

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL
CARRERA PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TERCERA
GENERACIÓN EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA - HUANCAMELICA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ROLDÁN NORIEGA, ANGEL ALEXANDER

Villa El Salvador

2016

DEDICATORIA

A mi madre

Ella que dedico toda su vida para guiarme por el buen camino, otorgándome siempre su apoyo en todo momento, aconsejándome en los buenos y malos momentos, brindándome siempre su amor incondicional.

A mi familia y amigos

A todos ellos que siempre estuvieron ahí brindándome todo su apoyo y consejos para seguir adelante a pesar de los obstáculos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado y protegido a lo largo de mi carrera, brindándome una vida llena de aprendizaje y experiencias.

A mi madre, Roma Mallela Noriega Corrales, por protegerme e inculcarme buenos valores, brindándome una buena educación, por ser un ejemplo a seguir como persona y como profesional.

A mi tía, Maritza Grimalda Noriega Corrales, que es mi segunda madre, siempre brindándome sus sabios consejos y su apoyo en todo momento que lo necesite.

A mi familia y amigos, por todo su apoyo y motivarme a seguir adelante a pesar de todas las adversidades, dificultades y obstáculos que tuve en frente.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	01
 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	04
1.2. Justificación del Problema.....	05
1.3. Delimitación del Proyecto.....	05
1.3.1. Conceptual y Teórico.....	05
1.3.2. Espacial.....	06
1.3.3. Temporal.....	06
1.4. Formulación del Problema.....	06
1.4.1. Problema General.....	06
1.4.2. Problemas Específicos.....	07
1.5. Objetivos.....	07
1.5.1. Objetivo General.....	07
1.5.2. Objetivos Específicos.....	07
 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.2.1. Evolución de la Tecnología Móvil.....	12

A.	Primera Generación.....	12
B.	Segunda Generación.....	13
C.	Tercera Generación.....	15
D.	Cuarta Generación.....	16
2.2.2.	Historia del UMTS.....	17
2.2.3.	Tecnología Móvil.....	22
2.2.4.	Arquitectura de la red UMTS.....	25
A.	Equipo de Usuario (UE).....	26
B.	UTRAN (UMTS Red de Acceso de Radio).....	28
1.	Sistema de Red de Radio (RNS).....	30
2.	Controladores de Red de Radio (RNC).....	30
3.	Nodo B.....	32
C.	Núcleo de Red (Core Network – CN).....	35
2.2.5.	Tecnología UMTS.....	37
A.	WCDMA.....	37
1.	Código de Ensanchamiento.....	39
2.	Chips.....	39
3.	Símbolos.....	40
4.	Factor de Ensanchamiento.....	41
5.	Canales Radioeléctricos.....	42
B.	HSDPA.....	45
1.	Tipos de Modulación.....	47
2.	Tasa de transferencia en el enlace Descendente.....	49

2.2.6.	Servicios proporcionados por UMTS.....	49
A.	Servicios Portadores.....	50
1.	Transferencia de Información.....	51
2.	Calidad de Información.....	52
B.	Teleservicios.....	52
1.	Acceso a Internet.....	53
2.	Requerimiento de Desempeño.....	54
2.2.7.	Seguridad en UMTS.....	58
2.2.8.	Regiones del mundo con Bandas de Frecuencias.....	59
A.	Región N° 01 (XR1).....	60
B.	Región N° 02 (XR2).....	61
C.	Región N° 03 (XR3).....	61
2.2.9.	Disposición y atribución de frecuencias de Telefonía móvil.....	63
2.2.10.	Bandas asignadas por el Estado Peruano.....	64
2.3.	Marco Conceptual.....	66

CAPITULO III: IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONIA MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA - HUANCVELICA

3.1.	Análisis de la red de telefonía móvil de Tercera Generación.....	72
3.1.1.	Descripción del Proyecto.....	72
3.1.2.	Distrito de Ahuaycha.....	74

A.	Ubicación geográfica.....	75
B.	Relaciones económicas.....	76
3.2.	Construcción de la red de telefonía móvil de Tercera Generación.....	76
3.2.1.	Estudio Técnico del Sitio (TSS).....	76
A.	Estudio en Sala.....	76
1.	Energía.....	77
2.	Espacio.....	80
3.	Transmisión.....	81
B.	Estudio en Torre.....	82
1.	Torre.....	82
2.	Soportes libres.....	83
3.	Espacio en escalerilla vertical.....	83
3.2.2.	Listado de equipos a utilizar.....	84
A.	Unidad Principal Remota / MU - RBS 6601.....	84
B.	Transceptores ópticos SFP.....	85
C.	Unida de Radio Remota / RRU.....	86
D.	Antenas sectoriales.....	87
3.2.3.	Listado de material a utilizar.....	88
A.	Cable de energía DC.....	88
B.	Fibra óptica.....	89
C.	Feeder 1/2".....	89
D.	Clamp para RF.....	90

3.2.4.	Instalación e implementación de la red de Tercera Generación.....	91
A.	Instalación en Torre.....	92
1.	Instalación de Antenas.....	92
2.	Instalación de RRU'S.....	94
3.	Instalación y vulcanizado de jumper's.....	94
4.	Instalación de la energía en la RRU.....	95
5.	Instalación de la fibra óptica en la RRU.....	97
6.	Grapeado de la energía y la fibra óptica.....	98
7.	Aterramiento de antenas y RRU'S.....	99
8.	Azimut, til mecánico, til eléctrico.....	100
9.	Etiquetado de los sectores.....	100
10.	Vista panorámica.....	102
B.	Instalación en Sala.....	103
1.	Instalación de la MU / RBS 6601.....	103
2.	Energizado de equipos en la caja by pass.....	105
3.3.	Revisión y consolidación de resultados.....	105
3.3.1.	Fotos finales de instalación.....	105
3.3.2.	Ventajas de la red UMTS en el distrito de Ahuaycha.....	108
CONCLUSIONES.....		110
RECOMENDACIONES.....		112

BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	117
ANEXO N° 01.....	118
Planos de distribución de equipos instalados dentro de la EBC AHUAYCHA	
ANEXO N° 02.....	122
Ficha técnica de la antena sectorial	
Marca: AMPHENOL / Modelo: C BXD 65806580 - M	
ANEXO N° 03.....	125
Ficha técnica de la Unidad de Radio Remota	
Marca: ERICSSON / Modelo: KRC 118 70/3	
ANEXO N° 04.....	129
Ficha técnica de la Unidad Principal Remota	
Marca: ERICSSON / Modelo: RBS 6601	
ANEXO N° 05.....	132
Ficha técnica del Transceptor Óptico	
Marca: ERICSSON / Modelo: RHD 102 47/2	

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 2-1: HANDIE TALKIE H12-16, fabricado por MOTOROLA.....	12
FIGURA 2-2: NTM 450 fabricado por ERICSSON (izquierda) DYNATAC 8000X fabricado por MOTOROLA (derecha).....	13
FIGURA 2-3: R380S – GSM, fabricado por ERICSSON.....	14
FIGURA 2-4: MOTOROLA G X1032T, fabricado por MOTOROLA.....	16
FIGURA 2-5: MOTO X, fabricado por MOTOROLA.....	17
FIGURA 2-6: Línea de tiempo con la evolución cronológica de la tecnología UMTS.....	21
FIGURA 2-7: Proceso de una llamada celular.....	22
FIGURA 2-8: Microceldas y macroceldas de telefonía celular.....	24
FIGURA 2-9: Arquitectura de una red UMTS.....	26
FIGURA 2-10: Arquitectura de un equipo de usuario.....	27
FIGURA 2-11: Arquitectura de una red UTRAN.....	28
FIGURA 2-12: Interfaces de la RNC.....	31
FIGURA 2-13: Interfaces del NODO B.....	33
FIGURA 2-14: Estructura física del NODO B.....	34
FIGURA 2-15: Esquema básico del CORE NETWORK de UMTS.....	35
FIGURA 2-16: Ancho de banda de WCDMA.....	38
FIGURA 2-17: Canales radioeléctricos de WCDMA y la relación entre ellos.....	43
FIGURA 2-18: Modulación QPSK y modulación 16 QAM.....	48
FIGURA 2-19: Servicios básicos soportados por una PLMN.....	50

