de Usuarios	Número de Usuarios
	GSM	UMTS
CC2	277.871	424.425
CC3	569.008	633.978
CCS	335.822	522.020
MB2	385.928	447.149
MBO	348.822	410.561
VA2	377.989	393.385

Fuente propia

4.3 Diagnóstico del desempeño de la red con los equipos BSC y RNC instalados actualmente.

Durante el desarrollo de este punto, se evaluaron los indicadores que permitieron la realización de la propuesta, a través de consultas estadísticas de contadores activos que permiten el monitoreo del desempeño de los equipos, realizadas en SQL (**Structured Query Language**). El período de evaluación fue del 1-11-2013 hasta 30-11-2013 pero las siguientes gráficas muestran la utilización de los procesadores desde el 15-11-2013 hasta 25-11-2013 (se tomó este período para tener una mejor visión de las variaciones del porcentaje de utilización)

Para la consideración de los siguientes indicadores como puntos evaluativos de la red, se tomaron elementos como desempeño: de los mismos, conectividad e interoperatividad. Esto, basado en la información de los equipos consultada en la librerías de Ericsson, las cuales especifican claramente cada uno de los contadores según el indicador a, evaluar además de la experiencia de la coordinación en la realización de anteriores planes de crecimiento.

4.3.1 Indicadores a evaluar en las RNC Ericsson.

⇒ Niveles de procesamiento de RNC: esta medida arroja el grado de utilización de los procesadores y por ende el desempeño del equipo. Y la evaluación se realizó a través de consultas estadísticas en SQL.

Para la evaluación se establecerá una escala subjetiva (tabla 5) en la cual se muestra de acuerdo al nivel de utilización de los procesadores la apreciación del valor correspondiente.

Tabla 5 Escala subjetiva para los niveles de procesamiento de la RNC

Porcentaje de utilización [%]	Apreciación
>80	Crítico
70 – 80	Sobre Utilización
60 – 70	Atención
50 – 60	Normal
20 – 50	Óptimo

⇒ Conectividad: esta representa una limitante ya que los requerimientos de los sitios nuevos deben ser cubiertos además de garantizar la conexión con el resto de los equipos de la red. La conectividad está referida en E1.

4.3.2 Evaluación de las RNC

Se tomó como muestra de evaluación en el presente capítulo la RNC CC2, esto a manera de ejemplo ya que para todas las RNC la evaluación es similar, por lo que las tablas e indicadores del resto de las RNC se encuentran en el ANEXO A, debido a que el proceso es repetitivo.

⇒ Niveles de procesamiento de las RNC

En el porcentaje de utilización de procesadores de las RNC, la ecuación 1 se empleó para obtener la figura 8:

$$\frac{PMSUMMEASUREDLOAD}{PMSAMPLEMEASUREDLOAD} = OCUPACION PROCESADORES RNC \quad (1)$$

En donde PMSUMMEASUREDLOAD es el contador que muestra la carga total, en porcentaje, de los procesadores de la RNC y PMSAMPLEMEASUREDLOAD el contador que arroja la carga total, en porcentaje de los procesadores por muestra, ambos son contadores activos que posee la red para el monitoreo del desempeño del equipo.

La figura 8 muestra la utilización de los procesadores de la RNC CC2.

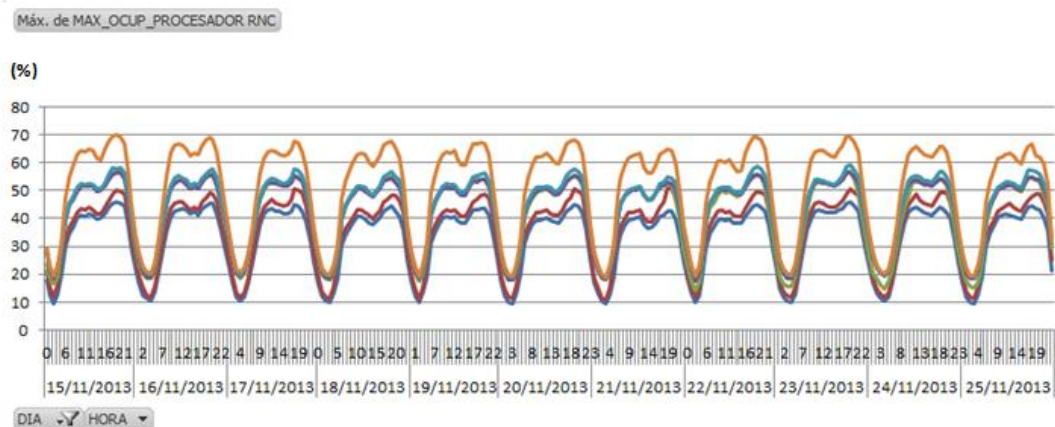


Figura 8 Utilización procesadores RNC CC2

Fuente propia

Al evaluar la figura 8, la cual muestra la utilización por día por hora de cada procesador (uno por color) de la RNC se observó un desbalance de la carga de procesamiento mostrando porcentajes de utilización desde 40 a 70 % en distintas tarjetas, es importante destacar que por las características de las RNC 3810 la cual es la actualmente instalada en CC2 esta presenta descarte de llamadas a partir del 80% por lo que 70% representa un valor de “atención”.

