



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA EN COMPUTACION**

**“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN  
CELULAR UTILIZANDO TECNOLOGIA GSM”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN**

**Presentado por:**

**Patricio Eduardo Peralta Valverde**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2008**

## **AGRADECIMIENTO**

Desde estas líneas quisiéramos agradecer de forma explícita a todas aquellas personas que de un modo u otro, directa o indirectamente, han contribuido a la realización de esta tesis. Especial es nuestra gratitud y admiración hacia el Ing. Franklin Moreno, quien nos ha ofrecido su ayuda, fructíferos puntos de vista, constructivas críticas y sabia valoración a lo largo de la trayectoria de esta tesis. También agradecemos el apoyo del Ing. José Guerra, por su amplia experiencia y consejos académicos.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios mi padre celestial por ser mi guía en el camino de la vida, a mis padres por el sacrificio realizado para darme la oportunidad de superarme académicamente, a mis hermanos por ayudarme en los momentos difíciles, y a mis amigos que me apoyaron incondicionalmente.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Romeo Rodríguez <b>DECANO FACULTAD DE            INFORMATICA Y ELECTRÓNICA</b>		
Ing. Paúl Romero <b>DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA            ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN.</b>		
Ing. Franklin Moreno <b>DIRECTOR DE TESIS</b>		
Ing. José Guerra <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		
Lic. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR CENTRO            DOCUMENTACIÓN</b>		
<b>NOTA DE LA TESIS</b>		

“Yo, Peralta Valverde Patricio Eduardo, soy responsables de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Peralta Valverde Patricio Eduardo

## INDICE DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	An interface that GSM recommends
<b>A3</b>	Authentication algorithm
<b>A5</b>	Encryption Algorithm
<b>A8</b>	Authentication Algorithm
<b>AB</b>	Access Burst
<b>AC</b>	Authentication Centre
<b>AGCH</b>	Access Grant Channel
<b>ARFCN</b>	Absolute Radio Frequency Channel Number
<b>ARQ</b>	Automatic Request for Retransmission
<b>BC</b>	Billing Centre
<b>BCC</b>	Base Station Colour Code
<b>BCCH</b>	Broadcast Control Channel
<b>BNHO</b>	Barring all outgoing calls except those <b>PLMN</b>
<b>BS</b>	Base Station
<b>BSC</b>	Base Station Controller
<b>BSIC</b>	Base Transceiver Station Identity Code
<b>BSIC-NCELL</b>	BSIC of an adjacent cell
<b>BSS</b>	Base Station System
<b>BSSAP</b>	Base Station Subsystem Application Part
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station
<b>CBCH</b>	Cell Broadcast Channel
<b>CC</b>	Country Code, Call Control
<b>CCF</b>	Call Control Function
<b>CCC</b>	Credit Card Calling, an IN service

<b>CCS</b>	Common Channel Signalling
<b>CCV</b>	Calling Card Validation
<b>CLASS</b>	Custom Local Area Signalling Services
<b>CS1</b>	Capability Set 1
<b>CCS7, CCS#7</b>	Common Channel Signalling System no. 7
<b>CDSU</b>	Compact Data Services Unit
<b>CGI</b>	Cell Global Identity
<b>CI</b>	Cell Identity
<b>CL(N)IR</b>	Calling Line (Number) Identification Restriction
<b>CSPDN</b>	Circuit Switched Public Data Networks
<b>DB</b>	Dummy Burst
<b>DCCH</b>	Dedicated Control Channel
<b>DCN</b>	Data Communication Networks
<b>DL</b>	Data Link (layer)
<b>DLCI</b>	Data Link Connection Identifier
<b>DLD</b>	Data Link Discriminator
<b>DRX</b>	Discontinuous Reception
<b>DTAP</b>	Direct Transfer Application Part
<b>DTE</b>	Data Terminal Equipment
<b>DTMF</b>	Dual Tone Multi-Frequency (signalling)
<b>DTX</b>	Discontinuous Transmission (Mechanism)
<b>EIR</b>	Equipment Identity Register
<b>FAC</b>	Final Assembly Code
<b>FACCH</b>	Fast Associated Control Channel
<b>FACCH/F</b>	Full rate Fast Associated Control Channel
<b>FACCH/H</b>	Half rate Fast Associated Control Channel
<b>FB</b>	Frequency correction Burst

<b>FE</b>	Functional Entity
<b>GMSC</b>	Gateway Mobile Services Switching Centre
<b>GPA</b>	GSM PLMN Area
<b>GSA</b>	GSM System Area
<b>GSM</b>	Groupe Special Mobile
<b>GSM PLMN</b>	GSM Public Land Mobile Network
<b>HDLC</b>	High Level Data Link Control
<b>HLR</b>	Home Location Register
<b>HON</b>	Hand Over Number
<b>HPLMN</b>	Home PLMN
<b>HSN</b>	Hopping Sequence Number
<b>IAM</b>	Initial Address Message (ISUP message)
<b>IDN</b>	Integrated Digital Networks
<b>IMEI</b>	International Mobile Equipment Identity
<b>IMSI</b>	International Mobile Subscriber Identity
<b>INAP</b>	Intelligent Network Application Protocol
<b>IP</b>	Intelligent Peripheral
<b>ISDN</b>	Integrated Services Digital Network
<b>ISUP</b>	ISDN User Part
<b>IWF</b>	Inter Working Function
<b>ITU-T</b>	International Telecommunication Union
<b>IVR</b>	Interactive Voice Response
<b>Kc</b>	Cipher Key
<b>Ki</b>	Identity key (Key used to calculate SRES)
<b>L1</b>	Layer 1 (OSI mode layer 1)
<b>LAC</b>	Location Area Code
<b>LAI</b>	Location Area Identity



<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LAP-D</b>	Link Access Protocol on the D channel
<b>LAP-D<sub>m</sub></b>	Link Access Protocol on the D <sub>m</sub> channel
<b>Lm</b>	Traffic channel with capacity lower than Bm
<b>LPLMN</b>	Local PLMN
<b>MAP</b>	Mobile Application Part
<b>MCC</b>	Mobile Country Code
<b>MD</b>	Mediation Device
<b>MM</b>	Mobility Management, Man Machine
<b>MMI</b>	Man Machine Interface
<b>MNC</b>	Mobile Network Code
<b>MOC</b>	Mobile Originated Call
<b>MS</b>	Mobile Station
<b>MS ISDN</b>	Mobile Station ISDN Number
<b>MSC</b>	Mobile-Services Switching Centre
<b>MSCM</b>	Mobile Station Class Mark
<b>MSIN</b>	Mobile Subscriber Identification Number
<b>MSRN</b>	Mobile Station Roaming Number
<b>MT</b>	Mobile Termination
<b>MTC</b>	Mobile Terminated Call
<b>MTP</b>	Message Transfer Part
<b>MUMS</b>	Multi User Mobile Station
<b>NB</b>	Normal Burst
<b>NDC</b>	National Destination Code
<b>NE</b>	Network Element
<b>NMC</b>	Network Management Centre
<b>NMS</b>	Network Management Subsystem

<b>NSS</b>	Network Switching Subsystem
<b>O&amp;M</b>	Operations & Maintenance
<b>OMC</b>	Operations & Maintenance Centre
<b>OSI</b>	Open System Interconnection
<b>PAD</b>	Packet Assembler/Disassembler
<b>PCH</b>	Paging Channel
<b>PDN</b>	Public Data Networks
<b>PIN</b>	Personal Identification Number
<b>PLMN</b>	Public Land Mobile Network
<b>PSPDN</b>	Public Switched Public Data Network
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RAND</b>	RANDom Number (authentication)
<b>RFCH</b>	Radio Frequency Channel
<b>RFN</b>	Reduced TDMA Frame Number
<b>RLP</b>	Radio Link Protocol
<b>RXLEV</b>	Received Signal Level.
<b>S/W</b>	Software
<b>SABME</b>	Set Asynchronous Balanced Mode
<b>SACCH</b>	Slow Associated Control Channel
<b>SAPI</b>	Service Access Point Indicator
<b>SB</b>	Synchronisation Burst
<b>SCCP</b>	Signalling Connection Control Part
<b>SCH</b>	Synchronisation Channel
<b>SDCCH</b>	Stand alone Dedicated Control Channel
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>SMSCB</b>	Short Message Service Cell Broadcast

<b>SN</b>	Subscriber Number
<b>SP</b>	Signalling Point
<b>SRES</b>	Signed Response (authentication)
<b>SS</b>	Supplementary Service
<b>STP</b>	Signalling Transfer Point
<b>TA</b>	Terminal Adapter
<b>TAC</b>	Type Approval Code
<b>TC</b>	Transcoder
<b>TCAP</b>	Transaction Capabilities Application Part
<b>TCH</b>	Traffic Channel
<b>TCH/EFR</b>	An Enhanced Full Rate TCH
<b>TCH/F</b>	A Full rate TCH
<b>TCH/F2.4</b>	A Full rate data TCH (<2.4Kbits/s).
<b>TCH/F4.8</b>	A Full rate data TCH (4.8Kbits/s)
<b>TCH/F9.6</b>	A Full rate data TCH (9.6Kbits/s).
<b>TCH/H</b>	A Half rate TCH
<b>TCH/H4.8</b>	A Half rate data TCH (4.8Kbits/s)
<b>TCSM</b>	Transcoder/Submultiplexer
<b>TE</b>	Terminal Equipment
<b>TEI</b>	Terminal Endpoint Identifier
<b>TMN</b>	Telecommunications Management Network
<b>TMSI</b>	Temporary Mobile Subscriber Identity
<b>TRX</b>	Transceiver
<b>TS</b>	Time Slot
<b>TUP</b>	Telephony User Part
<b>TXPRWR</b>	Transmit power
<b>UI</b>	Unnumbered Information (Frame)

**VAD**

Voice Activity Detection

**VLR**

Visitor Location Register

**VMS**

Voice mail System

**VPLMN**

Visited Public Land Mobile Network

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO  
DEDICATORIA  
INDICE DE ABREVIATURAS  
INDICE GENERAL  
INDICE DE FIGURAS  
INDICE DE TABLAS  
INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I

#### **“ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN”**

1.1 TITULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.3 OBJETIVOS.....	28
1.3.1 Objetivo General.....	28
1.3.2 Objetivos Especificos.....	28
1.4. HIPOTESIS.....	29
1.5 ANÁLISIS DE COSTOS.....	30
1.6 MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	30
1.6.1 Métodos.....	30
1.6.2 Técnicas.....	31

### CAPITULO II

#### **“Estudio bibliográfico sobre sistemas de radioenlace telefónico”**

Introducción

2.1 ESPECTRO RADIOELECTRICO.....	33
2.1.2. Administración del espectro radioeléctrico.....	33

2.1.3. Bandas de frecuencias.....	34
2.1.5. Denominación de las emisiones.....	35
2.1.6. Canalización dúplex.....	36
2.1.6.1. Duplex por división de tiempo.....	36
2.1.6.2. Duplex por división de frecuencia.....	36
2.2 Propagación de Ondas de Radio en Vhf-Uhf.....	37
2.2.1 Generalidades.....	37
2.2.2. Refracción de ondas de radio.....	38
2.2.3. Propagación sobre terreno liso.....	39
2.2.3.1. Propagación sobre terreno con obstáculos.....	39
2.2.3.2. Atenuación por difracción.....	41
2.3. ELIPSOIDE DE FRESNEL.....	42
2.4. CÁLCULO DE ENLACE.....	43
2.4.1. Enlaces punto a punto y punto a multipunto.....	44
• Enlace punto a punto.....	44
• Enlace punto – multipunto.....	44
2.4. INSTALACION DE UN RADIOENLACE.....	45
2.4.1. Mástil soporte de antena.....	46
2.4.2. Balizamiento.....	47
• Balizamiento diurno.....	47
• Balizamiento nocturno.....	47
2.4.3. Antena transmisora y receptora.....	48
• Generalidades.....	48
2.4.3. Directividad y Ganancia.....	48
2.4.5 Dirección de radiación – Azimut y Elevación.....	50
2.4.5.1 Angulo de azimut.....	50

2.4.5.2. Angulo de elevación.....	51
2.4.5.3 Polarización de la onda.....	52
2.4.5.4. Diagrama polar de irradiación.....	53
2.5 Tipos de antenas.....	55
2.5.1 Antena direccional ó directiva.....	55
2.5.2 Antena omnidireccional.....	56
2.5.2.1 Impedancia de entrada – ROE.....	56
2.5.2.2. Ancho de banda.....	57
2.5.3 Tipos de antenas más comunes.....	58
2.5.3.1 Antena Yagui.....	58
2.5.3.2 Antena omnidireccional.....	60
2.5.3.3 Cables de radiofrecuencia.....	61
2.6. Puesta a tierra de la instalación.....	65
2.6.1. Dispositivo de captación.....	66
2.6.2. Estructura de derivación de la energía a tierra.....	66
2.6.2.1.Red de dispersión de energía de descarga.....	67
2.6.2.2 Pasamuro.....	67
2.6.2.3. Panel principal de unificación de tierra.....	68

### **CAPITULO III**

#### **“ARQUITECTURA FUNCIONAL Y ELEMENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE TELEFONIA MOVIL DIGITAL GSM”**

3.1. Estándar y Arquitectura de red GSM.....	72
3.1.1 Sistema de Conmutación.....	73
3.1.2 Sistema de Radio .....	74
3.1 Sistema de Soporte y Operación.....	75
3.2. Descripción de los nodos principales de la red.....	76

3.2.1 Estación Móvil.....	76
3.2.2 BSC.....	78
3.2.3 MSC.....	79
3.2.4 HLR.....	79
3.2.5 VLR.....	80
3.3. Plataformas informáticas asociadas a Red.....	82
3.3.1. Registro Identidad Equipo (EIR, Equipment Identity Register).....	82
3.3.2. Autenticación de Abonados (AUC, Autentication Center).....	83
3.3.3. Sistema de lectura Almacenamiento de Ticket (CDR).....	83
3.3.4. Plataforma Prepago.....	83
3.3.5. Plataforma OTAF (Over-The-Air Function.).....	84
3.3.6. Sistema de Storage Red.....	84
3.3.7. Sistema de Gestión Estadística de Red.....	84
3.4. Elementos funcionales Adicionales del estándar y redes GSM.....	85
3.4.1. Estructura de Red Geográfica.....	85
3.4.2. Celda.....	85
3.4.3. Áreas de Ubicación (LA: Location Area).....	86
3.4.4. Área de Servicio de un MSC (MSC Service Area).....	86
3.5 Consideraciones sobre la tecnología.....	87

## **CAPITULO IV**

### **“METODOLOGIA DE PLANIFICACION Y DISEÑO PARA LA ZONA DE SERVICIO”**

4.1 Zona de servicio.....	90
4.1.1 Metodología de Planificación y Diseño.....	91
4.2 Características de las instalaciones.....	98
4.2.1. Ubicación de las radio estaciones.....	98



4.2.1.1 Potencia.....	99
4.2.1.2 Características técnicas de los sistemas radiantes.....	100
4.3 Interconexiones.....	100
4.3.1. Medios de Transmisión.....	100
4.4 Criterios de diseño de red.....	101
4.4.1 Cálculo de cobertura.....	101
4.4.2. Definición de territorio rural y urbano.....	102
4.4.3. Conversión minuto Erlang.....	102
4.4.4. Criterios de cobertura para las distintas BTS.....	102
4.4.5. Criterios de capacidad para las distintas radio bases (BTS).....	103
4.4.6. Capacidad teórica de la radio bases (BTS).....	103
4.4.7. Otros criterios técnicos.....	103
4.4.8. Criterio para dimensionar Repetidores de Radio Frecuencia.....	104
4.4.9. Criterio para dimensionar Controladores Radiobases (BSC).....	104
4.4.10. Criterio para dimensionar los Centro de Conmutación (MSC).....	104
4.4.11. Criterios para dimensionar HLR.....	105
4.5. Recomendaciones del proveedor.....	105
4.6. Criterios de Seguridad.....	105
4.7.1. Topología de red.....	105
4.7.2. Señalización.....	106
4.7.3. Transmisión.....	106
4.7.4. Supervisión.....	107
4.7.5 Método utilizado para el cálculo de la zona de cobertura.....	107
4.7.6. Descripción del método de cálculo de coberturas.....	107
4.7.7. Descripción General.....	107
4.7.8. Rango de validez modelo de cálculo.....	108
4.7.9. Información de entrada requerida por el modelo.....	108

4.7.10. Perfil de Terreno.....	109
4.7.11. Parámetros del modelo.....	110
4.7.12.Clutters.....	111
4.7.13. Descripción de los bloques funcionales principales del algoritmo.....	111
4.8. Tierra esférica.....	112
4.8.1 Algoritmo para el efecto Filo de Cuchillo.....	113
4.8.2. Altura de antena efectiva.....	114
4.8.3. Algoritmo para la curvatura de la tierra(algoritmo de tierra esférica).....	115
4.8.4. Cálculo para área abierta de HATA.....	116
4.8.5. Valor estimado total de pérdidas.....	117
4.8.6. Características y antecedentes del método de cálculo.....	118
4.8.7. Parámetros del método.....	119
4.9. Descripción, características y fundamentación de los datos.....	120
4.9.1. Datos de diseño.....	120
4.9.2. Herramienta de cálculo.....	122
4.10. Dimensionamiento de los distintos elementos de red.....	122
4.10.1. Dimensionamiento red.....	123
4.10.2. Dimensionamiento de las plataformas asociadas a red.....	125
4.10.3. Dimensionamiento nodos Red Lan asociados a red.....	125
4.810.4. Dimensionamiento Plataforma Prepago.....	126
4.10.5. Dimensionamiento Sistema Provisioning.....	126
4.10.6. Dimensionamiento Sistema "Planet.....	127
4.10.7. Dimensionamiento Sistema Recolección de Tickets (CDR).....	127
4.10.8. Dimensionamiento Plataforma OTAF.....	128
4.10.8.1. Dimensionamiento sistema de Storage Red.....	128
4.10.8.2. Dimensionamiento Sistema Settler.....	129
4.8.9. Dimensionamiento Sala de Supervisión de Red.....	129

4.8.10.Dimensionamiento Herramientas Red.....	129
---	-----

## **CAPITULO V**

### **“COMISIONAMIENTO DE UNA BTS”**

5.1. COMISIONAMIENTO MANUAL.....	133
5.2. Comisionamiento creando un nuevo HW Configuración.....	133
5.3. Configuración de la transmisión.....	139
5.3.1. Configuración manual del Hub de la BTS Nokia UltraSite.....	139
5.3.2. Configuración de “Line Interface.....	140
5.4. Configuración de Radio.....	143
5.5. Configurando las unidades outdoor.....	144
5.6. Comisionamiento usando un archivo existente de HW Configuration.....	148
5.6.1. Comisionamiento Manual de BTS.....	155
5.6.2. Configuración Q1.....	157
5.6.3. Trafic Manager.....	157

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMARY

GLOSARIO DE TERMINOS

ANEXO

BIBLIOGRAFIA

## INDICÉ DE TABLAS

<b>TABLA II .01.-Ganancia de antena de Yagui de banda ancha(240 – 512 MHz).....</b>	<b>59</b>
<b>TABLA II.03.-Tipos de cables de radiofrecuencia.....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA IV.01.-Parámetros para el modelo de propagación.....</b>	<b>120</b>
<b>TABLA IV.02.- Características de la estaciones base tipo A y B.....</b>	<b>121</b>
<b>TABLA IV.03.- Valores típicos de atenuación para entornos de base tipo A y B....</b>	<b>122</b>
<b>TABLA IV.04.- Elementos de la red para los distintos anos.....</b>	<b>125</b>
<b>TABLA IV.05.- Dimensionamiento de los nodos de la red Lan.....</b>	<b>126</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA II.01.-</b>	Diagrama de canalización para servicio fijo de monocal telefónico..	35
<b>FIGURA II.03.-</b>	Propagación por rayo directo (VHF-UHF) y por rayo reflejado (BLU)..	38
<b>FIGURA II.05.-</b>	Radioenlace con despejamiento positivo.....	40
<b>FIGURA II.06.-</b>	Radioenlace con despejamiento nulo.....	40
<b>FIGURA II.07.-</b>	Radioenlace con despejamiento negativo.....	41
<b>FIGURA II.09.-</b>	Radioenlace telefónico punto a punto.....	44
<b>FIGURA II.10.-</b>	Radioenlace telefónico punto-multipunto.....	45
<b>FIGURA II.11.-</b>	Diagrama esquemático de enlace radioeléctrico.....	46
<b>FIGURA II.12.-</b>	Angulo de azimut de radiación de antena.....	51
<b>FIGURA II.13.-</b>	Angulo de elevación de irradiación de antena.....	52
<b>FIGURA II.15.-</b>	Onda irradiada con polarización vertical.....	53
<b>FIGURA II.16.-</b>	Onda irradiada con polarización horizontal.....	53
<b>FIGURA II.18.-</b>	Diagrama de antena Yagui de 5 elementos.....	59
<b>FIGURA II.19.-</b>	Diagrama de antena omnidireccional de 4 dipolos a 90°.....	60
<b>FIGURA II.20.-</b>	Diagrama características constructivas cable tipo RG213/U.....	61
<b>FIGURA II.21.-</b>	Diagrama de red puesta a tierra.....	69
<b>FIGURA III.01.-</b>	Sistemas principales que conforman una red básica GSM.....	73
<b>FIGURA III.02.-</b>	Esquematización de los elementos principales de la red GSM.....	76
<b>FIGURA III.03.-</b>	Bases de datos fundamentales en GSM.....	81
<b>FIGURA III.04.-</b>	Proceso de identificación y registro de usuario.....	81
<b>FIGURA III.05.-</b>	Unidad básica de un Sistema celular.....	86
<b>FIGURA IV.01.-</b>	Características de básicas de una antena sectorial.....	100
<b>FIGURA IV.02.-</b>	Información requerida para el modelo Okumura-Hata.....	109
<b>FIGURA IV.03.-</b>	Variables para determinar el perfil del terreno.....	109
<b>FIGURA IV.04.-</b>	Puntos móviles de los perfiles del terreno.....	110

<b>FIGURA IV.05.-</b> Diagrama de bloque modelo de cálculo 9999.....	112
<b>FIGURA IV.06.-</b> Efecto filo de cuchillo.....	114
<b>FIGURA IV.07.-</b> Calculo de la altura efectiva de una antena.....	114
<b>FIGURA IV.08.-</b> Algoritmo para la curvatura de la tierra.....	116
<b>FIGURA IV.09.-</b> Calculo del área abierta de HATA.....	117
<b>FIGURA V.01.-</b> Diagrama de flujo para el comisionamiento de una BTS.....	133
<b>FIGURA V.02.01.-</b> Creación del Hardware Configuration (Nueva configuración).....	134
<b>FIGURA V.02.03.-</b> Creación de Hardware configuración (selección alternativa).....	135
<b>FIGURA V.03.01.-</b> Configuración de la tarjeta FXC E1/T1.....	140
<b>FIGURA V.03.02.-</b> Configuración de las interfaces LIF.....	141
<b>FIGURA V.03.03.-</b> Configuración de una tarjeta de Tx FXC RRI.....	142
<b>FIGURA V.03.04.-</b> Configuración de una tarjeta RRI (crossconexiones).....	143
<b>FIGURA V.5.1.-</b> Configuración de frecuencias en tarjeta RRI.....	145
<b>FIGURA V.5.2.-</b> Configuración de temporal Hop ID en tarjeta RRI.....	146
<b>FIGURA V.05.03.-</b> Configuración del mejor canal en una tarjeta RRI.....	146
<b>FIGURA V.05.04.-</b> Reporte de configuración de tarjeta RRI.....	147
<b>FIGURA V.05.05.-</b> Pantalla del monitoreo del comisionamiento.....	148
<b>FIGURA V.05.01.-</b> Utilización de archivos existentes en el HW configuración.....	149
<b>FIGURA V.05.02.-</b> Utilización de archivos existentes en el HW configuración.....	150
<b>FIGURA V.05.03.-</b> Cable de conexión a las BTS.....	150
<b>FIGURA V.05.04.-</b> Pinado para crear cable de conexión a la BTS.....	151
<b>FIGURA V.05.05.-</b> Información sobre el tipo de BTS.....	151
<b>FIGURA V.05.06.-</b> Información sobre el gabinete de la BTS.....	152
<b>FIGURA V.05.07.-</b> Información sobre el gabinete de BTS.....	152
<b>FIGURA V.05.08.-</b> Revisión de los cables de Rx.....	153
<b>FIGURA V.05.09.-</b> Conexión a las antenas y revisión de los MHAs.....	154
<b>FIGURA V.5.10.-</b> Configuración de unidades pasivas.....	154

<b>FIGURA V.05.11.-</b> Archivo de configuración de BTS.....	155
<b>FIGURA V.6.1.-</b> Inicio de comisionamiento manual de una BTS.....	156
<b>FIGURA V.06.01.-</b> Codificación /Descodificación de una línea de 64Kbps.....	158
<b>FIGURA V.06.02.-</b> Interface Abis para configuración de las líneas de 64 Kbps.....	159
<b>FIGURA V.06.03.-</b> Configuración de los parámetros de Tx de una BTS.....	160
<b>FIGURA V.06.04.-</b> Inicio del comisionamiento manual de una BTS.....	160
<b>FIGURA V.06.05.-</b> Configuración de alarmas en BTS.....	161

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la telefonía celular es el medio de comunicación más efectivo y de mayor crecimiento debido a su versatilidad, razón por la cual el tráfico de telefonía celular ha nivel nacional se ha visto en incremento de manera acelerada, especialmente en lugares de alta concentración de personas, como es el caso puntual de las poblaciones de

La Carmelita y San Rafael.

En ocasiones la demanda de llamadas excede la capacidad de los radios de la celda asignada para procesarlas, lo cual hace que intenten conectarse con celdas adyacentes que no deberían atender a este determinado sitio (este caso se presenta en la celda Gatazo próxima a la población de San Rafael), provocando caos en el tráfico.

En el caso de la población La Carmelita donde no existe cobertura se realizara la implementación de una nueva celdas con la finalidad de proveer de los servicio de la telefonía celular GSM a estas poblaciones que tanto lo necesitan debido a su alta concentración de personas y por ser lugares turísticos-comerciales.

Con la implementación de celdas solucionaremos en gran parte el problema de tráfico por exceso de demanda de usuarios, logrando dar una cobertura local de excelente calidad.

- El capítulo I presenta una visión general de la problemática existente en la implementación de un sistema de comunicación celular utilizando como tecnología GSM (Global System for Mobile Communications), además, tiene por objetivo exponer y plantear las generalidades del Sistema Global para



Comunicaciones Móviles como ambiente de desarrollo e investigación en el creciente mundo de las telecomunicaciones.

- En el capítulo II se presenta diferentes enfoques, un estudio no exhaustivo acerca de los sistemas de radio enlaces y microondas aplicados a las comunicaciones celulares que han sido realizados por varios investigadores.
- En el capítulo III se detalla el propósito detrás de las especificaciones GSM es definir varias interfaces abiertas, que son la limitación de ciertas partes del sistema GSM. Debido a esta interfaz apertura, el operador de mantenimiento de la red pueden obtener diferentes partes de la red de diferentes proveedores de red GSM esto.
- En el capítulo IV se detalla la estructura conceptual y técnica de las BTS condicionará la ubicación de las radio estaciones, a través de la Planificación de radio, la que tiene por finalidad realizar los cálculos de cobertura y capacidad con objeto de optimizar el despliegue de las estaciones bases (BTS) para cumplir los objetivos de calidad establecidos por la normativa local vigente.
- El capítulo V describe la manera de comisionar la BTS Nokia UltraSite EDGE.
- Los procedimientos de comisionamiento manual asumen que la instalación física de la BTS (unidades, cableado, antenas, radios) está completa antes que el comisionamiento inicie también son descritos en el capítulo V.

## **CAPÍTULO I**

### **“ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN”**

#### **INTRODUCCIÓN.**

La elaboración de un trabajo de investigación se realiza con el soporte de una metodología que permita lograr los resultados esperados y no tener contratiempos posteriores, razón por lo que en este capítulo se dará a conocer aspectos de la formulación de este trabajo de tesis, para diseñar e implementar un sistema para el monitoreo y control de robots en tiempo real y se continuara con un análisis de la operacionalización de las variables de esta investigación y por ultimo se mencionara las técnicas y métodos utilizados.