FIGURA 2-20: Atribución de bandas de frecuencias para regiones del mundo.....	60
FIGURA 2-21: Rango y disposición de bandas de frecuencia.....	63
FIGURA 3-1: Frontis de la EBC AHUAYCHA.....	74
FIGURA 3-2: Plano satelital del distrito de AHUAYCHA.....	75
FIGURA 3-3: Gabinete de la marca HUAWEI dentro de LA EBC AHUAYCHA...	77
FIGURA 3-4: Módulos rectificadores dentro del gabinete HUAWEI.....	78
FIGURA 3-5: Breackers disponibles para energizar la RED UMTS.....	78
FIGURA 3-6: Breacker de 63 A para energizar la RED UMTS.....	79
FIGURA 3-7: Caja BY PASS para energizar LA RED UMTS.....	79
FIGURA 3-8: Lugar para rackear la UNIDAD PRINCIPAL REMOTA.....	80
FIGURA 3-9: Espacio en escalerilla existente.....	81
FIGURA 3-10: Plataforma de radio microondas, OPTIX RTN 905.....	81
FIGURA 3-11: Torre de la EBC AHUAYCHA.....	82
FIGURA 3-12: Soportes libres para los tres sectores.....	83
FIGURA 3-13: Espacio disponible para la ENERGÍA y la F.O.....	84
FIGURA 3-14: UNIDAD PRINCIPAL REMOTA – RBS 6601.....	85
FIGURA 3-15: Transceptor óptico SFP.....	86
FIGURA 3-16: UNIDAD DE RADO REMOTA / RRU.....	87
FIGURA 3-17: Patrón de radiación de una antena sectorial.....	88
FIGURA 3-18: Antena sectorial.....	88
FIGURA 3-19: Latiguillo de fibra óptica.....	89
FIGURA 3-20: FEEDER DE ½ “ – jumper de antena.....	90

FIGURA 3-21: Clamp para RF (Energía y Fibra Óptica).....	90
FIGURA 3-22: Diagrama de instalación de una red UMTS.....	91
FIGURA 3-23: Etiqueta de antena sectorial.....	93
FIGURA 3-24: Izaje de la antena en la EBC AHUAYCHA.....	93
FIGURA 3-25: Izaje de la RRU (izquierda) / Anclaje de la RRU (derecha).....	94
FIGURA 3-26: Jumpers entre antena y RRU (izquierda)	
Puerto en la banda DE 850 MHZ (derecha).....	95
FIGURA 3-27: Conector de energía de la RRU y sus partes (izquierda)	
Cable de energía BLANCO y NEGRO (derecha).....	96
FIGURA 3-28: Peinado del cable de ENERGÍA sobre la estructura.....	97
FIGURA 3-29: Conectorizado de la FIBRA ÓPTICA en la RRU.....	98
FIGURA 3-30: Grapeado de la FIBRA ÓPTICA y la ENERGÍA.....	98
FIGURA 3-31: Aterramiento de la RRU (izquierda)	
Aterramiento de la antena (derecha).....	99
FIGURA 3-32: Barra de aterramiento de los equipos.....	100
FIGURA 3-33: Etiquetado total del SECTOR 1.....	101
FIGURA 3-34: VISTA PANORÁMICA de cada sector.....	102
FIGURA 3-35: Instalación de la RBS 6601.....	103
FIGURA 3-36: Cable de TX entre la RBS 6601 y la radio OPTIX RTN 905.....	104
FIGURA 3-37: Etiquetados de la RBS 6601.....	104
FIGURA 3-38: Caja BY PASS de la red UMTS.....	105
FIGURA 3-39: FOTOS PANORÁMICAS en sala.....	106
FIGURA 3-40: FOTOS PANORÁMICAS en torre.....	107

LISTADO DE TABLAS

TABLA 2-1: Relación de símbolos de la modulación QPSK.....	40
TABLA 2-2: Relación de símbolos de la modulación DUAL QPSK.....	41
TABLA 2-3: Relación entre factor de ensanchamiento, símbolos y velocidad de transmisión para el UPLINK.....	41
TABLA 2-4: Relación entre factor de ensanchamiento, símbolos y velocidad de transmisión para el DOWNLINK.....	42
TABLA 2-5: Comparación entre los distintos canales de transporte utilizados para la transmisión, incluyendo el HS-DSCH para HSDPA.....	47
TABLA 2-6: Límites para el tiempo de transmisión.....	55
TABLA 2-7: Clases de requerimientos y servicios.....	57
TABLA 2-8: Tecnologías según el operador en el ESTADO PERUANO.....	64
TABLA 2-9: Rango de frecuencias en la BANDA 850 MHZ.....	64
TABLA 2-10: Rango de frecuencias en la BANDA 900 MHZ.....	65
TABLA 2-11: Rango de frecuencias en la BANDA 1900 MHZ.....	65
TABLA 2-12: Rango de frecuencias en la BANDA AWS.....	65
TABLA 3-1: Estación base asignada por TELEFÓNICA DEL PERU en el distrito DE AHUAYCHA.....	73
TABLA 3-2: Metraje de los materiales a utilizar.....	91
TABLA 3-3: Listado de datos a ingresar en los sectores.....	100

INTRODUCCIÓN

El ser humano desde la antigüedad siempre busco una forma de comunicarse con sus semejantes, comenzando por los sonidos onomatopéyicos hasta llegar a la articulación de las palabras, pero no solo decidió quedarse ahí, siempre buscaba más, creando diferentes formas de comunicarse a distancia con los suyos.

Es ahí el comienzo de un concepto llamado “telecomunicaciones” (comunicación a distancia), proveniente del prefijo griego *tele* “distancia” y del latín *comunicare*, esto consisten en transmitir un mensaje desde un punto a otro pudiendo ser señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Principalmente nos enfocaremos en las telecomunicaciones inalámbricas que con el transcurrir de los años han evolucionado considerablemente desde las redes celulares GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, y hoy en día ha llegado hasta el LTE; actualmente muchas personas prefieren utilizar la telefonía móvil en comparación con la telefonía fija.

UMTS (Servicios Universales e Telecomunicaciones Móviles) es un sistema de implementación europea de telefonía móvil de tercera generación, actualmente esta tecnología que definida por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), utilizando un nuevo procedimiento de transmisión de datos inalámbrico entre el

teléfono móvil y la estación base, el objetivo de UMTS es proporcionar un servicio orientado para transmitir video, texto, voz digital y tasas de transferencia de datos de multimedia a 2Mbps.

Pero para mejorar estos servicios y alcanzar un ancho de banda mayor que el UMTS, se ha estandarizado una evolución tecnológica llamada HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), que realizando una pequeña comparación se puede decir que EDGE es a GSM, como HSDPA es a UMTS; esta tecnología actúa con una actualización de las infraestructuras de radios existentes, consiguiendo velocidades por encima de los 2 Mbps pudiendo llegar hasta los 14.4 Mbps (en teoría), con esta tecnología acortamos las latencias de red y los tiempos de respuesta serán mejores; además será posible el uso de Internet Móvil, con el cual la persona ya no necesitará estar en un solo lugar para disponer de internet, sino que bastará que este dentro de la zona de cobertura.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este primer capítulo, se plantearán los problemas que motivaron para la realización de este proyecto. Primero, se presentará una descripción de la realidad problemática del lugar designado para la ejecución de este proyecto; segundo, se plantearán los diversos objetivos que se quieren alcanzar con la implementación de este proyecto; posteriormente, se pasará a presentar la justificación del problema en estudio; para finalmente, evaluar ciertas limitaciones que se presentaron en la implementación del proyecto.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El distrito de Ahuaycha es una provincia de Tayacaja, ubicado en el departamento de Huancavelica, cuenta con una extensión de 90.96 km² y ubicado a una altura de 3264 msnm.

Actualmente el distrito de Ahuaycha solo cuenta con telefonía móvil de segunda generación con tecnología GSM, la cual ofrece un servicio de baja calidad con funciones muy limitadas como por ejemplo: el buzón de voz, mensajería corta, transmisión de datos con velocidades bajas, mala calidad de voz.

La implementación de una telefonía móvil de tercera generación con tecnología UMTS surge con el propósito de incrementar, modernizar y renovar los servicios ofrecidos por la tecnología anterior (GSM); con esta nueva tecnología se logrará una mejora en la calidad de servicio, aumentando la velocidad de transmisión de datos, mejorando el servicio de mensajería y buzón de voz, así como el nuevo servicio de navegación móvil por internet, dando lugar a la aparición de diversas aplicaciones para el usuario como por ejemplo audio y video en streaming.

Esto nos lleva a que la nueva tecnología UMTS posee la disponibilidad suficiente para acoger un amplio espectro de nuevas y diversas funciones; teniendo en cuenta que el número de teléfonos móviles con la capacidad de navegación y multimedia es superior a las computadoras personales e incluso superior al número de líneas de telefonía fija existente en el lugar; todo esto para brindar una mejora del servicio en el menor tiempo posible a los usuarios del distrito de Ahuaycha.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Implementando una nueva red de telefonía móvil de tercera generación en el distrito de Ahuaycha, la población contará con una mejora en la calidad de servicio y nuevas aplicaciones como el servicio de multimedia, transferencia de imágenes, video y audio, con velocidades más altas de navegación por internet.