La tabla 6 muestra los resultados de los valores obtenidos para el resto de las RNC.

Tabla 6 Resultados obtenidos para el resto de las RNC según localidad

RNC	Observaciones
CC3	Carga balanceada rango de valores de utilización de procesadores entre 30% y 45%, valor normal de procesamiento.
CC4	Carga balanceada, valor promedio de utilización 45% el cual es un valor normal de procesamiento.
MBO	Carga balanceada, valor alto de procesamiento con un promedio de utilización de 70%, por lo que es un valor de sobre utilización, ya que el descarte de llamadas es a partir del 80%.
MB2	Carga balanceada, valores de utilización promedio de 25% el cual representa un valor óptimo de procesamiento.
VA2	Carga desbalanceada, rango de procesamiento entre 20% y 25% el cual es un rango óptimo de procesamiento.

Fuente propia

⇒ **Conectividad**

La tabla 7 muestra el número de sitios que maneja cada RNC y la capacidad instalada de E1 los cuales determinan la interconectividad que posee cada una de ellas.

Tabla 7 Capacidades actuales por RNC

RNC	Sitios actuales	E1 disponibles	E1 configurados
CC2	61	96	229
CC3	151	313	714
CCS	89	207	518
MB2	62	115	306
MBO	54	147	260
VA2	57	121	342

Fuente propia

4.3.3 Indicadores a evaluar en las BSC Ericsson

Se tomó como muestra de evaluación en el presente capítulo la BSC CC2, a manera de ejemplo de cálculo. Las tablas e indicadores del resto de las BSC se encuentran en el ANEXO B, por las mismas razones expuestas en el ítem 4.3.2

⇒ Niveles de procesamiento de las BSC

Porcentaje de utilización de los procesadores de las BSC, la siguiente gráfica se realizó empleando la Ecuación 2:

$$\frac{ACCLOAD}{NSCAN} = OCUPACION PROCESADORES BSC \quad (2)$$

En donde ACCLOAD es el contador que muestra la utilización del procesador de la BSC y NSCAN arroja el número de muestras, ambos son contadores activos para el monitoreo de la red que muestran el desempeño de la BSC.

La figura 9 fue producto de la consulta estadística realizada en SQL de los contadores ACCLOAD y NSCAN y muestra el porcentaje de utilización de los procesadores de la BSC CC2.

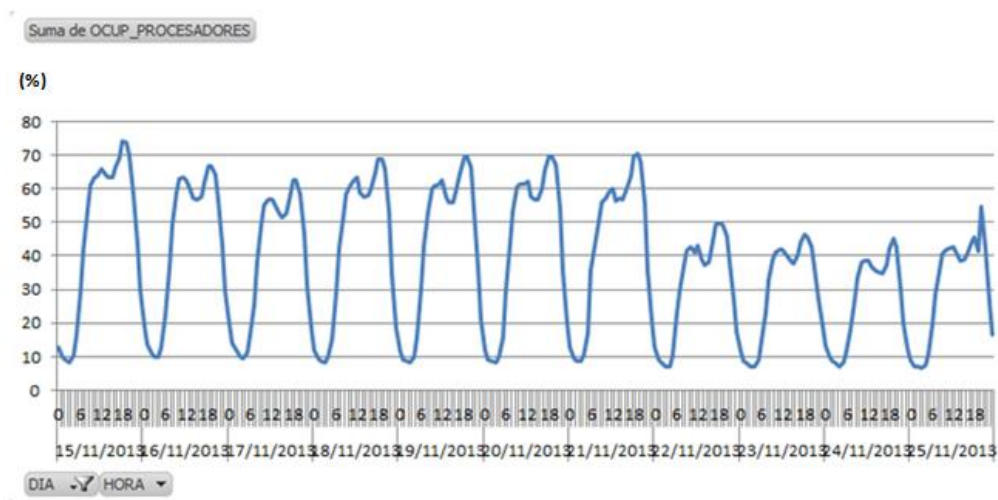


Figura 9 Utilización procesadores BSC CC2

Fuente propia

En la figura 9 se muestra la utilización del procesador de la BSC de CC2 por día por hora, se observó picos de utilización de procesadores de hasta 75% lo cual indica sobre utilización ya que a partir de niveles de procesamiento iguales al 80% este equipo comienza a descartar llamadas. Es importante destacar que la disminución del porcentaje de utilización de los procesadores para los días 22, 23, 24 y 25 de noviembre de 2013 se debió a un **cutover** realizado hacia la BSC de CC4 con lo que se disminuyó la carga de usuario manejado por la BSC CC2.

La tabla 8 muestra los resultados de los valores obtenidos para el resto de las RNC.