Este capítulo presenta una visión general de la problemática existente en la implementación de un sistema de comunicación celular utilizando como tecnología GSM (Global System for Mobile Communications), además, tiene por objetivo exponer y plantear las generalidades del Sistema Global para Comunicaciones Móviles como ambiente de desarrollo e investigación en el creciente mundo de las telecomunicaciones.

## **1.1 TITULO DE LA INVESTIGACIÓN**

El título a fijar para esta investigación es: “ESTUDIAR, DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN CELULAR UTILIZANDO TECNOLOGIA GSM”, el mismo que definirá claramente el alcance de la misma, limitado a la realización del estudio para el diseño e implementación de un sistema de comunicación celular GSM (por cobertura: en la parroquia la Carmelita).

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Consideramos que la ejecución del presente trabajo contribuirá al desarrollo, ya sea en el aspecto académico, en el área técnica que está conformada por disciplinas que van desde la Ingeniería Electrónica, Computación, Eléctrica, Mecánica entre otras. Con la implementación de celdas solucionaremos en gran parte el problema de tráfico por exceso de demanda de usuarios, logrando dar una cobertura local de excelente calidad.

Al no existir en nuestro medio investigaciones que involucren la tecnología GSM, sus servicios y aplicaciones se propone el siguiente trabajo como una fuente que servirá de guía para las áreas técnicas relacionadas con las comunicaciones, servicios de datos y pedagogía.

En lo que compete a los técnicos que laboran en el área de integración de celdas contarán con una guía documentada de optimización de recursos al momento de realizar dicha integración.

Con este trabajo los docentes y estudiantes del área de las comunicaciones tendrán un panorama más claro de los pasos involucrados en la creación de una nueva celda.

La principal finalidad del presente proyecto es contribuir con el desarrollo de la investigación científica del sector industrial y académico, razón por la cual esta investigación es totalmente aplicable a la labor diaria y no se convertirá en un trabajo de investigación más, que no tenga utilidad práctica después de concluida su implementación.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- El objetivo principal de este proyecto consiste en diseñar e implementar un sistema de comunicación celular GSM tomando como modelo la parroquia La Carmelita del Cantón Rioverde Provincia de Esmeraldas y la parroquia San Rafael del cantón Esmeraldas Provincia de Esmeraldas .Para conseguir este objetivo y hacer este proyecto menos complejo, esta ha sido dividido en tres componentes: componente estudio, componente ingeniería de radio frecuencia y componente implementación. En este trabajo se desarrollara los componentes estudio y ingeniería de radio frecuencias para la implementación del sistema celular GSM.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

El componente de estudio nos dará una base sólida sobre la tecnología celular GSM, y el componente ingeniería nos permitirá tener los modelos matemáticos, criterios y herramientas necesarias para la posterior implementación del sistema de telefonía celular GSM.

- Analizar e identificar los problemas de tráfico y cobertura celular en la provincia de Esmeraldas.
- Realizar el estudio y diseño de un sistema telefonía para dar cobertura celular GSM y dar soluciones de tráfico a la red de las operadoras celulares, exclusivamente en las poblaciones de La Carmelita y San Rafael.
- Proporcionar mediante los resultados de este proyecto una herramienta sólida de consulta para el estudio y diseño de sistemas celulares.
- Realizar la instalación de equipos de microondas según lo propuesto en el diseño, y mediante la configuración de equipos permitir la integración de la celda a la red celular.

#### **1.4. HIPOTESIS**

La implementación de un sistema de comunicación celular utilizando tecnología GSM en las comunidades de La Carmelita y San Rafael permitirá en el caso de La

Carmelita tener cobertura en esta comunidad, en el caso de San Rafael ayudar a descongestionar el tráfico asumido por la celda Gatazo la cual asume todo el tráfico de de la zona sur –oeste de la ciudad de Esmeraldas.

## 1.5 ANÁLISIS DE COSTOS.

Tomando como referencia RB RMontalvo se puede definir el costo total para la implementación de un sistema de comunicación celular utilizando tecnología GSM

Descripción	Valor
Site Survey	2000
Obra Civil	60.000
Equipos celulares +instalación	30.000
Enlace de MW+instalación	10.000
Grupo electrógeno +instalación	10.000
Sistema de tierras y pararrayos	8000
Permisos operación de la SENATEL	4000
Sistema de seguridad	2000
Power Plant	12000
Varios	20000

## 1.6 MÉTODOS Y TÉCNICAS

### 1.6.1 Métodos

El método a utilizar es el deductivo, debido a que existe información general y poco específica, dispersa por diferentes fuentes, por lo que se hace necesario analizarla y clasificarla para posteriormente ser utilizada en la fase de diseño del sistema de telefonía celular GSM.

El desarrollo del proyecto se basa en un proceso Sintético-Analítico, presentando definiciones, principios, leyes o normas generales de las cuales se extraerán conclusiones o consecuencias.

### **1.6.2 Técnicas**

Libros y Revistas: Esta técnica la usa para extraer información sobre el funcionamiento de los diferentes dispositivos que forman parte del proyecto.

Información en Internet: Esta técnica la usa para extraer información actualizada sobre las últimas tecnologías que se creen acerca de los Sistemas de Comunicación inalámbrica.

## **CAPITULO II**

### **“ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO SOBRE SISTEMAS DE RADIOENLACE TELEFONICO”**

En este capítulo se presenta diferentes enfoques, un estudio no exhaustivo acerca de los sistemas de radio enlaces y microondas aplicados a las comunicaciones celulares que han sido realizados por varios investigadores.

#### **Introducción**

El concepto de transmisión que se utilizará en una red se definen o por lo menos, se indica en las primeras etapas de diseño de redes.

Las opciones disponibles son a menudo dadas por la tradición o antecedentes históricos del operador.

Los medios de transmisión utilizados en comunicación pueden ser por ejemplo, hilo de cobre, cables coaxiales, cables de fibra óptica o radio enlaces. Adicionalmente una cierta técnica de transmisión es utilizada en el medio, por ejemplo, PDH o SDH técnica. El método de transmisión (por ejemplo, PCM, RDSI, ATM) se define a



continuación, utiliza la estructura y el contenido de los datos de información. Aunque, en principio, cualquier combinación es técnicamente factible, algunos no hacen sentido práctico y el número de opciones es lo que, naturalmente, limitado.

Con el fin de acceder a un determinado flujo de datos dentro de una "jerarquía digital Plesiochronous" (PDH) del sistema, el flujo de datos debe ser demultiplexado a la jerarquía de nivel deseado, los datos pueden ser extraídos / inserta, entonces debe ser multiplexados a la velocidad inicial de transmisión de datos de nuevo. Esto requiere hardware bastante alto esfuerzo.

En "la jerarquía digital sincrónica (SDH) los sistemas de flujo de datos puede ser inmediata y directa por el acceso medio de los punteros y la información de cabecera. Esto requiere únicamente un solo tipo de caída y equipo para insertar todos los tipos de datos. Para el abonado no hace diferencia que la combinación de medio de transmisión, la técnica y el método se utiliza en la ruta de comunicación, siempre y cuando todos los datos enviados por la fuente llegar a el punto de destino. A menudo los medios de comunicación, técnica y método utilizado incluso cambiar varias veces entre origen y destino, dependiendo de la ruta toma la señal.

## **2.1 ESPECTRO RADIOELECTRICO**

### **2.1.2 Administración del espectro radioeléctrico**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) con sede en Ginebra, Suiza, establece Recomendaciones generales en base a las cuales los distintos países definen los planes para la administración del espectro radioeléctrico y asignación de frecuencias para los distintos servicios de radiocomunicaciones.

### 2.1.3 Bandas de frecuencias

En general para la realización de vínculos radioeléctricos monocanales telefónicos fijos analógicos se utilizan bandas de VHF- UHF comprendidas entre 150 y 500 MHz, y se utiliza modulación de frecuencia (ó fase) debido a su característica de supresión de ruido respecto a la modulación de amplitud.

### 2.1.4 Canal radioeléctrico

El Organismo Nacional administrador del espectro determina el ancho de canal de radioeléctrico que se debe utilizar en cada banda de operación para los distintos servicios.

Para transmisión de telefonía pública y privada en las bandas definidas en 2.1. se utiliza en general ancho de canal de 25 KHz.

En el diagrama de figura 1, se indica el ancho de canal autorizado, ancho de banda de transmisión utilizada y anchura de banda de guarda de protección contra interferencia sobre los canales adyacentes.

Para una canalización de 25 KHz, el ancho de banda efectivo de transmisión es de 16 KHz. La diferencia de 9 KHz ( $\pm 4.5$  KHz) se reserva como banda de guarda para evitar interferencia (superposición de espectros) con canales adyacentes.

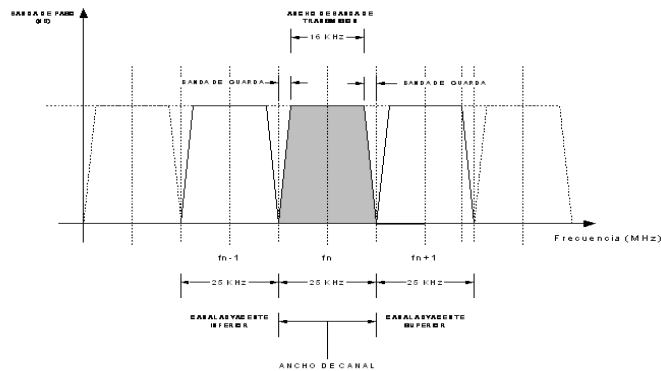
El ancho de banda de emisión, el tipo de modulación y características distintivas de las señales que se transmiten definen lo que se denomina **clase de emisión**.

### 2.1.5. Denominación de las emisiones

Las emisiones se denominan mediante 6 símbolos establecidos por la UIT-T. Los códigos definen las características esenciales de la emisión. Por ejemplo, a una transmisión de telefonía monocanal que utiliza canalización de 25 KHz, le puede corresponder el código 16K0F3EJN, donde:

- 16K0 : Ancho de banda de espectro de transmisión de 16000 Hz ó se 16 KHz.
- F : Tipo de modulación correspondiente a modulación de frecuencia
- 3 : Transmisión de un solo canal con información analógica
- E : Transmisión de telefonía
- J : Sonido de calidad comercial
- N : Ausencia de multiplexaje.

**TABLA II.01.-** Bandas de frecuencias



**FIGURA II.01.-**Diagrama de canalización para servicio fijo de monocanal telefónico

### **2.1.6. Canalización duplex**

Los sistemas de radioenlace monocanales y bicanales operan en modo duplex, es decir transmisión y recepción simultánea. La transmisión y recepción simultánea requiere que los dos sentidos del enlace permanezcan siempre activos.

Se utilizan dos sistemas de operación duplex:

- i) Duplex por división de tiempo
- ii) Duplex por división de frecuencia

#### **2.1.6.1. Duplex por división de tiempo**

El modo de operación duplex por división de tiempo (TDD) utiliza una única frecuencia de portadora de radio que conmuta permanentemente de transmisión a recepción. El modo de operación duplex por división de tiempo se utiliza en radioenlaces digitales.

#### **2.1.6.2. Duplex por división de frecuencia**

Los radioenlaces analógicos utilizan modo de operación duplex por división de frecuencia (MDF). Se utilizan dos frecuencias distintas para transmisión y recepción. La separación entre las frecuencias de transmisión y recepción, se denomina separación duplex (SD). La separación duplex en las distintas bandas de frecuencias la define el Organismo de Administración del Espectro de cada país.

En Argentina para el Servicio de Radiotelefonía pública y privada se utiliza separación duplex de 5 MHz y 10 MHz.

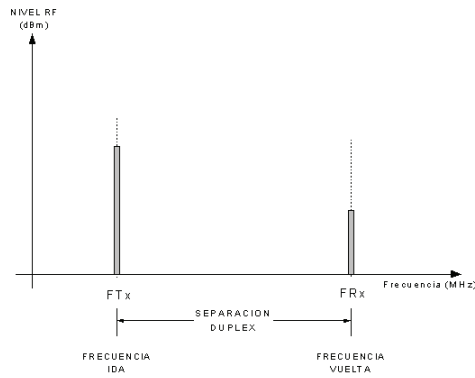


FIGURA II.02.-Diagrama de canalización duplex para servicio fijo de monocanal telefónico

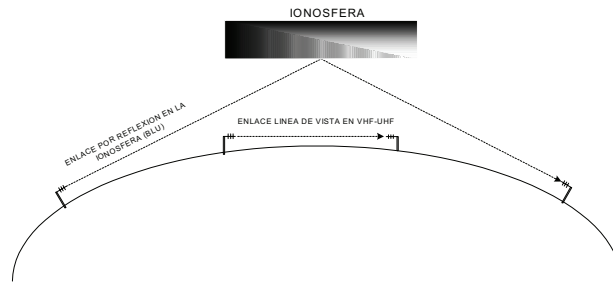
## 2.2 Propagación de Ondas de Radio en Vhf-Uhf

### 2.2.1 Generalidades

Las ondas de radio de frecuencias elevadas, por encima de 50 MHz, se propagan esencialmente en línea recta, a diferencia de los enlaces radioeléctricos que se establecen en bandas de frecuencias de 2 MHz a 18 MHz (Banda Lateral Unica) en los que se utiliza la reflexión de las ondas de radio en las capas de la ionósfera para incrementar el alcance.

Los radioenlaces en el que la propagación se realiza por rayo directo ó visual se denominan enlaces en línea de vista (line of sight) para significar que las antenas de transmisión y recepción se deben encontrar en línea de vista. En la práctica las ondas de radio en VHF-UHF experimentan refracción y difracción en capas bajas de la atmósfera (tropósfera) lo que posibilita realizar enlaces fuera del alcance de la vista.

En el diagrama de la figura 3 se muestra un enlace por reflexión ionosférica (BLU) y un enlace en línea de vista (VHF-UHF).

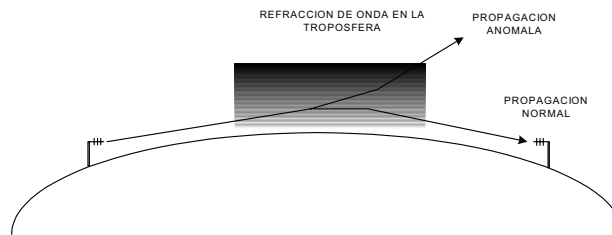


**FIGURA II.03.-** Propagación por rayo directo (VHF-UHF) y por rayo reflejado (BLU)

### 2.2.2 Refracción de ondas de radio

La propagación de las ondas de radio en vínculos en línea de vista esta influenciada por variaciones en un plano vertical del índice de refracción de la atmósfera. La variación se produce debido al hecho de que el índice de refracción depende de la presión, temperatura y humedad del aire, los cuales varían con la altura. Cuando un frente de onda se propaga por un medio de índice de refracción variable, el haz cambia de dirección (figura 4). El frente de onda atraviesa zonas de diferente índice de refracción lo que provoca que en condiciones normales de propagación el haz se curve hacia la superficie terrestre.

El haz tiende a seguir la superficie de la tierra y la distancia al horizonte resulta mayor que la que se obtendría en ausencia de aire. Por este motivo es posible realizar enlaces en VHF-UHF transhorizonte, es decir, el caso en que la antena receptora se encuentra a una distancia mayor que la distancia al horizonte. Se puede dar el caso de una variación del índice de refracción en sentido contrario, lo que provoca en el haz una curvatura tal que éste se aleja de la superficie de la tierra. Esta situación no es normal ni frecuente y se considera un caso de propagación anómala.



**FIGURA II.04.**- Propagación en VHF-UHF transhorizonte por rayo refractado Propagación anómala.

El efecto de la refracción se puede observar introduciendo una varilla en agua. Se puede ver que parece quebrarse bajo la superficie. En realidad lo que sucede es que la luz reflejada por la varilla (su imagen) cambia de dirección al salir del agua, debido a la diferencia de los índices de refracción entre el agua y el aire.

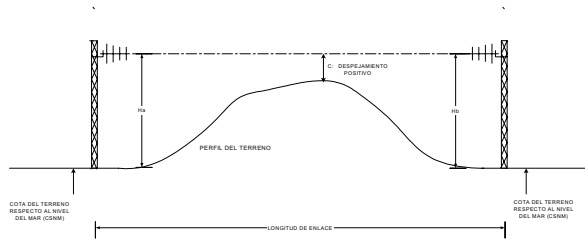
### **2.2.3 Propagación sobre terreno liso**

Para el caso de un enlace sobre terreno liso, sin obstáculos, la trayectoria seguida por las ondas de radio desde la antena transmisora hasta la antena receptora está determinada por las alturas de las antenas, la distancia entre ellas y el índice de refracción de la atmósfera.

#### **2.2.3.1 Propagación sobre terreno con obstáculos**

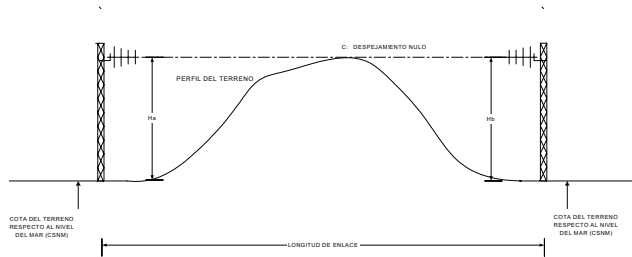
En general el perfil del terreno entre la antena transmisora y receptora presenta diferente tipo de obstáculos como desniveles del terreno, arboledas, edificación, etc.

La distancia existente entre la línea recta que une a la antena transmisora y receptora (rayo directo) (figura 3) y la superficie de la tierra se denomina despejamiento (c). Si el rayo directo pasa por encima del perfil del terreno, se denomina despejamiento positivo.



**FIGURA II.05.-** Radioenlace con despejamiento positivo

Cuando el despejamiento disminuye hasta el punto en que el haz radioeléctrico roza la superficie de la tierra se alcanza la condición de despejamiento nulo. (figura 2.4).



**FIGURA II.06.-** Radioenlace con despejamiento nulo

Si el despejamiento disminuye aun más y la línea recta del haz atraviesa el perfil del terreno se obtiene la condición de despejamiento negativo (figura 2. 5).



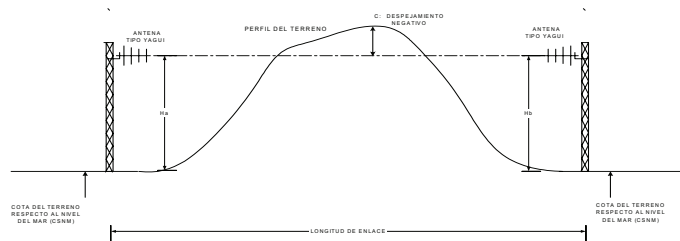


FIGURA II. 07.- Radioenlace con despejamiento negativo

### 2.2.3.2 Atenuación por difracción

Cuando el despejamiento de un haz radioeléctrico respecto al perfil del terreno es pequeño, nulo ó negativo, se produce atenuación de la señal de radio por efecto del fenómeno de difracción.

Una antena emite una onda en expansión. El principio de Hüggen establece que cada elemento del frente de onda al incidir sobre un borde de obstáculo produce un frente de onda secundario. Por este motivo existen infinitos caminos que unen las antenas. Los rayos difractados recorren un camino mas largo que el rayo directo y llegan con un retardo de fase que puede producir interferencia aditiva ó sustractiva.

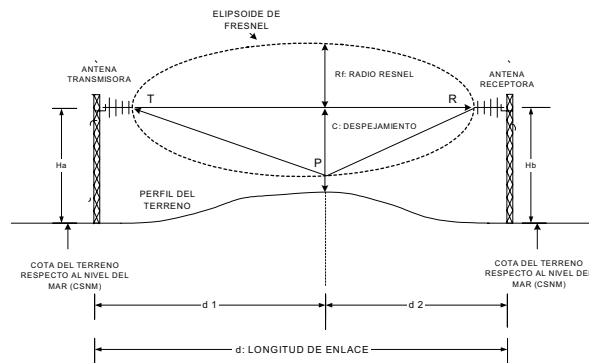
Cuando el frente de onda incide sobre bordes de superficies sólidas (obstáculo), se generan zonas de sombra (atenuación) graduales donde la energía se atenúa y en presencia de bordes de dimensiones comparables a la longitud de onda se generan ondas de emisión secundaria que rodean al obstáculo y lo superan contribuyendo a la energía total que llega a la antena receptora.

El efecto de difracción explica el hecho de que sea posible realizar un radioenlace con despejamiento nulo ó negativo y que junto al fenómeno de refracción permite realizar enlaces a distancias mayores que la distancia al horizonte.

Para determinar el despejamiento mínimo del haz de radio respecto al obstáculo a partir del cual comienza a manifestarse el efecto de pérdida de señal por difracción se utiliza el concepto de elipsoide de Fresnel.

### 2.3 Elipsoide de Fresnel

Si consideramos el radioenlace de figura 6, con antenas transmisora y receptora T y R respectivamente, el conjunto de puntos P tal que la diferencia entre los trayectos TR y TPR es un valor fijo  $q$  define una elipse con foco en los puntos T y R.



**FIGURA II.08.**-Representación de la Primera Zona de Fresnel sobre El perfil de un radioenlace

De especial interés es la elipse en la que  $q$  es igual a media longitud de onda ( $\lambda/2$ ). En esta condición el rayo directo y el reflejado llegan al punto R con diferencia de fase de  $\lambda/2$  y se obtiene un máximo de señal. La región dentro de esta elipse se denomina Primera Zona de Fresnel y tiene considerable importancia en la evaluación de la

pérdida por difracción del radioenlace.  $R_f$  es el radio del elipsoide correspondiente a la Primera Zona de Fresnel.

Se demuestra que la mayor contribución a la potencia total de señal que recibe la antena receptora proviene de la potencia concentrada dentro del elipsoide correspondiente a la primera zona de Fresnel, por lo que los obstáculos que interceptan al elipsoide tiene gran influencia en la intensidad de campo eléctrico recibida por la antena.

#### **2.4. Cálculo de enlace**

El despegamiento óptimo en un radioenlace que permite obtener un nivel adecuado de señal de RF en el receptor se obtiene aplicando una metodología de cálculo que a partir de datos del perfil del terreno, características técnicas de los equipos, frecuencia de operación, tipo de antenas y cable de RF, determina las alturas necesarias de las antenas transmisora y receptora.

El enlace se dimensiona para obtener un nivel mínimo de señal de RF en la antena receptora que asegura para el 80% del tiempo un determinado objetivo de calidad en la relación señal/ruido de enlace, por ejemplo 55 dBp.

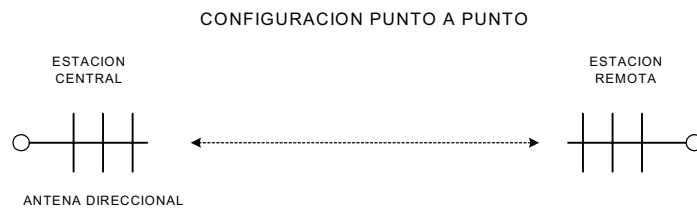
La unidad dBp expresa una relación logarítmica entre la señal útil y el ruido residual de enlace con ponderación sofométrica. La ponderación sofométrica refiere al filtrado que se aplica a la señal de audio telefónica cuando se realiza una medición de nivel y tiene en cuenta la respuesta en frecuencia no lineal del oído dentro del ancho de banda telefónico de 300 Hz a 3400 Hz.

### 2.4.1. Enlaces punto a punto y punto a multipunto

#### Enlace punto a punto

En la configuración de enlace punto a punto la antena transmisora se comunica con un único abonado remoto. Las antenas transmisora y receptora se encuentran enfrentadas y alineadas lo que confiere al enlace direccionalidad en la propagación. En este tipo de enlaces se utilizan antenas direccionales.

Los radioenlaces telefónicos monocanales y bicanales son ejemplo de enlaces punto a punto.

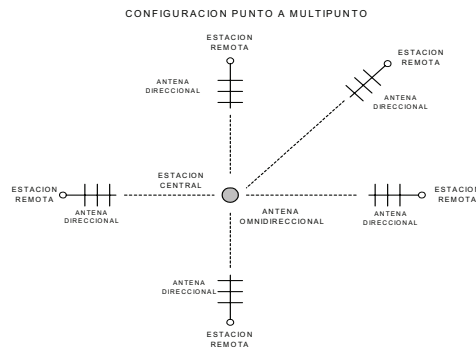


**FIGURA II.09.-** Radioenlace telefónico punto a punto.

#### Enlace punto – multipunto

En la configuración punto – multipunto se define una estación central que irradia en toda dirección y se comunica con una cantidad determinada de abonados remotos ubicados en distintas direcciones. La característica de propagación de la estación central es en general omnidireccional, mientras que la de los abonados remotos es direccional.

Un ejemplo de configuración típica punto – multipunto lo constituye el sistema de radiotelefonía por acceso múltiple en el que una estación central concentradora de tráfico se comunica con n abonados rurales.



**FIGURA II.10.-** Radioenlace telefónico punto-multipunto

El número n de abonados del sistema está definido por el objetivo de calidad de tráfico. Normalmente para un sistema de 8 canales de radio en la estación central se brinda servicio hasta 64 abonados.

## 2.4. INSTALACION DE UN RADIOENLACE

En el presente capítulo se describen las partes que integran una instalación básica de un radioenlace telefónico en VHF-UHF.

En la figura 7 se muestra un diagrama de instalación típica. Se distinguen las siguientes partes:

- i) Mástil soporte de antena
- ii) Antena transmisora y receptora
- iii) Cable de RF (feeder)
- iv) Pararrayo

- v) Cable de baja de pararrayo
- vi) Puesta a tierra
- vii) Ubicación e instalación del equipo de radio

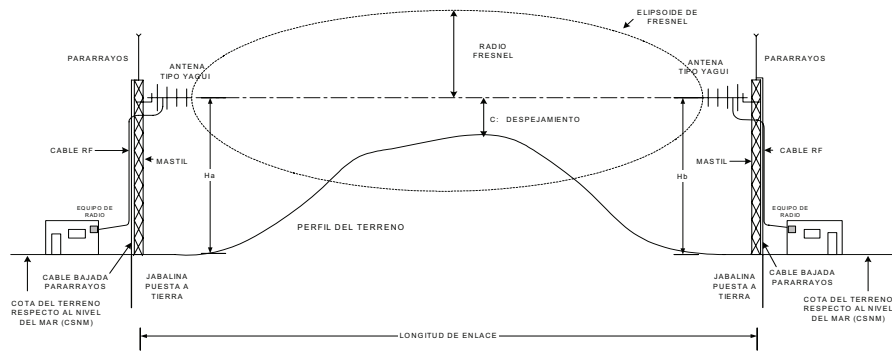


FIGURA II.11.- Diagrama esquemático de enlace radioeléctrico

#### 2.4.1. Mástil soporte de antena

Para instalaciones de telefonía rural se utiliza mástil soporte de antena de sección de forma triangular ó cuadrada con ancho mínimo de 25 cm y en general de altura máxima 60 mts.

La estructura podrá ser construida por barras macizas ó tubulares y estará arriostrada al terreno por medio de riendas. Para facilitar su montaje, el mástil se compone de tramos de 3 y 6 metros.

La altura del mástil soporte de antena a instalar se obtiene a partir del cálculo del enlace.

Para distancias de enlace de hasta 10-15 Km y trayecto despejado puede ser suficiente instalar la antena directamente sobre el techo de una casa de planta baja utilizando un caño soporte de por ejemplo 3 mts de largo.

## **2.4.2 Balizamiento**

- **Balizamiento diurno**

La estructura debe pintarse en franjas alternadas con los colores naranja internacional y blanco, pintando la primera y la última de las mismas con el color naranja internacional. La longitud de las franjas no será menor que 0.5 m ni mayor que 6 m y su número será impar.

- **Balizamiento nocturno**

El balizamiento nocturno se realizará conforme a las Normas Técnicas específicas correspondientes a la región donde se instala el mástil.

Como referencia de instalación típica se recomienda instalar en la parte superior de la torre un artefacto doble de iluminación color rojo aeronáutico, compuesto por dos artefactos simples de igual género, unidos a un barral de hierro galvanizado en forma de horquilla con una separación entre los ejes de los artefactos de 0.50 m y una altura desde la base de soporte a la base de los artefactos de 0.30 m.

