

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**PROYECTO SISTEMA BSS DE ACCESO GSM INCLUYE LAS  
FUNCIONALIDADES GPRS Y EDGE**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**WALTER REINOSO PÉREZ**

**PROMOCIÓN  
1989 - II**

**LIMA – PERÚ  
2008**

**PROYECTO SISTEMA BSS DE ACCESO GSM INCLUYE  
LAS FUNCIONALIDADES GPRS Y EDGE**

## **DEDICATORIA**

A mi familia con amor y gratitud en especial a mis padres y esposa por su voluntad y compromiso constante en momentos difíciles.

## **SUMARIO**

Actualmente la forma de tener acceso a la información ha cambiado con Internet, hoy es necesario consultar cualquier tipo de información a través de Internet, por ejemplo podemos tener información medica, legal, financiera, orientación para el pago de servicios, orientación que brindan los organismos gubernamentales y municipales, entretenimiento como el video, la música, la televisión, compra y venta de bienes y servicios sin fronteras y desde la comodidad de una oficina u hogar.

Por ello desplegar y optimizar las actuales redes de telecomunicaciones de voz y datos se hace necesario, sobre todo en países en desarrollo, a fin de contribuir a la disminución de la pobreza y contar con una poderosa herramienta para la educación y el progreso.

El presente Informe de Suficiencia presenta la solución técnica de una Red de Acceso con tecnología GSM, GPRS y EDGE. Como introducción se da una breve explicación de la tecnología GSM incluyendo GPRS y EDGE.

Se incluye el dimensionamiento BSS de una futura Red de Acceso con tecnología GSM, que incluyen las funcionalidades de GPRS y EDGE, asimismo se exponen las ventajas de implementar en la Red las funcionalidades de Frequency Hopping, Half Rate, Adaptive Multi Rate, Cell Extended, entre otras; que tiene esta solución tecnológica para los usuarios. Asimismo, se presenta información correspondiente al informe regional de GSM Latin America Inc., realizado por Convergencia Research, acerca de la Contribución de la Telefonía Móvil a las economías de Latinoamérica y el Caribe a fin de medir el aporte de la Telefonía Móvil en el desarrollo económico del Perú.

Finalmente se incluyen conclusiones del Informe de Suficiencia, una Lista de Acrónimos de Redes Móviles, especificaciones técnicas de los equipos y la referencia bibliográfica.

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I

<b>MARCO TEÓRICO. INTRODUCCIÓN A GSM, GPRS, EDGE</b>	<b>2</b>
1.1. GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles)	2
1.1.1. Objetivo	2
1.1.2. Arquitectura GSM	2
1.2. GPRS (General Packet Radio Service)	4
1.2.1. Arquitectura GPRS	4
1.2.2. Interfaz	5
1.3. EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)	7
1.3.1. Introducción	7
1.3.2. Modulación 8-PSK en el estándar GSM/EDGE	8
1.3.3. Arquitectura e Interfases de la red GSM/GPRS/EDGE	8
1.3.4. Radio Access Network Interfaces	10

### CAPÍTULO II

<b>SOLUCIÓN TÉCNICA DE LA RED DE ACCESO</b>	<b>13</b>
2.1 Introducción	13
2.2 Planificación BSS	13
2.2.1 Criterios de Dimensionamiento	13
2.3 Funcionalidades del BSC	13
2.3.1 Frequency Hopping	14
2.3.2 Handover (Ho)	14
2.3.3 AMR	14
2.3.4 Half Rate (Hr)	14
2.3.5 Territorio de Datos Dinámicos	15
2.4 Características Técnicas del Subsistema BSS	15
2.4.1 Modelo de Tráfico	15
2.4.2 Configuración BSC/TCSM	15
2.4.3 Configuración BTS	16
2.4.4 Sistema de Microondas	18

2.4.5	Sistema de Energía	18
2.4.6	Sistema de Gestión OSS	18
2.4.7	Sistema de Gestión de Red de Transporte (Microonda)	19
2.5	Diseño de la Red BSS	20
2.5.1	BSS Core	20
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>DESPLIEGUE DE LA RED DE ACCESO</b>		<b>25</b>
3.1	Cronograma	25
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>SERVICIOS DE SOPORTE Y MANTENIMIENTO</b>		<b>27</b>
4.1	Introducción	27
4.2	Alcance del Mantenimiento	27
4.3	Online Help Desk	27
4.3.1	Niveles de Prioridad de los Problemas Reportados	28
4.3.2	Tiempo de Información y Establecimiento	28
4.3.3	Características del servicio	28
4.4	Emergency Support	29
4.4.1	Procedimiento	29
4.4.2	Definiciones	29
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>PRESUPUESTO DE LA RED DE ACCESO GSM/GPRS/EDGE</b>		<b>30</b>
5.1	Estimación De Costos De La Red De Acceso GSM/GPRS/EDGE	30
<b>CAPÍTULO VI</b>		
<b>LAS REDES MÓVILES Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL PERÚ.</b>		<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>37</b>
<b>ANEXO A</b>		<b>39</b>
<b>GLOSARIO</b>		<b>40</b>
<b>ANEXO B</b>		<b>46</b>
<b>ESTADÍSTICAS</b>		<b>47</b>
<b>ANEXO C</b>		<b>48</b>
<b>BSS SYSTEM DESCRIPTION</b>		<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>52</b>

## PRÓLOGO

En este informe se presenta la solución técnica de la implementación de Sistemas de Acceso GSM con funcionalidades GPRS y EDGE. El desarrollo del informe incluye la descripción técnica del equipamiento y de los elementos de Red opcionales que se incrementen.

El proyecto de cobertura incluye la incorporación de un BSC de última generación, una plataforma de monitoreo y estaciones base celulares. El BSC contiene las funcionalidades GPRS y EDGE a fin de que el Sistema pueda entregar a los usuarios aplicaciones de datos que demandan un ancho de banda mayor.

Así mismo, se consideran las ventajas técnico-económicas de implementar una Red de Acceso GSM/GPRS/EDGE, por ejemplo dentro de las que se ofrece está la separación del Transcoder y el BSC obteniendo una reducción de los recursos de transmisión entre BSC y MSC, con la correspondiente disminución de los costos asociados. Las ventajas de implementar una Red GSM también permiten reducir el costo del equipo terminal (MT) por las economías de escala, permitiendo que el usuario tenga mayor capacidad para adquirir equipos móviles.

Se presenta información regional de GSM Latin America Inc., realizado por Convergencia Research, acerca de la Contribución de la Telefonía Móvil a las economías de Latinoamérica y el Caribe a fin de medir el aporte de la Telefonía Móvil en el desarrollo económico del Perú.

Finalmente se incluyen conclusiones técnicas del Informe de Suficiencia, una Lista de Acrónimos de los principales términos comúnmente usados en Redes Móviles, y la referencia bibliográfica que ha servido de soporte para el presente informe.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO. INTRODUCCIÓN A GSM, GPRS, EDGE

#### 1.1. GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles)

##### 1.1.1. Objetivo

En esta parte se desarrollan los conceptos de la Red Celular GSM/GPRS/EDGE. La arquitectura de la Red GSM esta compuesta por: Subsistema de Conmutación de Red (NSS), Subsistema de Estación Base (BSS), y el Centro de Operación y Mantenimiento (OMC).

##### 1.1.2. Arquitectura GSM

Para asegurar que los operadores de Red tengan diferentes proveedores de equipamiento celular, GSM especificó diferentes interfases abiertas. Una interfase entre MSC y el BSS llamada interfase "A", otra entre el BSS y la estación base (BTS) llamada interfase "A-bis", y la interfase entre la BTS y la MS llamada interfase "Um".

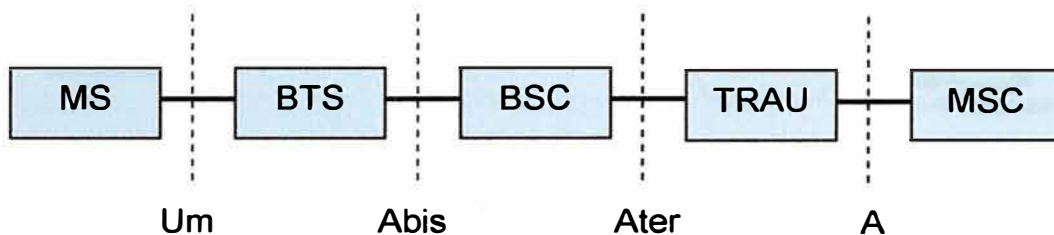


Fig.1.1 Interfaces GSM

**a) El Subsistema de Conmutación (NSS)**, consiste del MSC (Mobile Switching Center), VLR (Visitor Location Register), HLR (Home Location Register), AUC (Authentication Center) y el EIR (Equipment Identity Register). El MSC provee el establecimiento de la llamada, enrutamiento, handover entre los BSC's en su propia área de cobertura y hacia o desde otro MSC, y otras funciones tales como facturación. El HLR es una base datos centralizada de todos los abonados registrados en un PLMN (Public Land Mobile Network). El VLR es una base datos de todos los abonados móviles actualmente haciendo roaming en el área de control de un MSC. A medida que la estación móvil (MS)



se traslada al área de control de un nuevo MSC, el VLR conectado a ese MSC requerirá información del MS desde el HLR. De esta manera si la estación móvil (MS) necesita realizar una llamada en el área de control del nuevo MSC, el VLR tendrá la información necesaria para el establecimiento de la llamada sin tener que recurrir al HLR. El AUC está conectado al HLR. La función del AUC es proveer al HLR con parámetros de autenticación que son usados para fines de seguridad. Finalmente el EIR es la base de datos donde los números de IMEI (Internacional Mobile Equipment Identity) de los equipos registrados son almacenados.

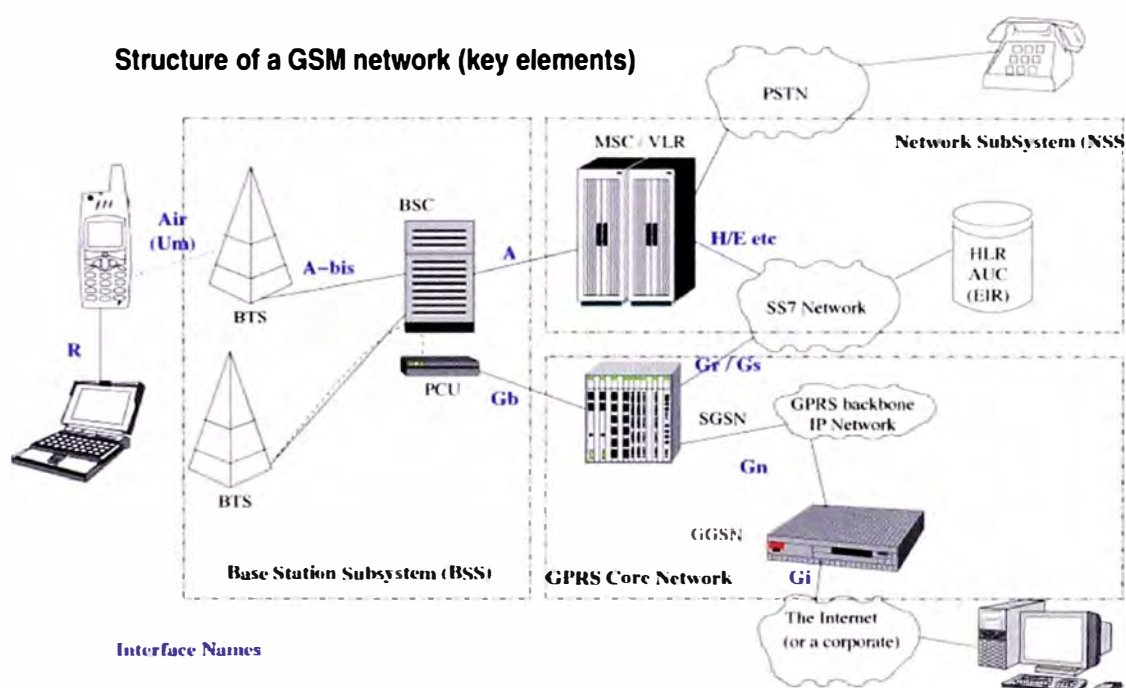


Fig.1.2 Modelo de Sistema GSM

(Fuente: GSM network. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

**b) El Subsistema de Estación Base de Radio (BSS),** incluye funciones relacionadas a la gestión del trayecto de radio y de los handovers. Comprende el BSC, BTS y MS. BSC es el elemento de red central del BSS y controla la red de radio. La principales responsabilidades del BSC son establecer la conexión entre el MS y el NSS, gestión de la movilidad, así como soporte en la señalización en la interfase A y Um. La estación base (BTS) se encarga de garantizar una conexión libre de error entre el MS y la BTS para la señalización, ciphering y el procesamiento de voz de la interfase Um.