Tabla 8 Resultados obtenidos para las BSC según localidad

BSC	Observaciones
CC3	Valor promedio de utilización de procesadores 40%, valor normal de procesamiento.
CC4	Valor promedio de utilización 40% el cual es un valor normal de procesamiento.
MBO	Carga balanceada, valor alto de procesamiento con un rango de valores de utilización entre 60 y 70%, por lo que es un valor de atención.
MB2	Rango de valores de utilización entre 35 y 40% el cual representa un valor óptimo de procesamiento.
VA2	Rango de procesamiento entre 20 y 25% el cual es un rango óptimo de procesamiento.

Fuente propia

⇒ **Tráfico de voz**

En cada caso se usó como criterio el comportamiento cada una de las localidades cubiertas por cada BSC.

Para el tráfico de voz cursado por las BSC se empleó la ecuación 3

$$\frac{AGWTRAF_TRALACC}{AGWTRAF_TRALSCAN} = TRÁFICO ERLANGS BSC \quad (3)$$

En donde AGWTRAF_TRALACC es el contador que muestra el tráfico total cursado por la BSC y AGWTRAF_TRALSCAN es el contador que muestra el tráfico por muestra, ambos son contadores activos para el monitoreo de los equipos.

La figura 10 muestra el tráfico actualmente cursado en la BSC y esta expresado en erlangs.

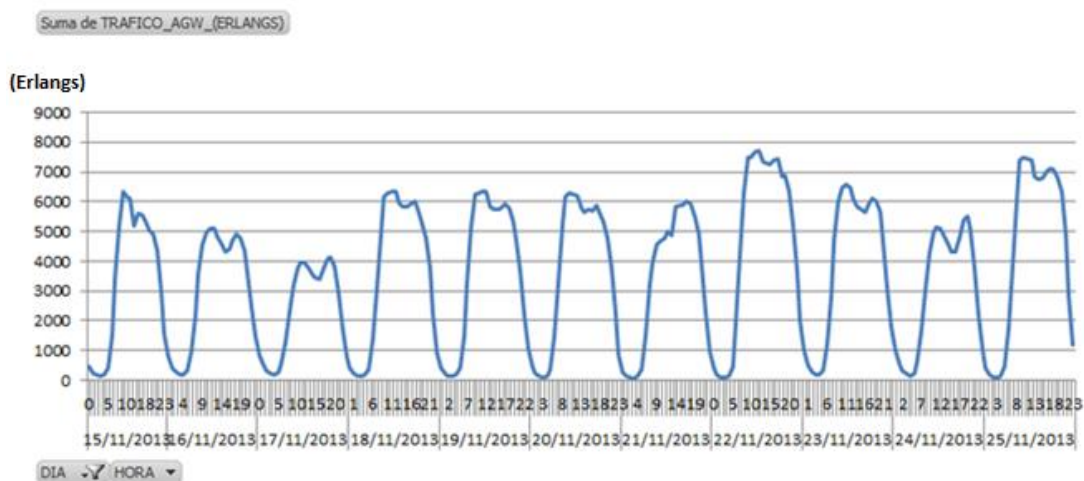


Figura 10 Tráfico BSC CC2 [Erlangs]

Fuente propia

Al evaluar la figura 10 se obtuvo que el tráfico cursado mostró un rango entre los 5000 y 7500 erlangs siendo el menor valor el correspondiente a los fines de semana y el mayor lo días viernes, lo cual representa el comportamiento característico del mercado cubierto por la BSC CC2, lo cual se encuentra dentro del rango esperado.

A continuación se muestra en la tabla 9 resumen con los resultados obtenidos para el resto de las BSC.

Tabla 9 Tráfico BSC obtenido según localidad

BSC	Observaciones
CC3	Perfil de tráfico promedio entre 4000 y 7000 erlangs, lo cual se encuentra dentro de los valores esperados y normales.
CC4	Perfil de tráfico promedio entre 4000 y 6000 erlangs, lo cual se encuentra dentro de los valores esperados y normales.
MBO	Perfil de tráfico promedio entre 3500 y 4500 erlangs, lo cual se encuentra dentro de los valores esperados y normales.
MB2	Perfil de tráfico promedio entre 4000 y 7000 erlangs, lo cual se encuentra dentro de los valores esperados y normales.
VA2	Perfil de tráfico promedio entre 4000 y 5000 erlangs, lo cual se encuentra dentro de los valores esperados y normales.

Fuente propia

⇒ Conectividad

La tabla 10 muestra el número de sitios que maneja cada BSC y la capacidad instalada de E1 y TRX (**Transceiver**), los cuales determinan la interconectividad que posee cada una de ellas.

Tabla 10 Capacidades actuales por BSC

BSC	Sitios actuales	E1 disponibles	E1 configurados	TRX configurados	TRX disponibles
CC2	582	150	198	1027	773
CC3	565	205	307	1526	2570
CCS	419	331	195	1135	1937
MB2	188	211	188	1033	2039
MBO	135	180	147	876	1172
VA2	693	365	194	1086	962

Fuente propia

4.4 Plan de crecimiento de la red de acceso para el 2014

4.4.1 Sitios nuevos y ampliaciones

Estos representan sitios nuevos y ampliaciones de los sitios ya existentes para la red y su determinación es por parte de la coordinación de tráfico de celdas y planificación de red de acceso. Para este dimensionamiento se obtuvo un total de 515 sitios nuevos para UMTS y 544 para GSM los cuales fueron establecidos por la Coordinación de Tráfico de celdas.