El sistema operará desde el crepúsculo nocturno al amanecer y en los períodos diurnos de baja ó mala visibilidad. La potencia de las lámparas a emplear será de 75 Watt.

### **2.4.3. Antena transmisora y receptora**

#### **Generalidades**

La función de la antena transmisora es radiar las ondas electromagnéticas al espacio libre, usualmente aire. Se puede considerar a una antena como un transductor que convierte energía eléctrica en energía irradiada.

Una función muy importantes de la antena es la de adaptar la impedancia característica del cable de RF de alimentación (feeder), típico 50 Ohm, al nivel de impedancia del espacio libre, 377 Ohm.

La antena receptora, por otra parte, capta la energía de radiofrecuencia presente en el espacio libre, convierte el nivel de impedancia de espacio libre (377 Ohm) a la impedancia característica del cable de bajada de RF (50 Ohm), y la tensión resultante se aplica a la entrada del receptor radioeléctrico.

Las antenas que se utilizan en radiotelefonía rural son dispositivos recíprocos, es decir sus propiedades esenciales, (ej. ganancia, direccionalidad) no dependen si se utilizan como transmisoras ó receptoras. Una antena transmisora eficiente se puede utilizar también como antena receptora eficiente para el mismo tipo de señal.

### **2.4.4. Directividad y Ganancia**

Un radiador isotrópico es una antena ideal que emite uniformemente en todas direcciones sobre una esfera centrada en el elemento radiante. El radiador isotrópico se adopta como radiador de referencia y se utiliza como elemento de comparación con otras antenas.



La directividad de una antena se define por la relación entre la intensidad de radiación en una dada dirección y la intensidad de radiación promediada en todas las direcciones.

La ganancia de una antena es una medida de la eficiencia y de su directividad. La ganancia de una antena en una dirección determinada se define por la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección especificada y la densidad de potencia radiada por un radiador isotrópico para igual nivel de potencia aplicada a la entrada.

La eficiencia de una antena es un concepto ligado al concepto de ganancia. La eficiencia de una antena se expresa por la relación entre la ganancia y la directividad. En una antena que funciona con eficiencia de 100 % la ganancia es igual a la directividad.

La eficiencia y la ganancia están limitadas por pérdidas resistivas en la estructura y por pérdidas resistivas en objetos que se encuentran dentro del campo cercano de la antena.

Como ejemplo de pérdida producida por objetos ubicados cerca de la estructura radiante, se describe el caso de una sustancial reducción en la ganancia de una antena Yagui de 9 elementos a partir de una determinada hora de la tarde cuando todos los pájaros regresan y se posan sobre la barra colectora de la antena.

La directividad y la ganancia se definen ambas en relación a la antena de referencia. La ganancia y la directividad se expresan en decibeles.

Si se utiliza como antena de referencia, un radiador isotrópico el cual radia igualmente en todas las direcciones (radiación esférica), la ganancia se expresa en dBi, utilizando el sufijo “i” del término isotópico.

Una antena dipolo tiene directividad de 2.2 dBi. Para un dipolo sin pérdidas la ganancia es igual a la directividad es decir que la ganancia de la antena dipolo en la dirección de máxima radiación es 2.2 dB mayor que la radiación del radiador isotrópico. Es común expresar la directividad y la ganancia de una antena tomando como antena de referencia a un dipolo sin pérdidas de media longitud de onda ( $\lambda/2$ ).

En este caso la ganancia de la antena se expresa en dBd, utilizando el sufijo “d” del término dipolo.

Se observa que existe una relación aditiva entre las ganancias expresadas en dBi y dBd, esto es:

$$\text{Ganancia en dBi} = \text{Ganancia en dBd} + 2.2 \text{ dB}$$

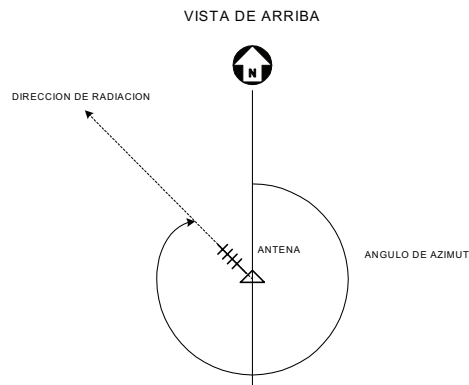
Por ejemplo, la ganancia de una antena Yagui de 5 elementos es 11 dBi ó 8.8 dBd (Ver tabla1).

## **2.4.5. Dirección de radiación – Azimut y Elevación**

### **2.4.5.1. Angulo de azimut**

Imaginemos que Ud. se encuentra parado sobre el terreno. Si Ud. mira horizontalmente, Ud. está mirando en direcciones de azimut. El ángulo de azimut varía

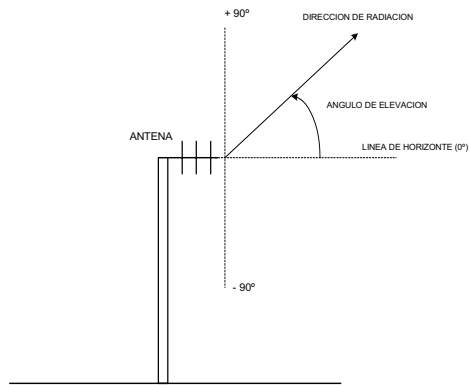
de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . La dirección de azimut  $0^\circ$  (referencia) es la dirección de norte geográfico (Figura 2.12).



**FIGURA II.12.-** Angulo de azimut de radiación de antena

#### 2.4.5.2. Angulo de elevación

Imaginemos que Ud. se encuentra parado sobre el terreno. Si Ud. mira hacia arriba ó hacia abajo con respecto a su línea de horizonte, al ángulo de vista hacia arriba ó hacia abajo se denomina "elevación". El ángulo de elevación varía de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  cuando mira hacia arriba y de  $0^\circ$  a  $-90^\circ$  cuando mira hacia abajo. La referencia de  $0^\circ$  es la línea de vista de horizonte. En la figura 2.13 se muestra un diagrama donde se muestra el ángulo de elevación de una onda irradiada.

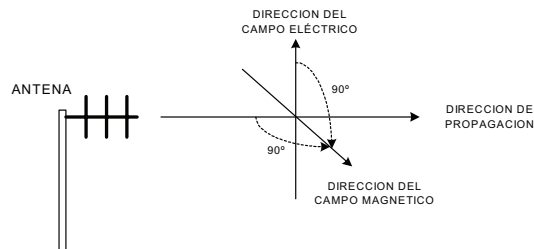


**FIGURA II.13.-** Angulo de elevación de irradiación de antena

Por medio del ángulo de azimut ( $0^\circ$  a  $360^\circ$ ) y el de elevación ( $+90^\circ$  a  $-90^\circ$ ) es posible definir unívocamente cualquier dirección de radiación sobre una esfera con centro en la antena.

### 2.4.5.3 Polarización de la onda

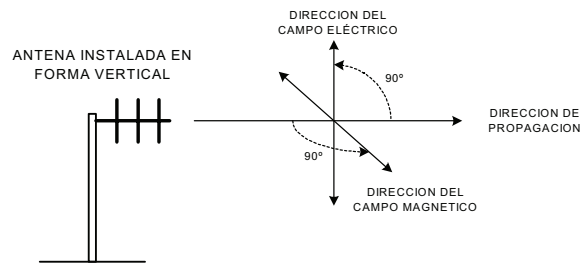
La onda de radiofrecuencia emitida por la antena es una radiación electromagnética que se propaga en línea recta y se compone de un campo eléctrico de dirección transversal a la dirección de propagación y un campo magnético de dirección transversal (ángulo recto) al campo eléctrico y a la dirección de propagación (Ver diagrama de figura 2.14).



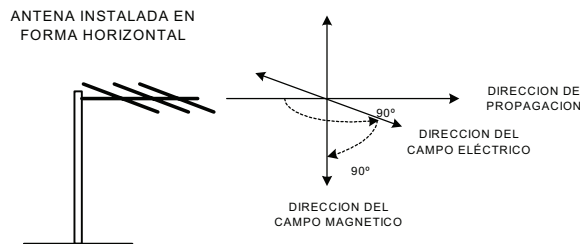
**FIGURA II.14.-** Dirección de campo eléctrico y campo magnético en una onda electromagnética con polarización vertical.

La dirección de polarización de una onda electromagnética que se propaga en línea recta coincide con la dirección del campo eléctrico del frente de onda.

La dirección del campo eléctrico es siempre transversal a la dirección de propagación. Si la dirección de propagación es horizontal y la dirección del campo eléctrico es vertical, la polarización de la onda es vertical. Si la dirección del campo eléctrico se encuentra sobre un plano horizontal, la polarización de la onda es horizontal.



**FIGURA II.15.-** Onda irradiada con polarización vertical



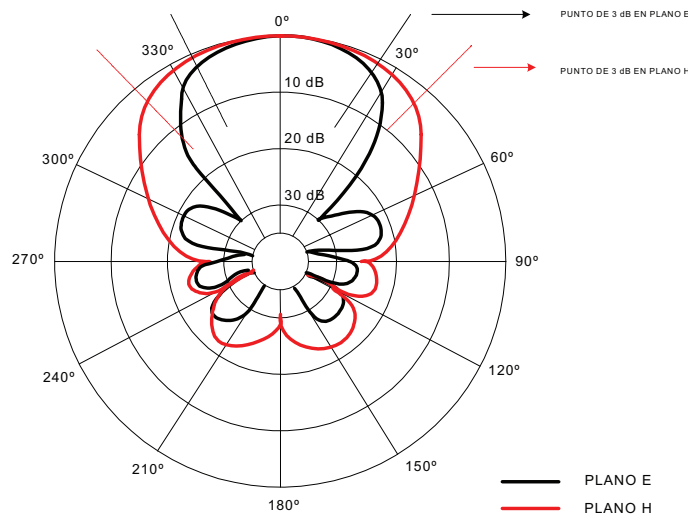
**FIGURA II.16.-** Onda irradiada con polarización horizontal

#### 2.4.5.4. Diagrama polar de irradiación

La variación de la ganancia y la directividad de la antena en función de los ángulos de azimut y elevación definen diagramas de radiación de la antena.

En el caso de una antena que está radiando una onda polarizada (vertical u horizontalmente) es posible definir un plano “E” y un plano “H”.

El plano E contiene la dirección de propagación y la dirección del campo eléctrico. El plano H contiene la dirección de propagación y la dirección del campo magnético. Los planos E y H son perpendiculares.



**FIGURA II.17.-** Diagrama de irradiación de antena direccional  
Planos E y H – Ancho de banda a 3 dB.

En el diagrama de irradiación de la figura 14 la dirección indicada por 0° es la dirección de máxima irradiación de la antena (centro del diagrama) y es el punto de máxima ganancia indicada por 0 dB. Los círculos acotados por 10 dB, 20 dB y 30 dB indican igual atenuación en la ganancia de la antena.

En el diagrama de irradiación se observa un lóbulo principal, lóbulos secundarios más pequeños y puntos (direcciones) donde la señal irradiada se anula.

La energía irradiada útil de la antena se concentra en el lóbulo principal. La energía presente en los lóbulos secundarios es energía que se pierde y puede llegar a interferir a servicios adyacentes.

La diferencia de ganancia entre las direcciones de  $0^\circ$  y  $180^\circ$  definen la relación frente – espalda de la antena.

El arco de círculo entre los puntos de atenuación 3 dB en los planos E y H define el ángulo de apertura de la antena en los planos correspondientes. El ángulo de apertura en los distintos planos es una medida de la concentración del haz radioeléctrico irradiado por la antena. En el diagrama de la figura 14 se indica para el plano E un ángulo de apertura aproximado de  $45^\circ$  y para el plano H un ángulo de  $80^\circ$ .

En general a medida que aumenta la ganancia de la antena la concentración del haz es mayor y por lo tanto el ángulo de apertura es menor.

## **2.5 Tipos de antenas**

### **2.5.1 Antena direccional ó directiva**

Se denomina antena direccional ó directiva a la estructura irradiante que concentra la energía en los planos E y H en un lóbulo principal definido.

## 2.5.2 Antena omnidireccional

Se denomina antena omnidireccional la estructura irradiante que tiene invariancia rotacional alrededor del eje vertical. Este tipo de antena irradiará en forma uniforme en todas las direcciones del plano horizontal (azimutal).

### 2.5.2.1 Impedancia de entrada – ROE

Una de las funciones mas importantes de la antena es adaptar la impedancia del espacio libre (377 Ohm) a la impedancia característica del cable de RF de bajada (feeder), típicamente 50 Ohm.

La adaptación de impedancia de la antena respecto a la impedancia nominal de 50 Ohm, se expresa por la Relación de Ondas Estacionarias (ROE). La ROE de la antena es un número adimensional que se define por la expresión general:

$$\text{R.O.E (VSWR)} = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}} \quad (1)$$

donde:

$P_d$  : Potencia directa ó incidente aplicada a la antena

$P_r$  : Potencia reflejada por la antena

$P_r/P_d$ : Coeficiente de reflexión de potencia

$1/2$

$(P_r/P_c)$  : Coeficiente de reflexión de tensión



De la expresión (1) se obtienen los casos extremos:

$Pr/Pd = 0$  , Implica que  $Pr = 0$ ,  $ROE = 1:1$ , significa que no hay potencia reflejada y representa la condición de máxima adaptación de la antena a la impedancia nominal.

$Pr/Pd = 1$ , Implica que  $Pr = Pd$ , es decir que la potencia reflejada es igual a la potencia directa ó incidente. La expresión de ROE asume valor infinito y representa la condición de máxima desadaptación de la antena respecto a la impedancia nominal.

El valor típico máximo de ROE de una antena es 1.5 : 1

Un valor de ROE excelente es 1.2 : 1.

En una instalación no es necesario mejorar el valor de 1.2 : 1.

La ROE de un sistema de antena se calcula utilizando la expresión (1) a partir de los valores de potencia directa ( $Pd$ ) y potencia reflejada ( $Pr$ ) que se miden con un medidor de potencia (Wattímetro).

#### **2.5.2.2. Ancho de banda**

El ancho de banda de operación de la antena se define por el rango de frecuencias para el cual la ROE es menor ó igual que un determinado valor, típicamente 1.5 : 1.

El ancho de banda es una característica muy importante a tener en cuenta cuando se selecciona una antena. Teniendo en cuenta que los equipos de radioenlace utilizan una única antena para transmisión y recepción, el ancho de banda de operación debe ser mayor ó igual que la separación duplex de operación del sistema.

Si la separación entre las frecuencias de transmisión y recepción del radioenlace (separación duplex) es por ejemplo 10 MHz, el ancho de banda de la antena debe ser igual ó mayor que 10 MHz para que la misma funcione con igual eficiencia en la frecuencia de transmisión y en la de recepción.

### **2.5.3 Tipos de antenas más comunes**

#### Antenas direccionales

El tipo de antena direccional más usual en instalaciones de VHF-UHF punto a punto hasta 500 MHz es la antena tipo Yagui.

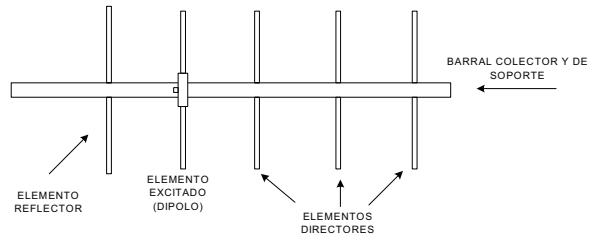
#### Antenas omnidireccionales

El tipo de antena omnidireccional más usual en instalaciones de VHF-UHF hasta 500 MHz es la formación (array) de 4 ú 8 dipolos.

#### **2.5.3.1 Antena Yagui**

La antena Yagui es una formación (array) de elementos pasivos con un solo elemento excitado (dipolo) todos alineados en la dirección de propagación.

La antena Yagui se denomina por el número total de elementos que la componen (pasivos y activos), por ejemplo, Yagui de 3 elementos, de 5 elementos, etc.



**FIGURA II.18.-** Diagrama de antena Yagui de 5 elementos

El parámetro característico más importante de una antena es la ganancia. En la antena Yagui la ganancia se incrementa con el número de elementos.

En la tabla 1.1 se indican las ganancias de antenas Yagui de distinta cantidad de elementos.

Cantidad de elementos	Ganancia Expresada en dBd	Ganancia Expresada en dBi
Dipolo referencia	0	2.2
3	6.8	9
5	8.8	11
7	10.8	13
9	12.8	15
11	13.8	16
13	14.8	17
15	15.8	18

**TABLA I .01.-**Ganancia de antena de Yagui de banda ancha(240 – 512 MHz)

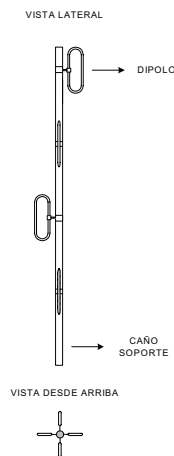
### 2.5.3.2 Antena omnidireccional

Este tipo de antena irradia en forma uniforme en todas las direcciones del plano horizontal (azimutal). La polarización puede ser vertical ú horizontal.

Las antenas omnidireccionales se integran de formaciones (array) de 4 dipolos ú 8 dipolos colineales (dipolos alineados en sentido vertical) ó dispuestos en radiales a 90°. En la tabla 2 se indican las ganancias típicas de las formaciones de 4 y 8 dipolos.

Cantidad de dipolos	Ganancia		
	Expresada en dBi		
	200-300 MHz	300-400 MHz	400-500 MHz
4	8/11	7/10	7/10
8	10/13	10/13	10/13

**TABLA II. 02.-** Ganancia de antena Omnidireccional de banda ancha (200 – 500MHz)



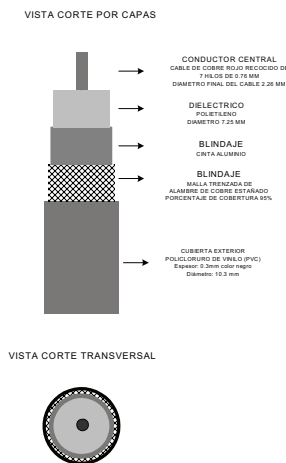
**.FIGURA II.19.-** Diagrama de antena omnidireccional de 4 dipolos a 90°

### 2.5.3.3 Cables de radiofrecuencia

El vínculo de unión entre la antena y el equipo de radio en una instalación de radiotelefonía en VHF-UHF se realiza mediante un cable coaxial de impedancia característica 50 Ohm. La denominación típica del cable es **alimentador** (feeder).

Uno de los parámetro mas importantes a tener en cuenta cuando se debe seleccionar un tipo de cable es la atenuación expresada en dB/100 metros.

En el diagrama de la figura 11 se muestran vistas en corte por capas y transversal correspondientes al cable de radiofrecuencia tipo RG 213/U.



**FIGURA II.20.-** Diagrama características constructivas cable tipo RG213/U

La denominación RG proviene de la expresión en inglés Radiofrequency Guide utilizada en normas técnicas de EEUU. El número 213 corresponde a la codificación de un determinado tipo de cable (define características eléctricas y constructivas) y la letra U expresa que es un cable de uso general.

La atenuación del cable depende fundamentalmente del tipo de dieléctrico que se utiliza. El cable tipo RG213/U utiliza dieléctrico de polietileno sólido.

Se denomina dieléctrico al material que se dispone entre los conductores exteriores e interior del cable coaxial.

Si se utiliza espuma de polietileno (polietileno con granulación de aire) (en inglés foam) se obtiene un cable de menor pérdida que el tipo RG 213/U.

En los cables de muy bajas pérdidas se utiliza dieléctrico de aire con separador helicoidal de polietileno para mantener centrado al conductor central.

La atenuación del cable de RF se incrementa con la frecuencia de operación, determinado cable puede ser apto para operar dentro de un rango de frecuencias pero la atenuación puede ser intolerable para frecuencias mayores.

Ejemplo, para instalaciones con longitud de cable de alimentación mayor que 30 mts y frecuencia de operación hasta 250 MHz se utiliza en general el cable RG213/U. Para frecuencias mayores a 250 MHz se recomienda utilizar cable de menor pérdida.

El blindaje con cinta de aluminio se utiliza en algunos modelos de cables RG 213. El cable RG 213/U no lleva blindaje con cinta de aluminio.

En instalaciones de estación central de sistemas punto – multipunto se recomienda utilizar cable de alimentación de bajas pérdidas. En instalaciones de radiotelefonía en VHF-UHF no es recomendable utilizar cables de diámetro mayor a ½”, debido a su peso, dificultad de maniobra y armado de conectores.

En instalaciones donde se utiliza cable de alimentación semirígido (cable de ½” que utiliza como conductor externo un tubo corrugado de cobre) y ante la dificultad para el doblado del mismo, el acceso al equipo de radio se realiza utilizando un trozo de cable flexible (por ejemplo 3-4 metros de cable RG213/U). A ésta sección de cable se la denomina terminación flexible.

En la tabla se muestra una lista de los cables de RF más usados con sus características eléctricas y constructivas más importantes.

Tipo de cable	Diámetro conductor (mm)	Tipo de dieléctrico	Tipo de blindaje	Cubierta Material y Diámetro	Velocidad de propag. (%)	Impedancia nominal (Ohm)	Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/100m)
RG - 213/U	Cu 2,26 mm 7h x 0,76	PE Diam. 7,25	Malla Cu 95%	PVC 10,30 mm	66	50	150	8,5
							250	10,5
							350	13
							450	16
INDECA UHF 2.60/7.3	Cu 2,50 mm Conductor Sólido	PE FOAM Diam. 7,30	Lámina aluminio/ Malla Cu 100%	PVC 10,30 mm	79	50	150	6,1
							250	8
							350	9,8
							450	11
INDECA UHF 2.75/7.3	Cu 2,60 mm Conductor	Aire con separador helic.	Lámina aluminio/ Malla Cu	PVC 10,30 mm	79	50	150	5
							250	6,5
							350	8

	Sólido	de PE Diam. 7.30	100%				450	9.
INDECA UHF 4.4/12.5 Tipo ½"	Cu 4.4 mm Conductor Sólido	Aire c/sep. Helicoidal. de PE FOAM Diam. 12.35	Lámina aluminio/ Malla Cu 100%	PVC 15.80 mm	81	50	150	3.3
	250						4.3	
	350						5.1	
	450						5.9	
RFS FLEXWELL FOAM FLC ½"	Cu/Al 4.4 mm Conductor Sólido	FOAM	Tubo corrugado de cobre 100%	PE Negro 16.3mm	88	50	150	2.8
	250						3.6	
	350						4.3	
	450						5	
NOKIA RF ½"	Cu/Al 4.8 mm Conductor Sólido	PE FOAM	Tubo corrugado de cobre 100%	PE Negro 16 mm	88	50	150	2.8
	250						3.6	
	350						4.3	
	450						5	
kmP CELLFLEX LCF ½"	Cu/Al 4.9 mm Conductor Sólido	PE FOAM	Tubo corrugado de cobre 100%	PE Negro 16 mm	88	50	150	2.8
	250						3.6	
	350						4.3	
	450						5	

**TABLA II.03.-Tipos de cables de radiofrecuencia**



Abreviaturas utilizadas:

Cu Cobre

Cu/Al Cobre/Aluminio

PE Polietileno

FOAM Dieléctrico de espuma

PE FOAM Dieléctrico de espuma de polietileno

PVC Policloruro de vinilo

## **2.6. Puesta a tierra de la instalación**

Para proteger la instalación contra descargas atmosféricas se la debe proveer de un sistema de captación, descarga y dispersión de la energía.

Se describe, a modo de recomendación, un sistema de protección que debería considerarse como básico para instalación de radioenlaces telefónicos en VHF-UHF.

El sistema previsto provee una conexión de baja impedancia de difusión hacia tierra, indispensable para el servicio de radiocomunicaciones y a la vez, imprescindible para la protección eléctrica del personal y de los equipos.

El sistema de tierra propuesto tiene como objetivo alcanzar un valor de aceptabilidad de resistencia de difusión a tierra menor que 5 Ohm en terrenos con resistividad de hasta 100 Ohm-metro. Para suelos con resistividad superior a 100 Ohm-metro se permitirá un aumento en el límite de aceptabilidad de la resistencia de difusión a tierra en forma proporcional al incremento de la resistencia específica del terreno respecto al valor referencial de 100 Ohm-metro.

El sistema se compone de:

- a) Dispositivo de captación. Pararrayo
- b) Conducción a tierra de la energía de descarga. Mástil y riendas (tensores) de anclaje del mástil a tierra
- c) Red de dispersión de la energía a tierra
- d) Toma de tierra unificada.
- d) Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias

### **2.6.1. Dispositivo de captación**

La instalación básica incluye un pararrayo de 5 puntas Franklin.

El pararrayos se fija al mástil con grapas adecuadas.

La punta Franklin se dispara cuando en sus cercanías se produce, por efecto de la tensión en la punta del rayo que se acerca, un gradiente de 6 kv/cm. Este es un valor característico del aire a temperatura y presión normales.

### **2.6.2. Estructura de derivación de la energía a tierra**

Para la conducción de la energía de descarga a tierra se utiliza el propio mástil y las riendas (tensores) de anclaje de la torre.

Para la descarga de la energía a tierra es práctica común, utilizar un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección corriendo paralelo al mástil y aislado, a distancia del orden de 30 cm.

### **2.6.2.1.Red de dispersión de energía de descarga**

El sistema de puesta a tierra debe brindar un camino de baja impedancia y rápida dispersión a la energía de descarga atmosférica.

A la base del mástil se conecta una red de dispersión radial, un anillo perimetral y un dispersor lineal (ver diagrama figura 12) enterrados a 40/50 cm. para proveer un camino de baja impedancia a la energía de descarga.

La red de dispersión radial se integra de 3 radiales a 120°. Los radiales se conectan al mástil y finalizan en jabalinas dispuestas en los anclajes de riendas. En los puntos de intersección del anillo perimetral con la red radial se disponen jabalinas. Las jabalinas se integran a la red por medio de soldadura cuproaluminotérmica.

La conexión de los radiales al mástil (ó línea de bajada) se realizará utilizando terminal de cobre estañado fijado por compresión y planchuela con dos tornillos y tuercas de acero galvanizado con las correspondientes arandelas de aluminio.

A la red perimetral se conecta una dispersora lineal que llega hasta la entrada del edificio donde se encuentra instalado el equipo. Al la entrada del edificio se instala una jabalina dentro de una cámara de inspección de toma de tierra.

### **2.6.2.2 Pasamuros**

Todos los cables que ingresan y salen del edificio donde se instala el equipo (ó equipos) deben ingresar de ser posible, por un único punto. El ingreso al edificio se realiza a través de agujeros practicados en la pared. Es práctica común colocar una

planchuela de cobre fijada a la pared externa, con los agujeros necesarios para proveer entrada/salida de todos los cables. Los accesos externos se deben proteger contra el ingreso de agua de lluvia.

### **2.6.2.3. Panel principal de unificación de tierra**

Es recomendable instalar dentro de la sala donde se encuentra instalado el equipo de radio, al mismo nivel que el pasamuro, un panel principal de unificación de tierra. El panel se puede construir con un rectángulo de cobre de por ejemplo, 30 x 30 x 3 mm, montado sobre un rectángulo de madera de 30x30x10mmn, fijado a la pared con tarugos.

La función del panel es definir

un punto de tierra unificada para todos los conductores que entran y salen del edificio donde se encuentra el equipo de radio.

A este panel de tierra unificada se conectan los retornos de tierra de todas las protecciones (protección contra sobretensiones de la línea de 220 Vac (muy importante!), protector coaxial de cable de RF, block de protecciones de multipar telefónico, etc) y se deriva la conexión de tierra interna de la instalación.