Todo esto les permitirá a los usuarios estar más conectados con lo que sucede a nivel nacional y mundial desde un equipo móvil en escasos segundos.

1.3. DELIMITACIONES DEL PROYECTO

1.3.1. CONCEPTUAL Y TEÓRICO

Este proyecto se basa en la teoría de los equipos a utilizar durante el proceso de implementación de una red de tercera generación UMTS,

comenzando con los equipos que se instalan en sala y su funcionamiento; y de los equipos instalados en torre y su funcionamiento.

Respetando todo el protocolo de funcionamiento y normas de seguridad reglamentadas para evitar inconvenientes y retrasos a la hora de instalación.

1.3.2. ESPACIAL

Esta implementación se desarrolla en el departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja, distrito de Ahuaycha. La estación base esta designada por TELEFÓNICA DEL PERÚ.

1.3.3. TEMPORAL

Este trabajo de investigación se desarrolló en el periodo de Febrero del 2015 hasta Agosto del 2015.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿Se podrá implementar una nueva red de telefonía móvil, basada en la tecnología móvil de Tercera Generación, en el distrito de Ahuaycha - Huancavelica?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- Existirá algún tipo de estudio de campo dentro de la EBC Ahuaycha, previo a la instalación de la red de telefonía móvil.
- Cuál será el procedimiento adecuado para la instalación y configuración de los nuevos equipos dentro de la EBC Ahuaycha, para la nueva red de tercera generación.
- Que nuevos beneficios conseguirá la población del distrito de Ahuaycha con la instalación de la nueva red de tercera generación en comparación con la red de telefonía ya existente.
- Cuál será el impacto ambiental que ocasionará la instalación de esta nueva red hacia la población del distrito de Ahuaycha.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar y proveer al distrito Ahuaycha una nueva red de telefonía móvil basada en la tecnología de tercera generación.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y plantear los requerimientos necesarios e indispensables para la instalación de los nuevos equipos.

- Organizar, desarrollar y ejecutar los procedimientos adecuados para poder llevar a cabo la instalación y configuración de los equipos de la red de tercera generación.
- Comparar y evaluar los beneficios que traerá esta nueva tecnología celular en comparación con la tecnología anterior, al distrito de Ahuaycha.
- Investigar e identificar cuál es el verdadero impacto ambiental que ocasiona la instalación de esta nueva red hacia la población del distrito de Ahuaycha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Actualmente en el distrito de Ahuaycha existe una demanda por parte de los usuarios, de esta manera acá existe un crecimiento en las telecomunicaciones, ya que no se dan abasto con un equipo de telefonía fija; sino que necesitan un equipo de telefonía móvil.

En este segundo capítulo, se presentan algunos antecedentes previa a mi investigación, también se desarrollará el marco teórico para que el lector pueda entender mejor este proyecto.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A medida de mi investigación, encontré algunos temas de Tesis, que me sirvieron para aclarar y profundizar el presente trabajo.

- Odalys Juliette Revilla Apac (2011) **DISEÑO DE UNA RED HSDPA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO** “La presente tesis consiste en el diseño de una red HSDPA para la ciudad de Huancayo; al tener un alto crecimiento económico hace que las empresas comiencen a invertir en ella. En el caso de empresas que desplegaron su red HSDPA ofreciendo servicio 3G hasta ahora sigue teniendo muy buena acogida por parte de los usuarios, esto quiere decir que si una nueva operadora entra con servicios 3G ofreciendo planes con precios promocionales para poder adquirir posicionamiento en el mercado tendría muy buena aceptación.”

- Francisco Antonio Villalobos Cruz, Santiago René Ortega Romero, René Javier Andrade Mora (2010) **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED UMTS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.** “La presente tesina plantea la factibilidad de implementar una red UMTS en la ciudad de Guayaquil, con la necesidad de cubrir la demanda de servicios avanzados de telecomunicaciones; los parámetros de análisis económicos como lo son el VAN y TIR, revelan la viabilidad de implementar una red UMTS en la ciudad de Guayaquil, dado a la variedad de servicios y ventajas que ofrece la red UMTS. Que el valor aproximado

de usuarios por celdas se estima en 132 (User/cell), lo que implica que para una radiobase trisectorial como las que se han considerado en este estudio de factibilidad de implementación de la red UMTS sería de manejar más de 400 usuarios en lo que respecta al servicio de voz. Que la cantidad aproximada de usuarios debe ser menor al número de usuarios máximo que es capaz de soportar una celda para que el sistema pueda funcionar en condiciones óptimas para evitar que grandes interferencias lo inhabiliten.”

- Miguel Romero Zevallos (2009) **“DISEÑO PARA UNA RED HSPDA PARA LA CIUDAD DE AREQUIPA.** “El presente trabajo consiste en realizar el diseño de una red de tercera generación para la ciudad de Arequipa; la utilización de una red HSDPA para el diseño de la red de tercera generación es suficiente como para abastecer de servicio a nuestro mercado, despreciando el hecho de que se tiene una red móvil de segunda generación ya desplegada. El desarrollo de solo la red de acceso en una red de tercera generación nos ayuda a reducir nuestros costos de inversión y así tener mejores valores en nuestros indicadores económicos. De acuerdo con nuestro análisis económico, la realización de este proyecto de tesis es rentable desde todo punto de vista, los indicadores económicos como VAN, TIR y el periodo de recupero, son favorables inclusive proponiendo un porcentaje de atención del 70% de nuestra proyección.”

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL

A. PRIMERA GENERACIÓN

En los años 1970 fue introducida la Primera Generación de redes móviles (1G); a estos sistemas se les conocían como *cellular*, en inglés, pero luego el término fue reducido a *cell* en referencia al método que se utilizaba para entregar las señales entre una torre y otra. La señal de los celulares estaba basada en sistemas de transmisión análogos, y los dispositivos 1G eran relativamente menos pesados y costosos que dispositivos anteriores; ya existían equipos celulares antes del nacimiento de la 1G, pero estos teléfonos “móviles” estaban restringidos por su limitada movilidad y mal servicio, también eran muy pesados y extremadamente caros.



FIGURA 2-1: HANDIE TALKIE H12-16, FABRICADO POR MOTOROLA

FUENTE: “EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL: 1G, 2G, 3G, 4G” [VAL2011]

Algunos de los estándares más famosos que surgieron con esta tecnología fueron:

- Sistema Telefónico Móvil Avanzado (AMPS)
- Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS)
- Telefonía Móvil Nórdica (NMT)

Con la aparición de la red 1G el mercado de teléfonos móviles creció entre un 30% y 50% anualmente, y el número de suscritos mundiales alcanzó aproximadamente 20 millones para el año 1990.



FIGURA 2-2: NTM 450 FABRICADO POR ERICSSON (izquierda)
DYNATAC 8000X FABRICADO POR MOTOROLA (derecha)

FUENTE: "MOTOROLA DYNATAC: EL PRIMER TELÉFONO MÓVIL LLEGÓ AL MERCADO HACE 30 AÑOS" [VEL2014]

B. SEGUNDA GENERACIÓN

A inicios de los años 1990 se introdujeron al mercado los teléfonos 2G con el despliegue de la tecnología GSM (Sistema Global para las

Comunicaciones Móviles), este utiliza modulación digital para mejorar la calidad de la voz, pero los servicios que ofrece la red son limitados.

Mientras la demanda por los celulares aumentaba, los proveedores de 2G continuaban mejorando la calidad de transmisión y la cobertura. Estos también comenzaron a ofrecer servicios adicionales, como fax, mensajes de textos y buzón de voz.

Una fase intermedia conocida como 2.5G fue introducida a finales de los 90'; esta fase utilizaba el estándar GPRS, el cual permitía a los usuarios enviar datos con imágenes y/o gráficos. La importancia de este servicio creció conjuntamente con el desarrollo del Internet y los Protocolos de Internet (IP). La red EDGE es un ejemplo de tecnología 2.5G, sin esta red los Smartphone no existirían, incluyendo los Blackberry.



FIGURA 2-3: R380S – GSM, FABRICADO POR ERICSSON

FUENTE: "ERICSSON R380: EL PRIMER SMARTPHONE EXITOSO" [PLA2011]

C. TERCERA GENERACIÓN

La revolución del 3G permitió a los usuarios el uso de aplicaciones de audio, imágenes y vídeo, a través del 3G es posible ver vídeo en streaming (en tiempo real, sin que el vídeo se detenga) y hacer uso de las vídeo-llamadas, aunque realmente ya en la práctica este tipo de actividades se ven restringidas por los cuellos de botella en la red y el alto uso exagerado de esta red por parte los usuarios.