4.4.2 Requerimientos de los sitios nuevos

Luego de la evaluación de los sitios nuevos y de acuerdo a proyecciones de crecimiento, la Coordinación de Planificación de Red de Acceso arrojó los requerimientos tanto para GSM como para UMTS, plasmados en las tablas 11 y 12 respectivamente.

Tabla 11 Demanda estimada de conectividad necesaria GSM

BSC	Sitios nuevos	E1	TRX
CC2	50	144	1934
CC3	188	603	3666
CC4	117	333	1934
MB2	55	150	2077
MBO	74	219	1884
VA2	60	179	2196

Fuente propia

Tabla 12 Demanda estimada de conectividad necesaria UMTS

RNC	Sitios nuevos	E1
CC2	37	144
CC3	183	602
CCS	110	238
MB2	54	54
MBO	73	218
VA2	60	179

Fuente propia

CAPITULO V

PROPUESTA DE PLAN DE CRECIMIENTO

En el presente capítulo, se muestra el resultado del dimensionamiento de cada una de las controladoras. Además de mostrar las premisas bajo las cuales se realizó la propuesta.

5.1 Premisas para el dimensionamiento

- ⇒ Reemplazo de equipos por obsolescencia: sustitución de equipos que no garanticen el soporte de repuestos por parte del proveedor (Ericsson) debido a que se encuentran fuera del catálogo de productos actuales ofrecidos.
- ⇒ Redistribución de sitios: basados en evaluaciones generales de los mercados que manejan cada una de las controladoras y según la ubicación geográfica de las mismas.
- ⇒ Escalabilidad: esto considerando las capacidades y tiempo de obtención de equipos nuevos en la red.

5.2 Evaluación de alternativas

Dentro de la cartera de productos ofrecidos por el proveedor Ericsson se encuentran los siguientes:

- ⇒ BSC High Density: equipo controlador de BTS para la tecnología GSM. Permite la conmutación de la red de acceso con el **core** de la red.
- ⇒ RNC 3820: equipo controlador de nodos B para la tecnología UMTS. Permite la conmutación de la red de acceso y el **core** de la red.
- ⇒ EVO Controller: este equipo presenta funcionalidades tanto de BSC como de RNC. La siguiente matriz DOFA (tabla 13) muestra la razón por la cual no fue considerado dentro de la propuesta como una solución.

Tabla 13 Matriz DOFA para el EVO CONTROLLER

FORTALEZAS Facilita el manejo y monitoreo de la red al condensar dos equipos (BSC y RNC) en uno. Disminuye los costos de operación y mantenimiento.	DEBILIDADES Falta de experiencia de instalación e implementación del equipo por parte de la Coordinación de Crecimiento. Desconocimiento del desempeño real del equipo. Mayor vulnerabilidad ante fallas en la red, por manejar ambas tecnologías (GSM/UMTS)
OPORTUNIDADES Mayor facilidad de instalación debido a que solo es un equipo en vez de dos.	AMENAZAS Falta de capacitación por parte del proveedor a los miembros de la Coordinación de Crecimiento. Alto precio del equipo.

Fuente propia

5.2 Elementos de dimensionamiento para RNC

El Kpi (**Key performance indicator**) que conlleva a la evaluación de crecimiento de este equipo, es el nivel de procesamiento de las tarjetas GPB, ya que estos, determinan la experiencia del usuario además por ser el procesador principal, determina el desempeño del equipo, sin embargo son los DC-SP (**Dedicated Channel-Special Processor**) los que se consideran al dimensionar.

Estos elementos de la RNC son los que determinan de manera importante el dimensionamiento y desempeño de la controladora.

⇒ DC-SP (**Dedicated Channel-Special Processor**): este dispositivo pertenece a los componente de la RNC, específicamente es un tipo de SPB (**Special purpose Processor Board**) el cual permite el procesamiento de la información de los canales dedicados.

- ⇒ GPB: procesador principal de la RNC el cual maneja la señalización, ejecuta el software de la RNC además de poseer terminaciones de operación y mantenimiento.

5.3 Dimensionamiento de los equipos RNC

Para la realización del dimensionamiento se tomó como muestra de evaluación la RNC CC2. El sistema evaluativo para el resto de los equipos, es el mismo.

5.3.1 MARGEN DE PLANIFICACION

Dentro de los elementos de dimensionamiento que indica la librería de Ericsson para la RNC 3820, establece este parámetro, el cual es determinado por la situación y estrategia del MOVILNET para obtener nueva capacidad instalada en la red.

- ⇒ Crecimiento de tráfico: se tomó 1% por cada mes definido según especificaciones del manual del equipo.
- ⇒ Tiempo de instalación de la nueva capacidad: define los meses que pasaran hasta tener dentro de la red la nueva capacidad instalada. En el caso de MOVILNET por experiencias previas de crecimiento se tiene que el tiempo aproximado es de 8 meses.
- ⇒ Margen de seguridad: se toma previsión para posibles retrasos en este caso se consideró que sería 1 mes definido según el manual.

$$Mp = CMT \times (TINC + MS) \quad (4)$$

En donde:

Mp: Margen de planificación.