\El panel de cobre se debe conectar a la jabalina de entrada del edificio a través de una bajada de baja inductancia. Se recomienda realizar la bajada con uno (ó dos) flejes de cobre de 70x1 mm.

f) Conexión a tierra del cable de RF (feeder)

El cable coaxial de alimentación se debe conectar al mástil a distancias de 25/30 mts a partir del nivel de conexión a la antena. El punto final debe ser el nivel donde comienza la maroma. Para mástiles de hasta 40 mts, se recomienda conectar el cable a tierra (mástil) en la parte superior del mástil a nivel de conexión de antena y en la parte inferior, a nivel de inicio de la maroma de sostén del cable de RF. Para la puesta a tierra del cable de RF se utilizan kits de puesta a tierra propuestos por diferentes fabricantes

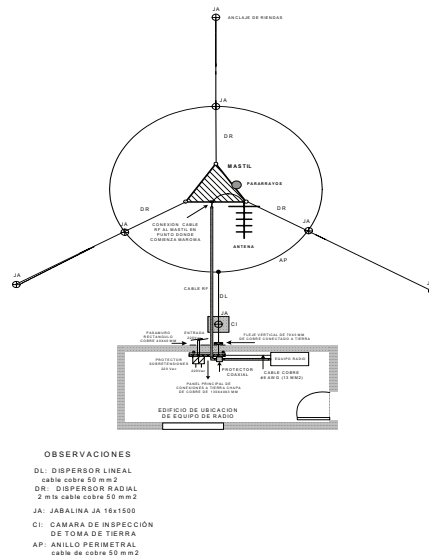


FIGURA II.21.-Diagrama de red puesta a tierra

## CONCLUSIONES

Este capítulo presento al lector conceptos básicos que deben considerarse al momento de diseñar radioenlaces telefónicos.

Estos conceptos nos permitirán diseñar e implementar nuestros sistemas de comunicación celular bajo los mejores criterios.

Este capítulo presento al lector una idea general de los elementos que forman parte de un radioenlace telefónico.

### **CAPITULO III**

#### **“ARQUITECTURA FUNCIONAL Y ELEMENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE TELEFONIA MOVIL DIGITAL GSM”**

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

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

La tecnología utilizada está probada en el país y disponible comercialmente por proveedores de reconocida solvencia, tanto técnica como económica, en consideración a la necesidad de contar con el soporte técnico permanente que

asegure la calidad y eficiencia del servicio, el cual debe ser homogéneo para todo el país.

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

## **Introducción**

El propósito detrás de las especificaciones GSM es definir varias interfaces abiertas, que son la limitación de ciertas partes del sistema GSM. Debido a esta interfaz apertura, el operador de mantenimiento de la red pueden obtener diferentes partes de la red de diferentes proveedores de red GSM. Además, cuando es una interfaz abierta que define estrictamente lo que está ocurriendo a través de la interfaz y esto a su vez se define estrictamente qué tipo de acciones / procedimientos / funciones debe aplicarse entre las interfaces.

### **3.1. Estándar y Arquitectura de red GSM**

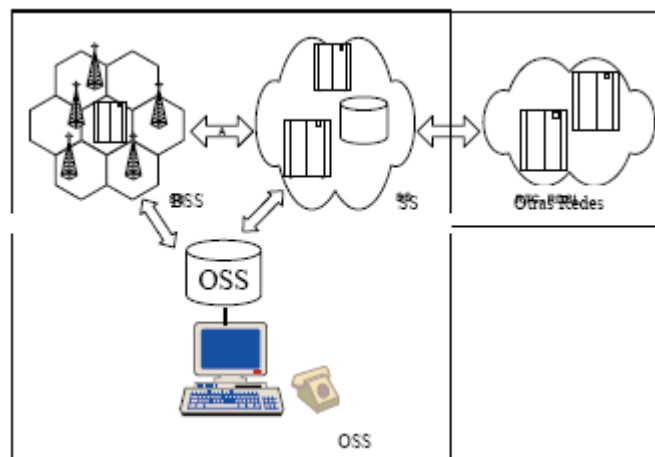
Las especificaciones del estándar GSM definen los requerimientos para las funciones e interfases en detalle, pero no el direccionamiento del hardware, con lo que se busca limitar lo menos posible a los diseñadores, y hacer posible que los operadores de redes adquieran sus equipos de distintos fabricantes.



La red GSM está dividida en tres sistemas principales:

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

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



**FIGURA III.01.-** Sistemas principales que conforman una red básica GSM.

### 3.1.1 Sistema de Conmutación

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

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

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

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

### **3.1.2 Sistema de Radio**

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

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

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

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

### **3.1 Sistema de Soporte y Operación**

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

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

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

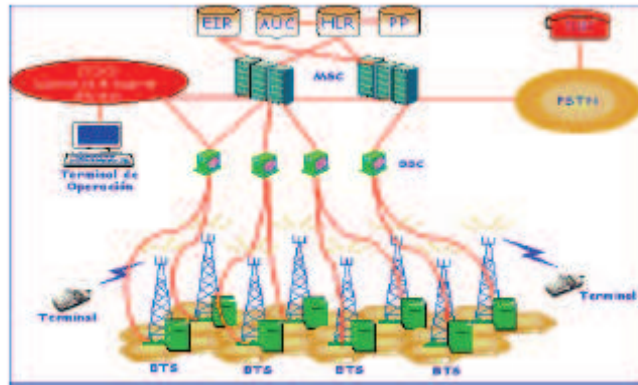


FIGURA III.02.- Esquematización de los elementos principales de la red GSM.

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

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

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

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

Estos dos últimos aspectos están mejorados por el Discontinuos Transmit (DT) que inhibe la transmisión cuando el usuario no habla, gracias a la función Voice Activity

Detection (VAD) que verifica la presencia o no de actividad vocal. El aumento o la disminución de la potencia de la señal transmitida le llega a la MS desde la BSS que monitorea constantemente la calidad de comunicación.

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

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

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

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

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

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

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

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

Un grupo de BTS es controlado por un BSC.

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

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

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

Durante una llamada, la estación móvil está continuamente monitoreando a una serie de estaciones base así como informando a la BSC de la calidad de la señal con que

está trabajando. Esto permite a la BSC tomar la decisión de cuando iniciar un handover y a qué sector.

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

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

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

**3.2.4 HLR:** Registro de Localización de estaciones móviles, es la base de datos centralizada de una red, contiene y administra principalmente información de estado de cada estación móvil definida en el sistema (tipo de suscripción, servicios complementarios, etc.), así como información sobre las posibles áreas visitadas, a efecto de enrutar llamadas destinadas al mismo (terminadas en el móvil).

La información almacenada contiene por cada estación móvil:

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

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

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

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

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

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



- Administración de los abonados y posibilidad de poder conocer su posición dentro del área de cobertura.

### 3.2.7 Centro de Administración de Redes (NMC, Network Management Center).

Es el control centralizado de la red. Se encarga de administrar con visión de largo plazo los recursos de la red. Solo se requerirá un NMC por cada red, y tendrá como controles subordinados los OMC.

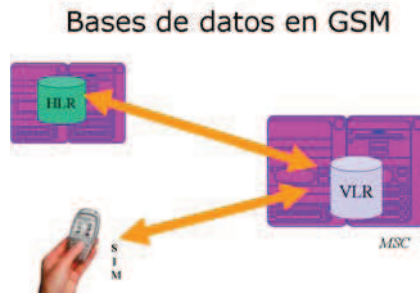


FIGURA III.03.- Bases de datos fundamentales en GSM

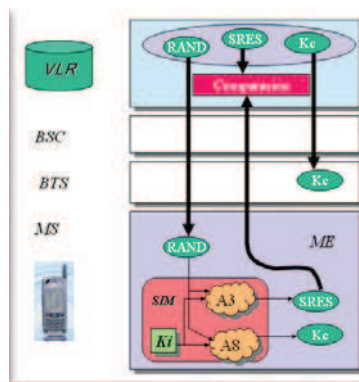


FIGURA III.04.- Proceso de identificación y registro de usuario

### **3.3. Plataformas informáticas asociadas a Red**

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

#### **3.3.1. Registro Identidad Equipo (EIR, Equipment Identity Register) .**

Es una base de datos que contiene la información acerca de la identidad de los equipos móviles y verifica si un Mobile Equipment (ME) está autorizado o no para acceder al sistema, evitando llamadas fraudulentas, no autorizadas o estaciones móviles defectuosas.

La base de datos está dividida en tres secciones:

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

acceso, permitiendo la identificación del abonado que utiliza el terminal y del área de llamada en donde se encuentra

### **3.3.2. Autenticación de Abonados (AUC, Authentication Center):**

es una base de datos que provee parámetros de autenticación y encriptación, que permiten verificar la identidad del usuario y asegurar la confidencialidad de cada llamada. Protege al operador de la red de fraudes.

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

### **3.3.3. Sistema de lectura Almacenamiento de Ticket (CDR).**

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

### **3.3.4. Plataforma Prepago.**

La plataforma prepago es el nodo principal que soporta los abonados de prepago manteniendo los saldos disponibles por cada estación móvil, dicha plataforma se interconecta con los distintos nodos de la red, en especial con el HLR, para la verificación y actualización de los datos de los clientes. Asimismo cuando ingresa una llamada verifica que el receptor no este en situación de bloqueo.

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

### **3.3.5. Plataforma OTAF (Over-The-Air Function.).**

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

### **3.3.6. Sistema de Storage Red.**

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

### **3.3.7. Sistema de Gestión Estadística de Red.**

Es el sistema que permite monitorear y gestionar el tráfico de la red desde el punto de vista de Ingeniería, y poder tomar acciones sobre la distribución de los transceptores y parámetros de red, de acuerdo con el comportamiento y distribución del tráfico. Analiza, agrupa, clasifica los tráficos por sectores, por BTS, por BSC, por MSC por

zona geográfica, por tipo de suscriptor (contrato, prepago), por fechas, permitiendo múltiples tipos de gráficos y análisis de Ingeniería.

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

#### **3.4.1. Estructura de Red Geográfica.**

Cada red necesita una estructura para enrutar las llamadas entrantes al MSC correcto y finalmente al suscriptor correspondiente.

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

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

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

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



**FIGURA III.05.-** Unidad básica de un Sistema celular

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

#### **3.4.3. Áreas de Ubicación (LA: Location Area).**

Se define como un grupo de celdas. Todo suscriptor es relacionado con una de éstas áreas de ubicación, lo que permite optimizar el uso de la red y los tiempos asociados al establecimiento de una llamada.

La identificación de las LA es almacenada en el VLR.

#### **3.4.4. Área de Servicio de un MSC (MSC Service Area).**

Representa al área geográfica controlada por un MSC y que corresponderá a un cierto número de LA.

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

### 3.5 Consideraciones sobre la tecnología.

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

Las bandas de frecuencias son:

GSM 900:

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

GSM 1800/DCS 1800:

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

GSM 1900/ PCS 1900:

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

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

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

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

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

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

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

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

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



De este modo un teléfono móvil puede conectarse a otro teléfono móvil de la misma red pasando por los siguientes nodos BTS, BSC, MSC, BSC, BTS, con la participación del HLR en el proceso de establecimiento de la llamada. Para contactarse con un terminal móvil o fijo de otra red, la conexión se hace a través de la interconexión del MSC correspondiente con la red asociada al terminal de destino.

## **Conclusiones**

Este capítulo presento al lector un enfoque sobre la arquitectura y los elementos funcionales que conforman a la tecnología GSM, y las consideraciones tecnológicas esenciales la hora de diseñar un sistema de comunicaciones.

También presento al lector una idea mas clara y profunda de la función de cada uno de los elementos funcional en el establecimiento de una llamada , dejando muy en claro la seguridad que y confiabilidad de la tecnología GSM .

## **CAPITULO IV**

### **“METODOLOGIA DE PLANIFICACION Y DISEÑO PARA LA ZONA DE SERVICIO”**

#### **4.1 Zona de servicio**

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

Como criterio de diseño para estimar la zona de servicio se consideró el método ERICSSON PROPAGATION ALGORITHM 9999: FUNCTIONAL SPECIFICATION, que ha sido desarrollado por Ericsson, de acuerdo al modelo de Okumura, de amplia aceptación y uso en la industria, donde el umbral de cobertura considerado está dado por el nivel de señal recibida de  $-95$  dBm, lo que está directamente relacionado con la sensibilidad típica de los receptores existentes en el mercado y la adición de un pequeño margen de resguardo para asegurar una calidad de servicio óptima.

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

Equipos portátiles: S = -102 dBm

Estaciones Bases: S = -104 dBm

#### **4.1.1 Metodología de Planificación y Diseño**

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

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

Para la ubicación de los BSC se consideró principalmente:

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

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

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

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

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

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

El tope de crecimiento es un BSC capaz de controlar 512 TRX de BTS. Luego, se requiere otro BSC. Las dimensiones de un rack son: 2020 x 600 x 500 mm (Alto x Ancho x Profundidad). Para los MSC, se consideró factores como:

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

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

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

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

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

- Frecuencias disponibles
- Potencia de emisión
- Cobertura deseada.

Otros parámetros básicos de diseño de la red son:

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

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

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

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

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

El proceso de diseño de una red de radio debe contemplar un cierto factor de eficiencia máxima en el uso de los canales de tráfico, pues el proceso de diseño y

construcción de red es un proceso que requiere de tiempo, y no se puede sacrificar la calidad del servicio por falta de capacidad de red de radio.

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

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

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

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

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

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

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

Para la telefonía digital, el factor de reutilización recomendado y ampliamente empleado en la Industria a nivel internacional es  $K = 4$  (4 estaciones bases con 4 portadoras por sector y tres sectores en cada estación base). Sin embargo, el factor

final, dependerá del espectro de frecuencias asignado, con el fin de asegurar una razón calidad eficiencia, adecuada.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Las dimensiones son: 954 x 310 x 215 mm (Alto x Ancho x Profundidad). Puede ser configurada omnidireccional o sectorizada (3 sectores), con 1 a 4 TRX (transceptor) por cada sector.

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

Posee diversidad en recepción.

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

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

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

Cada TRX es de 28 watts de potencia (+44,5 dBm). Posee diversidad en recepción.

Cada gabinete puede contener hasta un máximo de 12 TRX.

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

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

## **4.2 Características de las instalaciones**

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

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

Asimismo se consideró las distintas normativas legales vigentes a la fecha, entre otras las referidas a la potencia de radiación de las distintas antenas; y a las distintas

normas de urbanismo y de construcción, las cuales son diferentes en cada una de las comunas del país.

#### **4.2.1.1 Potencia**

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

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

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

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

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

#### 4.2.1.2 Características técnicas de los sistemas radiantes

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

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

FIGURA IV.01.- Características de básicas de una antena sectorial

### 4.3 Interconexiones

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

#### 4.3.1. Medios de Transmisión

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

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

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

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

#### **4.4 Criterios de diseño de red**

##### **4.4.1 Cálculo de cobertura**

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

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

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

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

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

#### **4.4.3. Conversión minuto erlang**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.4.7. Otros criterios técnicos**

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

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

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

Asimismo se consideraron las distintas normativas vigentes a la fecha. En especial se consideró la necesidad de mantener la comunicación el 90% del tiempo y 90% de las

ubicaciones, la no discriminación entre el servicio prestado a los clientes propios y de terceros, etc.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

#### **4.4.11. Criterios para dimensionar HLR**

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

#### **4.5. Recomendaciones del proveedor**

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

#### **4.6. Criterios de Seguridad**

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

#### **4.7.1. Topología de red**

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

#### **4.7.2. Señalización**

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

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

#### **4.7.3. Transmisión**

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

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

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

#### **4.7.4. Supervisión**

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

#### **4.7.5 Método utilizado para el cálculo de la zona de cobertura**

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

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

#### **4.7.7. Descripción General**

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

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

Las variaciones de elevación y uso de la tierra (bosques, área de cultivo, casas y edificios, etc.) son ingresadas en la forma de una base de datos de terreno obtenida

de la digitalización de las curvas de nivel del terreno, las que a su vez se extraen desde cartas geográficas impresas. Además, las características del terreno son individualizadas a través de clutters en los que se especifica la pérdida característica por tipo de terreno. La pérdida de señal de ondas de radio, también, depende de la frecuencia y las alturas de las antenas del transmisor y receptor, respectivamente.

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

#### **4.7.8. Rango de validez modelo de cálculo**

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

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

#### **4.7.9. Información de entrada requerida por el modelo**

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

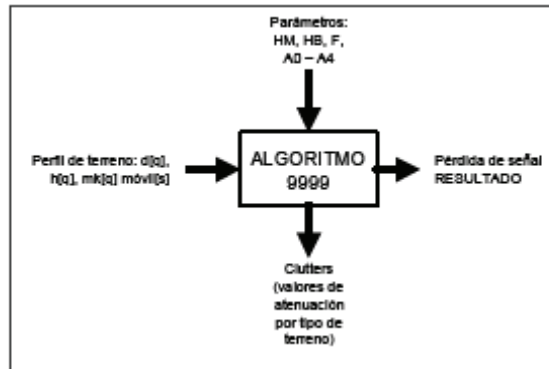


FIGURA IV.02.- Información requerida para el modelo Okumura-Hata.

#### 4.7.10. Perfil de Terreno

El perfil de terreno permite describir la topografía a lo largo de una línea recta entre la posición del transmisor y la del móvil (ver Figura N° 4.3). El perfil de terreno está definido como un vector formado por puntos topográficos.

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

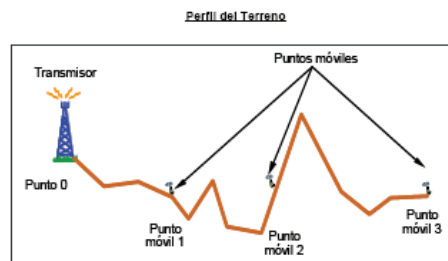
Este vector (H) contiene la elevación de terreno sobre el nivel del mar en cada punto, pudiendo ser un entero positivo o negativo. El vector Mk contiene el código de clutter correspondiente, el que consiste en un número entero que simboliza los diversos tipos de terreno definidos.

Elevación de terreno	<i>H</i>	[mts]
Distancia	<i>D</i>	[mts]
Código de uso de tierra	<i>Mk</i>	

FIGURA IV.03.-Variables para determinar el perfil del terreno.

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

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



**FIGURA IV.04.-** Puntos móviles de los perfiles del terreno

#### **4.7.11. Parámetros del modelo**

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

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

#### **4.7.12. Clutters**

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

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

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

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

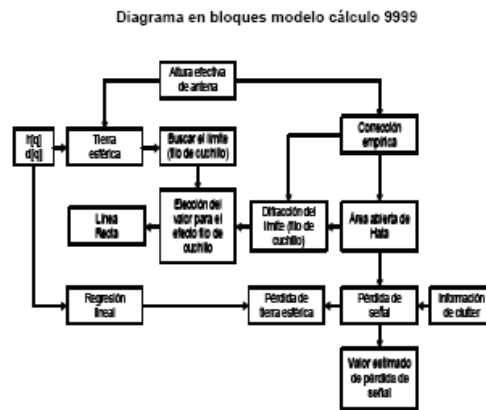
El valor de pérdida de señal obtenido a partir del algoritmo 9999 considera principalmente el efecto de los siguientes variables:

- Las ecuaciones de propagación de onda de Okumura-Hata con la modificación de los parámetros de predicción A0 – A4
- Pérdida adicional que surge cuando la onda de propagación es perturbada como por ejemplo cumbres de montaña u otras obstrucciones graves. Para este caso, el modelo considera en su algoritmo el efecto denominado “filo de cuchillo”

• Cuando la distancia entre el transmisor y el receptor llega a ser suficientemente larga, la curvatura de la tierra perturbará la propagación de la onda. La pérdida adicional causada por esto se calcula usando el algoritmo de tierra esférica

• Pérdida de señal debido a los valores de clutter

El algoritmo de cálculo 9999 puede ser representado en forma general por el diagrama en bloques de la Figura N° 4.5, donde se identifican aquellos procesos más relevantes en orden de ejecución, para finalizar en el valor predictivo de cobertura.



URA IV.05.- Diagrama de bloque modelo de cálculo 9999

#### 4.8. Tierra esférica

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

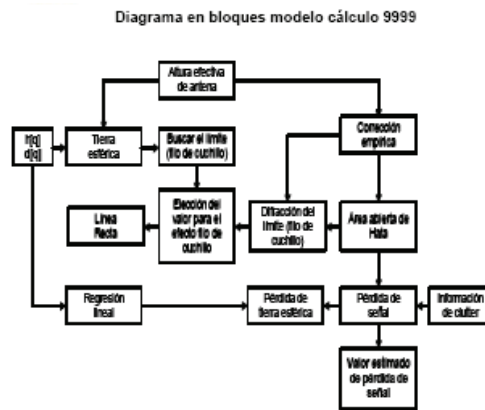
Esto, porque los valores incluidos son obtenidos a partir de los valores de elevación respecto del nivel del mar para cada punto en particular. Con esta información, se describe un perfil de terreno para los cálculos de cobertura, sin embargo este perfil no contiene el efecto de la curvatura de la tierra.



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

#### 4.8.1 Algoritmo para el efecto Filo de Cuchillo

Esta parte del algoritmo calcula la pérdida de difracción que surge si, por ejemplo, hay



una cumbre de montaña entre el transmisor y el receptor y por lo tanto, se interpone a la propagación de las ondas de radio.

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

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

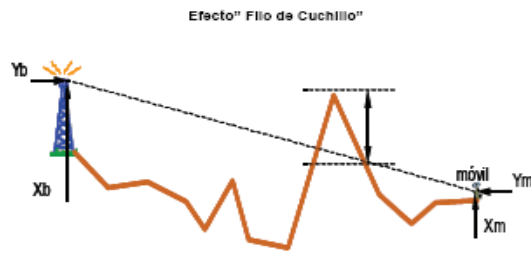


FIGURA IV.06.- Efecto filo de cuchillo

#### 4.8.2. Altura de antena efectiva

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

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

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

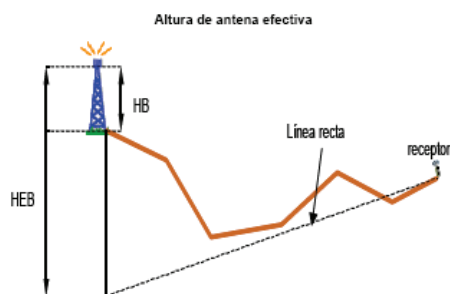
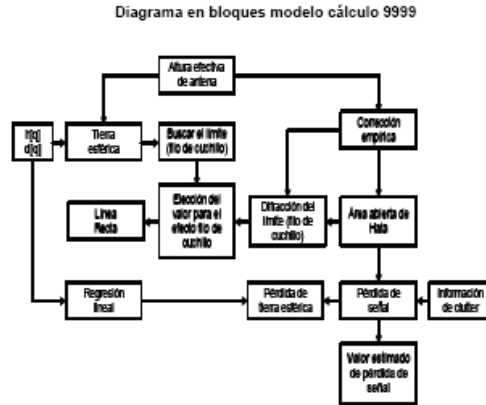


FIGURA IV.07.- Cálculo de la altura efectiva de una antena.

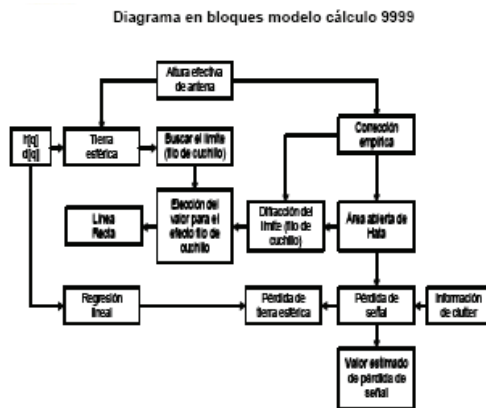
### 4.8.3. Algoritmo para la curvatura de la tierra (algoritmo de tierra esférica)



Aunque la tierra estuviera completamente libre de elevaciones de terreno entre el

transmisor y el receptor, no habría visibilidad total entre ellos si la distancia es lo suficientemente grande.

El algoritmo de tierra esférica calcula la pérdida de difracción (JDFR) que surge a grandes distancias desde el transmisor debido a la curvatura de la tierra, tal como se muestra en la Figura N° 8.



En conjunto con la escasa visibilidad (gracing), el valor de la pérdida de difracción se asume igual a 20 dB.

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

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

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



**FIGURA IV.08.-** Algoritmo para la curvatura de la tierra

#### **4.8.4. Cálculo para área abierta de HATA**

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

$$HOA = A0 + A11 + A2 \cdot \log(HEBK) + A3 \cdot \log(HEBK) \cdot \log D - 3.2 \cdot (\log(11.75 \cdot HM))^2 + g(F)$$

$$\text{where } \left\{ \begin{array}{l} A11 = \begin{cases} A1 \cdot \log D & \text{if } KDFR \leq 6dB \\ A4 \cdot \log D + (A1 - A4) \cdot \log(DOB) & \text{if } KDFR > 6dB \end{cases} \\ g(F) = 44.40 \cdot \log F - 4.78(\log F)^2 \end{array} \right.$$

**FIGURA IV.09.- Cálculo del área abierta de HATA**

HOA Valor para la propagación de Hata en zona abierta

A0, A1,A2,A3 y A4 Parámetros propios de la zona y frecuencia de cálculo

HEBK Altura efectiva de la antena corregida empíricamente

HM Altura de la antena del móvil

D Distancia del enlace

KDFR Valor de pérdida de difracción

DOB Distancia al punto de obstrucción mas alto

g(F) Variable del algoritmo y depende solamente de la frecuencia, será la misma para todos los puntos móviles en un área de predicción

#### **4.8.5. Valor estimado total de pérdidas**

Las diversas pérdidas de difracción tales como, la difracción por el efecto de filo de cuchillo, el algoritmo de cálculo del efecto de la curvatura de la tierra y el cálculo de área abierta de Okumura-Hata, además de los valores debido a las características del terreno (clutters) conforman el valor predictivo de la pérdida de señal para la cobertura.

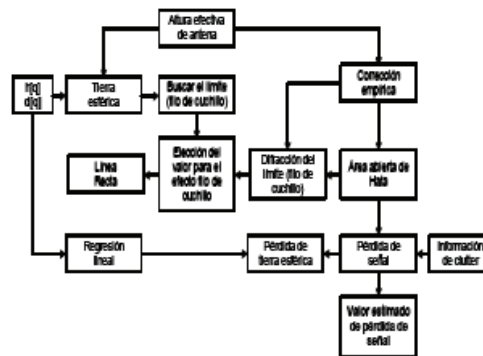
#### 4.8.6. Características y antecedentes del método de cálculo

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

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

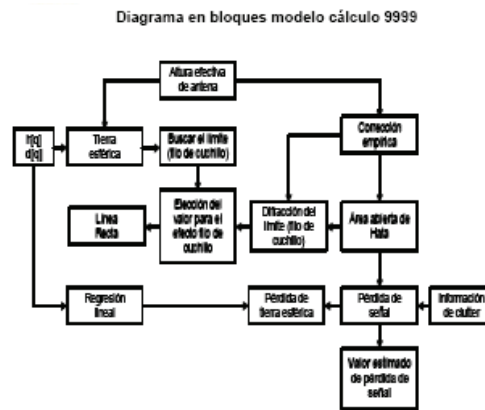
Los cálculos de las pérdidas de trayectoria están basados en variaciones de altura a lo largo del perfil topográfico, considerando las contribuciones de efectos de difracción, curvatura de la tierra, tipo de área y correcciones empíricas.

Diagrama en bloques modelo cálculo 9999



#### 4.8.7. Parámetros del método

Para aumentar la exactitud de las predicciones de cobertura realizadas con el método de cálculo 9999, es necesario optimizar el modelo. Esta optimización se realiza a través de mediciones de radiofrecuencia en las diferentes áreas de interés.



Estos datos son recolectados y con ellos los parámetros del modelo son adaptados a los resultados de las mediciones. Este proceso es conocido como Radio Survey.

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

Parámetros modelo de propagación

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

TABLA IV.01.-Parámetros para el modelo de propagación.

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

#### 4.9.1. Datos de diseño

Diagrama en bloques modelo cálculo 9999



Los criterios usados en el cálculo de coberturas corresponden a aquellos parámetros considerados en la red descrita en el proyecto técnico. Este criterio



determina los niveles de señal necesarios para los diferentes tipos de zonas en las que se puede encontrar la estación móvil o terminales.