El Sistema GSM está conformada por múltiples celdas de radio, las cuales juntas proveen una completa cobertura de radio. Cada celda incluye una estación de radio (BTS) que tiene varios transceptores. Un grupo de BTS son controlados por un BSC, el cual controla las funciones de handover y control de potencia. Un BSC tiene el manejo de la interfase

de radio, es decir la asignación de un radio canal al MS para el establecimiento de la llamada, determinar cuándo un handover es requerido e identificar la BTS más adecuada, así como controlar la potencia transmitida de una estación móvil para asegurar que pueda ser alcanzada por una BTS. La MS, BTS y BSC son conocidas como BSS (Base Station Subsystem). En algunos casos el BSC trae incorporado el TRAU o TCSM (Transcoder), unidad que se encarga de efectuar la conversión de una tasa de 16Kbps que recibe del lado del BSC/BTS, a una tasa de 64Kbps que entrega al lado del MSC.

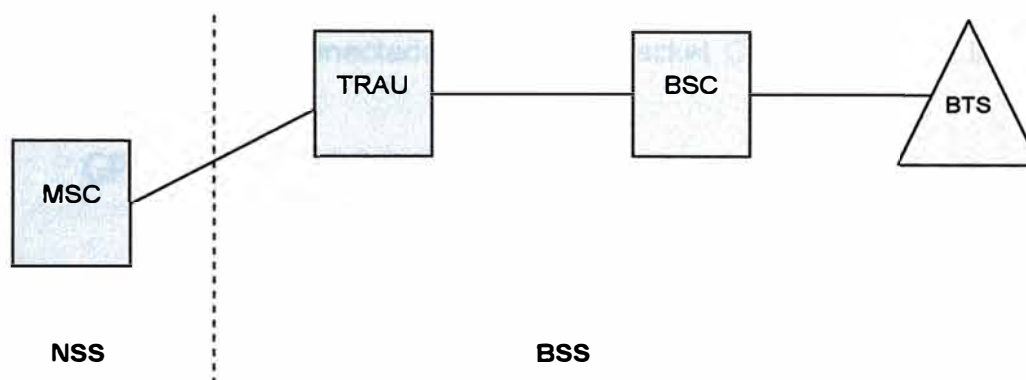


Fig.1.3 Subsistema de Estación Base Radio (BSS)

**c) El Subsistema Centro de Operación y Mantenimiento (OMC)**, incluye la operación y el mantenimiento del equipamiento GSM y soporta la interfase de red del operador. Es conectada al equipo de conmutación NSS y al BSC. El OMC realiza funciones de administración de la red GSM, una de las principales funciones es el mantenimiento del HLR. La gestión centralizada de la red es provista por el NMC (Network Management Center), mientras que el OMC se encarga de por el mantenimiento regional de la red.

## 1.2. GPRS (General Packet Radio Service)

### 1.2.1. Arquitectura GPRS

El GPRS (General Packet Radio Services) no constituye una gran actualización a la arquitectura GSM. El mayor impacto es la adición de dos elementos de Red: el Serving GPRS Support Node (SGSN) que maneja tráfico de datos de paquete de usuarios en un área determinada y el Gateway GPRS Support Node (GGSN) que conecta a redes de datos externas. El SGSN y el GGSN son routers que soportan la movilidad de terminales. El tráfico de datos por paquetes corre en una red IP backbone nueva y está separada de la red principal de GSM existente que es usada principalmente para voz.

GPRS representa una actualización de software al subsistema (BSS), con la excepción de la inclusión del Packet Control Unit Support Nodes (PCUSN) para soportar la orientación de paquetes en la interfase lógica entre el BSC y el SGSN.

GPRS usa la red de radio de GSM, los enlaces de transmisión entre las BTSs y los

BSCs. GPRS también utiliza todos los elementos de la red GSM, tales como el MSC/VLR y el HLR.

La SGSN tiene las funciones de un MSC para la conmutación de paquetes, distribuye los paquetes a las MS dentro de su área de servicio. Las SGSNs envían requerimientos al HLR para obtener información de los abonados GPRS, así como procesan el registro de nuevos usuarios y mantienen información de la ubicación de MS dentro de un área determinada. En consecuencia, el SGSN realiza las funciones de gestión de la movilidad tales como la conexión y desconexión (attach/detach) del usuario móvil y de la posición del usuario. La SGSN es conectada a la PCU (Packet Control Unit) en la BSC, vía una conexión Frame Relay.

## GPRS/EDGE Architecture

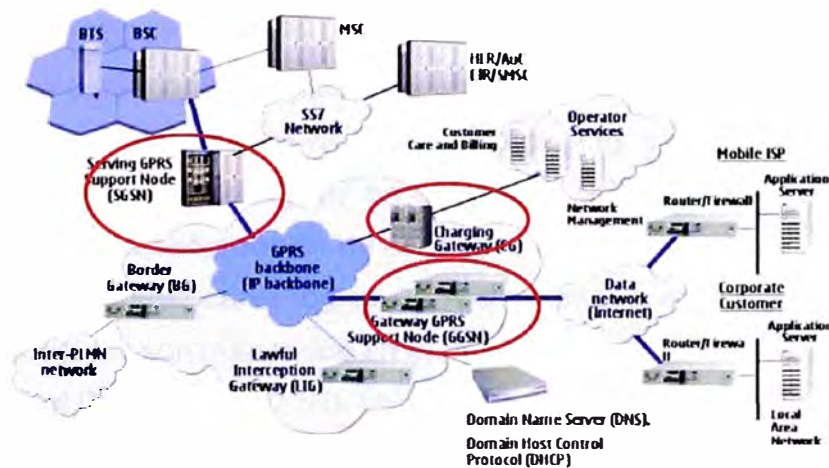


Fig.1.4 Arquitectura de GPRS/EDGE

(Fuente: Let's Network meeting / F. Altamirano & J. OLano. Nokia Networks)

### 1.2.2. Interfaz

#### a) Asignación de Frecuencias

La asignación de banda de frecuencia para GSM es:

TABLA N ° 1.1

Red	Banda de Frecuencia (UL/DL)
GSM 1900	1850 – 1910 / 1930 – 1990 MHz

**b) Canal**

La separación de portadora en GSM, es de 200 kHz. Esto representa 299 portadoras en la banda de 1900 de GSM 1900. Como cada portadora puede ser compartida por ocho MS, el número de canales es 299 veces 8 = 2392 canales. Esto se conoce como canales físicos.

**c) Capacidad de un Canal Físico – GPRS**

Un canal físico que ha sido asignado para el servicio GPRS es llamado Packet Data Channel (PDCH). Los canales físicos pueden ser agrupados para obtener altas tasas de transmisión de datos.

GPRS provee una asignación flexible de canales físicos a al servicio GPRS. La carga de tráfico GPRS en una celda varía en función del tiempo. La red tiene la opción de cambiar dinámicamente el número de canales físicos asignados a GPRS dependiendo de la demanda.

**d) Canales Lógicos – GPRS**

En términos de GSM un canal lógico se refiere a un flujo de información que es llevado dentro de un canal físico. Un canal lógico es usado para paging, señalización de inicio de llamada o voz. Existen doce canales lógicos en el sistema GSM, dos de los cuales son usados para tráfico y diez para señalización de control.

GPRS está basado en un nuevo canal lógico de radio llamado el PDCH (Packet Data Channel). Los canales lógicos son mapeados en el PDCH.

Packet Broadcast Control Channel (PBCCH), transmite información específica de la celda al MS en downlink solamente.

Packet Common Control Channel (PCCCH), es un servicio de canal de control que contiene varios canales lógicos utilizado para señalización de canal para los paquetes de datos.

Packet Random Access Channel (PRACH), una función uplink usada por el MS para solicitar acceso al sistema a fin de enviar información de control de tráfico del paquete de datos.

Packet Paging Channel (PPCH), una función downlink usada para paginar el MS. El PPCH puede ser compartido para servicios de conmutación de paquetes o de conmutación de circuitos.

Packet Access Grant Channel (PAGCH), una función downlink usada para asignar recursos de radio a la MS durante el establecimiento de la llamada.

Packet Notification Channel (PNCH), una función downlink usada para enviar notificación (punto a multipunto) a un grupo de MS antes de enviar la información empaquetada.

Packet Data Traffic Channel (PDTCH), el canal de tráfico es una función uplink y downlink usada para transferencia de tráfico de datos de los usuarios. El PDTCH para uplink y downlink son unidireccionales y son asignadas separadamente para soportar flujo de tráfico asimétrico.

Packet-Dedicated Control Channel (PDCCH)

Packet Associated Control Channel (PACCH), es una función uplink y downlink usada para llevar información de señalización hacia y desde la MS. PACCH comparte recursos con el PDTCH asignado a la MS.

Packet Timing Advance Control Channel (PTCCH/UL), es usado para la estimación del tiempo del progreso de una MS.

Packet Timing Advance Control Channel (PTCCH/DL), es usado para transmitir información del tiempo de progreso a varias MSs. Una PTCCH/DL es emparejada con varias PTCCH/ULs.

#### **e) GPRS - QoS (Calidad del Servicio)**

Existen cuatro diferentes portafolios de calidad del servicio (QoS) soportados en GPRS y son dependientes del tipo de servicio. Por ejemplo: una transacción por e-mail puede tolerar grandes retardos, para el servicio de video interactivo el QoS será escogido apropiadamente en cada caso.

La MS y la Red acordarán un portafolio particular de GPRS para el estado inicial del servicio, y la Red intentará entregar este QoS a la MS. La calidad del portafolio del servicio consiste de un número de factores, incluyendo las clases de retraso.

### **1.3. EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)**

#### **1.3.1. Introducción**

Enhanced data rates for GSM evolution (EDGE) es la mayor optimización de las tasas de datos GSM. Las redes GSM ya habían ofrecido servicios de datos avanzados tales como servicio de datos a 9.6 Kbps por conmutación de circuitos y SMS.

High-speed circuit-switched data (HSCSD) y la introducción de 14.4 Kbps por timeslot, y GPRS son los mejores desarrollos, incrementando las tasas de datos disponibles de 9.6Kbps hasta 64kbps y 160kbps (GPRS).

EDGE mejora del throughput por timeslot para HSCSD y GPRS. La mejora de HSCSD es llamada ECSD (enhanced circuit-switched data), así como la optimización de GPRS es llamado EGPRS (enhanced general packet radio service). En ECSD la tasa máxima de datos no supera los 64kbps por restricciones en la interfase, sin embargo la tasa de datos por timeslot se triplica. De manera similar en EGPRS, la tasa de datos por timeslot se triplica así como el throughput máximo, con todos los ocho timeslots en la interfase radio alcanzará los 473kbps.

### 1.3.2. Modulación 8-PSK en el estándar GSM/EDGE

La introducción de la modulación 8PSK (modulación octagonal por desplazamiento de fase) y el incremento de las tasas de datos son las mejoras de estándar EDGE. Una señal 8-PSK es capaz de llevar 3 bits por símbolo modulado sobre el trayecto de radio, sin embargo una señal GMSK lleva solamente 1 bit por símbolo. La tasa símbolo (273 kbps) de un operador del estándar GSM es mantenida para 8-PSK, y la misma forma de pulso que es usada en GMSK es aplicada a 8-PSK. El incremento de la velocidad de datos conlleva a un costo que es pagado con el decremento de la sensibilidad de la señal 8-PSK.

Este incremento en el throughput de los datos es afectada disminuyendo el área de cobertura del equipo. Existe un compromiso entre los requerimientos de linealidad de la señal 8-PSK y el rendimiento de la toda la red de radio.

TABLA N ° 1.2 Parámetros de capa física para GSM y EDGE

Item	8 – PSK	GMSK
Symbol rate	270.833 kbps	270.833 kbps
Number of bits/symbol	3 bits/symbol	1 bit/symbol
Payload/burst	342 bits	114 bits
Gross rate/timeslot	68.4 kbps	22.8 kbps

### 1.3.3. Arquitectura e Interfases de la red GSM/GPRS/EDGE

La nueva arquitectura para GERAN (GPRS EDGE Radio Access Network), será especificada en 3GPP Rel'5. En esta versión la división funcional entre GERAN y el CN (Core Network) y UTRAN, ha sido armonizada con la funcionalidad split. En consecuencia la armonización tiene impacto en todo el sistema.