CMT: Crecimiento mensual de tráfico.

TINC: Tiempo de instalación de nueva capacidad.

MS: Margen de seguridad.

Por lo tanto

Margen de planificación= 9%

Por lo tanto al evaluar los niveles de los procesadores estos deben como máximo estar 9% por debajo del nivel de descarte de llamadas (80%) es decir en 71% aproximadamente.

5.3.2 Determinación de DC-SP

Para el dimensionamiento de las RNC según la librería de Ericsson ALEX establece que estos dispositivos son los que determinan la configuración del equipo. A continuación se muestra cómo se realizó el dimensionamiento de los mismos.

⇒ Modelo de tráfico: la determinación del modelo de tráfico permite obtener el desempeño real de los equipos con la carga de usuarios actual. Es por ello que se empleará el obtenido para el año 2013 (tabla 2).

Para calcular el número DC-SP se emplearon las ecuaciones definidas en el manual de la RNC 3820 para el dimensionamiento de estos elementos y son las siguientes:

La ecuación 5 establece el número de suscriptores por DC-SP (Dedicated Channel Special Processor) en función de la carga por suscriptor en cada DC-SP y cuya relación igual a 75, la establece el proveedor dentro de las especificaciones del equipo.

$$Suscriptores_{DC-SP} = \frac{75}{Carga_{DC-SP \text{ por suscriptor}}} \quad (5)$$

La carga por suscriptor en cada DC-SP según la ecuación 6 es proporcional a la señalización por portadora (SRB), a la llamadas por suscriptor, al número de canales de **switches** durante una llamada de datos PS por suscriptor, el número de **soft handover** y **softer handover** por suscriptor todos estos valores evaluados durante la hora pico.

$$Carga_{suscriptor_{CP}^{DC}} = \frac{(SRB) \times (2 \text{ Llamadas}) \times (1.5 \text{ switches}) \times (0.6 \text{ sofHO}) \times (0.3 \text{ softerHO})}{3600} \quad (6)$$

La ecuación 7 muestra la carga por suscriptor por DC-SP la cual es una sumatoria de las llamadas tanto de voz como de datos en el plano usuario por suscriptor.

$$Carga_{suscriptor_{UP}^{DC}} = (0.03UPvoice) + (0.01Up\text{pcs}) + (0.003UPsh) \quad (7)$$

Por lo que para cada RNC se tienen 1917 usuarios por DC-SP

En el caso de CC2, con una proyección de usuarios para diciembre de 2014 de 424425 (tabla 4) se traduce en 222 DC-SP.

La tabla 14 muestra el resultado obtenido en el dimensionamiento de los DC-SP del resto de las localidades.

Tabla 14 DC-SP requeridos según proyección de usuarios a diciembre 2014 por localidad.

RNC	Proyección de usuarios Dic-2014	DC-SP requeridos según proyección de usuarios
CC3	633.978	331
CC4	522.020	273
MB2	447.159	234
MBO	410.456	215
VA2	393.895	205

Fuente propia

5.3.3 Dimensionamiento del equipo

Al obtener 222 DC-SP, para cubrir la demanda se necesitarían dos RNC, ya que según la tabla 15, el mayor número de DC-SP lo posee la RNC 3820 Size C variante 160 con 154 DC-SP.

Tabla 15 Distribución de dispositivos SP según el tamaño de RNC 3820

RNC 3820 Type	Module MPs	PDR-SPs	DC-SPs	CC-SPs	Free Slots
Size B - 20	3	6	18	6	29
Size B - 30	4	6	28	6	26
Size B - 40	5	6	37	7	23
Size B - 50	6	6	47	7	20
Size B - 60	7	6	57	7	17
Size B - 70	8	6	66	8	14
Size B - 80	9	6	76	8	11
Size B - 90	10	6	86	8	8
Size B - 100	11	6	95	9	5
Size C - 30	4	9	27	9	47
Size C - 40	5	9	37	9	44
Size C - 50	6	9	47	9	41
Size C - 60	7	9	56	10	38
Size C - 70	8	9	66	10	35
Size C - 80	9	9	76	10	32
Size C - 90	10	9	86	10	29
Size C - 100	11	9	96	10	26
Size C - 110	12	9	105	11	23
Size C - 120	13	9	115	11	20
Size C - 130	14	9	125	11	17
Size C - 140	15	9	135	11	14
Size C - 150	16	9	145	11	11
Size C - 160	17	9	154	12	8

Fuente Manual RNC 3820 librerías Ericsson

El size C de la RNC 3820 está conformado según muestra la tabla 16, la cual muestra el número de SPB según el tipo, para tipo de RNC 3820.