Uno de los principales objetivos del 3G era estandarizar las redes en un único protocolo de red global, en vez de utilizar los diferentes estándares que fueron adoptados anteriormente en Europa, Estados Unidos, y otras regiones. El 3G puede ofrecer velocidades hasta 2 Mbps, pero sólo bajo las mejores condiciones pero en espacio abiertos como por ejemplo en la carretera, el ancho de banda puede ser reducido hasta a 145 Kbps.

Los servicios celulares 3G, también conocidos como UMTS, sostienen mayores velocidades de datos y abren el camino a aplicaciones al estilo del Internet. El 3G soporta voz y data al mismo tiempo, también se puede utilizar con un grupo de estándares alrededor del mundo, siendo compatible con una amplia variedad de dispositivos móviles. Y gracias a la tecnología UMTS ya existe la posibilidad de roaming global, con acceso potencial al Internet desde cualquier parte del mundo.

Según ha pasado el tiempo al 3G se le han hecho algunas modificaciones, una de las más importantes fue la actualización de la tecnología UMTS, haciendo llegar la misma a velocidades de hasta 14 Mbps, en sus mejores condiciones, a esta actualización se le dio el nombre de HSDPA la cual también se conoce como 3.5G, o 3G+



FIGURA 2-4: MOTOROLA G X1032T, FABRICADO POR MOTOROLA

FUENTE: "CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOROLA MOTO G" [MOT2015]

D. CUARTA GENERACIÓN

La generación actual de telefonía móvil, 4G LTE ha sido creado con el objetivo de proveer tasas de transmisión hasta unos 20 Mbps mientras, simultáneamente hace uso de las características del QoS; esto te permitirá a tí y a tu proveedor de servicio priorizar el tráfico de datos dependiendo del tipo de aplicación que esté utilizando tu ancho de banda, ajustando las necesidades dependiendo del momento.

Ahora es que se estamos empezando a ver el potencial del 4G LTE, el despliegue de las redes 4G LTE ayudará a mejorar la funcionalidad de los vídeos conferencias. Se espera también que las redes 4G LTE hagan entrega de mayores ancho de banda en vehículos o móviles trasladándose a altas velocidades dentro del área de cobertura.



FIGURA 2-5: MOTO X, FABRICADO POR MOTOROLA

FUENTE: "CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOROLA MOTO X" [MOT2015]

2.2.2. HISTORIA DEL UMTS

UMTS es un sistema móvil de tercera generación que fue diseñado para la entrega flexible de cualquier tipo de servicio, en donde cada nuevo servicio no requiere de una optimización particular de la red.

La evolución del sistema móvil UMTS se describe a continuación:

- En 1985 se comenzó el estudio del sistema IMT-2000, donde:
 - IMT significa Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (International Mobile Telecommunicacitons).
 - 2000 posee tres significados que son: la ITU esperaba que en el año 2000 el sistema estuviese disponible, que las velocidades de información serían de 2000 Kbps y que las frecuencias estarían en la banda de los 2000 MHz.

- Entre 1987 y principios de 1990 se realizaron reuniones tres veces al año en Europa, Estados Unidos y Japón, en donde participaron diferentes proyectos de investigación de UMTS como: RACE1 y RACE2, que fueron fundados por la CEC (Commission of European Communities -Comisión Europea de Comunidades) y FAMOUS (Future Advanced Mobile Unviersal Telecommunications Systems - Futuro de los Sistemas Avanzados de Telecomunicaciones Móviles Universales).

- Entre 1991 y 1995 la CEC fundó dos proyectos de investigación llamados: CODIT (Code Division Testbed - Plataforma de Prueba de División por Códigos) y ATDMA (Advanced Time Divison Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Tiempo Avanzado) que fueron apoyados por las compañías manufactureras de telecomunicaciones de Europa y los

operadores de red. Ambos proyectos investigaron el acondicionamiento de WCDMA y TDMA.

- En Febrero de 1992 la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones celebrada en España, dispuso que las frecuencias a utilizar por el sistema UMTS futuro serían las bandas de 1885 - 2025MHz y 2110 - 2200MHz.
- En Enero de 1998 el SMG 05 de ETSI se reunió en París para proponer la combinación de W-CDMA y TD-CDMA para la especificación de la interfaz aérea de UMTS.
- En Junio de 1998 se propuso para la interfaz Tierra-Aire las tecnologías: UTRAN UMTS (Terrestrial Radio Access Network - Red de Acceso a Radio Terrestre de UMTS), WCDMA y EDGE. Las cuales fueron entregadas a la ITU-R (International Telecommunications Union - Radioelectric Section - Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sección Radioeléctrica).
- El 4 de Diciembre de 1998 el SMG de ETSI, el T1P1, el ARIB TTC y TTA crearon el 3GPP en Dinamarca.
- En Marzo de 1999 la ITU aprobó las interfaces de radio para la tercera generación de los sistemas móviles.

- El 31 de Enero de 2003, Ericsson condujo la primera demostración de IPv6 (Internet Protocol version 6 - Protocolo de Internet versión 6) sobre una red UMTS.

- El 14 de Febrero de 2005, Ericsson demostró la velocidad de transferencia de 9 Mbps con HSDPA (High Speed Downlink Packets Access - Acceso a Paquetes descendentes de alta Velocidad) fase 2 sobre la red WCDMA.

- En Agosto de 2007, Ericsson fue el primero en completar las llamadas en WCDMA para todas las bandas de frecuencia definidas por 3GPP.

- En Marzo de 2008, el organismo «3G Americas» publica recomendaciones para la transición a IPv6 en América. Además, en El Salvador CTE Telecom Personal despliega sus servicios de videotelefonía de tercera generación.

EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LA TECNOLOGÍA UMTS

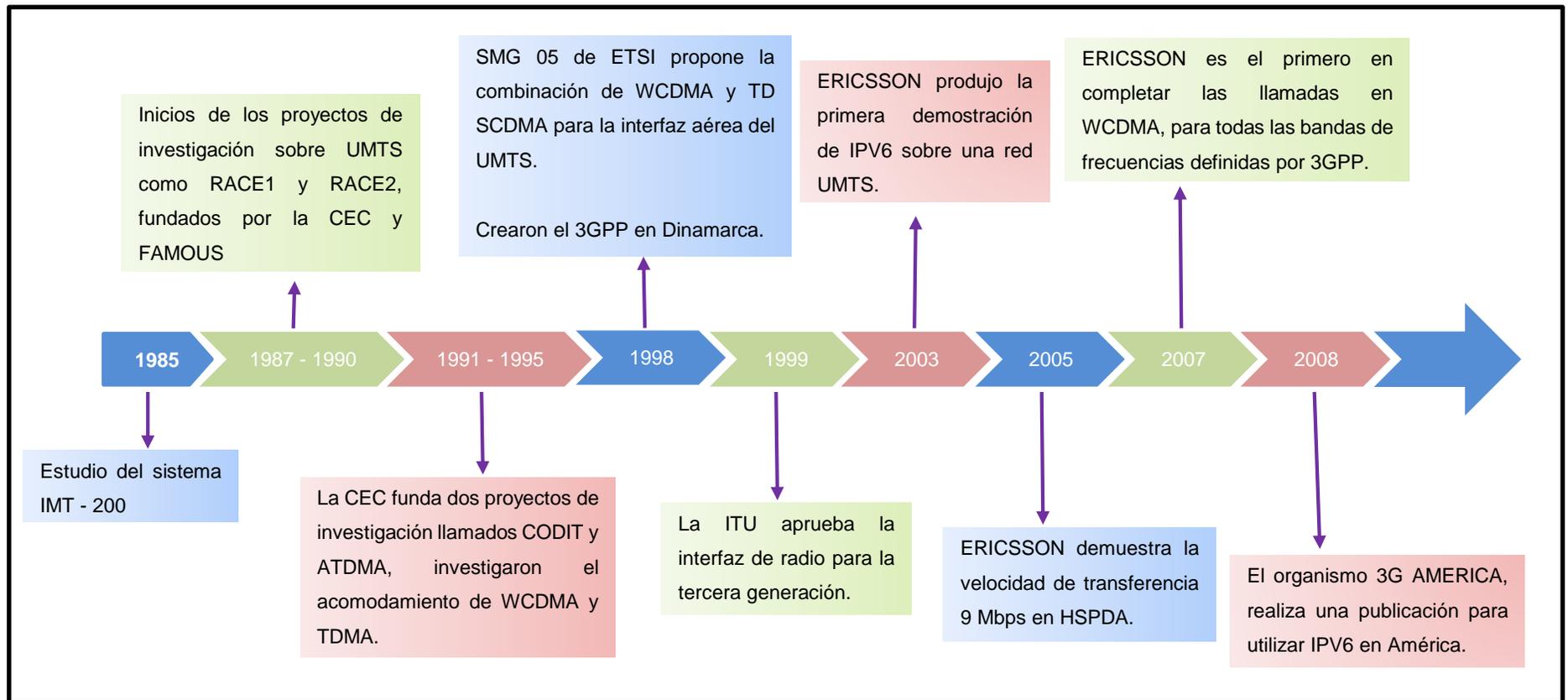


FIGURA 2-6: LÍNEA DE TIEMPO CON LA EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LA TECNOLOGÍA UMTS

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2.2.3. TELEFONÍA MÓVIL

El sistema de telefonía móvil comprende elementos fundamentales como son el teléfono móvil y las estaciones base, compuestas por antenas receptoras y transmisoras de las señales de radio y equipos electrónicos transmisores y receptores, así como equipos electrónicos auxiliares para su interconexión con la red. Para poder prestar el servicio con calidad adecuada, y así satisfacer las necesidades de los usuarios, los operadores deben desplegar una red de estaciones base en todo el territorio nacional.

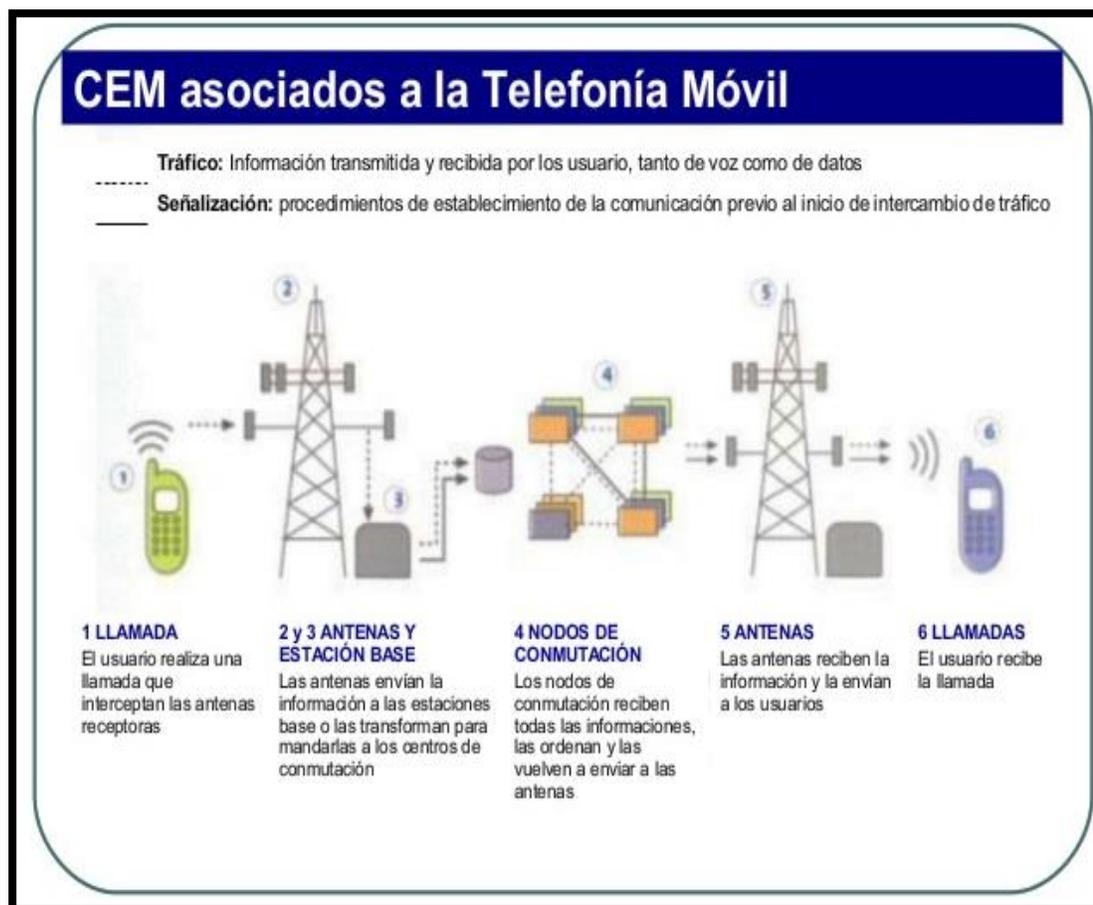


FIGURA 2-7: PROCESO DE UNA LLAMADA CELULAR.

FUENTE: "LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS - DESDE SUS PROPIEDADES HASTA SUS EFECTOS EN LOS SERES HUMANOS." [DIS2013]

Para que la comunicación entre dos terminales móviles (teléfonos) sea posible, es necesario que exista una infraestructura que pueda realizar las conexiones:

- Antenas: emisoras y receptoras de las señales de radio.
- Equipos electrónicos: sirven para establecer y mantener la comunicación.
- Equipos electrónicos exteriores (radio-enlaces) o interiores (fibra óptica o par de cobre) para la conexión de la estación base con la red de conmutación.
- Baterías: sirven para garantizar el funcionamiento del sistema en caso de cortes del fluido eléctrico.
- Sistema de refrigeración: permiten el correcto funcionamiento de la estación en épocas de calor.

Los usuarios del sistema de telefonía móvil pueden comunicarse siempre que se encuentren en la “zona de cobertura” o área geográfica cubierta por una estación base. Las zonas de cobertura se dividen en espacios hexagonales denominados células (de ahí la expresión teléfonos celulares) en cuyo centro se sitúa una Estación base. Esta configuración permite el uso más eficiente de las frecuencias utilizadas y por tanto la posibilidad de conexión de muchos usuarios al mismo tiempo.

El tamaño de la célula dependerá de la densidad del tráfico de llamadas. Si el número de usuarios rebasa la capacidad de una célula es necesario dividirla en células más pequeñas.

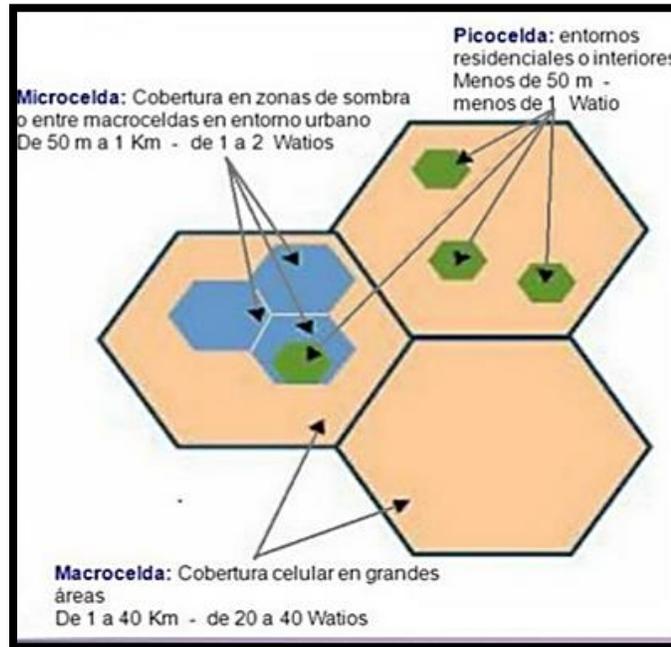


FIGURA 2-8: MICROCELDAS Y MACROCELDAS DE TELEFONÍA CELULAR.

FUENTE: "GENERALIDADES DE REDES CELULARES." [MAR2011]

Cada usuario se conecta a través de la Estación Base más cercana, que a su vez está comunicada con el resto de células y con los demás sistemas de telefonía (móvil o fija). Este hecho garantiza que el usuario siempre tenga conectividad a pesar que se encuentra en movimiento atravesando así distintas células de cobertura.

Los edificios y árboles atenúan las señales, por ello las antenas se instalan en lugares elevados de forma que su haz atraviese el menor número de obstáculos posibles.

2.2.4. ARQUITECTURA DE LA RED UMTS

El concepto de una red UMTS es el de tener un acceso a múltiples redes, se compone básicamente de un Equipo de Usuario (UE) o Estación Móvil (MS), una Red de Acceso de Radio (UMTS Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) y del Núcleo de Red (Core Network, CN),

Su función principal es brindar, mantener, controlar y gestionar una conexión entre el UE y el CN, donde:

- **UE:** Equipo de Usuario, es el dispositivo encargado de hacer visibles al usuario los servicios que la red UMTS puede brindar.
- **Core Network:** Se enfoca en los aspectos de servicio de aplicaciones al usuario; también se encarga de la movilidad y la QoS.