#### a) Arquitectura.

Los principios básicos que son usados para el diseño de la arquitectura GERAN para la versión 5 son los siguientes:

- Separación de las funcionalidades que están relacionadas a la radio y las que no, entre el CN y el RAN. Este principio es importante porque permite el desarrollo de la Plataforma facilitando el provisioning de servicios independiente del tipo de acceso.
- Soportar los servicios para los terminales pre-release 5. Esto es importante para la evolución del acceso de radio GSM/EDGE.



- Mantener la compatibilidad de GERAN y UTRAN. La clave entre GERAN y UTRAN es la interfase común hacia 3G CN (Iu interface), en consecuencia, GERAN debería proveer el mismo grupo de servicios que UTRAN.
- Estandarización de GERAN Rel'5 es decir que debería soportar un ambiente multivendor.

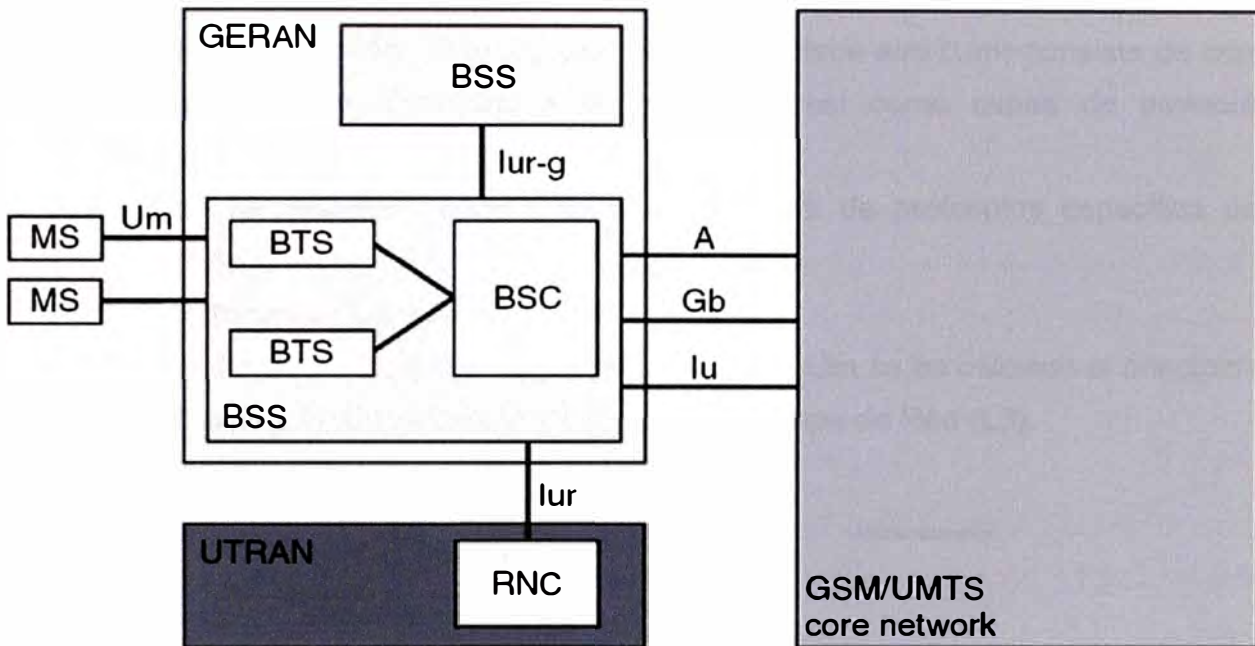


Fig.1.5 Arquitectura de la red de acceso radio GSM/EDGE con la interfase Iu  
(Fuente: GSM GPRS and EDGE Performance Evolution Towards 3G – John Wiley & Sons)

### b) Legacy Interfaces

Las dos interfases hacia el CN son las siguientes:

**Gb interfase.** La interfase Gb se usa en GSM/GPRS para conectar GSM-SGSN (Serving GPRS Support Node) y BSS (Base Station Subsystem). Existen dos protocolos que han sido identificados a través de la interfase Gb:

1. El protocolo BSSGP (el subsistema estación base GPRS), las funciones principales incluyen (a) en el downlink la provisión de un SGSN a un BSS de información de radio derivada de la función RLC/MAC; (b) en el uplink la provisión de un BSS a un SGSN de información de radio derivada de la función RLC/MAC; y la provisión de funcionalidad para habilitar dos nodos físicamente distintos, un SGSN y un BSS, para operar funciones de control y gestión de nodo.

- El NS (Servicio de Red) es responsable por el transporte de los BSSGP protocol data units (PDUs) entre un BSS y un SGSN.

- **A interfase.** Es utilizada para conectar BSS y MSC que será soportada por GERAN. Esta interfase es necesaria para soportar terminales pre\_Rel'5, también como para proveer servicios mejorados y soportar canales de voz con modulación 8-PSK.

### 1.3.4. Radio Access Network Interfaces

#### a) BSS\_MS Interface (Um)

La adopción de la interface *Iu* en GERAN Rel-5 requiere significativa modificación en los protocolos de interface radio. El protocolo sobre la interface aire (Um) consiste de capas de protocolos comunes (comunes a Gb y *Iu-ps*), así como capas de protocolos específicos para cada interface.

A continuación se describe brevemente la arquitectura de protocolos específica para soportar la interface *Iu*.

- **Radio Interface Protocol Architecture**

Para el diseño de los protocolos a través de la interface Um se ha utilizado el principio de capas: Capa física (L1), Capa Enlace de Datos (L2) y Capa de Red (L3).

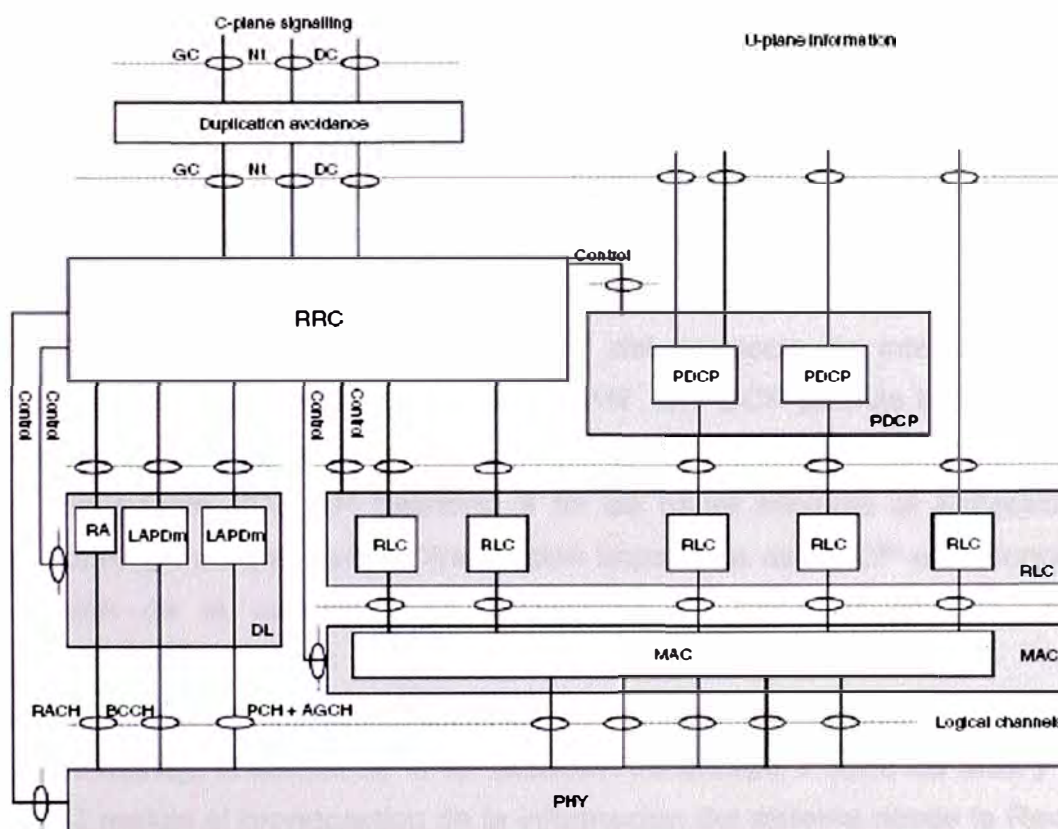


Fig.1.6 Arquitectura de los Protocolos Interfaz Radio

(Fuente: GSM GPRS and EDGE Performance Evolution John Willey & Sons)



- **Protocolo de Capa Física (PHY)**

Los protocolos MAC y RRC son protocolos de la capa física. Dentro de una portadora, una serie de time slots de tramas TDMA forman un canal físico. Los canales físicos son organizados en multi-tramas: Un BPSCH (sub-canal físico básico) es definido como un canal físico básico o una parte de él.

La capa física ofrece canales lógicos y los servicios de transmisión asociados. Los canales lógicos son divididos en dos categorías: canales de tráfico y canales de control. Los canales de tráfico llevan la voz codificada y la data del usuario, los canales de control llevan señalización o sincronización de datos.

- **Protocolo Medium Access Control (MAC)**

La subcapa MAC permite la transmisión sobre la capa física o capa superior PDU en modo compartido o dedicado. El modo MAC es asociado con un BPSCH para el uso de un MS o más. La capa MAC maneja el acceso y multiplexa en PSCHs de los MSs y flujo de tráfico.

- **Protocolo Radio Link Control (RLC)**

El protocolo RLC permite la transferencia de datos de una manera transparente, en modo reconocimiento y adicionalmente notifica de errores no recuperables en la capa superior. Cuando está en modo transparente el RLC es responsable del cifrado RLC PDUs para evitar cualquier obtención de datos no autorizada. RLC en modo no transparente es construido basado en EGPRS.

- **Protocolo Packet Data Convergence (PDCP)**

La capa PDCP está operativa sólo en el UP del protocolo de interfase radio. Este protocolo es común es común a UTRAN y GERAN . El PDCP permite la transferencia de datos del usuario usando servicios provistos por el RLC, y la adaptación de la cabecera de la red redundante PDU (IP headers) a fin de hacer eficiente el espectro para el transporte sobre la interfase radio. Otra función importante de PDCP es la funcionalidad de compresión de la cabecera. La compresión de cabecera es adecuada para aplicaciones de Internet.

- **Protocolo Radio Resource Control (RRC)**

La capa RRC maneja el control de la señalización de la capa 3 entre los MSs y GERAN. La capa RRC realiza el broadcasting de la información del sistema desde la Red a todos los MSs, Asimismo, el scheduling, la segmentación y repetición cuando un broadcasting es llevado en un canal de control (BCCH). La capa RRC efectúa el establecimiento, re-establecimiento, mantenimiento y liberación de la conexión del RRC entre el MS y GERAN. Otra de las funciones es la notificación o el paging durante una conexión RRC establecida.

**b) Interfase BSS-BSS y BSS-RNS**

La interfase entre GERAN BSSs o entre GERAN BSS y UTRAN RNS es llamada interfase I ur-g. El soporte de esta interfase en GERAN permite áreas de registro para cubrir BSS áreas. Similarmente, una interfase entre GERAN BSS y UTRAN RNS permitiría áreas de registro que son hechas de celdas GERAN y UMTS, típicamente en la misma ubicación geográfica.

## **CAPÍTULO II**

### **SOLUCIÓN TÉCNICA DE LA RED DE ACCESO**

#### **2.1. Introducción**

El proyecto implica el dimensionamiento de un Sistema GSM de Acceso con funcionalidades GPRS y EDGE. Se estima un BSC (Base Station Controller) de 330 TRXs, un Transcoder Full Capacity, estaciones base (BTSs), enlaces de microondas de 18Ghz, 23Ghz y 38Ghz; y un Sistema de Gestión OSS que incluye un paquete de funcionalidades básicas. La Red debe ser compatible con GPRS y EDGE.

#### **2.2. Planificación BSS**

##### **2.2.1. Criterios de Dimensionamiento**

El proceso de dimensionamiento del BSS Subsystem se realiza considerando un número de abonados proyectado, en base a un patrón de tráfico definido. En este proceso se calcula los equipos requeridos y los recursos a fin de alcanzar el área de cobertura prevista, la calidad de servicio y la capacidad adecuada de los equipos de la Red.