Tabla 16 Distribución de tipos de SPB según tamaño de la RNC 3820

RNC 3820 type	SPB Type A	SPB Type B	SPB Type C	SPB Type D
Size C - 30	9	0	0	0
Size C - 40	9	0	0	2
Size C - 50	9	0	0	4
Size C - 60	9	1	0	5
Size C - 70	9	1	0	7
Size C - 80	9	1	0	9
Size C - 90	9	1	0	11
Size C - 100	9	1	0	13
Size C - 110	9	2	0	14
Size C - 120	9	2	0	16
Size C - 130	9	2	0	18
Size C - 140	9	2	0	20
Size C - 150	9	2	0	22
Size C - 160	9	3	0	23

Fuente Manual RNC 3820 librerías Ericsson

Para la determinación del tamaño “C”, se consideró que la RNC 3820 trae configuraciones predeterminadas de fábrica de las tarjetas SPB, en donde se establecen los distintos tipos de SPB según sean los requerimientos.

En la tabla 17 se muestran la configuración de los dispositivos *PDR-SP*, *CC-SP* Y *DC-SP* según el tipo de SPB.

Tabla 17 Distribución de dispositivos según el tipo de SPB.

	SPB Type A	SPB Type B	SPB Type C	SPB Type D
SP 0	PDR-SP	CC-SP	PDR-SP	DC-SP
SP 1	CC-SP	DC-SP	DC-SP	DC-SP
SP 2	DC-SP	DC-SP	DC-SP	DC-SP
SP 3	DC-SP	DC-SP	DC-SP	DC-SP
SP 4	DC-SP	DC-SP	DC-SP	DC-SP

Fuente Manual RNC 3820 librerías Ericsson

Al observar el diagnóstico realizado en el capítulo IV, se obtuvo que la RNC CC2, muestra niveles de procesamiento elevados y según la tabla 12, que muestra los sitios nuevos que contempla el plan de crecimiento 2014, se obtiene un incremento de los sitios atendidos por esta RNC en un 138% para diciembre de 2014 y además, basados en las premisas establecidas por la coordinación de crecimiento para la realización del dimensionamiento, se obtiene una nueva RNC 3820 para sustituir la existente con una configuración tamaño “C” variante (160), con el fin de cubrir las proyecciones de crecimiento pautadas por la Coordinación de Modelaje y Dimensionamiento.

El resto de los DC-SP faltantes (68) se distribuyeron en las localidades de caracas, esto basado en que por su ubicación geográfica se puede realizar un balanceo y redistribución de carga de usuarios entre CC2, CC3 y CC4.

Al realizar una evaluación general de las localidades de caracas, se obtuvo que para cubrir la demanda de usuarios proyectados para diciembre de 2014, se necesitarían 363 DC-SP adicionales a las RNC de CC2,CC3 y CC4 todas en size “C” V-160 por lo que se requieren 2 nuevas RNC adicionales (CC5 y CC6) ambas en size “C” V-160.

A partir de este punto se realizaron evaluaciones generales de los mercados de MBO,MB2 y VA2 las cuales son mostradas en las tablas 18 y 19.

Tabla 18 DC-SP obtenidos para las localidades de MBO y MB2

RNC	DC-SP según proyección de usuarios	Modelo RNC propuesto	DC-SP “faltantes”
MBO	215	Size C V-160	61
MB2	234	Size C V-160	80

Fuente propia

La cantidad de DC-SP totales que faltan para cubrir los requerimientos fue de 141, por lo que genera una nueva RNC y partiendo de las premisas propuestas, se obtiene una RNC size “C” V-160 para cubrir la demanda estimada de usuarios.

Tabla 19 DC-SP obtenidos para la localidad de Valencia

RNC	DC-SP según proyección de usuarios	Modelo RNC propuesto	DC-SP “faltantes”
VA2	205	a) Size C V-160	51
		b) Size C V-130	80

Fuente propia

A partir de los DC-SP “faltantes” y aplicando las premisas de dimensionamiento se obtuvo lo siguiente:

Opción a) 1 reemplazo a Size “C” V-160, más una adicional Size “C” V-110

Opción b) 1 reemplazo a Size “C” V-130 más una adicional Size “C” V-130

5.3.4 Dimensionamiento por conectividad

A continuación se muestra la tabla 20 la cual resume con las características de los equipos propuestos para la red UMTS.

Tabla 20 Características equipos propuestos RNC

CC2	Reemplazo	RNC 3820 V-160
MBO	Reemplazo	RNC 3820 V-160
CC5	Nuevas	RNC 3820 V-160
CC6	Nuevas	RNC 3820 V-160
CC3	Expansión	RNC 3820 a V-160
CC4	Expansión	RNC 3820 a V-160
VA2	Expansion	RNC 3820 a V-160
MB2	Expansión	RNC 3820 a V-160

Fuente propia.

5.4 Dimensionamiento de los equipos BSC

5.4.1 Elementos de dimensionamiento para BSC

- ⇒ **TRHB (Transceiver Handler)**: maneja el tráfico de señalización entre la BSC y BTS.
- ⇒ **PGW (Packet Gateway)**: permite soportar las optimizaciones de Abis sobre IP con el fin de transmitir las tramas LAPD (**Link Access Protocol for D-channel**) en super canales en vez de usar **timeslots** dedicados en la transmisión TDM.
- ⇒ **GPHB (GPRS Packet Handler)**: provee el **hardware** para el tráfico PS (**Packet Switching**) y la señalización entre SGSN (**Server GPRS Support Node**) y la BTS

5.4.2 TRHB

Para la determinación de estos elementos se consideró que un TRHB maneja hasta 256 TRX. Por lo tanto, a partir de los TRX requeridos según el plan de

crecimiento, se obtiene la distribución de los mismos según la localidad, con el fin de cubrir la demanda. La tabla 21 muestra por localidad los TRHB necesarios.