En el proyecto técnico se considera el uso de dos tipos de estaciones base

genérica, cuyas características y diferencias principales se incluyen en la siguiente

Característica estaciones base tipo A y B

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

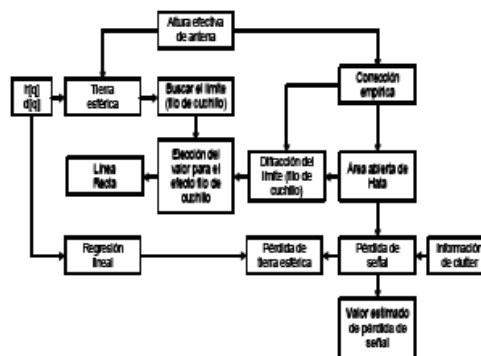
**TABLA IV.02.-** Características de la estaciones base tipo A y B

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

Parámetros de estaciones base tipo A y tipo B

Tipo de Estación	Tipo A	Tipo B
...	Up Down	Up Down

Diagrama en bloques modelo cálculo 9999



como

**TABLA IV.03.-** Valores típicos de atenuación para entornos de base tipo A y B

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

Tipo de Estación	Ítem	TIPO A								TIPO B							
		Urbano denso				Urbano				Sub-urbano				Rural			
		U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>
Pérdida Total del Enlace	$L_{ET}$ [dB]	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0	162,0	163,0
Altura de antena Estación Base	$H_b$ [ft]	30	30	42	60	30	30	42	60	30	30	42	60	30	30	42	60
Probabilidad de Servicio en área Estación Base	$CSF$ [%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Pérdidas línea de transmisión por medio	$L_m$ [dB]	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Pérdidas líneas de transmisión	$L_l$ [dB]	1,95	1,95	2,73	3,90	1,95	1,95	2,73	3,90	1,95	1,95	2,73	3,90	1,95	1,95	2,73	3,90
Margen de desvanecimiento "Log-Normal"	$M_{LN}$ [dB]	5,10	4,20	3,20	0,90	5,10	4,20	3,20	0,90	5,10	4,20	3,20	0,90	5,10	4,20	3,20	0,90
Margen de desvanecimiento "Rayleigh"	$M_{RN}$ [dB]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Atenuación por vehículos	$L_v$ [dB]				6,00				6,00				6,00				6,00
Atenuación por edificios	$L_e$ [dB]	18,00	15,00	12,00		18,00	15,00	12,00		18,00	15,00	12,00		18,00	15,00	12,00	
Margen de interferencia	$M_i$ [dB]	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Atenuación del cuerpo	$L_b$ [dB]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Totales otras pérdidas		51,15	53,05	57,20	65,15	53,20	55,90	44,50	18,40	51,15	53,05	57,20	65,15	53,20	55,90	44,50	18,40
Total pérdidas del Enlace	$L_{ET}$ [dB]	193,0	193,0	194,0	194,0	193,0	193,0	194,0	194,0	193,0	193,0	194,0	194,0	193,0	193,0	194,0	194,0
ERP Estación Base	[W]	530,88	530,88	443,61	338,94	254,10	254,10	212,32	162,18	530,88	530,88	443,61	338,94	254,10	254,10	212,32	162,18
ERP Estación Base	[dBm]	57,25	57,25	56,47	55,30	54,05	54,05	53,27	52,10	57,25	57,25	56,47	55,30	54,05	54,05	53,27	52,10
Nivel de señal planificado	[dBm]	-73,7	-72,9	-77,6	-83,8	-82,9	-83,9	-75,7	-72,9	-73,7	-72,9	-77,6	-83,8	-82,9	-83,9	-75,7	-72,9
Nivel de señal planificado	[dBm]	-72,80	-76,80	-80,80	-88,80	-72,80	-76,80	-80,80	-88,80	-72,80	-76,80	-80,80	-88,80	-72,80	-76,80	-80,80	-88,80
Radio de Estación Base	[m]	0,90	0,65	1,82	8,34	0,41	0,53	1,47	6,68	0,90	0,65	1,82	8,34	0,41	0,53	1,47	6,68
Área de Cobertura de la Estación Base	[km <sup>2</sup> ]	0,79	1,34	10,46	218,32	0,52	0,89	6,80	140,16	0,79	1,34	10,46	218,32	0,52	0,89	6,80	140,16

**Figura IV.13.** Valores típicos de atenuación para entornos de base tipo A y B

#### 4.9.2. Herramienta de cálculo

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

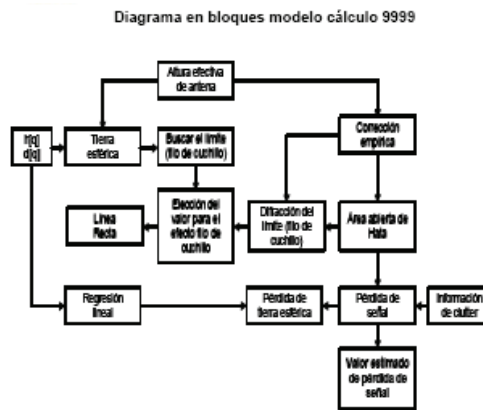
#### 4.10. Dimensionamiento de los distintos elementos de red

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

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

#### 4.10.1. Dimensionamiento red

Como se comento anteriormente los criterios para el dimensionamiento de la red son los necesarios para dar un servicio de óptima calidad en las distintas comunas del país asi como en aquellos lugares donde existe una gran circulación de clientes como son las carreteras, túneles, malls, grandes tiendas supermercados, etc.



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

Cada elemento de la red tiene modularidades de crecimiento distintas que implica considerar complejas tareas de diseño, con el fin de asegurar la calidad del servicio, un dimensionamiento con capacidad de crecimiento de acuerdo a los y evolución del mercado.

A modo de ejemplo las HLR según criterio de diseño del proveedor viene dimensionado para una capacidad específica, por lo general 750.000 abonados, al exceder esta se requiere la instalación de un nodo adicional.

El eliminar alguno de los nodos como por ejemplo una BTS, con lleva el nodo no poder dar el servicio en algunas comunas del país o sector específico, en los cuales se desplaza el cliente. Cabe señalar que la característica principal de la telefonía móvil, la posibilidad de que el cliente pueda permanecer comunicado a pesar que este se desplace. La movilidad es la característica principal de la telefonía móvil.

Si se dimensiona una MSC para la capacidad de tráfico inicial requerida, al crecer la base de clientes y la demanda de tráfico se requiere de inversiones adicionales (infraestructura, servicios, interconexiones). Lo anterior condiciona a que el diseño considere espacios.

A modo de ejemplo si reemplazamos una MSC tendremos mucho más coste en alquilar los medios de transmisión y transporte, adicionalmente, se afectaran los costo de los medios necesarios para interconectarse con los demás operadores de la industria.

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

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

	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Estaciones base (BTS)	1.470	1.508	1.545	1.603	1.672
Repetidores de Radio Frecuencia	170	171	173	176	179
Controladores de BTS (BSC)	24	24	25	26	27
Centrales de Conmutación (MSC)	10	10	10	10	11
Sistema de registro de datos clientes (HLR)	3	3	3	3	3
Red de transmisión propia (enlaces microondas)	464	470	482	501	521
Repetidores de microondas	19	19	20	21	21
Enlaces totales en alquiler	2.216	2.260	2.306	2.363	2.473

**TABLA IV.04.- Elementos de la red para los distintos años**

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

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

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

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

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

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

**TABLA IV.05.-** Dimensionamiento de los nodos de la red Lan

#### **4.810.4. Dimensionamiento Plataforma Prepago**

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

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

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

#### **4.10.5. Dimensionamiento Sistema Provisioning**

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

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

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

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

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

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

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

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

El sistema de recolección de tickets (CDR ) tiene la función de recolectar los distintos tickets que dejan las distintas llamadas de los abonados cada vez que pasan por un central de conmutación (MSC). Para la recolección de dichos tickets, se requiere de una maquina SAN en cada uno de los nodos, las cuales a su vez están conectadas a un maquina central, al conjunto de maquinas se le denomina “sistema de recolección de ticket´s”. Esta información es usada posteriormente para el proceso de facturación.

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

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

#### **4.10.8. Dimensionamiento Plataforma OTAF**

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

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

El sistema de Storage de red permite el almacenamiento de grandes volúmenes de información de los distintos versiones de software que se instale en la red. Asimismo permite almacenar los distintos tráfico cursado en de la red. El cual es usado por los ingenieros de tráfico para realizar estadísticas y optimizar el uso de la red. Estos equipos no están concebidos para ejecutar aplicaciones, siendo su principal función ofrecer storage de altos volúmenes de datos.



#### **4.10.8.2. Dimensionamiento Sistema Settler**

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

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

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

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

#### **4.8.10. Dimensionamiento Herramientas Red**

Se refieren a las distintas herramientas necesarias para la instalación, mantenimiento y reparación de los distintos nodos de la red de la empresa eficiente. Entre otras se considera las siguientes: Medidor isotropico; Multímetro; Fluke para Multitester; Tenaza De Corriente; Brújulas; Adaptador Para medir Temperatura; Fluke Digital;

wattmeter ; Pistola Lectora De Código; Lámpara Halógena; alicates, destornilladores; analizador multiprotocolos; Cell Master; Kit. de medida alterna; tester; altímetro; repetidoras; antenas decibel; etc,

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

### **Conclusiones**

Para definir la zona de servicio se requiere aplicar diversos criterios de diseño, a si como la implementación de modelo ampliamente utilizados en la industria, cuyo objetivos está dirigido a garantizar, como minimo el 90% del tiempo, en el 90% de los emplazamientos.

En la búsqueda de la zona de servicio también se requiere la aplicación de una metodología de planificación y diseño, la misma que debe incluir características geográficas, legales, nivel de cobertura, grado ocupacional de servicio y eficiencia.

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

Cada elemento de la red tiene modularidades de crecimiento distintas que implica considerar complejas tareas de diseño, con el fin de asegurar la calidad del servicio,

un dimensionamiento con capacidad de crecimiento de acuerdo a los y evolución del mercado.

## CAPITULO V

### “COMISIONAMIENTO DE UNA BTS”

Este capitulo describe la manera de comisionar la BTS Nokia UltraSite EDGE.

Los procedimientos de comisionamiento manual asumen que la instalación física de la BTS (unidades, cableado, antenas, radios) está completa antes que el comisionamiento inicie.

Las diferentes fases del comisionamiento (HW configuration, transmisión de la FXC,y el comisionamiento de la BTS) generan un informe. Las extensiones de estos reportes son: el **hwr** para el reporte del HW configuration, el **cmr** para el informe de la configuración de transmisión y. el **rpt** para el reporte de comisionamiento de la BTS. Se recomienda que se use el mismo nombre de archivo para los diferentes informes del mismo sitio.

## 5.1. COMISIONAMIENTO MANUAL

La BTS Nokia UltraSite EDGE es comisionada manualmente. Las siguientes secciones proveen información detallada de la manera de comisionar la BTS.

La BTS es comisionada con el software BTS HW Configurator, UltraSite Hub Manager (si existen unidades FXC en la configuración), y el BTS Manager (incluyendo la configuración de la unidad de transmisión FC E1/T1). El procedimiento de comisionamiento se detalla en la siguiente gráfica:

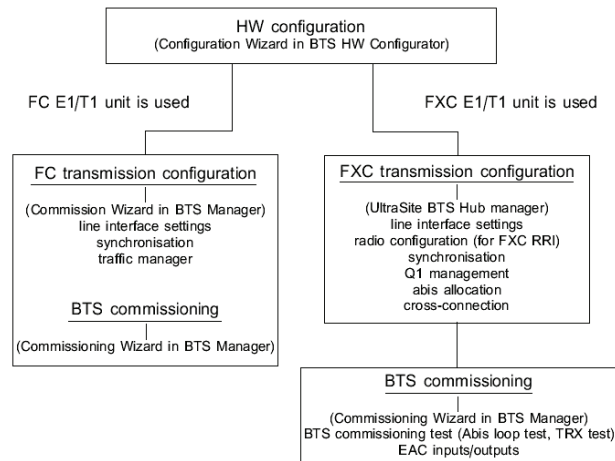


FIGURA 5.1.- Diagrama de flujo para el comisionamiento de una BTS

## 5.2. Comisionamiento creando un nuevo HW Configuración

La mejor manera de crear un nuevo archivo BTS HW Configuration es con el Wizard (Configuration - Wizard). El Wizard lo ayudará a seguir una secuencia de pasos en el

orden adecuado para el comisionamiento, proveyendo instrucciones para cada paso. Si necesita mayor ayuda se la consigue en el botón "Help".

Si no existe un archivo predefinido disponible de HW Configuration para la BTS, usted puede crear una configuración con la opción "Create New Configuration" en el Wizard. Para crear una nueva configuración en el Wizard no se requiere una conexión a la BTS, por esta razón usted puede crear una configuración y guardarla como un archivo de extensión **hwc**.

Siga los siguientes pasos para crear un nuevo HW Configuration:

1. Dar clic en el botón "Inicio (Start)" de su computador, luego en "Programas (Programs)", elija el submenú "Nokia- Aplicaciones" y luego de clic en "Nokia BTS HW Configuration". También puede existir un acceso directo en su escritorio con el nombre: "Nokia BTS HW Configuration".
2. Ya dentro del programa antes mencionado, elija el menú "Configuration" y luego el comando "Wizard".
3. Seleccione "Create New Configuration" como en la figura y luego de clic en el botón "Next" de la misma figura.

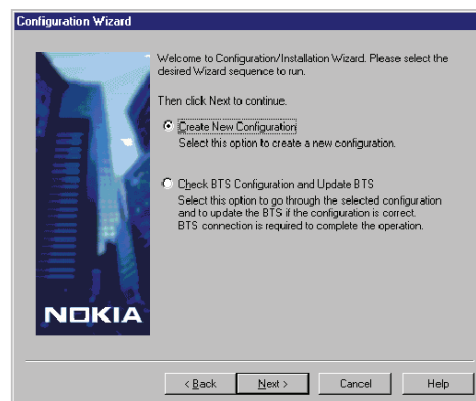


FIGURA 5.2.1.- Creación del Hardware Configuration (Nueva configuración).

4. Seleccione “<New>” de la lista de “Sector configuration” y el “Common Network Type” de la lista en el inferior de la ventana. También puede modificar los valores del “Common Network Type” dando clic en el botón “Modify”.

Alternativamente usted puede seleccionar una de las configuraciones predefinidas de la lista.

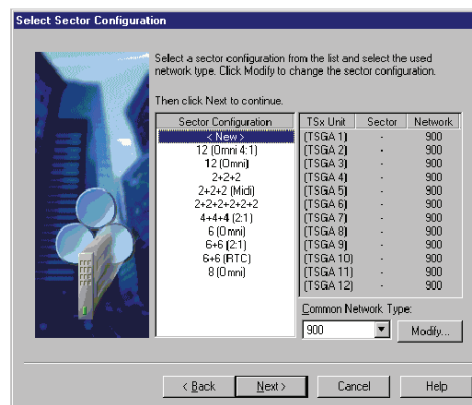


FIGURA 5.2.2.- Creación de Hardware configuración (seleccionar configuración)

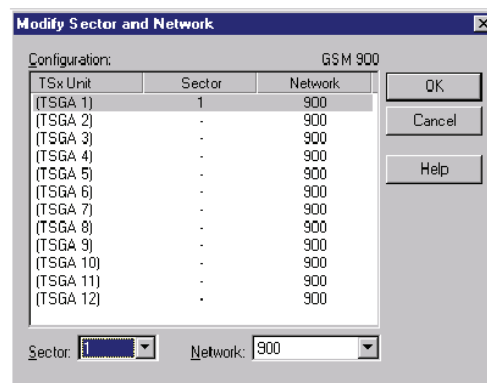
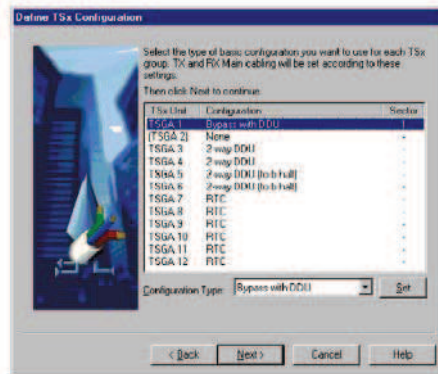


FIGURA 5.2.3.- Creación de Hardware configuración (selección alternativa)

5. Definir la configuración del TSx seleccionando la unidad TSx de la lista, y luego seleccionando la configuración básica para el TSx seleccionado de la lista “”

Configuration Type” como se muestra en la siguiente figura, luego se selecciona el botón “Set” para cada TSx seleccionado. Luego dar clic en el botón “Next”:



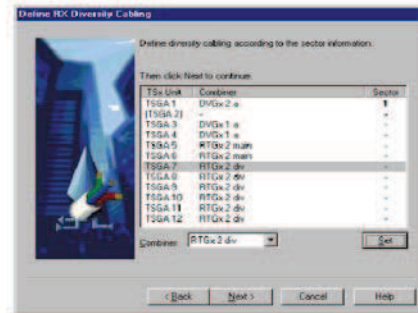
**FIGURA 5.2.4.-** Creación de Hardware configuración (selección del tipo de radios)

Existen 4 tipos de configuración a seleccionar:

- “Bypass with DDU” para 1 TSx conectado al “DDU half”
- “2-way DDU” para 2 TSx conectados al “DDU half”
- “4-way DDU” para 4 TSx conectado al “DDU half”
- “RTC” para 6 TSx RTC.

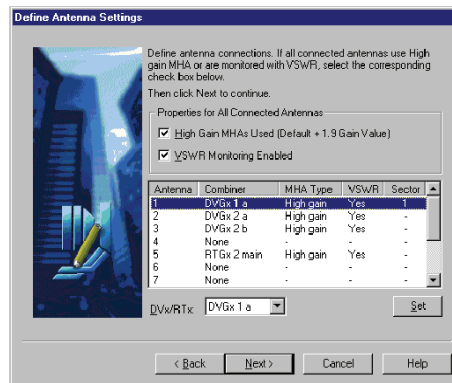
6. Definir la diversidad de recepción (RX) para cada TSx. Seleccionar el TSx de la lista. Seleccionar el “Combiner” o combinador para el TSx seleccionado de la lista indicada en la figura. Dar clic en “Set” para actualizar la configuración definida anteriormente. Luego dar clic en “Next” para continuar.





**FIGURA 5.2.5.-** Creación del Hardware Configuration (selección de cables de Rx diversidad).

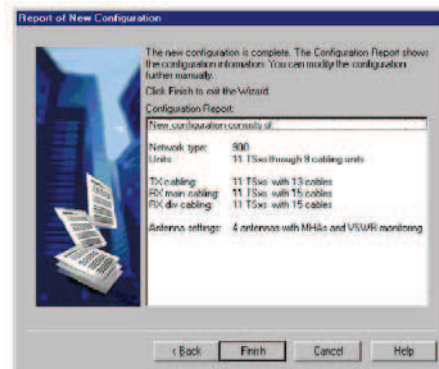
7. Definir las características de las antenas. Si todas las antenas utilizan alta ganancia “MHA’s” y/o monitoreo VSWR, seleccionar las opciones correspondientes en “Properties for All Connected Antennas”. Seleccionar una antena de la lista de antenas “Antennas” y seleccionar un DVx o RTx para la antena seleccionada de la lista “DVx/RTx”. Actualizar la información de la antena seleccionada dando clic en “Set”. Luego dar clic en “Next” para continuar.



**FIGURA 5.2.6.-** Creación del Hardware Configuration (selección de las antenas y ganancia)

Todos los MHA UltraSite-specific (MNxx) son unidades de alta ganancia, cualquier otro tipo de MHA son de baja ganancia.

8. La última ventana del “Wizard” contiene un reporte o informe de la nueva configuración. La configuración puede ser modificada manualmente utilizando las páginas de propiedades de los dispositivos, después que el “Wizard” es cerrado.



**FIGURA 5.2.7.-** Creación del Hardware Configuration (reporte de nueva configuración)

9. Dar clic en el botón “Finish” para finalizar.
10. Guarde la nueva configuración en disco en el menú “File” y “Save as...” o envíe la configuración a la BTS desde el menú “BTS” en la opción “Send BTS Configuration”.
11. Luego se procede con la configuración de la transmisión.

### **5.3. Configuración de la transmisión**

#### **UltraSite BTS Hub Configuration**

La transmisión de la BTS y su nodo (Hub) deben ser configurados y probados durante el comisionamiento con el software “Nokia UltraSite BTS Hub Manager”.

Las unidades FXC de transmisión pueden ser comisionadas manualmente o comisionadas en base a un archivo existente del nodo.

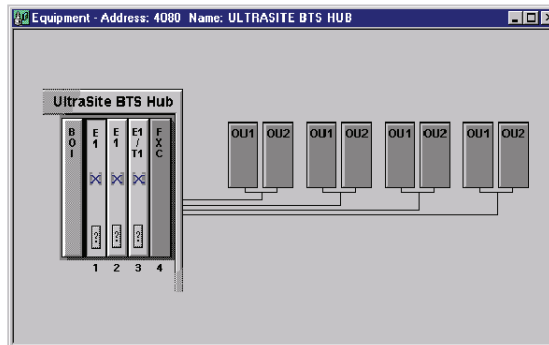
A continuación se detalla el proceso para un comisionamiento manual.

#### **5.3.1. Configuración manual del Hub de la BTS Nokia UltraSite.**

Para acceder al nodo del Hub:

1. Elija el software “Nokia UltraSite BTS Manager” en el submenú “Nokia Applications” en el botón “Inicio (Start)” del sistema operativo. Espere hasta que se inicie completamente el programa.
2. Luego dar clic en el menú “Tools” del BTS Manager y elegir la opción “Nokia UltraSite BTS Hub Manager”

La vista de los equipos abrirá automáticamente cuando la conexión ha sido establecida.



**FIGURA 5.3.1.-** Configuración de la tarjeta FXC E1/T1

Si la conexión falla, revise la velocidad de la conexión y la conexión LMP del cable en el menú: “Tools” – “Options” – “Manager Options”. También se puede tratar con el comando “Connection” – “Connect”, entrando los parámetros de conexión en la ventana que aparecerá.

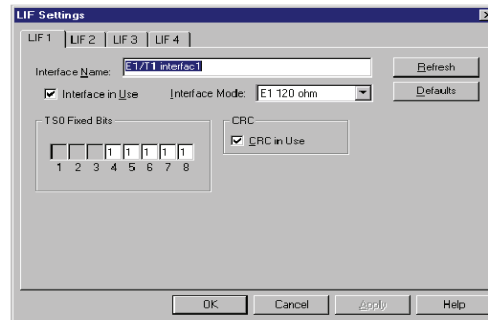
3. Dar clic derecho a una unidad en el gráfico anterior, y luego elegir la opción “Install All” del menú que aparecerá.

### **5.3.2. Configuración de “Line Interface”**

Esta configuración esta disponible para cada unidad de transmisión dependiendo del tipo de unidad: FXC E1 (/T1) o FXCRRI.

A continuación los pasos para definir la configuración de FXC E1 (/T1) LIF:

1. Dar clic en la unidad FXC E1 (/T1) apropiada en la vista del equipo (gráfico anterior). Aparecerá un menú de la unidad.
2. Elegir LIF Settings en el menú FXC E1/T1. Aparecerá la siguiente ventana:



**FIGURA 5.3.2.-** Configuración de las interfaces LIF.

3. Seleccionar una viñeta LIF 1 – LIF 4 dependiendo de la “Line Interface” que se requiera.
4. Seleccionar la opción “Inteface inUse”, si la interfaz será usada. Si la interface no va ser usada, deshaga esa opción y siga con otra intrefaz. También seleccione la opción “CRC in use” cuando esta opción este definida en la BSC.
5. Se puede dar un nombre a la interfaz en el campo de texto “Interface Name”.
6. Se selecciona el modo de la lista “Interface Mode”. (E1 120 ohm).
7. Si se selecciona la interface E1 75 ohm o la E1 120 ohm, se necesita definir los bits fijos para el TSx. Los bits del TS0 del 1 al 3 son reservados para el CRC y seguridad de la trama. Los bits del 4 al 8 son usados para alarmas y transferencia de datos en conexiones nacionales.
8. Dar clic en el botón “Apply” para guardar los cambios en la LIF tab. El botón “Apply” estará deshabilitado cuando no se haya hecho ningún cambio.
9. Si es necesario haga cambios en las otras interfaces como en los pasos anteriores (1-8).
10. Dar clic en el botón “OK” para aceptar los cambios.
11. Para otra tarjeta FXC E1/T1 repetir todos los pasos anteriores.

A continuación los pasos para definir la configuración de FXC RRI:

1. Dar clic en la unidad FXC RRI apropiada en la vista del equipo (gráfico de equipos). Aparecerá un menú de la unidad.
2. Elegir “Settings” luego “Unit” en el menú FXC RRI. Aparecerá la siguiente ventana:

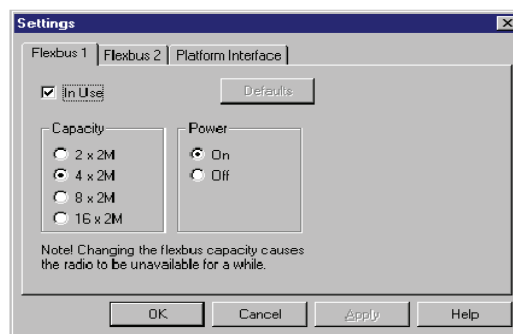
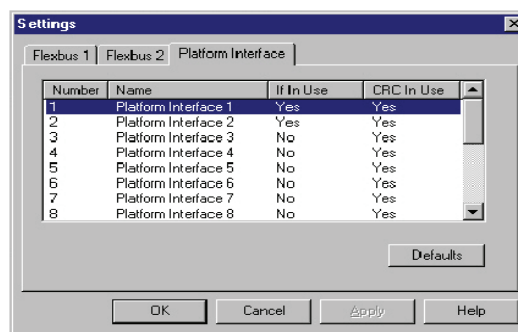


FIGURA 5.3.3.- Configuración de una tarjeta de Tx FXC RRI.

3. Seleccionar la viñeta de la interfaz a configurar. (Flexbus 1 – Flexbus 2)
4. Seleccionar la opción “InUse”, si la interfaz será usada. Si la interface no va ser usada, deshaga esa opción y siga con otra intrefaz.
5. Seleccionar la capacidad de la interfaz ( ? x 2 Mb).
6. Seleccionar la opción “On” del cuadro de texto “Power” si la unidad esta directamente conectada a una unidad outdoor (radio).

**La opción de “Power On” no debería ser usada cuando 2 tarjetas RRI están conectadas entre sí con un cable “Flexbus”. Si la opción power está en “ON”, las tarjetas podrían dañarse.**

7. Dar clic en el botón “Apply” para aceptar los cambios realizados en la interfaz.  
El botón “Apply” estará deshabilitado cuando no se haya hecho ningún cambio.
8. Si es necesario haga cambios en las otras interfaces como en los pasos anteriores (1-7).
9. A continuación dar clic en la viñeta “Platform Interface” para definir las características para las interfaces de plataforma.



**FIGURA 5.3.4.-** Configuración de una tarjeta RRI (crossconexiones)

10. Dar clic derecho a la “Platform Interface” en la lista desplegada en la figura anterior, y elija los comandos que se despliegan al dar clic derecho. (Interface in Use. CRC in Use).
11. Dar clic en “OK” para aceptar los cambios.
12. Repita los pasos 1-11 para la configuración de otra tarjeta FXC RRI.

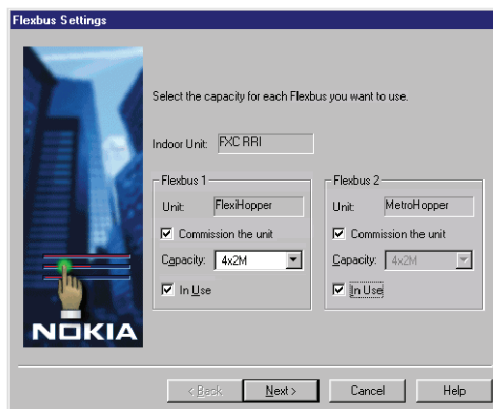
#### **5.4. Configuración de Radio**

Si existen unidades de transmisión FXC RRI, usted tendrá que también configurar las unidades outdoor (Microondas Nokia FlexiHopper o Nokia MetroHopper).

Si no existen tarjetas FXC RRI en la configuración, proceda a la configuración de la sincronización que se detalla posteriormente.