Para los equipos de la Red se requiere la ubicación y la capacidad, así como los recursos de transmisión disponibles teniendo en cuenta los servicios de datos para la interfase aire.

Los resultados del dimensionamiento de la interfase Aire, entre el MS y la BTS, nos deben proporcionar la cantidad de transceptores necesarios para cumplir con el tráfico requerido y las condiciones de QoS comprometidas.

El dimensionamiento de la interfase Abis (BSC-BTS) está en función de los parámetros iniciales de la Planificación de la Red Radio y GPRS. El resultado debe arrojar la tasa de bloqueo, el throughput, entre otros.

Asimismo, el resultado del dimensionamiento de la interfase Aire (MSC-TCSM) nos proporciona la cantidad de TCSM para un tráfico previsto. El dimensionamiento de la interfase Gb (BSC-SGSN) nos debe dar la cantidad de enlaces FR para la configuración del BSC (cantidad de PCUS).

##### **2.3. Funcionalidades del BSC**

La principal función es la configuración y gestión de los canales de radio, por ejemplo se debe determinar cuántos canales de tráfico y señalización pueden ser usados por el BSS.

La gestión de los canales de tráfico (TCH) pueden ser divididos en las siguientes tareas: gestión de recursos, asignación de canales, monitoreo de enlaces, liberación de canales y control de potencia.

La gestión de los canales de control dedicados (SDCCH), de canales de control de broadcast (BCCH) y canales de control común (CCCH), se dividen en las siguientes tareas: gestión del canal, acceso aleatorio, access grant, paging.

### **2.3.1. Frequency Hopping**

El frequency hopping permite el uso efectivo de los recursos de radio y mejora la calidad de voz para un abonado GSM. El concepto de frequency hopping es el de compartir los efectos de la pobre calidad de voz o interferencia entre un número de diferentes frecuencias o canales por un cambio de la frecuencia de radio de la conexión en la interfase aérea. Esto puede incrementar la calidad de voz en toda la red, incrementar la capacidad de la red e incrementar el ancho de banda útil.

### **2.3.2. Handover (HO)**

El handover es muy importante para la estación móvil (MS) y para dar al usuario la capacidad de moverse durante una llamada sin que el servicio se interrumpa. Durante una llamada la MS está midiendo el downlink Rx Quality, downlink Rx Level, Neighbouring cells.

La MS envía estas medidas a la BTS, la cual las promedia y las remite a la BSC para procesamiento. Al mismo tiempo la BTS está midiendo: la calidad (QoS) en el UL, UL Rx Level, la distancia y la velocidad, entre otros.

La BSC procesa las mediciones y decide si el HO es necesario. Un HO puede ser de los siguientes tipos: Intra-BSC, intra-cell; Intra-BSC, inter-cell.

### **2.3.3. AMR**

El AMR (Adaptive Multi Rate) permite al sistema cambiar dinámicamente la tasa del codec usado para comprimir la voz, esto es muy útil cuando se tiene un espectro ajustado, a diferencia de HR y EFR, ésta tasa variará en función a las condiciones de radio evaluando los niveles de C/I, según esto, a buenas condiciones de radio, se usarán los codecs menos protegidos (buena calidad de voz) y cuando haya bajos niveles de radio se usarán los codecs más protegidos (se percibirá voz metalizada).

### **2.3.4. Half Rate (HR)**

Un TRX consta de 8 TS, los cuales tienen capacidad para alojar una llamada FULL RATE, en un BW de 200 KHz, Una llamada HR podrá alojarse en  $\frac{1}{2}$  TS, duplicando así la capacidad del TRXs de 8 a 16 llamadas. La diferencia es que las llamadas HR tienen una menor tasa de codificación que las llamadas FR.

### 2.3.5. Territorio de Datos Dinámico

Cada sector tendrá como mínimo 1 TS de datos dedicado para asegurar el servicio de datos, pero con la funcionalidad de Territorio dinámico puede haber mas de 1 TS de datos siempre en cuando haya TS TCH libres en el sector, es decir si se configura a 25% el territorio dinámico, se tomará el 25% de TS TCH libres para datos a fin de incrementar la cantidad de TS de datos en esos instantes. Si la demanda de voz se incrementa al punto de ocupar todos los TS TCH, entonces en ese instante la cantidad de TS de datos se reducirá a 1 porque ese TS es dedicado.

## 2.4. Características Técnicas del Subsistema BSS

### 2.4.1. Modelo de Tráfico

TABLA N ° 2.1 Modelo de Tráfico

Descripción	Cantidad
Tráfico x Usuario:	12 mE (Aire)
G.O.S. A Interface:	0.5 %
G.O.S. Air Interface:	2 %
G.O.S. Ater Interface:	0.5 %
Tipo de Canales Fisicos:	Full Rate, Half Rate

### 2.4.2. Configuración BSC/TCSM

Los BSC (Base Station Controller) y TRAU (Transcoder Submultiplexer) tienen las siguientes características:

TABLA N ° 2.2 Características de las BSC y TRAU

ITEM	CARACTERISTICAS
1	El TRAU deben incluir compresión 4:1 (Full Rate y Enhanced Full Rate) así como compresión 7:1 (Half Rate).
2	Incluye las funcionalidades GPRS, HSCSD (14.4, 19.2, 28.8, 43.2, 64 Kbps) y CSD (9.6 Kbps).
3	Incluye la funcionalidad EDGE y las licencias y features necesarios para entrar en servicio.
4	Incluye la funcionalidad AMR y las licencias y features necesarios para entrar en servicio.
5	Incluye Kit de repuestos BSC/TRAU.
6	Contiene un kit de features básicos y opcionales BSS (BSC, TRAU, BTS) con descripción técnica completa.
7	PCM Standard: 2.048 Mbps (32 channels).
8	Conexión al Sistema de Gestión OSS (alarmas, envío de comandos, extracción de estadísticas, descarga de SW a las estaciones base, etc.), a través de X.25 e IP.
9	Incluye canales de la interfase Gb (BSC-SGSN) configurables en banda, a través de la conexión MSC-BSC o a través de E1's dedicados.

### 2.4.3. Configuración BTS

Las Estaciones Base (BTS) tienen las siguientes características:

TABLA N ° 2.3 Configuración de las BTS

ITEM	CARACTERISTICAS
1	Las estaciones base (BTS) incluyen 04 rectificadores y 02 bancos de baterías.
2	Las funcionalidades GPRS, HSCSD (14.4, 19.2, 28.8, 43.2, 64 Kbps) y CSD (9.6 Kbps), están incluidas.
3	La funcionalidades FR, HR, EDGE, AMR, está contenida en el HW y SW, incluyendo licencias y features.
4	Las BTS contienen todos los cables y accesorios, cables de tráfico, conectores especiales y/o adaptadores necesarios para su instalación. Así como los cables de energía, sistemas de protección contra descargas atmosféricas, sistemas de tierra, entre otros.
5	Incluyen las líneas de transmisión desde la BTS a sus correspondientes antenas con diversidad o de polarización cruzada. Incluir todo el HW necesario para la instalación.
6	Sistema Radiante, antenas con diversidad de espacio o polarización cruzada, soporte para antenas en torres, sistema de protección a tierra.
7	Kit de repuestos BTS detallado y recomendado por el fabricante.
8	Las estaciones base tienen la posibilidad de grooming de diversos tráficos (PSTN, Abis, etc.) para ahorro de costos de transmisión.
9	<p>La estación base debe soporta el grooming a diferentes velocidades (desde 2 Mbps hasta 8 Kbps).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ N° máximo de E1's que soporta la estación base para el grooming de diferentes tráficos.</li> <li>▪ N° de TRX's máximas que soporta cada E1.</li> </ul>

#### 2.4.4. Sistema de Microondas

Las características de los equipos de microondas son las siguientes:

TABLA N ° 2.4 Configuración equipos de Microondas

ITEM	CARACTERISTICAS
1	Los equipos de Microondas para el proyecto se presentan en diferentes frecuencias: 5Ghz, 7Ghz, 18Ghz, 23Ghz, 38Ghz, entre otros. En configuración 1+1, 16x2, con dos antenas en 3.1, 2.4, 1.2, 0.6, 0.3 metros de diámetro por cada enlace.
2	Kit de repuestos de MW en la cantidad recomendada por el fabricante.
3	Incluye las licencias de SW para la utilización de las capacidades máximas de cada radio-enlace.
4	Contiene un Sistema de Gestión (OSS) de Microondas propio y centralizado, así como los terminales y accesorios para los diferentes tipos de conexiones hacia el NMS.
5	Lista completa de features básicos y opcionales de MW con descripción técnica completa.
6	Incluye la instalación de DDFs en cada uno de los sitios de acuerdo a las capacidades máximas de E1's que serán administrados en cada nodo Hub y en cada estación base.

#### 2.4.5. Sistema de Energía

Los equipos de energía están compuestos por cuatro rectificadores y dos bancos de baterías dimensionados para tener una autonomía de cuatro a cinco horas para una estaciones base celular en configuración de hasta 2+2+2 y enlaces microondas. Incluyen Kit de repuestos recomendado por el proveedor.

#### 2.4.6. Sistema de Gestión OSS

El Sistema de Gestión OSS es un equipo que soporta las actividades desarrolladas en un OMC (Centro de Operación y Mantenimiento).

El OSS es un sistema de gestión para controlar los elementos de la red GSM/GPRS/EDGE, tales como MSC/VLR , HLRs, BSCs, AUC. El OSS incluye la



administración de alarmas de las estaciones base celular (BTS) y las de los controladores de estaciones base (BSC).

El Sistema de gestión para tiene las siguientes características generales:

TABLA N ° 2.5 Sistema de Gestión

ITEM	CARACTERISTICAS
1	Sistema de gestión de configuración 1+0 con 2 estaciones de trabajo.  Además contiene 01 terminal de acceso local para acceso remoto (comandos MML). Soporta hasta 25 usuarios conectados en simultáneo al sistema de gestión utilizando un SW emulador desde PCs convencionales.
2	Conexión al Sistema BSS (alarmas, envío de comandos, extracción de estadísticas, descarga de SW en remoto a las estaciones base, etc.), a través de X.25 e IP.
3	Conexión con interfase gráfica (configuración, mantenimiento, alarmas, mapas, etc.).
4	El Subsistema OSS incluye las funcionalidades para la administración y gestión de los parámetros GPRS , EDGE , AMR , Half Rate referidos a la parte BSS-BTS.
5	Incluye herramientas para post-procesamiento de los contadores y alarmas enviados por el sistema BSS-BTS. Debe incluir reportes gráficos para las estadísticas.
6	Base de datos abierta para estadísticas y alarmas.

#### 2.4.7. Sistema de Gestión de Red De Transporte (Microondas)

Se incluye el sistema de gestión para la parte de transporte por Microondas, con las siguientes consideraciones:

TABLA N ° 2.6 Sistema de Gestión de Microondas

ITEM	CARACTERÍSTICAS
1	<p>Sistema de gestión de configuración 1+0 con 2 estaciones de trabajo.</p> <p>Además 1 terminal de acceso local para acceso remoto (comandos MML).</p> <p>Configuración que soporta 10 usuarios conectados en simultáneo al sistema de gestión utilizando un SW emulador desde PCs convencionales.</p>
2	<p>Conexión con interfase gráfica (configuración, mantenimiento, alarmas, mapas, etc.).</p>
3	<p>La plataforma de gestión de microondas incluye las funcionalidades para realizar la administración, gestión y configuración remota de todos los equipos de radio.</p>
4	<p>Incluye herramientas para post-procesamiento de los contadores y alarmas enviados por el sistema de gestión MW. Así como, los reportes gráficos para las estadísticas.</p>
5	<p>Base de datos abierta para estadísticas y alarmas.</p>

## 2.5. Diseño de la Red BSS

### 2.5.1. BSS Core

Los datos iniciales que se tienen son el tráfico en BH por usuario el cual es de 12 mE y de que se trata de una ciudad de aproximadamente 37 Km<sup>2</sup> de zona urbana, la cual posee zona urbana y rural, según esto, además el numero de usuarios en la zona urbana es 67,285 personas y el trafico total del sistema BSS será de 85% para la zona urbana y 15% para la zona rural.