Tabla 21 TRHB necesarios por BSC.

BSC	TRX requeridos	TRHB
CC2	2591	11
CC3	9039	36
CC4	4767	19
MB2	1605	7
MBO	2635	11
VA2	3743	15

Fuente propia

Conociendo que el número máximo de TRHB por BSC es de 16. Se realizó a igual que para las RNC una evaluación por mercados, con el fin de realizar la distribución más adecuada.

⇒ Evaluación del mercado de las controladoras de Caracas

Tomando en cuenta expansiones de CC3, CC4 y del reemplazo de CC2 a BSC **high density**, se tiene un máximo de 48 TRHB, con lo que quedarían faltando 18 TRHB adicionales.

⇒ Evaluación del mercado de las controladoras de Maracaibo

Se obtuvo por términos de escalabilidad, que era necesario colocar MB2 a 12 TRHB y MBO a 16 TRHB.

⇒ Evaluación del mercado de las controladoras de Valencia

Aplicando el mismo principio, se obtienen 16 TRHB.

5.4.3 PGW

Para la determinación de las PGW es importante considerar los dos posibles escenarios. El primero, en donde se emplea la optimización de Abis sobre IP la cual permite que las tramas LAPD sean enviadas sobre E1. El segundo escenario, emplea Abis sobre IP las tramas son enviadas sobre protocolo IP.

Para la optimización de Abis sobre IP, se tiene que cada PGW maneja 200 TRX, y para Abis sobre IP, cada PGW maneja 255 TRX. Partiendo de esto, la tabla 22 muestra el resultado del dimensionamiento para cada uno de los casos.

Tabla 22 PGW para cada BSC, con optimización de Abis y Abis sobre IP.

BSC	Optimizacion de Abis	Abis sobre IP
CC2	13	11
CC3	46	36
CC4	24	19
MB2	8	7
MBO	14	11
VA2	18	15

Fuente propia

Por los resultados obtenidos, es necesario realizar evaluaciones de las localidades que maneja cada una de las controladoras, esto debido a que cada BSC permite un máximo de 32 PGW y tomando como premisa el resultado obtenido en el punto anterior de 2 BSC adicionales en caracas, se plantea una distribución que permita balancear las tarjetas.

5.4.4 GPHB

Partiendo del principio de dimensionamiento, donde el máximo número de enlaces para la interfaz Gb que puede manejar una tarjeta GARP-2 (la cual maneja las GPHB) es de 8, y teniendo como entradas los E1 configurados, disponibles y requeridos de la tabla 10 se obtuvo la tabla 23 la cual muestra el número de GPHB requeridas por localidad.

Tabla 23 Tarjetas GPHB requeridas por BSC.

BSC	E1 totales	GPHB
CC2	492	62
CC3	1115	140
CC4	859	108
MB2	549	69
MBO	546	69
VA2	738	92

Fuente propia

Tomando como limitante que el número máximo de GPHB por BSC es de 70, se realizó la siguiente distribución por localidad:

⇒ **Evaluación del mercado de las controladoras de Caracas**

Para el mercado de caracas se tiene un total de 310 GPHB, colocando la distribución en las tres BSC existentes a 70 GPHB cada una, nuevamente surge la necesidad de dos BSC adicionales para cubrir la cantidad remanente de 100 GPHB. Por lo que asumiendo nuevamente las premisas del dimensionamiento, se proponen estas dos nuevas BSC con 70 GPHB cada una.

⇒ **Evaluación del mercado de las controladoras de Maracaibo**

Se propone para MBO y MB2 70 GPHB para cada BSC.

⇒ **Evaluación del mercado de las controladoras de Valencia**

Se propone colocar VA2 con 70 GPHB lo que generaría la necesidad de una BSC adicional de al menos 25 GPHB.

A continuación se muestra en la tabla 24, un resumen con las características de los equipos propuestos para la red GSM.

Tabla 24 Características equipos propuestos BSC.

CC2	Reemplazo	BSC HD 70 GPHB/25 PGW/16TRH
CC3	Expansión	25-64 GPHB/02-25PGW/16TRH
CC4	Expansión	40-70 GPHB/08-25PGW/12-16TRH
CC5	Nueva	BSC HD 70 GPHB/25 PGW/16TRH
CC6	Nueva	BSC HD 70 GPHB/25 PGW/16TRH
MB2	Expansión	26-64 GPHB/02-25PGW/12-16TRH
MBO	Reemplazo	BSC HD 70 GPHB/25 PGW/16TRH
VA2	Expansion	40-70 GPHB/08-25PGW/08-16TRH
VA3	Nueva	BSC HD 25 GPHB/10 PGW/8 TRH

Fuente propia

Las especificaciones técnicas tanto de la RNC 3820 como de las BSC **high density** se encuentran en el ANEXO C.