### 5.5. Configurando las unidades outdoor

1. Dar clic en la unidad de transmisión FXC RRI en el gráfico de equipos del UltraSite BTS Hub Manager.
2. Elegir “Radio Wizard” en el menú “FXC RRI”. (Aplicación del Nokia RRI Manager)
3. La página de configuraciones Flexbus muestra el tipo de unidad indoor y las unidades outdoor conectadas a cada Flexbus, como en la siguiente figura:



**FIGURA V.05.01.-**Configuración de las unidades outdoor.

Seleccione la capacidad de cada unidad outdoor (4 x 2M) de la lista desplegada en la opción “Capacity” y también seleccionar la opción “In Use” para cada Flexbus que se desee usar. Por lo menos una unidad outdoor debe existir y ser habilitada (In Use), antes que usted continúe con la siguiente página del Wizard.

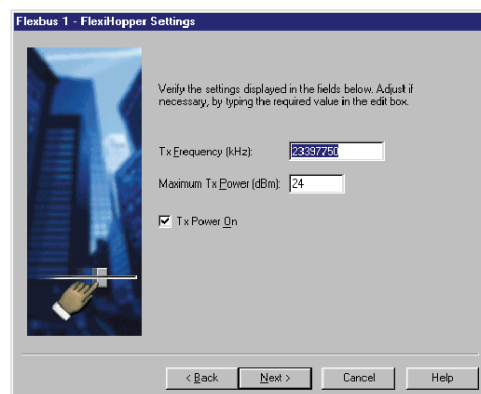


Usted puede deseleccionar la opción “Commission the Unit” para una Flexbus, si usted quiere saltarse el comisionamiento de un radio por alguna razón.

Con la unidad outdoor Nokia MetroHopper la capacidad es de 4 x 2 Mbit/s

Dar clic en “Next” para continuar.

4. La configuración del Flexbus 1 aparecerá en la siguiente ventana. Las opciones de la página dependen de la unidad outdoor conectada en esta interfaz. Las configuraciones de la unidad outdoor FlexiHopper son presentadas en la siguiente figura:



**FIGURA V.05.01.-** Configuración de frecuencias en tarjeta RRI

Las configuraciones de la unidad outdoor MetroHopper son presentadas en la siguiente figura:

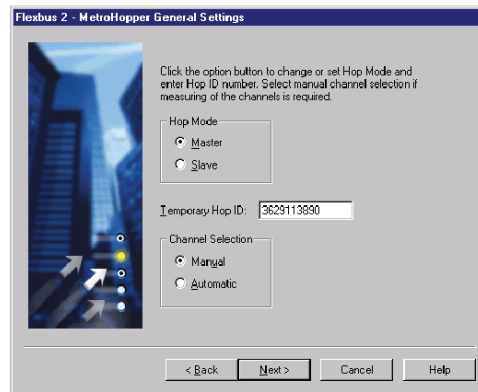


FIGURA V.05.02.- Configuración de temporal Hop ID en tarjeta RRI

La opción “Temporary Hop ID” en las configuraciones generales del MetroHopper debe ser igual para el terminal “Master” y “Slave”.

Seleccione la opción “Manual” o “Automática” para la selección del canal.

Si se selecciona “Manual Channel Selection”, se debe seleccionar un canal a ser usado. También se puede dar clic en “Measure” para medir la fuerza de la señal de los canales seleccionados y luego se selecciona en mejor canal.

Se da clic en “Next” y aparecerá la siguiente ventana:

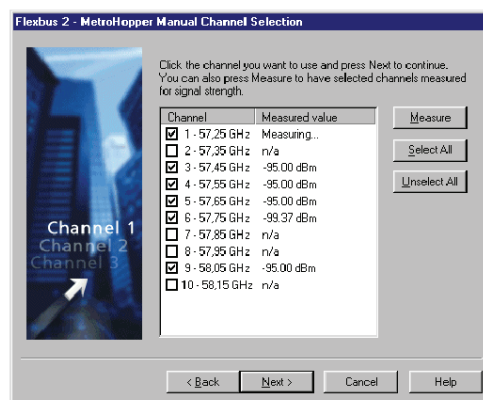
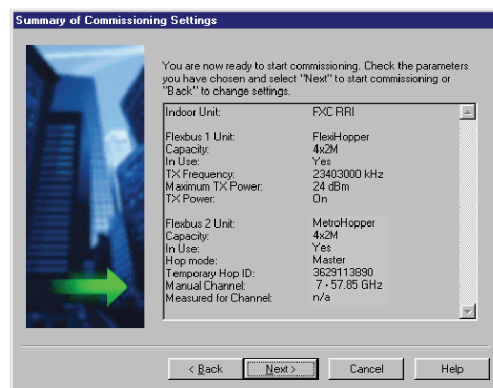


FIGURA V.05.03.- Configuración del mejor canal en una tarjeta RRI

- Si se selecciona “Automatic Channel Selection”, el “Wizard” automáticamente medirá la fuerza de la señal y elegirá el mejor canal.

Dar clic en “Next” para continuar

5. Si es necesario definir las configuraciones del “Flexbus 2” siga las instrucciones antes detalladas para el “Flexbus 1”.
6. Una página con el resumen del comisionamiento se desplegará.

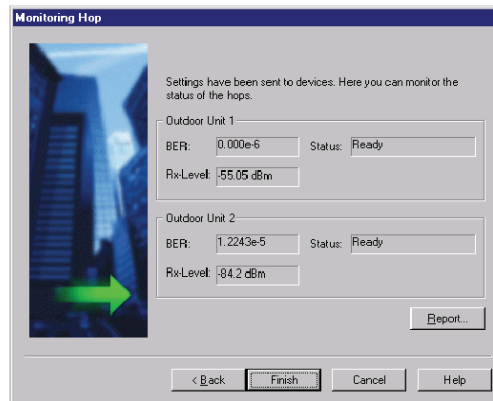


**FIGURA V.05.04.-** Reporte de configuración de tarjeta RRI

Revise que todos los parámetros estén correctos y luego de clic en “Next” para iniciar el proceso de comisionamiento.

7. La página “Monitoring Hop” desplegará el estado del comisionamiento, antes y después. El comisionamiento puede tomar algún tiempo, y el campo de estado desplegará la frase “reading status”. El estado cambiará a “Ready” si el comisionamiento fue exitoso.

Si el comisionamiento falla por alguna razón, el campo de estado desplegará una corta descripción de la falla (Ej. Trying... no far end found). Si el comisionamiento sigue fallando, investigue los manuales del Nokia MetroHopper y FlexiHopper.



**FIGURA V.05.05.-** Pantalla del monitoreo del comisionamiento.

Dar clic en el botón “Report” para ver un informe detallado del comisionamiento para cada unidad outdoor.

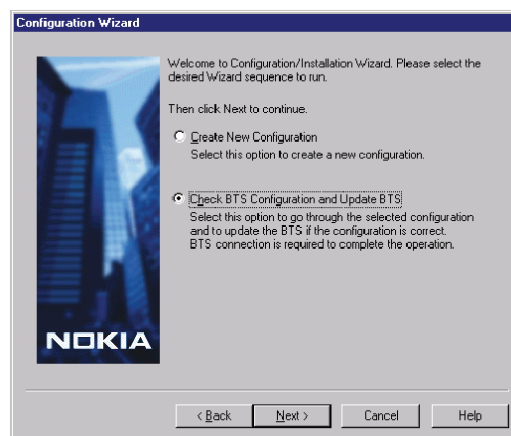
Finalmente dar clic en el botón “Finish” para salir del “Radio Wizard”.

## **5.6. Comisionamiento usando un archivo existente de HW Configuration**

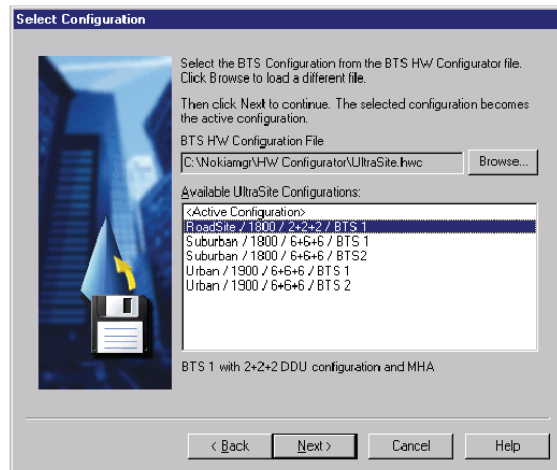
Es necesario que para este tipo de comisionamiento exista un archivo de HW Configuration de la BTS en cuestión (extensión .hwc)

Siga los siguientes pasos para comisionar con un archivo HW Configuration existente:

1. Dar clic en el botón “Inicio (Start)” de su computador, luego en “Programas (Programs)”, elija el submenú “Nokia- Applications” y luego de clic en “Nokia BT HW Configuration”. También puede existir un acceso directo en su escritorio con el nombre: “Nokia BTS HW Configuration”.
2. Ya dentro del programa antes mencionado, elija el menú “Configuration” y luego el comando “Wizard”.
3. Seleccione “Check BTS Configuration and Update BTS” como en la figura y luego de clic en el botón “Next” de la misma figura.
4. Seleccione la BTS a ser configurada. El “Wizard” automáticamente desplegará el archivo HW Configuration de la BTS que fue utilizado últimamente. Si la configuración no se encuentra en la lista, de clic en el botón “Browse” para buscar el archivo de configuración .hwc apropiado para la BTS.



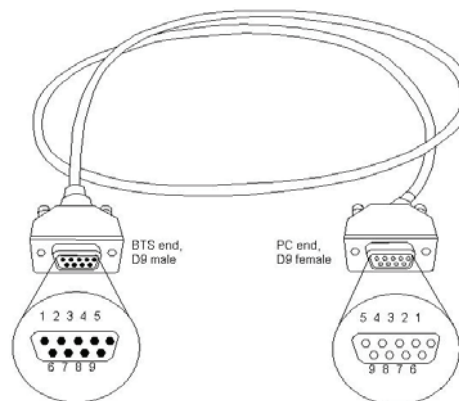
**FIGURA V.05.01.-** Utilización de archivos existentes en el HW configuración.



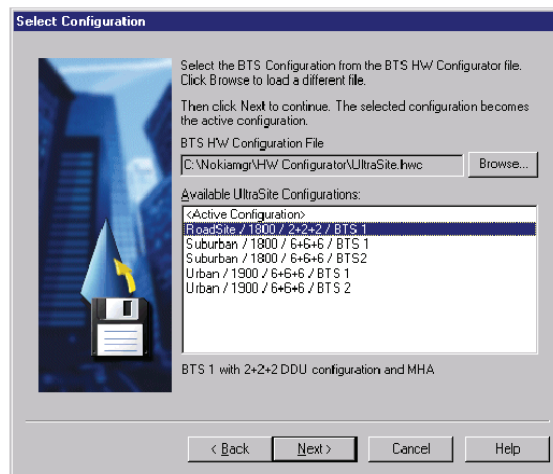
**FIGURA V.050.2.-** Utilización de archivos existentes en el HW configuración.

Luego de elegirlo dar clic en el botón “Next”

Si la conexión a la BTS no está activa, el BTS HW Configurator preguntará si quiere activarla. Una conexión a la BTS requiere el cable LMP que esta conectado desde la PC a la BTS.



**FIGURA V.05.03.-** Cable de conexión a las BTS



**FIGURA V.05.04.-** Pinado para crear cable de conexión a la BTS

5. Revise que la configuración del archivo abierto sea la correcta. Se desplegará información sobre el estado de la conexión a la BTS y de la BCF. Dar clic en “Next” cuando el estado de la BCF este en correcto.

BTS end, D9 male, pin number	PC end, D9 female, pin number	PC end, D25 female, pin number
2, LMP in	3, transmitted data	2, transmitted data
3, LMP out	2, received data	3, received data
5, ground	5, ground	7, ground

**FIGURA V.05.05.-** Información sobre el tipo de BTS.

6. Revise la información sobre el tipo de cabina BTS, la sincronización del reloj y de LTE's (Line Terminal Equipment) en el sitio. Luego dar clic en “Next”.

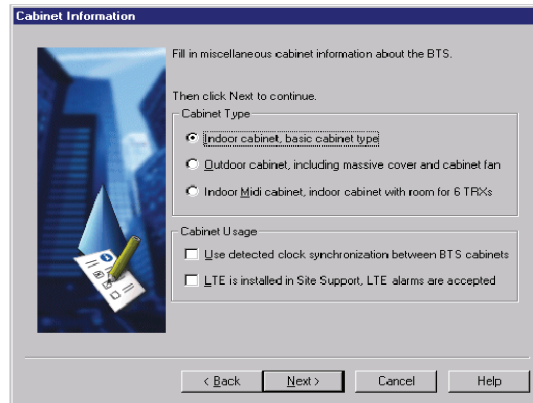


FIGURA V.05.06.- Información sobre el gabinete de la BTS

7. Revise de las “BB2 Cross-connections” a los TSx. Luego dar clic en “Next”.

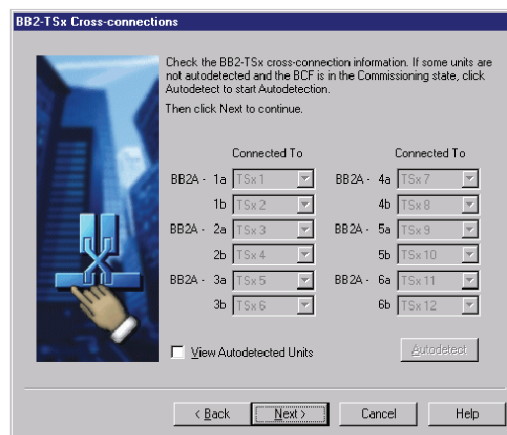


FIGURA V.05.07.- Información sobre el gabinete de BTS

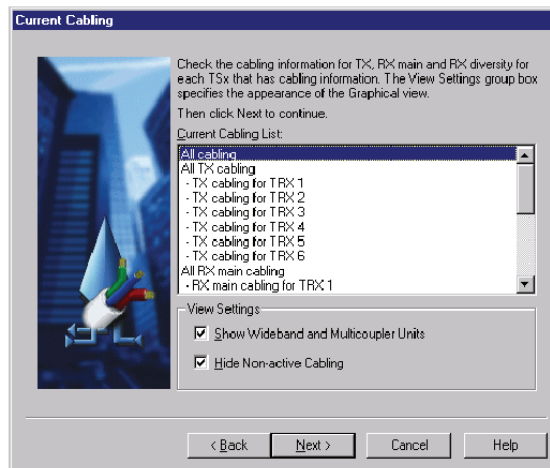
Si existen unidades que no han sido detectadas automáticamente, dar clic en “Autodetect”. La BCF necesita estar en el estado “BCF Commissioning”. Usted puede



seleccionar la opción “View Autodetect Units” para visualizar las unidades en vista gráfica en el BTS HW Configurator.

Si un TSx no existe en la configuración, esta unidad se verá en el modo gráfico entre corchetes y de un color gris.

8. Revise los cables del TX, RX y los de la diversidad para los TRX instalados. Luego dar clic en “Next”.



**FIGURA V.05.08.-** Revisión de los cables de Rx

Dando clic la opción del cableado (cabling) en la lista desplegada, el cableado seleccionado se verá en vista gráfica.

9. Revise las conexiones de las antenas. Para habilitar el monitoreo de VSWR en la antena, seleccione la antena de la lista y luego seleccione la opción “VSWR Monitoring Enabled”. Dando clic a una antena en la lista también se desplegará la vista gráfica de su cableado.

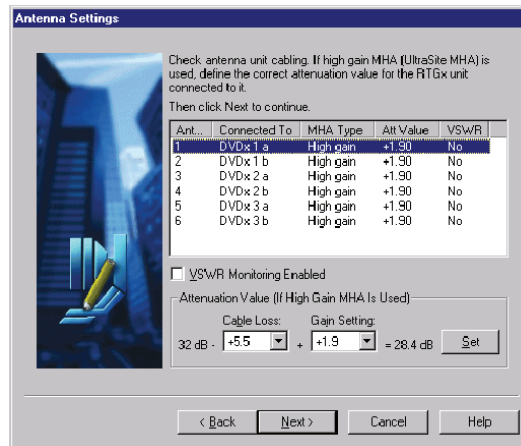


FIGURA V.05.09.- Conexión a las antenas y revisión de los MHAs.

Si el MHA es de alta ganancia, usted también podrá cambiar los valores de atenuación.

Dar clic en “Next”

10. Dar clic en “Import” para abrir el archivo .hwi (HW information file). Dar clic en

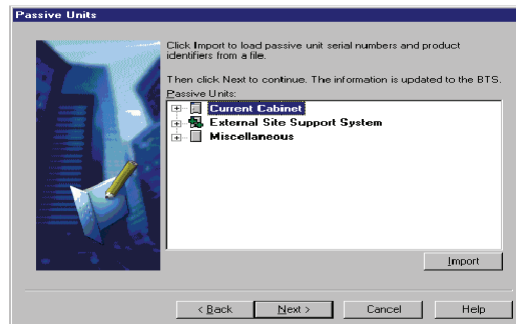
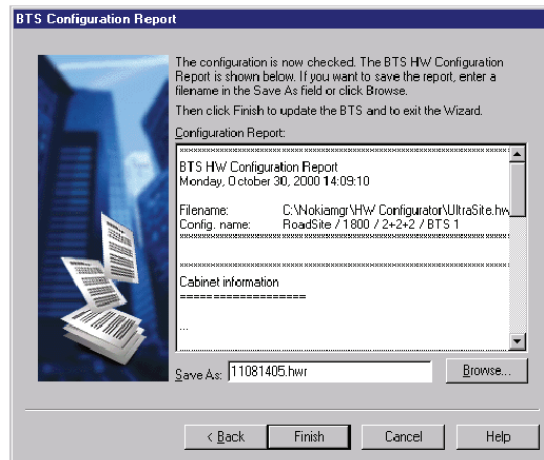


FIGURA V.05.10.- Configuración de unidades pasivas

La información de las unidades pasivas no se necesita para hacer operacional a una BTS.

11. Dar clic en “Finish” para guardar la información de la configuración en la BTS.



**FIGURA V.05.11.-** Archivo de configuración de BTS

Si se requiere guardar con un nombre la configuración especifique en el campo “Save as:” o dando clic en “Browse”.

12. Salga del BTS HW Configuration.

Luego se procede con la configuración de la transmisión que se detallo anteriormente.

### **5.6.1. Comisionamiento Manual de BTS**

Se debe utilizar el “BTS Commssioning Wizard”. Tiene que existir el enlace “LAPD” y el puerto PCM debes estar activado en la BSC. La BCF todavía estará bloqueada.

El comisionamiento manual de la BTS es efectivo con una BTS no comisionada. Si la BTS ya está comisionada, usted necesita primeramente correr el procedimiento “Undo Commissioning” en el Wizard de la BTS.

Siga las siguientes instrucciones a continuación:

1. Dar clic en el botón “Inicio (Start)” de su computador, luego en “Programas (Programs)”, elija el submenú “Nokia- Applications” y luego de clic en “Nokia BTS Manager”. También puede existir un acceso directo en su escritorio con el nombre: “Nokia BTS Manager”.
2. Elegir “Wizard” en el menú “Commissioning”.
3. Seleccionar “Manual Commissioning” y luego dar clic en “Next”.

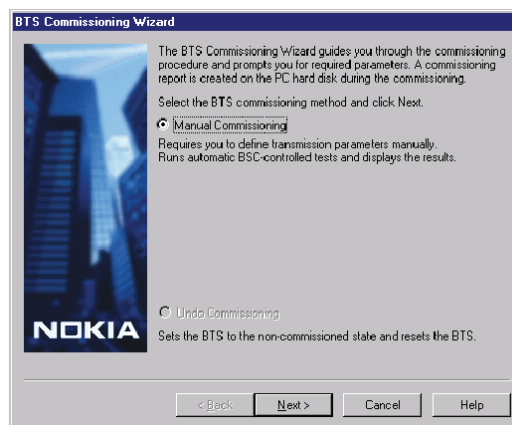


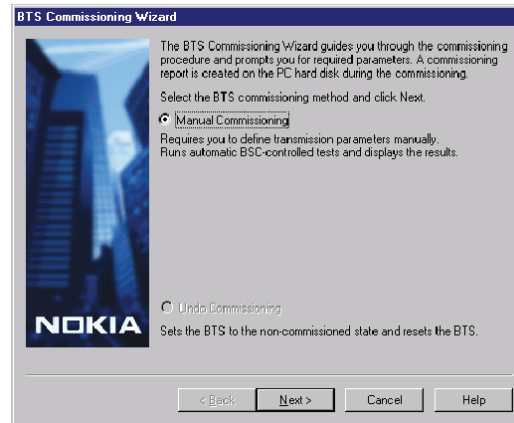
FIGURA V.06.01.- Inicio de comisionamiento manual de una BTS.

4. Luego se debe entrar la información del sitio como: “Site name”, “Site ID (número)”, “BCF ID”, “BSC ID”, “IP Address”, “Network ID”.

Si existe una tarjeta de transmisión FC E1/T1 en la configuración de la BTS, dar clic en “LIF Settings” y realizar el procedimiento de configuración de la transmisión. Y luego dar clic en Sincronización para definir las configuraciones de la sincronización. Si no existen tarjetas instaladas FC E1/T1 no aparecerán las opciones antes mencionadas.

Posteriormente se debe definir la configuración de **SINCRONIZACIÓN**, para lo cual se escoge la opción: Synchronization. y aparece una ventana donde se elige las prioridades del sincronismo:

Prioridad 1:	Rx Clock	1	Reloj principal viene de la BSC
Prioridad 2:	Internal	2	Reloj secundario se usa el interno



Dar clic en "Apply" y luego en "Ok"

### 5.6.2. Configuración Q1

Esto se configura cuando se tiene Gerenciación remota de la BTS, caso contrario se deja en blanco.

### 5.6.3. Traffic Manager

Se debe realizar la configuración de la estructura de canales en el E1,

En un E1, los PCMs 0 y 16 son usados para control y señalización, NOKIA permite utilizar el PCM 16, entonces solamente el PCM 0 no se lo puede utilizar.

Un E1 de 2048 kbps se forma de la siguiente manera:

8000 muestras/sec X 8 bits = time slots de 64 Kbps

32 Time Slots X 64 Kbps = 2048 Kbps

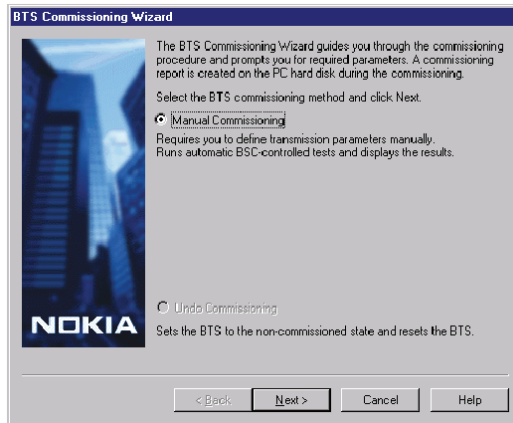


FIGURA V.06.01.- Codificación /Descodificación.

Para GSM se utiliza un codec, el cual divide un timeslot, permitiendo tener más canales. Existen varios tipos de codec por ejemplo:

FR 13 kbps + 3 kbps de control = 16 kbps

HR 5,6 kbps + 3 kbps de control = 8,6 kbps

EFR 13 kbps + 3 kbps de control = 16 kbps



FIGURA V.06.01.- Codificación /Descodificación de una línea de 64Kbps.

De esta manera en una línea de 64 Kbps se tienen 4 canales de 16 kbps

0				
1	TSL 1	TSL 2	TSL 3	TSL 4
2	TSL 5	TSL 6	TSL 7	TSL 8
3	TSL 1	TSL 2		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25	TR SIG 1			
26				
27				
28				
29				
30				
31	OMU SIG			

**FIGURA V.06.02.-** Interface Abis para configuración de las líneas de 64 Kbps.

Como podemos ver un TRX puede manejar 8 canales

Entonces para configurar el tráfico debemos abrir la ventana de Traffic Manager que se encuentra en Tools del program Hub Manager; en esta debemos seguir los siguientes pasos:

Seleccionar la posición de la tarjeta FXC E1 (/T1) Ej: "Interface 1"

Hacer un clic en el botón de TCHs y posteriormente en la posición de la tabla donde se colocaran los canales de Voz.

Hacer clic en el botón TRXSIG y colocarse en la tabla en la posición donde se los colocará, por lo general son colocados desde la posición 25. Los TRSIG llevan la señalización.

Hacer clic en OMUSIG, y de igual forma colocarse en la tabla en el lugar donde se desea colocar, por lo general en la posición 31, la OMUSIG transmite el control y señalización de la BTS.

Luego dar clic "Next".

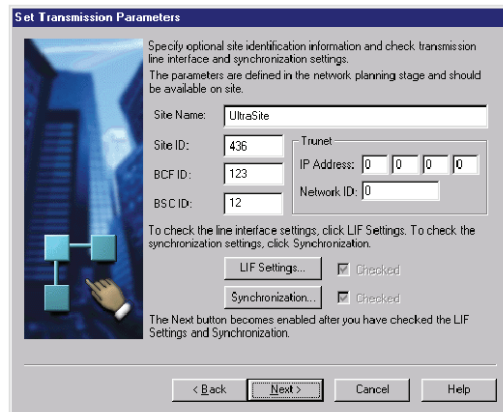


FIGURA V.06.03.- Configuración de los parámetros de Tx de una BTS.

5. Luego dar clic en el botón "Start Commissioning" para inicializar el proceso de comisionamiento. Durante este proceso se hará un chequeo a los equipos, y se pasarán pruebas a los TRX's.

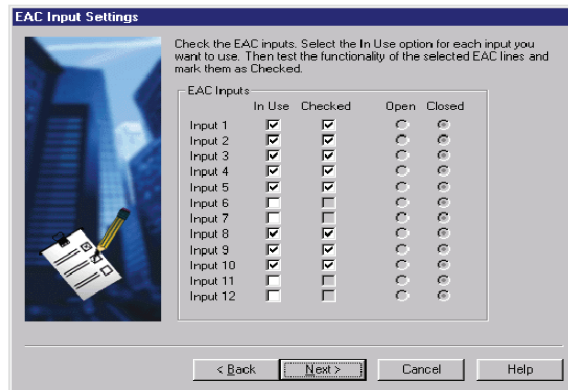


FIGURA V.06.04.- Inicio del comisionamiento manual de una BTS



6. Luego aparecerá una ventana para las entradas “EAC” (alarmas externas), se marcarán las alarmas necesarias
7. También se puede configurar las salidas en una ventana similar a la anterior.
8. Dar clic en “Finish”. Y también se da la opción de guardar esta configuración en la última ventana
9. Una vez terminado este procedimiento se reseteará la BOIA para terminar con el comisionamiento.

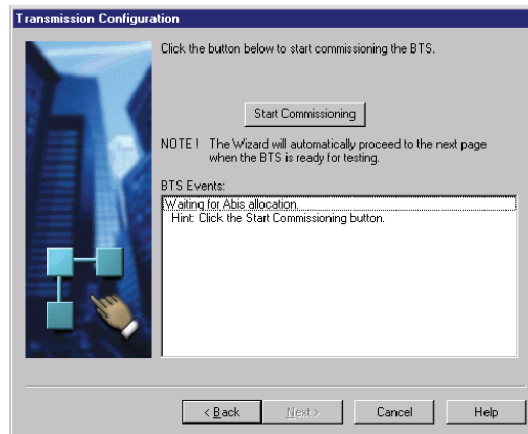


FIGURA V.06.05.- Configuración de alarmas en BTS

## Conclusiones.

En este capítulo se describió la manera de comisionar la BTS Nokia Ultraside EDGE.

Para esto se describió detalladamente las diferentes fases del comisionamiento (HW configuración, transmisión de FXC, y el comisionamiento de BTS) las mismas que generan un informe. Las extensiones de estos reportes son: el **hwr** para el reporte del HW configuración, el **cmr** para el informe de la configuración de transmisión y. el **rpt**

para el reporte de comisionamiento de BTS se recomendó que se use el mismo nombre de archivo para los diferentes informes del mismo sitio.

Para los siguientes procesos de este proyecto si no existe un archivo predefinido disponible de HW Configuración para la BTS, usted puede crear una configuración con la opción "Create New Configuración" en el Wizard. Para crear una nueva configuración en el Wizard no se requiere una conexión a BTS, por esta razón debe puede crear una configuración y guardarla como un archivo de extensión **hwc**.