Según esta información, en el peor de los casos se debe cubrir un tráfico total (que incluye zona urbana y rural) de:

$$\text{traf} = \frac{100\% \times 12\text{mE} \times 67285}{85\%} \approx 950 \text{ E} \quad (142.5 \text{ E para rural y } 807.5 \text{ E para urbano)} \quad (2.1)$$

Tenemos la siguiente tabla por sitio, los cuales ya soportan el pool de 6TS de pool de Abis para tráfico de datos EDGE:

TABLA N ° 2.7 Configuración BTS

Configuración BTS	N° TRX	Cantidad de E1s requeridos
1+1+1	3	1
2+2+2	6	1
3+3+3	9	1

Nota. Un E1 es igual a 2,048 Kbps

En la siguiente tabla se muestra cuanto tráfico ofrece cada sector y cada sitio con una configuración n+n+n a 100% de FR y 1 TS dedicado de Datos, y según los datos de tráfico obtenido para cada zona, se obtiene en la columna 7 y 8 el número de sitios necesarios para poder cubrir esta demanda de tráfico.

TABLA N ° 2.8 Cantidad de BTS Urbanas y Rurales

N°TRX por sector	N° TS SDCCHs	N° TS Dedicados GPRS	N° TS voz	Trafico Offer 100% FR (E)	Trafico por sitio de 3 sectores (E)	N° Sites Urbana	N° Sites rural
1	1	1	5	1.657104492	4.97131348	163	29
2	2	1	12	6.614685059	19.8440552	41	8
3	2	1	20	13.18145752	39.5443726	21	4

Según la tabla anterior se puede escoger 21 sitios para la zona urbana y 8 sitios para la zona rural, el número de sitios también debe estar sujeto a que tan "compacta" es la zona urbana y que tan extensa es la zona rural, es decir aquí también se debe evaluar aspectos de cobertura.

La configuración escogida nos da un total de  $8 \times 2 \times 3 + 21 \times 3 \times 3 = 237$  TRXs y 29 sitios con 1 E1 en cada sitio, es decir hacia el BSC habría 29 enlaces PCM en configuración estrella. Esta cantidad de sitios ofrecerían  $21 \times 39.54 + 8 \times 19.84 = 989.06$  E.

Para calcular la cantidad de enlaces Ater (BSC-TRAU), se asume que el tráfico de la red será igual al de radio pero con un bloqueo de 0.5% para pasar 989.06 E, para esto se asumirá que la TRAU va a operar al 85% de carga, entonces:

$$\text{Trafico} = 989.06 E = 85\% \text{CapTrau} \Rightarrow \text{CapTrau} = 1163.60 E \quad (2.2)$$

Según la tabla Erlang B necesitaríamos 1,211 canales Ater de 16kbps, los cuales pasarían por 11E1s, los resultados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA N ° 2.9 Capacidad de BSC y TRAU

<b>Cálculo de BSC</b>	<b>Cantidad</b>
BSC Capacity per BH	4800
BSC Capacity 80% BH	3840
Tráfico Total a Cubrir en Red	989.06
Cálculo de BSCs	0.26
<b>Total BSC (Cantidad)</b>	<b>1</b>
<b>Cálculo de TRAU</b>	<b>Cantidad</b>
Tráfico a cubrir (E)	989.06
Número de BSCs	1.00
Tráfico por BSC hacia la TRAU (85% de TRAU)	989.06
GOS 0.5%	0.005
Canales Ater (canales de 16kbps)	1,211.00
Interfaces Ater (E1s)	11.00
<b>Capacidad de TRAU requerida (E)</b>	<b>1,163.60</b>

Nota. Se requerirán 11 E1s hacia la TRAU y por consiguiente de la TRAU al MSC se necesitarán 44 E1s

En el caso de que la demanda de tráfico se incremente, paulatinamente se puede ir reduciendo el territorio de FULL RATE en los sectores que se necesiten, en la tabla se muestra como a medida de que se reduce este territorio, se incrementa la capacidad de tráfico ofrecido en sectores con 2 y 3 TRXs respectivamente:

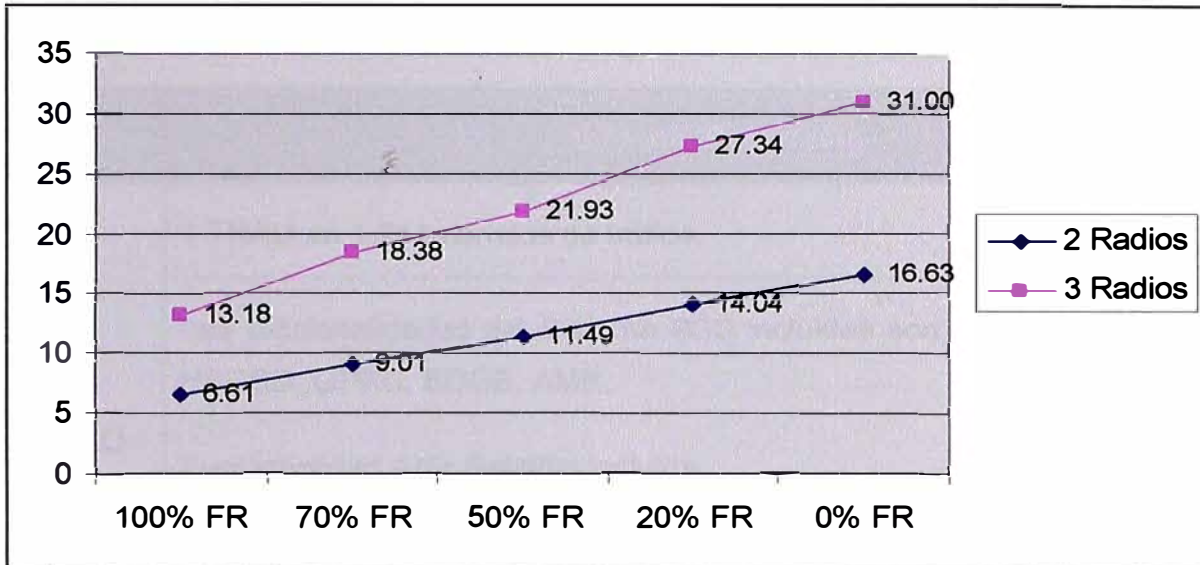


Fig.2.1 Incremento de la Capacidad de tráfico usando HR

La desventaja es que la percepción de calidad de una llamada HALF RATE es ligeramente menor a la de una FULL RATE.

Finalmente las características de la solución técnica para la Red BSS serán las siguientes:

TABLA N ° 2.10 Configuración final BSC

Descripción	Sistema Propuesto
BSC/TRAU	01 BSC de 237 TRXs, 29 PCMs Abis, 11 PCMs Ater, 02 E1s de Gb.
	<p># TRX = 237</p> <p># Abis = 29</p> <p># A = 44</p> <p># Gb = 2</p> <p># PDCH = 174 (Packet Data Channels GPRS/EDGE)</p> <p>En cuanto a lo que es la cantidad de TS de datos se tiene un solo TS de tráfico de datos dedicado y otro dinámico</p>

TABLA N ° 2.11 Configuración final TRAU

Descripción	Sistema Propuesto
BSC/TRAU	1 TRAU de 1,211 canales de tráfico.
	Las funcionalidades del Sistema BSS incluidas son: FR, EFR, HR, CSD, HSCSD, GPRS, EDGE, AMR.
	Funcionalidad Abis Satelital incluida.
	Máximas capacidades BSC: 500 TRX's, 72 PCM's
	Máximas capacidades TRAU: 3,840 canales de tráfico.

Las estaciones base celular (BTS) tienen una capacidad de hasta 12 TRXs y están preparadas para ofrecer el servicio de EDGE, mediante los nuevos TRXs incluidos. Estos TRXs EDGE son totalmente compatibles con equipos GSM/GPRS de manera que no tienen impacto en el dimensionamiento de cada sitio. Se incluye amplificadores dos por sector a instalar cerca de las antenas.

Asimismo, se agrega la funcionalidad opcional Cell Extended el cual permite que la BTS pueda tener una cobertura de señal de hasta 35KM.



## CAPÍTULO III DESPLIEGUE DE LA RED DE ACCESO

### 3.1 Cronograma

Cronograma de Implementación del Sistema de Acceso GSM & GPRS - BSS.

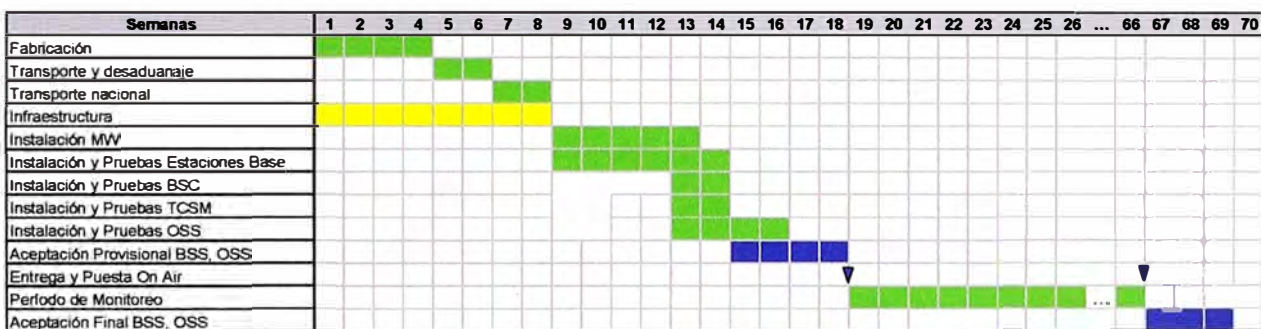


Fig. 3.1 Cronograma

La Implementación del Proyecto incluye también etapas previas tales como el estudio de campo y la planificación/dimensionamiento de los equipos a fin de que sean puestos en fabricación con la información técnica recogida en el sitio.

Para el inicio de la implementación de los sitios también se usa la información técnica y logística del estudio de campo de modo que los materiales de instalación que se lleven sean los que realmente se necesitan en el sitio.

El servicio de instalación comprende la instalación del enlace de Microondas, feeder y antenas incluyendo soportes y accesorios de puesta a tierra; de la Estación Base Celular, rectificadores, banco de baterías, cables y accesorios; del Sistema Radiante, amplificadores y sistema de tierra; del BSC, rectificador con su banco de baterías y accesorios; y finalmente el sistema OSS, servidores, y accesorios, entre otros de acuerdo a los manuales de instalación del fabricante.

El equipo instalado es comisionado de acuerdo con la información técnica y preparado para la aceptación. El comisionamiento comprende la carga de software de aplicación, las direcciones IP, instalación de la base de datos y la programación en el sitio. Todo ello es probado para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.

El equipo para ser aceptado tiene que seguir un proceso de aceptación, que incluye pasar las pruebas de aceptación descritas en el ATM Acceptance Test Manual, lo cual

garantiza que el equipo o elemento de red cumple con los estándares de funcionamiento. Luego de ello el proceso de integración puede empezar para poner en servicio comercial dicho elemento de red.

La integración es un proceso de pruebas para conectar al equipo a la red. En este proceso se verifica la base de datos y varias pruebas se llevan a cabo para comprobar el funcionamiento libre de errores del elemento de red dentro de la red en operación. Por ejemplo, handover, la tarificación, actualización de ubicación, entre otros. Una vez terminadas las pruebas satisfactoriamente el sitio está Listo para la operación comercial.



## **CAPÍTULO IV**

### **SERVICIOS DE SOPORTE Y MANTENIMIENTO**

#### **4.1 Introducción**

Los servicios de soporte y mantenimiento para la Red de acceso GSM/GPRS/EDGE son los siguientes:

Online Helpdesk

Emergency Support

Los servicios de asistencia técnica se prestarán únicamente para el software a fin de mantener los niveles de calidad de los equipos adecuadamente. El servicio de soporte es complementario a la garantía y se prestará durante ese período. El servicio consiste en un soporte remoto y cuando el problema lo amerite se realizará un soporte en sitio para los equipos BSS de la Red GSM/GPRS/EDGE, incluyendo los equipos del Core.

#### **4.2 Alcance del Mantenimiento**

Una vez iniciada la operación comercial de los equipos, los servicios de soporte se deben prestar a fin de garantizar el buen funcionamiento de la Red de acceso GSM/GPRS/EDGE.

Dentro del ámbito del desarrollo de los Servicios el proveedor de los equipos debe contar con los recursos necesarios y presencia local y regional a fin de garantizar que la Red en caso de un evento sea atendida en forma oportuna y rápida.