La arquitectura UMTS ha sido definida para facilitar el proceso de migración desde las redes GSM/GPRS hacia UMTS, además para poder trabajar conjuntamente.

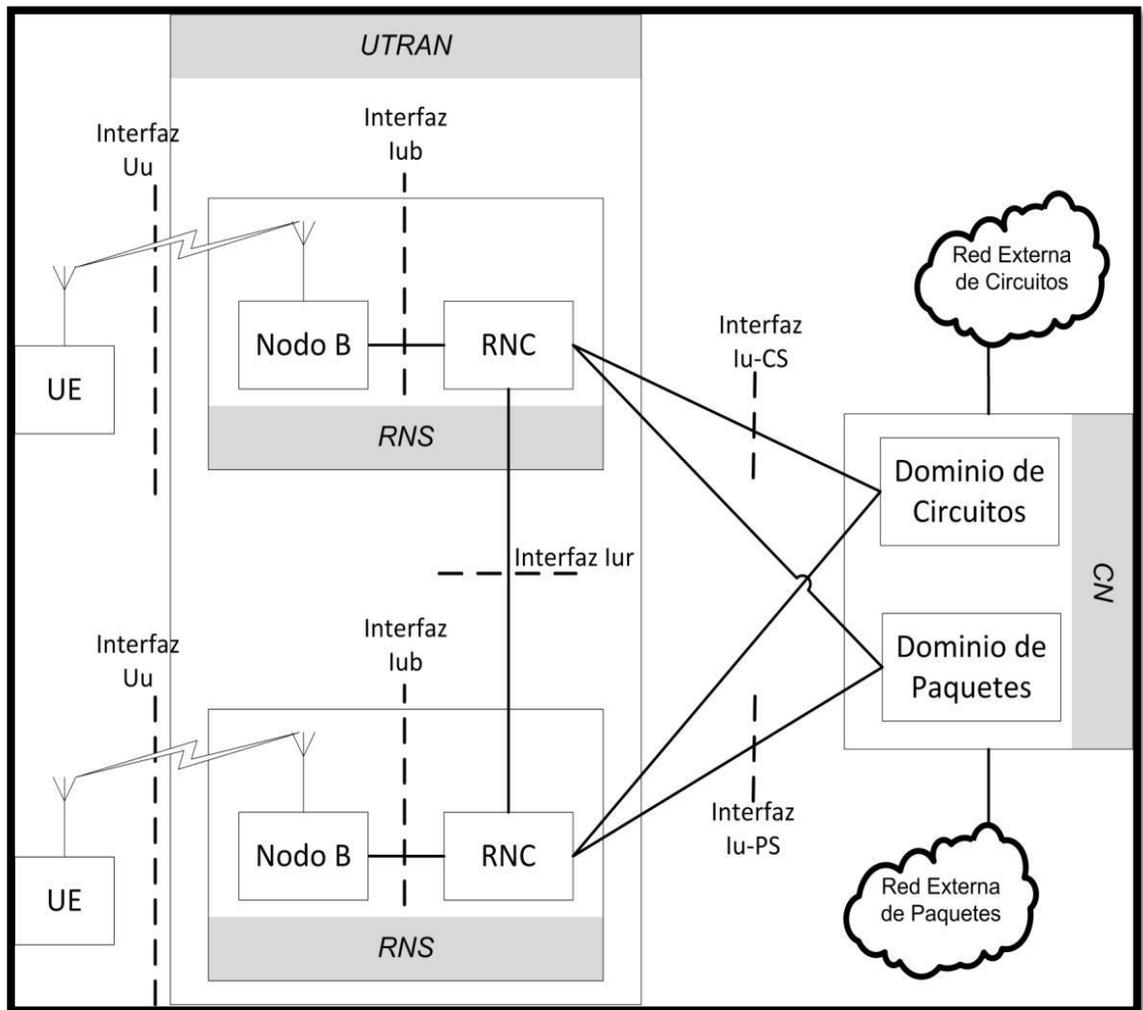


FIGURA 2-9: ARQUITECTURA DE UNA RED UMTS

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

A. EQUIPO DE USUARIO (UE)

El UE también llamado terminal UMTS, es el comúnmente conocido teléfono celular. El funcionamiento del UE está sujeto a normas y estandarizaciones necesarias para interactuar con el resto de elementos de la red UMTS.

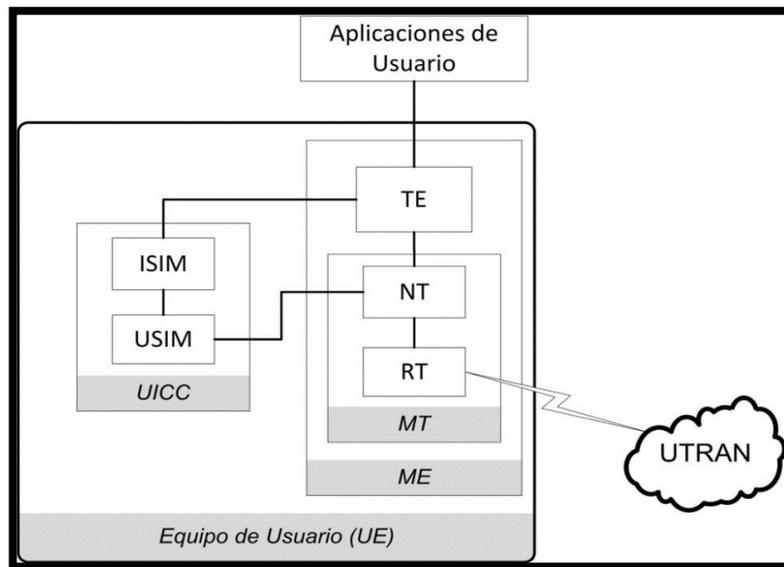


FIGURA 2-10: ARQUITECTURA DE UN EQUIPO DE USUARIO

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

- UICC: Tarjeta de Circuito Integrado Universal, es la que almacena la información pertinente al usuario y a los servicios que éste posee.
- USIM: Módulo de Identidad e Abonado Universal, es la que posee la información referente de suscripción del usuario de la red.
- ISIM: Módulo de Identidad del IMS, cuya finalidad es de proveer autenticación del abonado y el acuerdo de claves para el cifrado de información para acceder a los servicios IMS.
- ME: Dispositivo Móvil.
- TE: Se encarga de manejar los datos referentes a las aplicaciones como: control de llamadas, paquetes IP y codificación multimedia de IMS.

- MT: Se encarga de gestionar todas las características del radioenlace y de la red UMTS.
- NT: Terminación de Red, se encarga de la gestión de movilidad tanto para la conmutación de paquetes como de circuitos y también de la gestión de sesiones.
- RT: Terminación de Radio, se encargada de gestionar los recursos de radio y de acceso a la red, ésta interactúa con la UTRAN

B. UTRAN (UMTS Red de Acceso de Radio)

La red de acceso radio proporciona la conexión entre los terminales móviles y el núcleo de red.

En UMTS recibe el nombre de UTRAN y se compone de:

- Sistema de Red de Radio (RNS)
- Controladores de Red de Radio (RNC)
- Nodos B

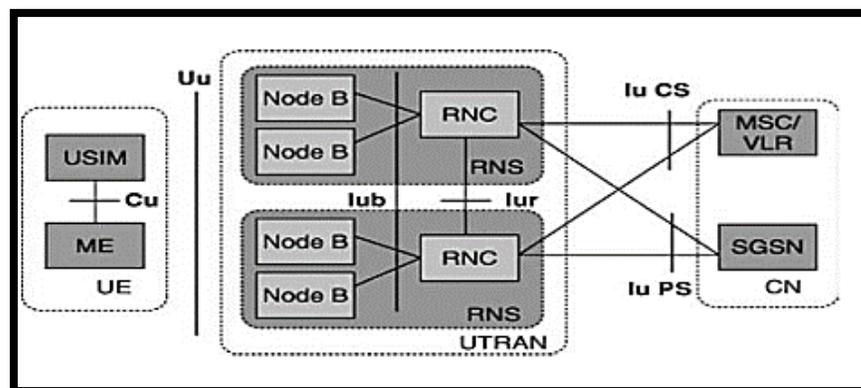


FIGURA 2-11: ARQUITECTURA DE UNA RED UTRAN

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

Las principales interfaces son las siguientes:

- **Interfaz Uu:** se la interfaz que se encuentra entre el equipo usuario y la red UTRAN. La tecnología que utiliza esta interfaz Uu para acceder al medio es WCDMA.