## **CONCLUSIONES**

1.-Este proyecto de tesis ha presentado un estudio no exhaustivo a cerca de los sistemas de radio enlaces y microondas aplicadas a las comunicaciones celulares.

2.-Adicionalmente, se propuso un enfoque de diseño de un sistema de comunicación celular utilizando para ello la tecnología GSM, para el diseño de la red se considero la necesidad de involucrar a los distintos elementos de red , para proveer comunicaciones con calidad optima , soportar el volumen de trafico tanto de los servicios regulares como de los no regulares .

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

4.- Por ultimo, se describe el proceso de comisionamiento de la BTS Ultraside y se describió el diseño de las radio bases San Rafael y La Carmelita presentados y desarrollados en la provincia de Esmeraldas, en la defensa de tesis de Ingeniería. Luego, se ha expuesto la evolución del diseño a lo largo del desarrollo, por ultimo se presentaron los resultados de las mediciones de performance realizadas.

5.-Con el propósito de no perder en ningún momento la perspectiva global del problema se le ha dado un alcance limitado al presente trabajo. Cada uno de los temas fue abordado en forma general, en un primer nivel de profundidad, obviando

detalles y mencionando solo los enfoques que tratan al tema desde puntos opuestos o suficientemente distintos.

## **RECOMENDACIONES**

1.-Analizar con mayor profundidad cada uno de los aspectos a tener en cuenta al momento de desarrollar un sistema de comunicación celular. Este análisis deberá tener en cuenta los enfoques que, por similitud a los presentados o por no brindar más datos relevantes, no han sido incluidos en el presente trabajo. Así mismo, se puede incursionar en el relevamiento de los componentes de hardware utilizados en el desarrollo de un sistema de comunicación celular utilizando tecnología GSM.

2.- La tecnología GSM provee un amplio campo de desarrollo para las comunicaciones celulares y redes de datos, debido a su modelo jerárquico de arquitectura, robustez y seguridad en sus interfaces, estas características evitan problemas de replica de usuarios, cruces llamadas razón por la cual se la recomienda.

3.- Debido a que el HLR viene con una capacidad máxima 750.000 abonados, a partir de esa cifra se recomienda el uso de una segunda máquina con la finalidad de evitar congestiónamiento de tráfico.

4.- Para la construcción de un sistema comunicación celular se debe considerar que los equipos de telecomunicaciones son susceptibles a descargas eléctricas y transientes de voltajes los cuales pueden dañar a los equipos, para evitar esto se recomienda la instalación de un sistema de tierras con una resistencia de malla máxima de 2 ohmios, supresores de transientes y un sistema de pararrayos.

## RESUMEN

Esta tesis consistió en implementar un sistema de comunicación celular utilizando tecnología GSM en la parroquia San Rafael de la provincia de Esmeraldas que ayude a descongestionar el tráfico celular de la celda Gatazo y cobertura a la parroquia de San Rafael.

Se utilizó método deductivo con proceso sintético-analítico, y de técnicas como: revisión bibliográfica, site survey, distribución de tráfico y cobertura en zonas geográficas.

Fueron utilizados : Computer System Pentium 3 , radio de mw FIU 19 E y con antenas ODU de Nokia, milímetro FLUKE 87 para alineación de enlace de mw , SW Nokia BTS Manager y Launch BTS HW Configurador para comisionamiento y configuración de la BTS Ultrasite Nokia.

Se hace una implementación de la BTS en el sitio de coordenadas (N) 00° 54' 46.7" (W) 79° 41' 09.3" en la vía entre Esmeraldas y San Rafael, para lo que se utilizaron: tres antenas sectoriales 742266 conectadas en cada sector a una fuente de energía de -48 VDC, radiaran a 120° y cubrían un área de 7Km desde las coordenadas de origen de la BTS

Para el funcionamiento de este sistema se realizaron pruebas de alineación con nivel Rx de -41 dbm, tasa de errores de 0%, desvanecimiento hasta -60 dbm, conmutación al enlace de mw, también se realizó la puesta en servicio de la BTS probándose con: llamadas obteniendo una eficiencia del 95% (de c/20 llamadas una fallida), VSWR con resultados de 1.2%( se puede aceptar hasta un 1.5 %).

Se analiza el tráfico de la BTS Gatazo en sus tres sectores (X, Y, Z), obteniendo los siguientes resultados:

La BTS GATAZOX está dimensionada en una capacidad de alrededor de 72 Erlang, siendo su tráfico promedio de 50 Erlang, el uso es del 65%. La BTS GATAZOY posee una capacidad de alrededor de 65 Erlang, siendo su tráfico promedio de 35 Erlang, lo que implica un uso promedio de 35%, con esta información se pudiese decir que la BTS actualmente se encuentra sobredimensionada. La BTS GATAZOX posee una capacidad de alrededor de 32 Erlang, siendo su tráfico promedio de 18 Erlang, lo que implica un uso promedio de 55%.

Con estos resultados se observa que con la implementación de la BTS San Rafael se logro descongestionar el tráfico celular en la celda Gatazo y cobertura a la parroquia de San Rafael objetivo de su implementación.

## SUMMARY

This thesis was to implement a cellular communication system using GSM technology in the parish of San Rafael in the province of Esmeraldas to help decongest traffic in the cell and cell Gatazo coverage to the parish of San Rafael.

Deductive method was used with synthetic-analytic process, and techniques such as literature review, site survey, distribution of traffic and geographical coverage.

Were used: Computer System Pentium 3, FIU 19 mw radio antennas and E ODUs Nokia FLUKE 87 millimeter focal alignment mw, SW and Launch Nokia BTS Manager BTS HW configurator for configuration and commissioning of BTS Ultrasite Nokia.

It is an implementation of the BTS site on the coordinates (N)  $00^{\circ} 54' 46.7''$  (W)  $79^{\circ} 41' 09.3''$  on the road between San Rafael and Esmeraldas, which were used: three sectoral antennas 742,266 in each sector connected to a power source of -48 VDC, radio to  $120^{\circ}$  and covered an area of 7Km from the coordinates of origin of the BTS

For the operation of this system was tested with alignment level of -41 dBm Rx, error rate of 0%, fading to -60 dbm, switching the link mw, also make the entry into service of the BTS tested : getting calls of a 95% efficiency (of a missed call C/20), with results of VSWR 1.2% (can accept up to 1.5%).

We analyze the traffic on the BTS Gatazo in three sectors (X, Y, Z), obtaining the following results:

The BTS is designed GATAZOX a capacity of around 72 Erlang, with its average of 50 traffic Erlang, use is 65%. The BTS GATAZOY has a capacity of around 65 Erlang, with its average of 35 traffic Erlang, which implies an average use of 35%, this information could be said that the BTS is currently oversized. The BTS GATAZOZ has a capacity of around 32 Erlang, with its average of 18 Erlang traffic, which implies an average use of 55%.

With these results it is observed that with the implementation of BTS San Rafael achievement easing traffic congestion in the wireless cell coverage Gatazo and the parish of San Rafael to its implementation.



## **GLOSARIO DE TERMINOS**

### **A**

#### **Abonado**

Persona natural o jurídica usuaria, bajo contrato, de una red pública de telecomunicaciones, a la cual tiene derecho a acceder para establecer sus comunicaciones.

#### **Abonado itinerante**

Es el que dispone de un terminal móvil y se desplaza por la red de Telefonía Móvil haciendo uso de la misma.

#### **Accesibilidad**

En teoría de tráfico telefónico, es la cantidad de líneas de salida de una red de conmutación en disposición de ser ocupadas (accesibles) por las líneas de entrada, en función de la ocupación existente.

#### **Algoritmo A3**

Es un algoritmo que se utiliza en el sistema GSM de telefonía móvil para autenticación.

#### **Algoritmo A5**

Es un algoritmo que se utiliza en el sistema GSM de telefonía móvil para encriptación de la información transmitida.

### **Algoritmo A8**

Es un algoritmo que se utiliza en el sistema GSM de telefonía móvil para la generación de la clave de cifrado.

### **Algoritmo Viterbi**

Algoritmo utilizado, entre otros dispositivos, en el ecualizador GSM.

### **AMPS**

Sistema de telefonía móvil americano (*American Mobile Phone System*)

### **Analógico**

Término relativo a una técnica de señalización, en la que una transmisión se realiza modulando (variando) alguno de los parámetros (amplitud, frecuencia o fase) de una señal portadora.

### **Ancho de banda**

Margen de frecuencias capaz de transmitirse por una red de telecomunicación y de interpretarse en sus terminales.

### **Antena**

Dispositivo usado para la recepción y/o transmisión de señales de radio, incluidas las señales vía satélite. El diseño físico de la antena determina el margen de frecuencias de la transmisión/recepción.

## **Armónico**

Componente sinusoidal de una onda, cuya frecuencia es múltiplo entero de la frecuencia fundamental y se denomina "Primer Armónico". La frecuencia del "Segundo Armónico" sería el doble del primer armónico y así sucesivamente.

## **Asíncrono**

Dos señales son asíncronas o no están sincronizadas, cuando sus correspondientes instantes significativos no coinciden. También es un término referido a una transmisión no sincronizada, en la cual el sincronismo entre emisor y receptor se establece de nuevo en el terminal, para cada carácter transmitido, mediante la recepción de un bit de arranque; se finaliza con un bit de parada. Es el modo típico para transmisiones en telegrafía, minicomputadoras y ordenadores personales.

## **Atenuación**

Disminución del valor eléctrico u óptico recibido de una señal, con respecto a su valor original de emisión. Se expresa en decibelios "dB".

## **B**

## **Banda**

Margen de frecuencias comprendidas entre dos límites definidos.

## **Banda ancha**

Denominación que se aplica a un canal de comunicaciones cuyo margen de frecuencias es superior al habitual.

### **Banda telefónica**

Margen que comprende las frecuencias de 300 a 3.400 Hz.

### **C**

### **Canal**

Ruta de transmisión de comunicaciones a través de cualquier clase de medio de transmisión: cable conductor, radio, fibra óptica o de cualquier otro tipo.

### **Canal auxiliar de retorno**

Denominación general para una vía de comunicación que tiene lugar en sentido contrario a la transmisión principal. Se utiliza para llevar datos de servicio, señalización de supervisión, etc.

### **Canal B**

Denominación del ITU-T, antiguamente CCITT, para un canal con una velocidad de transmisión de 64 Kbit/s, destinado al transporte de los flujos de información del usuario, en el acceso básico o acceso primario de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

### **Canal Bm**

Canal utilizado en el sistema GSM de telefonía móvil para transmitir los datos del usuario. La velocidad de transmisión es: 13 Kbit/s para conversación y 12 Kbit/s para datos.

### **Canal D**

Denominación del ITU-T, antiguamente CCITT, para el canal que, en la Red Digital de Servicios Integrados, se utiliza para transferencia de la información de señalización y así establecer las comunicaciones en los canales B asociados.

### **Canal Dm**

Canal utilizado en el sistema GSM de telefonía móvil para transmitir la señalización y los mensajes cortos. Su velocidad de transmisión es de 382 bit/s.

### **Canal de acceso aleatorio**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal que utiliza la estación móvil para pedir que se le asigne un canal aislado y dedicado de control (SDCCH), tanto como respuesta a una búsqueda, como en el proceso de establecimiento de llamada. En inglés se expresa de forma abreviada como "RACH".

### **Canal de acceso concedido**

En el sistema GSM de telefonía móvil es un canal que se usa para asignar un canal aislado y dedicado de control, o directamente un canal de tráfico, al móvil. En inglés se expresa de forma abreviada como "AGCH".

### **Canal de búsqueda**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es el canal utilizado para la búsqueda de los teléfonos móviles. En inglés se expresa de forma abreviada como "PCH".

### **Canal de control**

En el sistema TACS de telefonía móvil, se denomina así a los canales dedicados al intercambio de información entre la estación base y la estación móvil. En inglés se expresa de forma abreviada como "CCH".

### **Canal de control de difusión**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal que emite información general sobre una determinada estación base transceptora (BTS), información específica para la celda. En inglés se expresa abreviadamente como "BCCH".

### **Canal de control lento asociado**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal que se asocia aun canal de tráfico o a un canal de control aislado y dedicado. Es un canal continuo de datos que transporta informaciones tales como: los informes de la potencia de la señal recibida en la estación móvil, procedente de la celda en que se encuentra y de las adyacentes, etc.

También es necesario para la función de transferencia de llamadas, el control de la potencia de la estación móvil y para la alineación temporal. En inglés se expresa de forma abreviada como SACCH".

### **Canal de control directo**

En el sistema TACS de telefonía móvil, se denomina así al canal de control utilizado por la estación base para dirigirse a la estación móvil. En inglés se expresa de forma abreviada como "FCC".

### **Canal de control inverso**

En el sistema TACS de telefonía móvil, se denomina así al canal de control utilizado por la estación móvil para dirigirse a la estación base. En inglés se expresa abreviadamente como "RCC".

### **Canal de corrección de frecuencia**

En el sistema GSM de telefonía móvil, se utiliza para la corrección de frecuencia de la estación móvil. En inglés se denomina de forma abreviada como "FCCH".

**Canal de espaciamiento.** En radiocomunicaciones es el canal de separación entre la banda de frecuencias y las señales portadoras adyacentes.

### **Canal de llamada**

En telefonía móvil es normalmente uno de los canales asignados a una estación base y es utilizado para ajustar las llamadas de las estaciones móviles. Durante el periodo de máxima actividad de tráfico de llamadas este canal se utiliza como un canal de tráfico. En inglés se expresa de forma abreviada como "CC".

### **Canal de media velocidad**

En el sistema GSM de telefonía móvil es una canal que transmite la información a una velocidad de 11,4 Kbit/s.

### **Canal de radio GSM**

En el sistema GSM de telefonía móvil, la señal se transmite vía radio a una velocidad de 270,833 Kbit/s y consta de 8 canales de tráfico agrupados en una trama con multiplexación por división en el tiempo (TDMA) sobre una misma portadora. Así, cada intervalo de tiempo de la trama corresponde a un canal de tráfico. Se ha introducido una mejora de manera que se puede aumentar el número de canales mediante la disminución de la velocidad, pasando de 8 canales (máxima velocidad) a 16 canales (media velocidad).

### **Canal de señalización**

En telefonía móvil es el canal de intercambio de información entre la estación base y los móviles. La señalización opera a diferentes velocidades y tiene funciones individuales.

### **Canal de sincronización**

En el sistema GSM de telefonía móvil es el canal que transmite la información para la sincronización de la trama (número de la trama asignado a la estación móvil) y la identificación de la estación base transceptora (BTS). En inglés se expresa de forma abreviada como "SCH".

### **Canal de tráfico**

Canal que, en telefonía móvil, se utiliza normalmente para realizar las conversaciones aunque algunas veces se pueden enviar datos durante la conversación para la supervisión de llamadas.



### **Canal de velocidad máxima**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal que transmite la información a una velocidad de aproximadamente 23 Kbit/s.

### **Canal de voz**

Canal con un margen de frecuencias de 300 a 3.400 Hz, indicado para transmisión de voz, datos, fax o servicio telegráfico.

### **Canal de voz directo**

Canal utilizado, en el sistema TACS de telefonía móvil, para coordinar las llamadas en el sentido estación base a estación móvil. También se utiliza para enviar datos antes, después y durante la llamada. El audio es silenciado durante el envío de datos para no interferir las llamadas en curso. En inglés se expresa de forma abreviada como "FVC".

### **Canal de voz inverso**

Canal utilizado, en el sistema TACS de telefonía móvil, para coordinar las llamadas en el sentido estación móvil a estación base. También se utiliza para enviar datos antes, después y durante la llamada. El audio es silenciado durante el envío de datos para no interferir las llamadas en curso. En inglés se expresa de forma abreviada como "RVC".

### **Canal H**

Denominación del ITU-T, antiguamente CCITT, para el canal de la Red Digital de Servicios Integrados, que permite la transferencia de información de usuario a velocidades superiores a 64 Kbit/s.

### **Canal de control aislado y dedicado**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal utilizado por el sistema para la señalización durante el proceso de establecimiento de llamada cuando todavía no se ha asignado un canal de tráfico. El registro y la autenticación, por ejemplo, se hacen por este canal. En inglés se expresa de forma abreviada como "SDCCH":

### **Canales de control común.**

En el sistema GSM de telefonía móvil se denomina así a los canales siguientes:

- Canal de búsqueda "PCH".
  
- Canal de acceso aleatorio "RACH".
  
- Canal de acceso concedido "AGCH".

En inglés se expresan de forma abreviada como "CCCH".

### **Canal de control rápido asociado**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un canal asociado a un canal de tráfico, que trabaja en forma de "ladrón", es decir, si durante la transmisión de voz se necesita intercambiar información de señalización a una velocidad mucho mayor que la que puede manejar un canal de control lento asociado, entonces una ráfaga de 20 ms se roba para propósitos de señalización. Esto ocurre en el proceso de transferencia de llamadas. En inglés se expresa de forma abreviada como "FACCH".

### **Canales de control dedicado.**

En el sistema GSM de telefonía móvil, se denomina así a los canales siguientes:

- Canal de control aislado y dedicado "SDCCH".
  
- Canal de control lento asociado "SACCH".

- Canal de control rápido asociado "FACCH".

En inglés se expresan de forma abreviada como "DCCH".

### **Canales de difusión.**

En el sistema GSM de telefonía móvil se denomina así a los canales siguientes:

- Canal de corrección de frecuencia "FCCH".

- Canal de sincronización "SCH".

- Canal de control de difusión "BCCH".

En inglés se expresan de forma abreviada como "BCH".

### **CDMA**

Solución técnica que permite reutilizar el mismo canal de transmisión (la misma frecuencia), al mismo tiempo y por más de un usuario. Su principio básico es el transporte de paquetes simultáneos a través de la ruta de transmisión, con una dirección codificada para cada receptor.

### **cdmaOne, cdma 2000**

Standard digital de telefonía móvil basado en el principio del CDMA, que se utiliza en Norte América, Korea y Japón. En su evolución hacia la tercera generación, el cdmaOne ha pasado a ser cdma2000, el cual podrá ser utilizado en las redes UMTS.

### **Célula**

Es la unidad geográfica básica del sistema de telefonía celular. Es el área cubierta por una estación base o por un subsistema o sector de antena de esa estación base.

## **Central**

Es el cerebro del sistema de telefonía móvil y constituye el interfaz que le une con la red telefónica fija. En el sistema NMT de telefonía celular se denominan abreviadamente como "MTX".

## **Código de identificación de estación base transceptora**

En el sistema GSM de telefonía móvil, es un código que permite a una estación móvil, distinguir a una estación base entre otras estaciones base vecinas. Con frecuencia se expresa como "BSIC".

## **Código de identificación del país**

En telefonía móvil, es un número binario, derivado de un número decimal, que identifica el país de origen del móvil. Con frecuencia se expresa abreviadamente como "CC".

En telefonía móvil, es un número binario, derivado de un número decimal, que identifica el país de origen del móvil. Con frecuencia se expresa abreviadamente como "CC".

## **Código de red del móvil**

Parte de la identificación de una estación móvil que informa sobre su red pública móvil de origen.

## **Código internacional**

Nuevo formato del sistema GSM de telefonía móvil para números de prefijo internacional. Cada país tiene un número característico que es válido en todos los

demás países, contrariamente a los prefijos de país de las redes fijas que varían de un país a otro.

### **Conmutación**

Conjunto de operaciones necesarias para unir entre sí los circuitos, con el fin de establecer una comunicación temporal entre dos o más estaciones o puestos. La conmutación está asociada principalmente a una central telefónica y consta de dos partes básicas: 1) el establecimiento, mantenimiento y liberación de la comunicación (procesamiento de la llamada) coordinados por el control; 2) el establecimiento de la vía física por la cual se produce la comunicación realizada por la red de conexión.

### **Conmutación de células**

Técnica de transmisión utilizada en servicios de circuitos de conmutación con células de longitud fija. Se denomina frecuentemente como "Cell Relay". El principal ejemplo es el Modo de Transferencia Asíncrono conocido como "ATM".

### **Conmutación de circuitos**

Es una técnica en la que los equipos que se comunican entre sí utilizan un canal físico dedicado extremo a extremo, que se mantiene durante el tiempo de duración de la llamada o por el periodo de contratación.

### **Conmutación de paquetes**

Es un método de comunicación exclusivamente digital, en el que los mensajes que se transmiten se dividen en segmentos y que, junto a la información adicional necesaria para su encaminamiento en la red, se convierten en paquetes. Éstos son transferidos a través de la red mediante procesos de almacenamiento y reenvío sobre circuitos.

virtuales (circuitos no físicos), que permiten la compartición de los canales físicos de comunicaciones de la red, pues solamente los ocupan durante el tiempo de transmisión.

### **Conmutación digital**

En el entorno de telefonía se refiere al establecimiento de conexiones a través de un centro de conmutación o central telefónica mediante operaciones con señales digitalizadas, es decir, sin convertirlas a su forma analógica original. Las señales de datos están normalmente en forma digital (excepto cuando se convierten a analógicas mediante un módem), por lo tanto, el término "conmutación digital" raramente se utiliza en relación con datos porque las señales siguen siendo digitales aunque puedan conmutarse en base a un circuito conmutado.

### **Conmutación espacial**

Método de conmutación de circuitos, en el que cada conexión que pasa por el circuito sigue una vía separada.

### **Conmutación rápida de paquetes**

Término genérico para perfeccionar tecnologías de conmutación de paquetes, como los modos de transporte denominados "Frame Relay" y "Cell Relay". Se diferencia de la conmutación de paquetes según la recomendación X.25, por su transporte a alta velocidad. También permite la transmisión de voz, datos y vídeo.

**D**

## **DAMPS**

Sistema de telefonía celular digital (*Digital Advance Mobile Phone Service*).

## **DECT**

Telecomunicaciones digitales europeas inalámbricas (*Digital European Cordless Telecommunications*).

## **Deslizamiento**

Pérdida o repetición de bits o tramas, debido a que la velocidad de entrada de datos a una memoria, es mayor o menor que la velocidad con que se leen.

## **E**

### **Estación base**

En los sistemas de radiotelefonía móvil, es el puesto fijo con las antenas, transceptores, alimentación, etc., que cubre las llamadas de los equipos móviles en un radio de acción determinado.

### **Estación base común**

En un sistema de telefonía móvil es un repetidor comunitario.

### **Estación base controladora**

En un sistema de telefonía móvil, es la estación que se encarga de controlar un grupo de estaciones base transceptoras (BTS), en relación con su potencia y las transferencias de llamadas en curso de una canal a otro, normalmente como resultado del movimiento de una estación móvil de una célula a otra.

### **Estación base transceptora**

Su función primordial es proporcionar a la estación base del sistema de telefonía móvil, la radiotransmisión y recepción. Puede contener uno o más transceptores para suministrar la capacidad requerida.

### **Estación móvil**

En los sistemas de radiotelefonía móvil es el equipo transportable, radioteléfono móvil o portátil, con el cual se desplaza el usuario de la red y que, dependiendo del sistema, permite una mayor o menor movilidad. Es la denominación habitual del teléfono móvil en el sistema GSM.

### **Estación móvil terrena**

Radio transmisor y/o receptor situado en un vehículo terrestre, barco o avión y utilizado para comunicaciones vía satélite

### **Estación terrena**

Es la que está formada por un equipo radiotransmisor/receptor con antena parabólica, que procesa las señales con los satélites de comunicaciones y en su caso,

### **F**

### **Frecuencia**

Número entero de períodos o ciclos alcanzados en la unidad de tiempo por una magnitud o fenómeno periódico (onda acústica o electromagnética). Es el valor inverso del período de una onda sinusoidal. Se expresa en hercios (Hz).



## **G**

### **GPRS**

(*General Packet Radio Service*). Es una red de conmutación de paquetes que está superpuesta a la red GSM. Basado en esta, permite una mayor velocidad de transmisión de datos (de hasta 50 kbits/sg) y posibilita a los terminales estar conectados permanentemente a la red..

### **GSM**

Sistema de naturaleza paneuropea que permite la itinerancia internacional. En 1983 en el seno de la CEOT (Conference Européenne des Postes et Telecommunications) se creó un grupo de trabajo denominado GSM (Groupe Special Mobile), con el mandato de especificar un sistema de telefonía m gran capacidad, con posibilidad de evolución para ir incorporando nue s, servicios y aplicaciones. La especificación de la Fase I del GSM concluyó en 1991 con los servicios de voz y las primeras redes se desplegaron inmediatamente.

Actualmente, la estandarización de la normativa del GSM paneuropeo compete al Comité Técnico del ETSI y las siglas GSM son también el acrónimo de Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

El sistema equivalente al GSM europeo, se denomina en EE.UU. "Personal Communications Network" PCN; y en Japón se denomina JDC "*Japanese Digital Cellular*".

## **H**

## **Hercio**

Unidad de medida de las oscilaciones acústicas y eléctricas, equivalente a un ciclo por segundo. El símbolo correspondiente es Hz.

## **I**

## **Interfaz**

Es un punto de una vía de comunicación que permite el intercambio de información entre dos dispositivos o sistemas y para el que se han especificado sus características físicas, eléctricas y el tipo de señales a intercambiar, así como su significado.

## **Interfaz Abis**

Interfaz utilizada en el sistema GSM de telefonía móvil que funciona a la velocidad de 2 Mbit/s, según la recomendación G.703 del ITU-T, antiguamente CCITT, y a través del cual se comunican las estaciones transceptoras (BTS) con las estaciones controladoras (BSC).

## **Interfaz Um**

Interfaz de radio que utiliza la estación móvil para comunicarse con la red GSM.

## **Itinerancia**

Es una característica de los sistemas de telefonía celular y que concretamente en el sistema GSM de telefonía móvil, permite a sus teléfonos móviles desplazarse entre redes de diferentes países o entre las de su propio país, sin perder la comunicación. En inglés se conoce habitualmente con el término "*Roaming*".

## **ITU**

Unión internacional de telecomunicaciones (*International Telecommunications Union*).

## **J**

### **Jerarquía de multiplexado.**

Escala de jerarquías:

- 1 grupo = 12 canales.
- 5 grupos (60 canales) = 1 supergrupo.
- 10 supergrupos (60 canales) = 1 mastergrupo (estándar EE.UU.).
- 5 supergrupos (30 canales) = 1 mastergrupo (estándar europeo del ITU-T, antiguamente CCITT).
- 6 mastergrupos EE.UU. = 1 jumbo grupo.

### **Jerarquía digital de multiplexado.**

Existen dos tipos de jerarquías en la transmisión digital de datos:

- Jerarquía digital plesiócrona
- Jerarquía digital síncrona.

### **Jerarquía digital plesiócrona.**

Es una estructura de jerarquía digital asumida por el ITU-T, antiguamente CCITT, en 1987, que permite el intercambio de información entre países con diferentes estándares. Hay diferentes procedimientos de multiplexado en Europa y en EE.UU.

En Europa:

- Señal digital básica a 64 Kbit/s.
- Primer nivel jerárquico a 2.048 Kbit/s (equivalente a 30 canales telefónicos).

- Segundo nivel jerárquico a 8 Mbit/s (equivalente a 120 canales telefónicos).
- Tercer nivel jerárquico a 34 Mbit/s (equivalente a 480 canales telefónicos).
- Cuarto nivel a 140 Mbit/s (equivalente a 1.920 canales telefónicos).

En EE.UU. :

- DS0 nivel digital 0 a 64 Kbit/s.
- DS1 (T1) nivel digital 1 a 1.544 Kbit/s (equivalente a 24 canales telefónicos).
- DS-1C (T1C) nivel digital 1º a 3.152 Kbit/s (equivalente a 48 canales telefónicos).
- DS2 (T2) nivel digital 2º a 6.312 Kbit/s (equivalente a 96 canales telefónicos).
- DS3 (T3) nivel digital 3º a 44 Mbit/s (equivalente a 672 canales telefónicos).

### **Jerarquía digital síncrona.**

Estándar europeo para transmisión digital a alta velocidad. Contiene las recomendaciones del ITU-T, antiguamente CCITT: G.707, G.708, G.709 y G.781, en las cuales se define una señal de multiplexado elemental STM-1 a 155.552 Kbit/s, base de la normalización de normas europeas y americanas de multiplexado. Equivale al estándar SONET de EE.UU.