#### **4.3 Online Help Desk**

El Online Helpdesk está disponible para resolver las preguntas técnicas y operacionales, ayuda a obtener una respuesta rápida sobre preguntas generales con respecto a las características del sistema y parámetros de configuración. Los expertos del proveedor resuelven consultas sobre la reparación, operación y optimización de los elementos de Red.

Es importante advertir que Online Helpdesk contestará las preguntas concernientes a configuraciones no críticas y asuntos operacionales. Para cuestiones de mantenimiento urgente e incidentes críticos, el servicio de Emergency Support está disponible.

### 4.3.1 Niveles de Prioridad de los Problemas reportados

Los problemas reportados son catalogados según la tabla mostrada:

TABLA N ° 4.1 Niveles de Prioridad

Prioridad	Definición	Ejemplo
1	Requerimientos urgentes o de emergencia.	Requerimientos urgentes que no se pueden rectificar con la documentación disponible y que conllevan deterioros severos. Problemas con la solución de la falla del hardware que sin una respuesta rápida afectan severamente la disponibilidad del equipo.
2	Requerimientos concernientes a temas no – urgentes	Requerimientos que no se pueden rectificar con la documentación existente y que únicamente afectan levemente otro trabajo.
3	Requerimientos Generales	Requerimientos de información. Preguntas concernientes a procesos y conceptos. Solución de fallas especiales de defectos de hardware y Mejoras.

### 4.3.2 Tiempo de Información y Establecimiento

La tabla siguiente muestra los máximos valores de tiempo para la información y el establecimiento dependiendo de la prioridad. Debido a la gran variedad de requerimientos, los valores para el tiempo de establecimiento se refieren a requerimientos de complejidad media y se mantendrá para el 90% de todos los requerimientos.

TABLA N ° 4.2 Tiempos de Información/Establecimiento

Prioridad	Tiempo de Información (horas)	Tiempo de Establecimiento (horas)
1	2	48
2	24	72
3	24	336

### 4.3.3 Características del servicio:

El servicio consiste en atender los problemas mediante el servicio de soporte telefónico, por medio del cual, el personal encargado del Operador, puede realizar consultas técnicas relacionadas con la manera de operación, búsqueda y análisis de problemas de Hardware, instalación y puesta en servicio de los equipos; la disponibilidad es de 5/8 en un número telefónico fijo durante el horario hábil, y un teléfono móvil durante el tiempo restante.

Adicionalmente las organizaciones de asistencia técnica están limitadas a responder preguntas técnicas que no son cubiertas en la documentación del producto. El servicio de soporte telefónico no reemplaza los servicios de entrenamiento o consultoría.

#### **4.4 Emergency Support**

El Emergency Support es un servicio de emergencia las 24 horas los 365 días del año, especialmente diseñado en caso de incidentes trascendentales y serios relacionados con la operación de la red o el deterioro severo de la disponibilidad del sistema.

La meta del Emergency Service es la recuperación de las fallas del sistema tan rápidamente como sea posible (remotamente o en el sitio). Un especialista del sistema proporcionará apoyo en el sitio si es necesario. El Emergency Service está disponible a través de un número de emergencia especial.

Debe cumplirse lo siguiente:

Provisión de acceso al stock de partes de repuestos.

Acceso a las Redes LAN/ WAN donde se encuentran los equipos.

Suministro de las configuraciones de red actuales.

Provisión de contraseñas válidas.

##### **4.4.1 Procedimiento:**

En caso de una emergencia (ver definición abajo) el Cliente llama al Emergency Service vía el número de emergencia definido y proporciona la siguiente información:

Número del contrato

Nombre del cliente

Tecnología y sistema afectado

Descripción de la situación

Síntomas disponibles

Persona para ser contactada y número telefónico.

##### **4.4.2 Definiciones**

**Emergencia**

Situación crítica o trascendental en la operación, que causa o tiene el potencial para causar restricciones considerables temporales de servicios y gestión.

Falla total del sistema.

Falla parcial del sistema con restricciones considerables para los suscriptores

Restricciones considerables en la gestión del sistema.

Pérdida de tráfico, estadísticas o datos cargados

Pérdidas considerables de redundancia debidas a fallas de unidades centrales de hardware.

## CAPÍTULO V

### PRESUPUESTO DE LA RED DE ACCESO GSM/GPRS/EDGE

#### 5.1 Estimación de Costos de la Red de Acceso GSM/GPRS/EDGE

El costo total de una red de acceso GSM está en función de la cantidad de estaciones celulares necesarias y suficientes para dar cobertura y capacidad a una población determinada. Para una estación base celular estándar el costo total se divide en costos de capital y de operación, siendo estos últimos los más significativos.

Los costos de capital (CAPEX) de una BTS, considerando equipos, instalación y los enlaces de microondas representan un 40% del costo total de la misma. Los costos de operación anual (OPEX) representan un 60%, y estos se incrementan si se considera una estación donde no existe energía eléctrica comercial y los equipos son alimentados 7x24 por grupos electrógenos.

Llevar energía comercial a una estación base celular en áreas rurales puede ser muy costoso dependiendo de los caminos de acceso y la distancia a las fuentes de energía comercial y de la factibilidad de implementar los enlaces de MW. Se presenta un costo aproximado de una red de acceso GSM/GPRS/EDGE a continuación:

Tabla 5.1 Costos Red GSM/GPRS/EDGE

Descripción	Ctd.	Precio Total USD
<b>Equipos BSS</b>		
- BTS outdoor (satelital)	29	\$4,118,000.00
- TRAU	1	\$61,535.00
- BSC 330 TRXs	1	\$752,500.00
- Network Management BSS	1	\$1,280,000.00
- Releases	1	\$1,553,008.75
<b>Repuestos BSS ( BTS, BSC, TRAU (US\$)</b>		<b>155,300.88</b>
<b>BSS Equipos + CW + Servicios (US\$)</b>		
		<b>7,920,344.63</b>

Nota. Los costos aproximados incluyen los equipos celulares, el transporte, la infraestructura y los servicios asociados.

## **CAPÍTULO VI**

### **LAS REDES MÓVILES Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL PERÚ.**

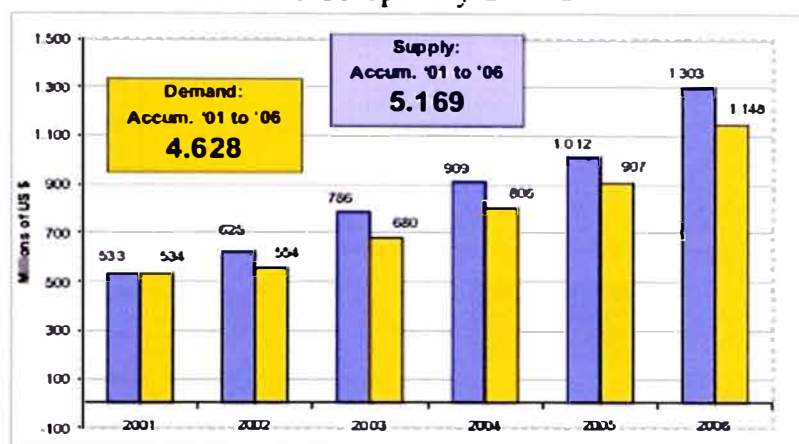
La telefonía móvil ha tenido un incremento considerable en los últimos años y su influencia en sectores de la economía ha sido muy importante. El crecimiento del número de los teléfonos móviles ha superado largamente el número de líneas fijas y ha llegado a sectores rurales (regiones con baja densidad de población y distantes de los centros urbanos), sin embargo aún existen millones de personas que habitan en estas zonas que aún no cuentan con estos servicios.

El impacto a nivel macroeconómico se ha dado en el incremento de puestos de trabajo, de la inversión (CAPEX – OPEX), del crecimiento anual del PBI, lo que ha contribuido significativamente en la economía de nuestro país, así como en cada uno de los países de la región.

Según el informe Mobile Telephony Contribution to Latin America and the Caribbean Economies de la GSM Association Latin America, cuyos temas principales relacionados al Perú detallaremos, del 2001 al 2006 la telefonía móvil contribuyó al crecimiento del PBI suministrando aproximadamente MUS\$ 5,169 en productos y servicios. Con respecto a la demanda la telefonía móvil contribuyó comprando aproximadamente MUS\$ 4,628 de productos y servicios entre el 2001 y el 2006.

## 6.1. Mobile Telephony Contribution to Gross Domestic Product

Figure 6.1.1. Peru: Supply and Demand Evolution of Mobile Telephony 2001-2006



Source: Supervisor Organism of Private Investment in Telecommunications (OSIPTEL), Companies Balances and Convergencia Research estimations

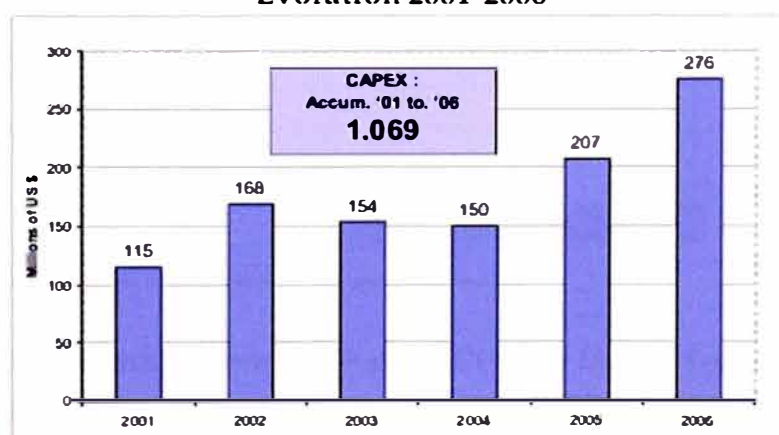
Fig. 6.1 Evolución de la Demanda de Telefonía Móvil en el Perú 2001-2006

(Fuente: OSIPTEL, Companies Balances and Convergencia Research estimations)

Los operadores de telefonía móvil en el Perú han invertido aproximadamente MUS\$ 1,069 en activos durante el período 2001-2006.

## 6.2. Mobile Telephony Contribution to National Investment

Figure 6.2.1. Peru: Mobile Telephony Investment (CAPEX) Evolution 2001-2006



Source: OSIPTEL, Companies Balances and Convergencia Research estimations

Fig. 6.2 Peru: Mobile Telephony Investment (CAPEX) Evolution 2001-2006

En el período 2001-2006 la inflación acumulada en el Perú fue de 10.5% (gráfico 6.3).

### 6.3. Inflation vs. Mobile Telephony ARPU Evolution

Figure 6.3.1. Peru: Average Annual Variation Rate of  
CPI and Mobile Telephony ARPU 2001-2006

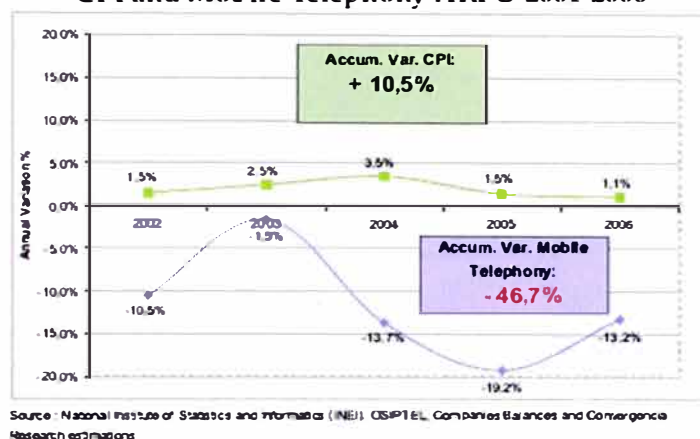


Fig. 6.3 Average Annual Variation Rate of CPI and Mobile Telephone ARPU

Asimismo, basado en la comparación de la tasa de variación acumulada de la inflación, entre los diferentes componentes del Índice de Precios al Consumidor y la telefonía móvil, se observa para el Perú un incremento acumulado (2001-2006) de 10.5% (gráfico 6.3.2).