- **Interfaz lu:** se la interfaz que se encuentra entre la RNC y el núcleo de Red, la cual utiliza la tecnología WCDMA como interfaz aérea. Es la interfaz central y la más importante. La interfaz Lu puede tener dos diferentes instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo si se trata de una red basada en conmutación de circuitos o de paquetes.
 - La interfaz lu-CS (para datos de conmutación de circuitos) y sirve de enlace entre la UTRAN y el MSC.
 - La interfaz lu-PS (para datos de conmutación de paquetes) la encargada de conectar la red de acceso de radio con la SGSN de la red central.

- **Interfaz lub:** es la interfaz que se encuentra entre la RNC y el Nodo B.

- **Interfaz lur:** es la interfaz que une el RNC a otro RNC, no es comparable a ninguna interfaz de radio GSM.

1. SISTEMA DE RED DE RADIO (RNS)

La UTRAN está compuesta de uno o varios RNS que pueden estar interconectados entre sí a través de la interfaz Iur. El RNS realiza la asignación y liberación de recursos de radio para permitir la comunicación con UE en una cierta área. Un RNS está compuesto de un RNC, y uno o varios nodos B.

2. CONTROLADORES DE RED DE RADIO (RNC)

El RNC es la entidad controladora de un RNS y se encarga del control general de los recursos de radio proporcionados por uno o varios Nodos B. El RNC es responsable de las decisiones de handover que requieren señalización a la estación móvil o equipo de usuario (UE).

La RNC se conecta con el Núcleo de la Red (CN) a través de la interfaz Iu, existen dos interfaces Iu: Iu – CS, que es la interfaz para la conmutación de circuitos (Circuit Switched, CS) y Iu – PS, que es la interfaz para la conmutación de paquetes (Packet Switched, PS).

La RNC se divide en tres tipos:

- **RNC de Control:** Se encarga de proveer el control sobre las entidades de transporte común y determina el tráfico del Nodo B.

- **RNC de Servicio:** Se encarga de establecer y mantener las conexiones de radio con el fin de conducir el tráfico común y dedicado entre el UE, RNC y CN.
- **RNC de Transferencia:** Se encarga de realizar los handover.

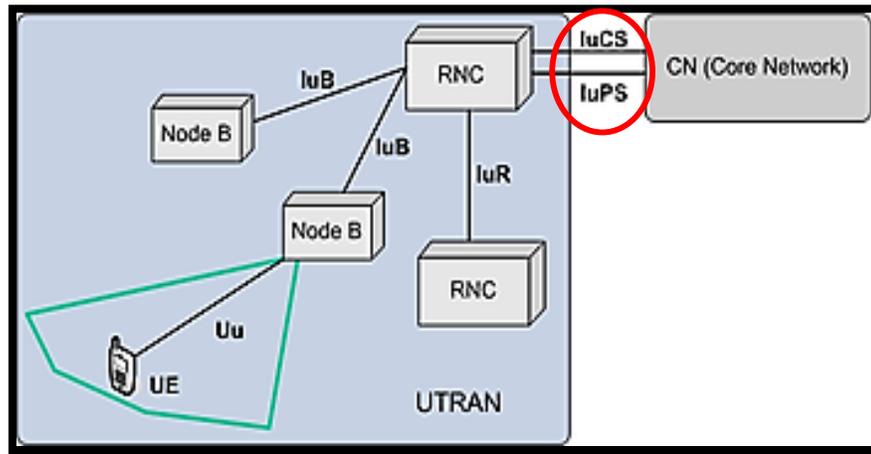


FIGURA 2-12: INTERFACES DE LA RNC

FUENTE: "ARQUITECTURA Y CIFRADO DE SEGURIDAD EN REDES 3G." [BOR2014]

El RNC es el encargado de las dos funciones más importantes en la UTRAN:

➤ **Función de Gestión de Recursos de Radio**

Para esta función el RNC es el encargado de estabilizar el trayecto radioeléctrico y hacer que se cumplan los requisitos de QoS, todo esto lo hace mediante el protocolo RRC (Control de Recursos de Radio).

➤ **Funciones de Control**

Las funciones de control del RNC son las siguientes:

- **Difusión de la Información del Sistema:** El RNC facilita al UE la información del sistema y los datos básicos para la comunicación con la UTRAN.
- **Seguridad en la UTRAN:** EL RNC cifra la información de señalización y los datos de usuario con algoritmos predefinidos, con el fin de proveer seguridad a la conexión establecida, también se encarga de descifrar los mensajes recibidos utilizando los mismos algoritmos.
- **Gestión de la Movilidad a Nivel de la UTRAN:** Consiste en las funciones que gestiona el RNC para que el UE se mantenga en contacto con las células radioeléctricas.

3. NODO B

El Nodo B es el encargado de proveer la cobertura de la red, dentro de las principales funciones está la generación de códigos para el acceso a la red y el control de potencia de la señal destinada al UE.

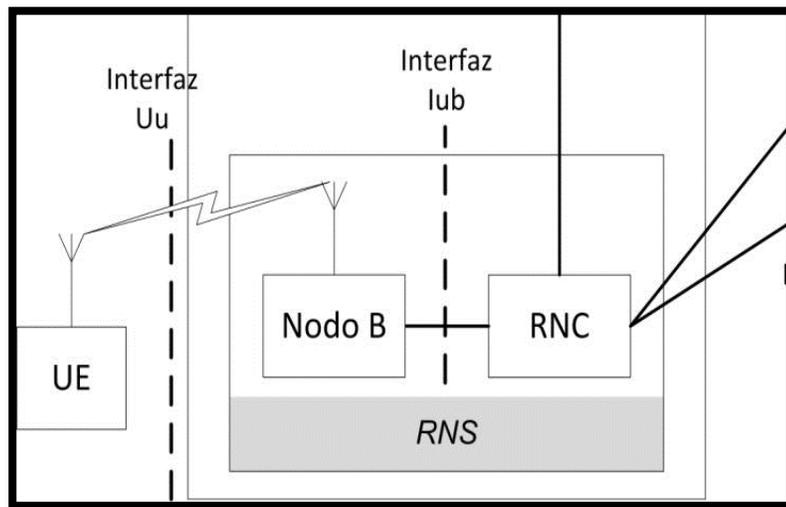


FIGURA 2-13: INTERFACES DEL NODO B

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

Como se observa, el Nodo B posee dos interfaces: la interfaz Uu que se conecta con el UE y la interfaz Iub que se conecta con el RNC.

➤ **Estructura Física del Nodo B.**

El Nodo B es un elemento transceptor, es decir, transmite y recibe señales de radio del UE; los bloques RX y TX son los encargados de transmitir y recibir las señales radioeléctricas, el modulador se encarga de adaptar las señales binarias para la transmisión y se optimiza el ancho de banda, las modulaciones utilizadas son QPSK, Dual QPSK y 16QAM.

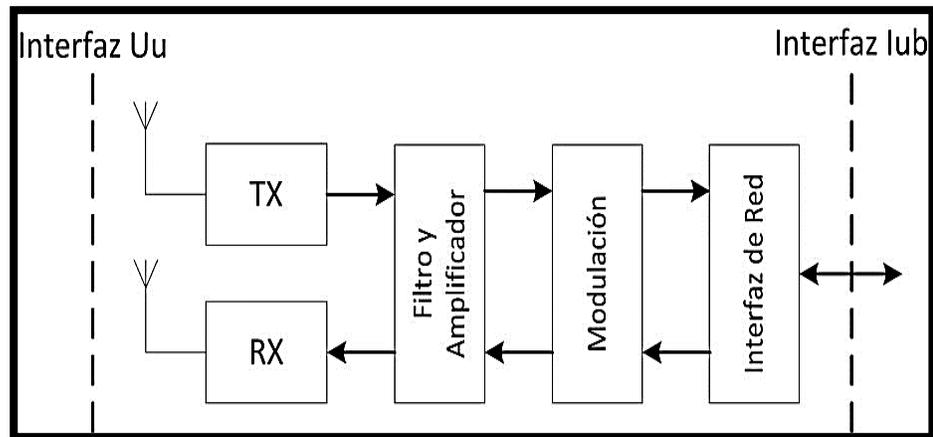


FIGURA 2-14: ESTRUCTURA FÍSICA DEL NODO B

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

➤ **Estructura Lógica del Nodo B**

- Interfaz Iub: Está compuesto por dos entidades lógicas: el transporte común y los TTP (Puntos de Terminación de Tráfico). El transporte común se utiliza para el acceso inicial a la red, también posee un puerto destinado para actividades de O&M (Operación y Mantenimiento).
- Interfaz Uu: Está compuesto por una célula, que posee un código de aleatorización y un número de identificación que es utilizado por que el UE pueda identificarse y registrarse en la topología de red.