**L**

### **Línea conmutada**

Circuito físico que se obtiene tras la fase de señalización en una llamada y que permanece activo solamente para la duración de ésta.

### **Línea directa**

Línea que da acceso a una estación telefónica sin que sea necesario seleccionar la dirección marcando un número, ni de ningún otro modo.

## **M**

### **Modulación**

Modificación de alguno de los parámetros que definen una onda portadora (amplitud, frecuencia, fase), por una señal moduladora que se quiere transmitir (voz, música, datos).

### **Modulación GMSK**

GMSK acrónimo de "Gaussian Minimun Shift Keying", es un método de modulación digital derivado de la modulación por desplazamiento de fase y que se utiliza en el sistema GSM de telefonía celular.

## **Móvil**

Entidad fija que conmuta llamadas hacia o desde teléfonos móviles como, por ejemplo, los que reciben un servicio de usuario de radio celular.

## **O**

### **Onda**

Oscilación periódica que se define por su amplitud, fase y frecuencia

## **P**

### **Picocélula**

Célula pequeña, con un radio típico inferior a 50m., que se encuentra situada normalmente en el interior de edificios cuya densidad de tráfico es de media a alta.

Soporta velocidades de estaciones móviles bajas y se dedica a servicios de banda ancha.

### **Planta**

Término general utilizado para describir el equipo físico de una red telefónica, que suministra servicios de comunicaciones.

### **Planta exterior**

Conjunto de equipos de una red privada o pública que están situados fuera de la central pública o privada. El límite se considera a partir del repartidor principal. Red de enlaces, líneas, etc.

### **Planta interior**

Conjunto de equipos de una red pública o privada que están situados dentro del edificio que contiene los equipos de conmutación, como la central pública incluyendo el repartidor principal.

### **PSTN**

Red telefónica conmutada pública (*Public Switched Telephone Network*)

### **PUK**

Número de control para determinados servicios de las terminales móviles.

### **R**

### **Radio Celular**

Sistema de transmisión alternativo al bucle de abonado que permite el acceso, vía radio de un abonado estacionario o móvil, a la central telefónica.

### **Red GSM**

Es una red de telefonía celular digital de ámbito europeo. La infraestructura básica de una red GSM, es similar a la de cualquier otra red de telefonía celular. El sistema dispone de una red de células de radio contiguas, que juntas dan cobertura completa al área de servicio. Cada célula tiene una Estación Base Transceptora (BTS) con un grupo de frecuencias diferente al de las células adyacentes. Las estaciones base transceptoras son controladas por el denominado Controlador de Estación Base (BSC) para el manejo de la potencia y conmutación de la llamada en curso. A su vez, un grupo de los controladores de estación base es servido por un Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC) el cual direcciona o encamina las llamadas hacia la red pública de conmutación telefónica (RTPC), la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), y otras redes de telecomunicaciones.

### **Red pública de telecomunicaciones**

La Unión Europea sobreentiende bajo este concepto, a la infraestructura pública de telecomunicaciones que permite la transmisión de señales entre los puntos de terminación de red, ya sea vía cable, radio, fibra óptica u otros medios electromagnéticos.

### **Red pública móvil terrestre**

Red de comunicaciones formada por un conjunto de centros de conmutación de servicios móviles dentro de un mismo plan de numeración y direccionamiento. El centro de conmutación de móviles es el interfaz entre la red fija y la red de móviles.

## **Repetidor**

Equipo que incluye esencialmente uno o varios amplificadores o regeneradores –o ambos- y dispositivos asociados; está insertado en un punto de un medio de transmisión con objeto de restituir a su estado de partida las señales atenuadas, debilitadas o deformadas en el curso de la propagación.

## **Retardo**

Se refiere al tiempo de espera entre dos sucesos, como el tiempo que transcurre desde que se transmite una señal hasta que se recibe. En comunicaciones vía satélite el retardo es un factor importante debido a la larga distancia que tienen que recorrer las señales.

## **Retardo de grupo**

Es la velocidad de cambio de fase de una señal con respecto a su frecuencia. Es muy importante este parámetro en transmisió

## **Ruido**

Cualquier interferencia o señal presente en un sistema de comunicaciones, distinta de la señal transmitida, que disminuye la inteligibilidad o la correcta recepción de la misma.

## **Ruta**

Conjunto de circuitos o de circuitos interconectados entre dos puntos de referencia de forma que el encaminamiento de una llamada por este conjunto está plenamente controlado desde el primer punto de referencia.



## **S**

### **SIM**

Módulo de identificación de inscripción (*Subscriber Identity Module*)

Servicio de Información Multimedia.

### **Subdivisión celular**

Método para aumentar la capacidad de un sistema celular mediante la subdivisión o partición de las células en dos o más células menores.

## **T**

### **Telefonía**

Es, en general, el tratamiento de la voz dentro de un determinado ancho de banda, de forma que una vez convertidos en señales eléctricas, analógicas o digitales, pueden ser transmitidas a cualquier distancia a través de un medio de transmisión apropiado.

### **Telefonía celular.**

Sistema de comunicaciones que utiliza radioteléfonos de baja potencia y en el que su espectro de frecuencias se distribuye entre pequeñas áreas geográficas denominadas células. El dimensionado de las células se rige por el principio de a mayor intensidad de tráfico, menor radio de las células.

## **Teléfono móvil**

Equipo telefónico portátil que tiene acceso bidireccional a la red telefónica pública, así como a otras estaciones telefónicas móviles, a través de una o más estaciones base.

En sentido estricto, es un radioteléfono susceptible de ser ubicado en un vehículo, avión, coche, barco, etc., y capaz de comunicarse con otros teléfonos móviles, portátiles o estaciones fijas, mientras se encuentran en movimiento. En el contexto de radio celular, móvil se refiere a un transmisor-receptor instalado permanentemente en un vehículo, a diferencia de un teléfono celular o portátil. Referido a una centralita o centro de conmutación móvil, significa una entidad fija que conmuta llamadas hacia o desde teléfonos móviles, por ejemplo, los que reciben servicio de un sistema de radio celular.

## **Tercera generación**

Nueva sociedad de las comunicaciones móviles. El servicio no estará limitado a las comunicaciones de voz y los servicios de valor añadido, como SMS o Internet vía WAP. El espectro y los servicios se ampliarán notablemente: videoconferencia, captación y envío de fotografías electrónicas con mensajes de voz, localización, etc.

## **Tráfico**

Es la cantidad de información (voz, datos, imágenes) transportada por una vía de comunicación. La intensidad de tráfico se mide en Erlang.

## **Transceptor**

Transmisor y receptor de radio combinados en un único equipo provisto de un sistema de conmutación que le permite trabajar alternativamente en emisión y recepción. Se

usa frecuentemente para servicio portátil o móvil. O bien para servicio de radioaficionados.

## **U**

### **UMTS.**

El Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) es el nombre que recibe en Europa la Tercera Generación de telefonía móvil (3G). El sistema permite un conjunto de servicios en su versión más evolucionada, acceso a la red de Internet y facilidades multimedia.

### **Usuario**

Entidad que utiliza un proceso o servicio de forma directa o indirecta. Puede tratarse de una persona, una máquina u otro

## **V**

### **Velocidad de transmisión**

Número de apariciones de un evento por unidad de tiempo.

## **W**

### **WAP**

(*Wireless Application Protocol*) Estándar abierto que permite ofrecer aplicaciones móviles avanzadas y acceso a los contenidos de Internet a los usuarios de teléfonos móviles.

## **WAP 2.0**

Basado en estándares de Internet que incluyen TCP y http, así como los componentes necesarios desarrollados específicamente para entornos Wireless, Wap 2.0 ofrece un sencillo pero potente menú de herramientas que permite un rápido desarrollo y un despliegue de multitud de servicios.

WAP 2.0 ha adoptado como lenguaje 'XHTML Basic', desarrollado por el Consorcio Mundial de Web (W3C) y que se utiliza para desarrollar los contenidos que unirán Internet y el mundo de la telefonía móvil. Además, WAP 2.0 incorpora el primer servicio de mensajería multimedia (MMS), desarrollado conjuntamente con 3GPP que permite a los usuarios enviar mensajes combinando imágenes sonidos y textos de forma similar a los enviados por los SM

## **Z**

### **Zona de cobertura**

Parte de la red de radiocomunicaciones móviles cubierta por una estación base dentro de la cual los móviles pueden ser alcanzados por el equipo de radio de dicha base.

## **ANEXOS**

## INSPECCION TECNICA PARA BTS (TSS)

LA CAREMELITA – ES539

### Tipo de Sitio

Marque la casilla que aplica:

- A: SITIO NUEVO**
- B: SITIO EXISTENTE**
- C: SITIO INDOOR**
- D: SITIO OUTDOOR**
- E: LISTO PARA LA INSTALACION DE EQUIPOS.** (Disponibilidad para la ubicación interna de la BTS, y no hay interferencia alguna que podría impedir la instalación inmediata de la BTS, Equipo de Energía, Equipos de Telecom y Sistema de Aterramiento.)
- F: MODIFICACIONES REQUERIDAS** para la caseta o cuarto de equipos y las antenas. (Interna para la BTS y servicios para la conexión o la BTS debe ser ubicada en el exterior y trabajos exteriores son requeridos.)

Fecha de Revisión: 18 de Noviembre 2008

## **RESUMEN DE LA INSPECCION al sitio**

El propósito de la visita ha sido el reconocimiento del sitio para comprobar si las instalaciones existentes se encuentran habilitadas para la instalación de los equipos NOKIA, procurando utilizar los recursos ya instalados en el sitio.

El sistema de Energía será suministrado por CLIENTE.

El acceso a este sitio es previa coordinación con la CLIENTE. El área de equipos será en un terreno al norte en al Localidad de La Carmelita .Es necesario realizar modificaciones para la instalación de los equipos GSM.

### **Modificaciones Propuestas**

1- Torre Autosoportada de 48.00 mts.

---

2.- Base para equipos Outdoor

---

3- Barras de tierra Cables RF, en la torre a 43.00, 15.00 y 3.00 mts.

---

4- Barra de tierra a la salida de equipos. (a 0.50 mts.)

---

5.- Panel AC

---

6.- Polos para antenas (Ver dibujo)

---

7.- Barra de tierra para Microwave en la torre 43.00 mts.

---

8.- Barras de tierra sobre las Rieles del Outdoor (mgb)

---

9.- Escaleras para cables a la salida de equipos, h=2.10

---

10.- Cerramiento Perimetral de 10.00 x 11.60 mts.

---

11.- Cuarto de Generador. 3.00 x 3.50 mts.

---

---

---

---

---

### INFORMACION DEL SITIO

Nombre del CLIENTE	_____	Dirección del Sitio:
Número de	_____	<b>CALLE LUIS CORDOBA, LOCALIDAD</b>
Contracto	_____	<b>DE BANDERAS.</b>
Número de	_____	_____
Nombre del Sitio:	<b>LACARMELITA</b>	_____
Número del Sitio:	<b>ES 539</b>	_____
Coordenadas del	<b>Longitud W: 79° 56' 51.4"</b>	<b>Latitud N: 00° 49' 39.5"</b>
Formato UTM:	<b>N: 91479,21</b>	<b>E: 617111,4</b>
<b>17 M</b>	_____	_____
Sistema de	_____	_____
Coordenadas:	<b>WGS-84</b>	_____

### *Acceso al Sitio*

### RUTA DE ACCESO AL SITIO

Marque una de las siguientes y añada una explicación cuando sea necesario en las líneas de notas al final de esta sección:



4 x 4 Exigido	<input checked="" type="checkbox"/>	Superficie bituminosa	<input type="checkbox"/>
Vereda de Peatones	<input type="checkbox"/>	Guijarro	<input type="checkbox"/>
Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Pavimento	<input type="checkbox"/>
Otro: El acceso es de Tierra			

### ACCESO EN EL SITIO

Marque una de las siguientes y añada una explicación cuando sea necesario en las líneas de notas al final de esta sección:

Elevador de Carga	<input type="checkbox"/>
Elevador de Pasajeros	<input type="checkbox"/>
Escaleras	<input type="checkbox"/>
Si hay escaleras, numero de escalones hasta el cuarto de equipos	N/A
Capacidad del Elevador (Peso máximo permitido en kgs):	N/A
Espacio en puertas de acceso (Alturas y anchos en mts):	N/A

### ESPECIFICACIONES DE LA SALA DE EQUIPOS

Tipo de Sala de

Equipos:

Largo (mts): 10.00

Ancho (mts): 11.60

Altura (mts): 3.50

Tipo de pared: Mampostería

Suelo elevado? Si   
No

Si es suelo elevado, altura del mismo desde el sub-suelo:

Suelo de concreto? Si   
No

Si es suelo de concreto, en que condiciones esta?

\*\* La estructura es propia o arrendada? Propia   
Alquilada

\*\* Información suministrada por CLIENTE

### ***Seguridad y Acceso al Sitio***

Vea el instructivo y datos de acceso para las llaves, requerimientos de notificación de entrada y instrucciones especiales de acceso proporcionadas por el cliente.

Hay siempre personal de seguridad en el sitio?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Esta el sitio cercado?.	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Se requiere escolta?.	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Se requieren llaves?.	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Otros:	

Se necesita solicitar acceso con anterioridad a la llegada al sitio?:

SI, por encontrarse dentro del solar del sueño.

---

---

### ASPECTOS DE SEGURIDAD

Registre todos los aspectos de seguridad encontrados en la visita, si la respuesta de alguna de las preguntas a continuación es "si", provea una descripción en la sección de comentarios, refiriendo a la letra de la pregunta en la tabla a la cual corresponda el comentario.

<b>A</b>	El sitio esta ubicado en un área conocida de alta peligrosidad?	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
<b>B</b>	El sitio es de fácil acceso?, hay riesgos de seguridad asociados puramente al acceso de la caseta/cuarto de equipos y/o a las antenas?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>C</b>	Está la caseta/cuarto de equipos ubicada en una terraza, si hay cornisa, posee ésta pasa manos protector o algo similar?	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
<b>D</b>	Si las antenas están instaladas en una torre, monopolo o estructura similar, posee esta una plataforma de trabajo que permita acceso seguro a las antenas o cables coaxiales?	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>E</b>	Si las antenas están instaladas el la fachada del edificio o terraza, se requiere de alguna forma de elevación aérea o colgadura para su acceso por parte del contratista?	<input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
<b>F</b>	El sitio tiene suficiente iluminación, tanto interior como exterior, para	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

	efectuar los trabajos como se tiene previsto?.	
Otros :		

### TIPO DE SITIO EXISTENTE

Marque los tipos de sitio existente, añadiendo descripciones donde sea necesario en la sección de notas en esta sección:

Caseta sobre Terreno	<input type="checkbox"/>
Exterior (Outdoor)	<input type="checkbox"/>
Caseta sobre Terraza	<input type="checkbox"/>
Temporal	<input type="checkbox"/>
Montaje en Pared	<input type="checkbox"/>
Otro:	

Esta el sitio co-habitado  
por otros equipos? Si  No

Si esta el sitio co-habitado, con quien? Que tipo de BTS?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Notas sobre el tipo del**

**sitio:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

---

***Lista de Equipos de RF Existente***

Especificaciones de la Radio Base existente?	Tipo:
	<input type="checkbox"/> TDMA
	<input type="checkbox"/> Otro
	<input type="checkbox"/> CDMA
Si es otra, describa:	
Frecuencia de los equipos existentes:	Frecuencia
	<input type="checkbox"/> 800 <input type="checkbox"/> 900
	<input type="checkbox"/> 1800 <input type="checkbox"/> 1900
	<input type="checkbox"/> otra: _____
Potencia de salida en punto del conector de alimentador de antena:	

**(Ver fotos en ANEXOS, "Fotos del Sitio")**

***Lista de Equipos Existentes***

Liste los equipos existentes en el sitio (BTS, Sistema de Fuerza, Baterías, etc.)

Equipo	Configuración	Versión


**Tipo de estructura de antenas existentes**

Marque los siguientes tipos de estructuras de antenas que corresponda a lo existente, añadiendo explicaciones donde sea necesario:

Tipo valla publicitaria	<input type="checkbox"/>	Monopolo	<input type="checkbox"/>
Encofrada	<input type="checkbox"/>	Postes en Terrazas	<input type="checkbox"/>
Monoposte	<input type="checkbox"/>	Torre autosoportada	<input type="checkbox"/>
Otra:			

Numero de sectores cubiertos por el sitio: \_\_\_\_\_

Numero de antenas por sector: \_\_\_\_\_

Numero de guías de onda por sector: \_\_\_\_\_

Especificaciones de antenas, rango de frecuencia: \_\_\_\_\_

\*\* MHAs Si  No

\*\* La torre soportará la carga de las antenas adicionales? Si  No

\*\* Listar las especificaciones de amplificación de cada antena en el sitio (incluir modelo de antena y inclinación para bajo de la antena):

Si el sitio es co-habitado, cuantos Mast Heads son usados?

## DISEÑO DE LA INSPECCION DEL SITIO

---

\*\* Información suministrada por el CLIENTE.

Marque uno de los siguientes, añadiendo descripciones donde sea necesario en la sección de notas en esta sección:

Plano/Dibujo proporcionado por El CLIENTE?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Bosquejo/Diseño creado por el equipo del CLIENTE en la visita?	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

Marque el diseño del sitio o desarrolle un bosquejo que ilustre los siguientes detalles. Marque cada uno de los detalles a continuación que hayan sido incluidos en el bosquejo:  <b>DETALLE</b>	<b>BOSQUEJO ELABORADO (MARQUE)</b>
Dimensiones de la caseta (interior), ubicación de la puerta y su dirección de apertura.	<input type="checkbox"/>
Ubicación propuesta de los gabinetes de BTS, distancias de	<input type="checkbox"/>

objetos adyacentes y paredes.	
Ubicación del equipos de energía, equipos de RF existentes, aires acond., barra principal de tierra y dimensiones de caja que sobresalgan de las paredes.	<input type="checkbox"/>
Identificación, ubicación y dimensiones de cualquier cosa ubicada en el suelo de la caseta y/o en el espacio arrendado por el CLIENTE.	<input type="checkbox"/>
Ubicación y dimensiones de todos los espacios libres en paredes desde el suelo hasta la bandeja porta cables.	<input type="checkbox"/>
Ubicación y dimensiones de todos los objetos que puedan interferir con el espacio libre para la altura de la BTS.	<input type="checkbox"/>
Se muestra los perímetros del área arrendada en el cuarto de equipos (si aplica)	<input type="checkbox"/>
Interferencias con la instalación o mantenimiento de la BTS.	<input type="checkbox"/>
En instalaciones exteriores (outdoor), provea la ubicación propuesta de la BTS, ubique los equipos exteriores existentes, dimensiones, y la ubicación y altura de cualquier objeto que pueda interferir en la instalación de la BTS y mantenimiento posterior.	<input type="checkbox"/>
Se muestran los accesos angostos (marcos de puertas bajo y pasillos, escalones o escaleras, escunas muy angostas, etc.)	<input type="checkbox"/>

Anote todos los trabajos en ejecución en el sitio al momento de la visita y el tiempo estimado de culminación de los mismos:



<b>Configuración de RF</b> <b>Propuesta para el Sitio</b> Configuración Propuesta (TRX)	2 + 2 + 2	# de Sectores	3
<b>Antena</b>	<b>Sector 1</b>	<b>Sector 2</b>	<b>Sector 3</b>
Tipo de Antena	742266	74266	74266
Altura de antena desde el suelo (mts)	48.00	48.00	48.00
Orientación de la antena (grados azimuth)	60°	140°	210°
Inclinación mecánica (grados)	0°	0°	0°
Inclinación eléctrica (grados)	4°	2°	4°
Diversidad (S/P)	P	P	P
MHA s	SI	SI	SI
Altura del Poste/polo (mts)	-	-	-
Tipo de guía de onda	7/8"	7/8"	7/8"
Longitud de guía de onda (mts)	58.00	58.00	58.00
Longitud de la escalerilla porta cable (mts)	58.00	58.00	58.00

ubicación de las antenas (P1,P2)	VER DIBUJO	VER DIBUJO	VER DIBUJO
----------------------------------	------------	---------------	------------

Número de Postes a ser instalados: \_\_\_\_\_

**Área de Cobertura**

Es el área de cobertura Interna o Externa?      Externa

Cuantos sectores tiene el sitio?      3 Sectores

Si el sitio tiene menos de tres sectores, describir la(s) razón(es) aparente(s). O sea, las interferencias bloquean la transmisión, hay población en esta área

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Equipo de BTS propuesto**

Marque todos los que apliquen de los siguientes, añadiendo descripciones donde sea necesario en la sección de notas en esta sección:

UltraSite Indoor	<input type="checkbox"/>	EmPower	<input type="checkbox"/>
UltraSite Outdoor	<input checked="" type="checkbox"/>	PowerOne	<input checked="" type="checkbox"/>
MetroSite	<input type="checkbox"/>	MetroSite BBU	<input type="checkbox"/>
MetroHub	<input type="checkbox"/>	Otro: (describa)	<input type="checkbox"/>

Donde Ud. Ha propuesto la ubicación de los equipos de BTS?

El sitio es un Terreno en la localidad de BANDERAS.

Marque uno de los siguientes, añadiendo descripciones donde sea necesario en la sección de notas en esta sección:

BTS dentro de cuarto de equipos con torre	<input type="checkbox"/>
BTS dentro de caseta (en suelo)	<input type="checkbox"/>
BTS dentro de caseta (en terraza)	<input type="checkbox"/>
BTS Outdoor en placa de concreto	<input type="checkbox"/>
BTS Outdoor en plataforma (metálica u otra)	<input checked="" type="checkbox"/>

BTS Outdoor en terraza	<input type="checkbox"/>
Antenas montadas en techo	<input type="checkbox"/>
Otros: El sitio es un Terreno en la localidad de San Rafael, provincia de Esmeraldas.	

## INSPECCION DE CASETA / SALA DE EQUIPOS

### ***Estado de la Caseta***

Registre comentario en los espacios siguientes o en la sección de notas.

Esta la caseta / cuarto de equipos sellado contra aguas?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Esta la caseta / cuarto de equipos segura?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hay aire Acondicionado?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si hay aire Acondicionado, registre la capacidad y el fabricante:	N.A.
Hay sistema de calefacción?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si hay sistema de calefacción, registre la capacidad y el fabricante	N.A.
Hay controlador de temperatura?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hay controlador de humedad?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hay cuadro de distribución de alarmas externas?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Que tipo de cuadro de distribución de alarmas externas?	N.A.
Están las alarmas externas propiamente identificadas?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hay suficiente espacio en la ventanilla pasa cable?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Que tipo de Ventanilla pasa cables hay?	N.A.

**Notas sobre la Caseta / Sala de**

**Equipos:**

---

---

---

**INSPECCION SISTEMA DE ATERRAMIENTO**

Cuantos espacios hay disponibles en la barra principal de aterramiento?

\_\_\_\_\_

Que tipo de terminales se pueden fijar en la barra?	Un Orificio <input type="checkbox"/> Dos Orificios <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
Esta el reporte suministrado de resistividad de la barra actualizado, vigente y verificable?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

**Notas sobre la inspección del sistema de aterramiento:**

---

---

---

---

## INSPECCION SISTEMA DE ENERGIA

### *Energía AC*

Está el tablero principal de distribución ubicado dentro de la caseta / cuarto de equipos del CLIENTE?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Registre la capacidad de voltaje y el fabricante del tablero de distribución:	
Registre el tamaño del tablero principal de distribución (amps):	
Registre el número de espacios disponibles para interruptores:	
Registre el número y tamaño de los interruptores en posición "encendido":	
Registre el número y tamaño de los interruptores en posición "apagado":	
Si la caseta / cuarto de equipos esta ubicada en un edificio, hay un interruptor principal en la caseta / cuarto de equipos del CLIENTE?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hay tomacorrientes disponibles de 120 VAC para el uso de herramientas y/o equipos de pruebas?	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

**Notas de la inspección del sistema de energía:**

---

---

---

---

---

**(Ver fotos en ANEXOS, "Fotos del Sitio")**

## 7.2 Energía DC

El panel de distribución está ubicado en el interior de la sala de abrigo o equipo del Cliente?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Si cualquiera parte del sistema de distribución de energía (disyuntor principal, panel de distribución, etc.) no estén ubicados en el interior de la sala de abrigo o equipo del Cliente, describir donde están en la sección de notas y con dibujos.	
Registrar tamaño del panel de distribución principal (AMPS):	
Registrar capacidad de voltaje & fabricante de rectificador:	
Mensurar y registrar carga de DC de la configuración existente:	
** Registrar el tamaño de la carga máxima de DC del equipo existente.	
** Registrar estimativa de la expansión máxima del rectificador	
Registrar número de entalles de disyuntor (Boradaciones aún disponibles):	
Registrar número y tamaño de disyuntores en la posición "On":	
Registrar número y tamaño de disyuntores en la posición "Off":	
Si el programa de atribución del disyuntor esté disponible, asegurarse de sacarle fotos. Verificase las fotos y asegurase que el programa está legible. Caso negativo, describir el programa del disyuntor en la sección de notas y con dibujo..	
Tipo de Batería:	
Número de tiras de batería en serie:	
Hay un generador en el sitio?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

\*\* Información provista por el CLIENTE

**Notas sobre Levantamiento de Energía:**

---

---

---

**(VER FOTOS EN ANEXOS "FOTOS DEL SITIO")**



## INSPECCIÓN DE OBRAS CIVILES/ESTRUCTURA

Cuáles son los elementos estructurales del sistema de piso, como tierra, losa, concreto reforzado

Cuarto de equipos:

Exterior:

Es necesario una escalerilla adicional? Caso positivo, explicar en la sección de notas.	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
Fue encontrado algún daño en el sitio, caseta, torre, etc.? Caso positivo, describir en la sección de anexo "Fotografías del sitio".	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

**(Ver fotos en ANEXOS, "Fotos del Sitio")**

### ***Trabajos adicionales de Obras Civiles***

1- Torre Autosoportada de 48.00 mts.

2.- Base para equipos Outdoor

3- Barras de tierra Cables RF, en la torre a 43.00, 15.00 y 3.00 mts.

4- Barra de tierra a la salida de equipos. (a 0.50 mts.)

5.- Panel AC

6.- Polos para antenas (Ver dibujo)

7.- Barra de tierra para Microwave en la torre 46.00 mts.

8.- Barras de tierra sobre las Rieles del Cateno. (m.gb)

9.- Escaleras para cables a la salida de equipos, h=2.10

---

10.- Cerramiento Perimetral de 10.00 x 11.60 mts.

---

11.- Cuarto de Generador. 3.00 x 3.50 mts.

---

---

---

---



## HISTORIAL DE REVISIONES DEL DOCUMENTO

DATE	VERSION	EDITOR	CHANGE NOTICE NUMBER/NOTES
			Customised for CLIENTE
			Customised for CLIENTE

## ANEXOS

### FOTO DEL SITIO.



## BIBLIOGRAFIA

- (1) **REDL, Siegmund M.A** Introduction to GSM.Boston- EEUU. Artech House Publisher, 1995. pp. 225-360.
- (2) **GARG, VIJAY.K.,JOSEPH,E.,** Principles & Applications of GSM. California-EEUU. Prentice –Hall PTR,1999 . pp .235-473.
- (3) **MEHRLTRA,A,.**GSM Systems Engineering.Boston- EEUU. Artech House Publisher. 1996. pp .55-89.
- (4) El portal de las telecomunicaciones.Espana.  
[http://telecom.iespana.es/telecom/telef/cellular\\_tech.htm](http://telecom.iespana.es/telecom/telef/cellular_tech.htm)  
20080514
- (5) Informacion tecnica .GSM Spain, Espana.  
[http://www.gsmSpain.com/info\\_tecnica/egprs/evolution.php](http://www.gsmSpain.com/info_tecnica/egprs/evolution.php)  
20080117
- (6) GSM World News 2008.GSM Association  
[http://www.gsmworld.com/news/press\\_2008/press\\_realeasses\\_0.shtml](http://www.gsmworld.com/news/press_2008/press_realeasses_0.shtml)  
20080326

**(7)GARG, VIJAY,K.**. Wireless Network Evolution 2G to 3G.California-  
EEUU.Prentice –Hall PTR, 2002. pp. 60-134