Figure 6.3.2. Peru: Accumulated Average Variation Rate of  
CPI and Mobile Telephony ARPU 2001-2006

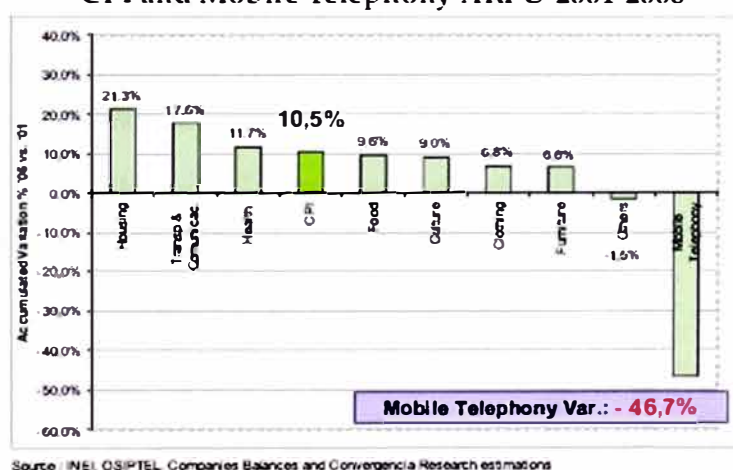


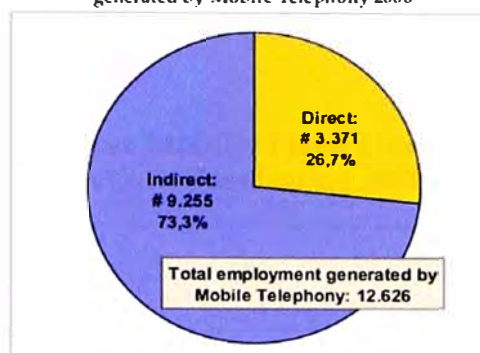
Fig. 6.4 Accumulate Average Variation Rate of CPI and Mobile Telephone ARPU

La contribución de la telefonía móvil en el Perú al empleo directo e indirecto en el 2006 fue de 12,626 empleos. 3,371 fueron empleados directamente por los operadores de telefonía móvil y 9,255 empleos adicionales fueron generados indirectamente por la telefonía móvil.



## 6.4. Mobile Telephony Contribution to Employment

Figure 6.4.1. Peru: Total Employment (Direct + Indirect) generated by Mobile Telephony 2006



Source: Study carried out by Convergencia Research according to data given by Mobile Telephony Companies and its providers

Fig. 6.5 Peru: Total Employment generated by Mobile Telephone 2006

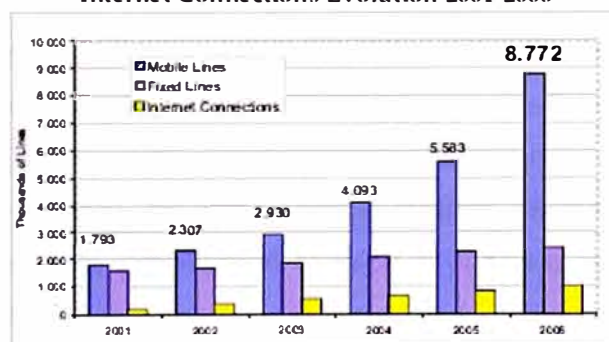
La contribución de la telefonía móvil del Perú a la conectividad: (i) en el 2006 tuvimos 8.8 millones de usuarios mientras que a finales del 2001 solamente 1.8 millones de usuarios. En el 2007 se tuvo más de 11 millones de usuarios de telefonía celular.

Las líneas fijas en el Perú fueron 2.4 millones en el 2006 mientras que en el 2001 el número total fue de 1.6 millones.

Internet: El total de conexiones de Internet fue de un millón en el 2006, incluyendo conexiones Broadband y Dial Up. Considerando que en el 2001 solamente existían doscientos dos mil conexiones.

## 6.5. Mobile Telephony Contribution to Connectivity

Figure 6.5.1. Peru: Number of Mobile-Fixed Lines and Internet Connections Evolution 2001-2006



Source: OSIPTEL

Fig. 6.6 Peru: Number of Mobile-Fixed Lines and Internet connections Evolution 2001-2006



La tasa de crecimiento de usuarios de telefonía móvil en el Perú, durante el período 2001-2006 ha sido de 389%. Telefonía fija también ha mostrado un crecimiento alcanzando en ese mismo período una tasa de 59%. Internet ha tenido una significativa variación registrando una tasa de crecimiento para el mismo período de 409%.

Figure 6.5.3. Peru: Mobile- Fixed Lines and Internet Connections Penetration 2001-2006

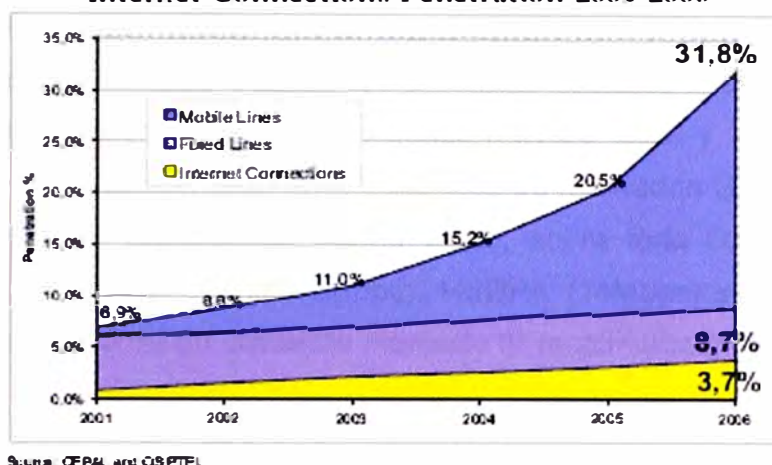


Fig. 6.7 Peru: Mobile-Fixed Lines and Internet Connections Penetration 2001-2006

El nivel de penetración de la telefonía móvil al final del 2006 alcanzó un nivel de 31.8%. Solamente en el período del 2001-2006 creció 25 puntos porcentuales.

Durante el 2006 el nivel de penetración de la telefonía fija fue de 8.7%. Aunque las conexiones de Internet se hayan incrementado significativamente, el nivel de penetración para el 2006 fue de 3.7%.

Es evidente que las redes de acceso son indispensables para lograr el desarrollo económico del país, por lo tanto se debe facilitar para que los operadores de telefonía celular implementen redes de acceso con un ancho de banda cada vez mayores de acuerdo con el desarrollo tecnológico de las actuales redes móviles.

No obstante, existen otras condicionantes que obstruyen el despliegue de las tecnologías de acceso en el Perú, causadas por la lentitud de algunos de los procesos administrativos, o por una mala información técnica o por una política de defensa del medio ambiente inadecuada.

En este sentido, se hace necesario (i) definir políticas uniformes, simples y flexibles sobre las condiciones mínimas y necesarias que deben cumplir las instalaciones de las estaciones base celulares, sobre los permisos, licencias y/o autorizaciones, los derechos de paso, entre otros; a fin de evitar que cada municipalidad opte por tomar medidas

diferentes, (ii) establecer campañas sobre los efectos de las radiaciones no ionizantes y sus efectos sobre la salud.

Es evidente que la telefonía celular es uno de los sectores de la economía de nuestro país que más ha crecido en estos últimos años y este crecimiento también se da en las economías de los países de la región. Las redes celulares ofrecen servicios de voz, datos y multimedia hacia/desde un teléfono móvil lo que permite tener acceso a estas facilidades casi desde cualquier parte.

El crecimiento de las redes móviles ha sido impresionante:

Según información de Wireless Intelligence a nivel mundial al final del 2007 4Q se ha llegado a 2,685,060,046 usuarios con terminales móviles GSM y 196,063,100 usuarios 3GSM(WCDMA). Asia Pacífico tiene el 40% del total de abonados GSM en el mundo.

La convergencia de las tecnologías Internet-Móvil, sobre todo con la introducción de GPRS/EDGE (170/384Kbps), UMTS (2Mbps), HSDPA (14Mbps) y HSUPA (5.76Mbps), ha posibilitado la creación de un creciente mercado IP multimedia móvil.

## CONCLUSIONES

1. Una de las ventajas que entrega la arquitectura BSS es la optimización de los recursos de transmisión cuando se separa el TRAU del BSC. Es decir, que al implementar un BSC remoto, y el equipamiento del TRAU junto al MSC, se logra una notable reducción de los recursos de transmisión entre BSC y TCSM.

Con esta configuración se puede obtener hasta un 75% (teórico) de reducción de la cantidad de líneas de transmisión entre el BSC Remoto y el TCSM en la misma ubicación del MSC.

2. Tener habilitada la funcionalidad de Half Rate en la Red de Acceso es una gran ventaja porque permite incrementar la capacidad para atender las llamadas, por ejemplo en el caso de días feriados (día de la madre, navidad, entre otros), donde se presentan mayores requerimientos de capacidad de tráfico. En el modo HR todos los TS están configurados por tráfico, por ejemplo para un umbral del 50%, cuando la demanda de tráfico es mayor o igual a ese valor todas las llamadas son HR.

3. Otra de las funcionalidades que es recomendable tener habilitada es el AMR porque permite que los CODEC se adapten según los niveles de interferencia, sobre todo cuando el ancho de banda de los canales está bastante ajustado.

4. Se obtiene una gran Cobertura debido básicamente a dos factores:

- Alta Sensibilidad de Recepción (hasta -116 dBm) de los equipos.
- Implementación de la funcionalidad opcional Celda Extendida en las BTS.

5. Se tiene la posibilidad de grooming de diversos tráficos (PSTN, ABIS, entre otros) a fin de ahorrar costos de transmisión.

6. Las BTS permiten tener una alta capacidad instalada de transceptores por sector en las estaciones base celulares (BTS), con ello se ahorran costos de capital y de operación.

7. Bajo consumo de energía en las estaciones base celulares (BTS).

8. Los fabricantes para mercados emergentes y rurales han desarrollado estaciones base celulares muy livianas, así como se han optimizado las pérdidas por longitud de cable ubicando las unidades de radio cerca a las antenas celulares. Estas

modificaciones aplican para zonas rurales y ambientes Indoor en las ciudades logrando ahorros en CAPEX y OPEX.

9. Las economías de escala en el caso de los terminales GSM permiten rentabilidad para los operadores en un clima de bajo ARPU, sobre todo en mercados de América del Sur.

**ANEXO A**  
**GLOSARIO**

**Glossary**

<b>2G</b>	<b>2nd Generation</b>
<b>3G</b>	<b>3rd Generation</b>
<b>3GPP</b>	<b>3rd Generation Partnership Project</b>
<b>ACL</b>	<b>Access Control List</b>
<b>ANSI</b>	<b>American National Standards Institute</b>
<b>AP</b>	<b>Access Point</b>
<b>APN</b>	<b>Access Point Name</b>
<b>ATM</b>	<b>Asynchronous Transfer Mode</b>
<b>AUC</b>	<b>Authentication Centre</b>
<b>BSS</b>	<b>Base Station Subsystem</b>
<b>CAMEL</b>	<b>Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic</b>
<b>CAP</b>	<b>CAMEL Application Part</b>
<b>CDR</b>	<b>Charging Record</b>
<b>CG</b>	<b>Charging Gateway</b>
<b>CGI</b>	<b>Cell Global Identification</b>
<b>CK</b>	<b>Cipher key</b>
<b>CLI</b>	<b>Command Line Interface</b>
<b>CN</b>	<b>Core Network</b>
<b>CPS</b>	<b>Connection Processing Server</b>
<b>CRP</b>	<b>Central Route Processor</b>
<b>CS</b>	<b>Circuit Switched</b>
<b>DHCP</b>	<b>Dynamic Host Configuration Protocol</b>
<b>DNS</b>	<b>Domain Name System</b>
<b>DP</b>	<b>Detector Point</b>
<b>DS, DiffServ</b>	<b>Differentiated Services</b>
<b>DSCP</b>	<b>Differentiated Services Code Point</b>
<b>EDP-N</b>	<b>Event Detection Point Notification</b>
<b>EDP-R</b>	<b>Event Detection Point Request</b>
<b>EIR</b>	<b>Equipment Identity Register</b>
<b>ETSI</b>	<b>European Telecommunications Standards Institute</b>
<b>F-DCR</b>	<b>Enhancement IP Flow -based CDR</b>
<b>FTP</b>	<b>File Transfer Protocol</b>