CONCLUSIONES

La propuesta de un plan de crecimiento para los equipos BSC y RNC de la red GSM y UMTS respectivamente, es un elemento fundamental en el crecimiento de la red de MOVILNET, ya que estas controladoras son justamente las que determinan la capacidad de ampliación de la redes de acceso para cada una de las tecnologías.

El presente trabajo permitió condensar la metodología necesaria para realizar el dimensionamiento de las BSC y RNC, la cual a su vez permitió conocer los elementos claves a considerar para dicho dimensionamiento.

El estudio de las controladoras a través de los manuales ofrecidos por el fabricante, permitió obtener los métodos de evaluación además de determinar que elementos serían objeto de estudio para cada uno de los casos, lográndose con esto que los puntos a evaluar, representaran elementos que realmente condicionaran la operación de los equipos, además de tener como premisa la mejora de la experiencia del usuario.

Es importante destacar que, el estudio general de los mercados cubiertos por cada uno de las controladoras, permitió realizar una mejor distribución de las cargas además de verificar la necesaria reubicación de los sitios respecto a las controladoras.

El dimensionamiento de los equipos se realizó basado en las tres premisas de la coordinación las cuales garantizaban la escalabilidad y optimización de la red de acceso, centrado siempre en elegir la solución que permitiera mejorar la red en el

menor tiempo de obtención de nueva capacidad además de garantizar el menor impacto negativo en el usuario final.

El trabajo en conjunto con las distintas coordinaciones y gerencias de MOVILNET permitió conocer aún mejor todas las variables consideradas dentro de un plan de crecimiento de esta magnitud, ya que cada una de ellas podía realizar un estudio detallado de un factor en particular y fue justamente objeto de este trabajo el concatenar esta información y establecer los requerimientos necesarios para la realización de la propuesta.

La determinación de los equipos BSC high density y RNC 3820 como equipos propuestos para el plan de crecimiento, se realizó basada en la cartera de equipos ofrecidos por el proveedor Ericsson, además durante la evaluación de las soluciones, se elaboró una matriz DOFA que permitió una mejor elección.

RECOMENDACIONES

- ⇒ Se recomienda comenzar el aprendizaje de los tiempos de instalación y evaluación del desempeño del EVO-CONTROLLER dentro de la red de movilnet para futuras implementaciones.
- ⇒ Se sugiere el estudio de los equipos de las BSC y RNC de otros proveedores con el fin de evaluar el comportamiento de ambos y obtener un estudio de factibilidad a través de la comparación de las soluciones ofrecidas por cada proveedor.
- ⇒ Debido a la complejidad en la recolección de la información evaluativa se recomienda la generación de una base de datos manejada por la coordinación en donde se condense dicha información
- ⇒ Con el fin de optimizar la operación de las controladoras instaladas actualmente y a la espera de la adquisición de la nueva capacidad se recomienda realizar **cutover** que permitan balancear las cargas con el fin de mejorar el desempeño de los equipos.
- ⇒ Se aconseja a realizar una redistribución de los sitios que maneja cada controladora, con el objeto de que posean concordancia con la ubicación geográfica de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Freeman, Roger. Fundamentals of Telecommunications. Editorial John Wiley & Sons, 2005.
- Kaaranen, Heikki. UMTS NETWORKS. Architecture, Mobility and Services: Editorial John Wiley & Sons, 2005.
- Canales de la tecnología UMTS
<<<http://www.slideshare.net/sheysonss/umts-11992961>>> [consulta 2014]
- Ericsson <<BSC/TRC and BSC Hardware Dimensioning Handbook >> 2012
- Ericsson <<Dimensioning Description RNC 3810 >> 2010
- Ericsson <<Dimensioning Description RNC 3820 >> 2013
- Interfaces de UMTS <<<http://what-when-how.com/roaming-in-wireless-networks/umts-network-architecture-third-generation-networks/>>> [consulta 2013]
- Ericsson «Technical Product Description RNC 3820» 2009
- Ericsson «Technical Product Description RNC Evo Controller 8200» 2012
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Manual de trabajos de grado, Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado, Caracas. Venezuela, 2006.
- Handover <<<http://www.umtsworld.com/technology/handover.htm>>> [consulta 2014]

- Bonet, Gabriel <<Estudio de alternativas para aumentar la eficiencia del servicio 3G de la red UMTS de Movilnet en la zona servida por la RNC (Radio Network Controller) que atiende usuarios del este de caracas>> (Tesis).—Caracas: Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2013.

- GSM
 <<http://www.etsi.org/deliver/etsi_gts/08/0852/03.00.02_60/gsm0852sv030002p.pdf>> [consulta 2014]

- Ericsson, «Sinopsis del sistema WCDMA» 2007

- Ericsson «Dimensioning Description Evo Controller 8200» 2012

- Ericsson, «Hardware configuration data RNC 3810» 2006 [10] Ericsson, «Hardware Configuration Data RNC 3820» 2009.

ANEXOS