Ge	Interface between the SGSN and SCP
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Location Centre
GMM	GPRS Mobility Management
GMSC	Gateway Mobile-services Switching Centre
Gn	Interface between the SGSN and GGSN
GPLC	General Purpose Line Card
GPRS	General Packet Radio Service
Gp	Logical Interface between SGSN and HLR
Gs	Logical Interface between SGSN and MSC
GSM	Global System for Mobile Communications (Groupe Spéciale Mobile)
GSN	GPRS Support Node
GTP	GPRS Tunneling Protocol
GTP'	Enhanced GPRS Tunneling Protocol
GTP-C	GTP Tunneling Protocol - control plane
GTP-U	GTP Tunneling Protocol - user plane
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HLR	Home Location Register
HPLMN	Home PLMN
HSS	Home Subscriber Server
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IETF	Internet Engineering Task Force
IGP	Interior Gateway Protocol
IMEI	International Mobile terminal Equipment Identity
IMEISV	International Mobile Equipment Identity with Software Version
IMR	IP Multimedia Register
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISN	Intelligent Services Node

Iu	Interface between the SGSN and RNC
KC	Charging Key
KPI	Key Performance Indicator
L2	Layer 2
L3	Layer 3
LAC	Location Area Code
LCS	Location Services
LCS-CDR	Location Services Charging Record
LI	Lawful Interception
LIE	Lawful Interception Entity
LIG	Lawful Interception Gateway
MSUA	MTP3 User Adaptation Layer
MAP	Mobile Application Part
M-CDR	Mobility Management Charging Record
MM	Mobility Management
MNC	Mobile Network Code
MO	Mobile-Originated
MO-LR	Mobile-Originated Location Request
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Services Switching Centre
MSISDN	Mobile Subscriber International ISDN Number
MSP	Multiplex Section Protection
MT	Mobile-Terminated
MT-DR	Mobile-Terminated Deferred Request
MT-LR	Mobile-Terminated Location Request
MTP	Message Transfer Part
NEJS	Nokia Enhanced SNMP Solution Suite
NI-LR	Network-Initiated Location Request
NMS	Network Management System
NTP	Network Time Protocol
O&M	Operation And Maintenance
OSPF	Open Shortest Path First
PI	Performance Indicator



PIB	Policy Information Base
P-CSCF	Proxy Call State Control Function
PDCP	Packet Data Convergence Protocol
PDP	Packet Data Protocol
PDU	Packet Data Unit
PLMN	Public Land Mobile Network
PPP	Point-to-Point Protocol
PS	Packet Switched
P-TMSI	Packet TMSI
QoS	Quality of Service
RAB	Radio Access Bearer
RAC	Routing Area Code
RAI	Routing Area Identification
RAN	Radio Access Network
RANAP	RAN Application Protocol
RAT	Radio Access Type
RAU	Routing Area Update
RFC	Request For Comments
RIP	Routing Information Protocol
RNC	Radio Network Controller
RTT	Real-Time Traffic
S-CDR	SGSN CDR
SAC	Service Area Code
SAP	Service Access Point
SCCP	Signalling Connection Control Part
SCP	Service Control Point
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDU	Service Data Unit
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIGTRAN	Signalling Traffic
SIM	Subscriber Identity Module
SIP	Session Initiation Protocol

SM	Session Management
SMM	Signalling and Mobility Management
SMSO-CDR	Mobile-Originated Short Message Service Charging Record
SMP	Service Management Point
SMS	Short Message Service
SMSC	Short Message Service Centre
SMS-CDR	Short Message Service Charging Record
SMT-CDR	Mobile-Terminated Short Message Service Charging Record
SNMP	Simple Network Management Protocol
SONET	Synchronous Optical Network
SRNC	Serving RNC
SS7	Signalling System No. 7
SSH	Secure Shell
S-SMO-CDR	SGSN-delivered Mobile-Originated Short Message Charging Record
S-SMT-CDR	SGSN-delivered Mobile-Terminated Short Message Charging Record
STM	Synchronous Transfer Mode
TDMA	Time Division Multiple Access
TEID	Tunnel End Point Identifier
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
TS	Technical Specification
UBR	Unspecified Bit Rate
UDP	User Datagram Protocol
UESBI	UE-Specific Behaviour Information
RTT	Real-Time Traffic
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USIM	UMTS Subscriber Identity Module
v1	Version 1
v2	Version 2
VCC	Virtual Channel Connection
VLAN	Virtual Local Area Network
VLR	Visitor Location Register
VPLMN	Visited Public Land Mobile Network
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

XML

Extensible Markup Language

XML CLI

XML-wrapped Command Line Interface

**ANEXO B**  
**ESTADÍSTICAS**



## Subscriber statistics end Q4 2007

<b>World</b>	<b>3,331,231,433</b>		
GSM	2,685,060,046		
3GSM (WCDMA)	196,063,100		
CDMA	10,934,971		
CDMA 1X	299,490,215		
CDMA 1X EV-DO	89,728,932		
TDMA	6,388,940		
PDC	15,089,273		
iDEN	27,425,216		
Analog	1,050,740		
<b>GSM technologies</b>			
<b>World</b>	<b>2,881,123,146</b>		
Africa	265,076,453	9%	
Americas	297,393,161	10%	
Asia Pacific	1,162,251,880	40%	
Europe: Eastern	397,925,950	14%	
Europe: Western	478,833,084	17%	
Middle East	173,200,146	6%	
USA/Canada	106,442,472	4%	
<b>Top 10 countries</b>			
<b>Total net additions:</b>		<b>Total connections:</b>	
India	25,305,201	China	529,620,000
China	23,925,000	United States of America	252,072,378
Brazil	8,355,681	India	236,970,254
Indonesia	7,562,886	Russian Federation	172,498,347
Russian Federation	7,252,348	Brazil	122,301,331
Pakistan	6,422,383	Japan	100,525,400
United States of America	5,891,486	Germany	97,151,000
Iran	4,674,540	Indonesia	92,209,273
Nigeria	4,205,448	Italy	89,637,000
Mexico	4,144,991	Pakistan	76,431,388

All data sourced from Wireless Intelligence [www.wirelessintelligence.com](http://www.wirelessintelligence.com). Whilst every care is taken to ensure the accuracy of the information contained in this material, the facts, estimates and opinions stated are based on information and sources which, while we believe them to be reliable, are not guaranteed. In particular, it should not be relied upon as the sole source of reference in relation to the subject matter. No liability can be accepted by Wireless Intelligence, its directors or employees for any loss occasioned to any person or entity acting or failing to act as a result of anything contained in or omitted from the content of this material, or our conclusions as stated. The findings are Wireless Intelligence's current opinions; they are subject to change without notice. Wireless Intelligence has no obligation to update or amend the research or to let anyone know if our opinions change materially.

**ANEXO C**  
**BSS SYSTEM DESCRIPTION**

## BSS SYSTEM DESCRIPTION

### 1. BSC equipment

The central component of the SBS is the Base Station Controller (BSC) which has a dynamic capacity of up to 3200 Erlang and up to 500 TRX.

Due to its compact design occupying a small volume (300mmX600mmX2000mm) and due to its low power dissipation (less than 350 Watt), the BSC operates without any fans or air condition. Nor does it require raised floors for installation.

The operator has a choice of locating the BSC centrally in telecommunications rooms or remotely in a shelter or in a confined space. The BSC can then act as a concentrator for the links between the Abis and Asub interfaces.

All functions are protected by a n+1 redundancy concept. The other cards are used in a 1+1 configuration. In some cases the active channels work in the load-sharing mode.

The Siemens Abis interface has been developed according to the GSM specifications as far as those were fixed. Due to some open points and options this interface has been developed in different ways by the different vendors. Siemens interface has been studied in order to maximize the number of trx that can be allocated on each Abis.

**Up to 15 TRXs (including LAPD signaling) can be allocated on one PCM line!**

The following benefits can be pointed out:

- |   |      |              |      |
|---|------|--------------|------|
| • Traffic (Erlang)  | 3200 |              |      |
| • Cells   | 250  |              |      |
| • TRX   | 500  |              |      |
| • BTS sites   | 200  |              |      |
| • Abis-IF + Asub-IF + Gb-IF per BSC   | 72   |              |      |
| • Controlled SS7L   | 8    |              |      |
| • LAPD (Abis+Asub)  | 240  |              |      |
| • GPRS Channels<br>(maximum)  | 1280 | (guaranteed) | 1536 |
| • Fast rollout  |      |              |      |
| • No raised floor or air conditioning requirements                                  |      |              |      |
| • High Availability   |      |              |      |
| • Fully redundant architecture allowing any card to be pulled out without call drop |      |              |      |
| • Data services (in call modification, automatic fax)                               |      |              |      |
| • EDGE  |      |              |      |
| • GPRS functionality  |      |              |      |
| • HSCSD functionality   |      |              |      |
| • Emergency calls with priority   |      |              |      |
| • Satellite Link (A-Asub-Abis)  |      |              |      |

A maximum of **32 TRAU modules** can be connected to the BSC.

In addition, the BSC supports various BSC-BTS configurations (star, multidrop, loop and cross connect).

## 2. High Capacity TRAU

The TRAU adapts the different transmission rate of the TCHs for speech and data calls on the radio side to a standardized 64 kbit/s transmission rate on the MSC side on the A-interface.

Due to its compact design occupying a small volume (300mmX600mmX2000mm) and due to its low power dissipation (less than 480 Watt), the TRAU operates without any fans or air condition. Nor does it require raised floors for installation.

One TRAU -Rack consists of up to 8 TRAU-shelf, each one able to handle up to 120 traffic channels' with a **maximum capacity of 960 Codecs**.

The TRAU is multi-codec and able to handle Full Rate, Enhanced Full Rate or Half rate traffic channels on a call basis.

The TRAU can be located close to the Mobile Services Switching Center (MSC) site, thus allowing submultiplexing of 16 kbit/s channels to **save line cost**, all the way to the MSC. As a result of this optimisation in channel multiplexing a 50 % reduction in the number of required PCM links has been obtained with respect to other vendors solutions.

Summarising, the TRAU customer benefits are:

- Low power consumption and Compact size (360 liters)
  - Modular, from 24 up to 120 traffic channels per shelf and 8 shelves per rack (960 traffic channels)
- Sophisticated TRAU redundancy concept at the shelf level (i.e. no impact on call handling in the event of single board failures)
- 16 kbit/s submultiplexing on the A-sub interface, essential to reduce line costs in conjunction with the concept of remote/distributed BSC's
- Up to 120/92 traffic channels on one 2048/1544 kbit/s A-sub interface
- Support of different TRAU mapping schemes (A/A-sub interface), i.e. more flexibility in the event of requested timeslot grooming.
- Multi-codec capability (up to 3 different speech codecs supported in parallel).
- Easy system upgrade by means of full remote software download.
- Voice Activity Detection (VAD)
- AMR
- HSCSD
- Discontinuous Transmission (DTX) and Reception (DRX)

## 3. BTS equipment

Base Transceiver Stations represent state of the art products with a high degree of integration and miniaturization. Therefore, these products satisfy an increasing demand for small Base Transceiver Stations, which can be easily mounted on rooftops or in small confined spaces.

The SBS is designed for 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz as well as 1900 MHz including extension bands and a fully modular design provides the operator with maximum flexibility in network implementation.

Moreover, all BTS types have the same wide spectrum of features ranging from various cell applications (omni or sectorised) to antenna diversity or an optional receiver antenna pre-amplifier.

Thus, our clients can choose from a wide range of

- indoor or outdoor equipment
- for large or small capacity cells with



- a variety of transmission media.

The following benefits can be pointed out:

- Fast installation
- Higher Reliability
- Low volume / weight equipment
- Minimum power consumption
- Indoor and outdoor operation
- Fully featured
- Both remote and local full software download capability (e.g. via OMC or LMT)
- Support of full rate (FR), half rate (HR) and enhanced full rate (EFR)
- Antenna diversity
- Arbitrary Sectorisation
- Umbrella and Underlay Cells (speed sensitive handover algorithm)
- Power Control
- VAD/DTX
- Frequency hopping baseband and synthesized
- VSWR antenna supervision
- LAPD submultiplexing/concentration, i.e. 16/64 kbit signaling on Abis (only one channel per BTS required)
- All Siemens base stations implemented in the network will contain the capability for software upgrade to GPRS.
- EDGE
- Extended cell

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Timo Halonen, Javier Romero, Juan Melero, "GSM GPRS and EDGE Performance Evolution Towards 3G/UMTS", John Wiley & Sons, Ltd. 2003.
2. Asha Mehrotra, "GSM System Engineering, Artech House, Inc. 1997.
3. José María Hemando Rábanos, "Comunicaciones Móviles GSM", Fundación Airtel, 1999.
4. Nokia Networks OY, "GPRS System Course", Nokia Networks OY, 2002.
5. Convergencia Research, "Mobile Telephony Contribution to Latin America and the Caribbean Economies", GSM Latin America, 2007.