C. NUCLEO DE RED (CORE NETWORK - CN)

Esta es la plataforma básica de todos los servicios de comunicaciones que proporciona la red, que incluyen la conmutación de llamadas por CS (Conmutación por Circuitos) y el encaminamiento de datos por PS (Conmutación por Paquetes). El Núcleo de Red es heredado de la tecnología GSM/GPRS, debido a las características de interworking con GSM; posteriormente evoluciona hasta introducir el sub-sistema denominado IMS, el cual es el encargado de los servicios basados en el protocolo IP.

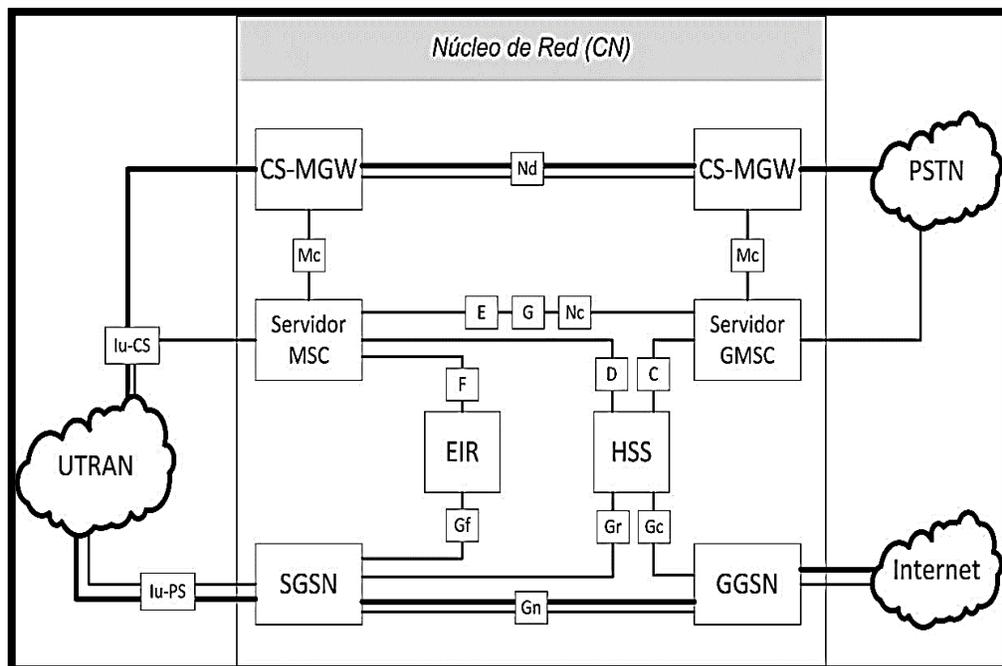


FIGURA 2-15: ESQUEMA BÁSICO DEL CORE NETWORK DE UMTS

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

En la Figura 2-13 se muestra el Núcleo de Red con los elementos necesarios para procesar el tráfico de PS, el tráfico de CS y las interfaces internas que posee; donde las líneas más gruesas representan el tráfico de usuario (plano de usuario) y las líneas más delgadas representan la señalización (plano de control).

- GMSC: Es la combinación de CS-MGW (Gateway Multimedia de CS) y el GMSC.
- Servidor MSC: Es la combinación del MSC y el VLR, y se puede escribir como MSC / VLR.
- EIR: Que es una funcionalidad común a los dos dominios del CN.
- HSS: Servidor de Suscriptores Locales, es la integración del HLR y el AuC, cuyas funciones son comunes a los dos dominios que se encuentra en el CN. Las funciones que proporcionan el HLR y el AuC son:
 - Gestión de la Movilidad: Almacenamiento de la información de localización que puede indicar la posición de un usuario.
 - Generación de Información de Seguridad de Usuario: Esta función la cumple el AuC, el cual envía señales a través del HLR.
 - Presentación de Servicios: El HSS proporciona acceso a los datos del perfil de los servicios.

- Establecimiento de Llamadas y Sesiones: Soporta los procesos para el establecimiento de llamadas (para el dominio CS) y de sesiones (para el dominio PS).
- Autorización de los Servicios: Proporciona las autorizaciones básicas para el establecimiento de sesiones y llamadas.

2.2.5. TECNOLOGÍA UMTS

El concepto de una red UMTS hace referencia a una combinación de tecnologías que permiten la integración entre redes fijas y móviles, así como la convergencia de los sistemas de comunicación móvil de segunda generación, ya que esto es uno de los principales objetivos de UMTS. Es importante señalar que la tecnología de acceso WCDMA es la tecnología de acceso de UMTS y que brinda la capacidad de transferir paquetes de datos a altas velocidades.

A. WCDMA

WCDMA es una tecnología derivada del CDMA, el WCDMA utiliza una señalización y un canal de control diferente así como un mayor ancho de banda (5 MHz) para su funcionamiento, el cual lo provee de la capacidad para transmitir datos a velocidades de hasta 2 Mbps.

Esta tecnología emplea una técnica de ensanchamiento, es decir, la señal de datos es ensanchada para que ocupe todo el ancho de banda asignado

para la transmisión. Este ensanchamiento se realiza con un código de ensanchamiento específico para cada usuario, con el cual se establece la diferencia entre cada usuario conectado a la red. Este procedimiento es llamado DS-WCDMA (WCDMA de Secuencia Directa).

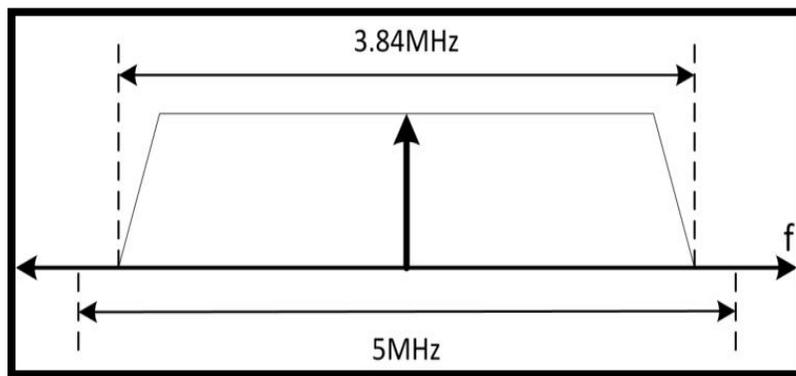


FIGURA 2-16: ANCHO DE BANDA DE WCDMA

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

- **Spreading:** Es cuando la información a transmitir es multiplicada por un código, el resultado de esta multiplicación produce una señal de mayor ancho de banda, específicamente de 3.84MHz.
- **Despreading:** Es cuando el receptor capta la señal ensanchada y la sincroniza con el mismo código que se utilizó para la transmisión, el resultado será la información transmitida más algunos armónicos de alta frecuencia que no forman parte de la información.

El Spreading y el Despreading son realizados tanto por el Nodo B como por el teléfono móvil, debido a que la información transita en dos sentidos, uno desde el teléfono hacia el Nodo B (Uplink) y otro desde el Nodo B al teléfono (Downlink).

1. CÓDIGO DE ENSANCHAMIENTO

Un código de ensanchamiento es utilizado para diferenciar la información de cada usuario en el trayecto radioeléctrico, este código es asignado por la red al usuario antes de una transmisión de tal forma que ambos lo conocen y lo utilizan para la separación de la información. Este código de ensanchamiento está compuesto de un código de aleatorización y un código de canalización.

- El código de ensanchamiento es empleado para diferenciar al usuario en una misma banda de frecuencia.
- Código de canalización es utilizado para diferenciar los canales de datos y de control utilizados en WCDMA.

2. CHIPS

Un concepto utilizado en WCDMA es el «chip», que corresponde a los bits utilizados en el código de pseudoruido conocido como código de ensanchamiento. La velocidad del código de ensanchamiento no se expresa en bits/ segundos (b/s), sino en chips/s (chips por segundo), de tal forma que la velocidad del código de ensanchamiento es de 3.84

Mchips/s que es lo necesario para que la señal de datos se ensanche a los 3.84MHz, como se muestra en la *FIGURA 2-13*. La velocidad de códigos es conocida como SCR System Chips Rate (Tasa de Chips del Sistema).

3. SÍMBOLOS

Los símbolos dependen de la modulación, donde un símbolo es un elemento de transmisión como resultado de una modulación, generada por la siguiente fórmula:

$$2^{(\text{bits/símbolo})} = \text{símbolos utilizados por la modulación}$$

Las modulaciones utilizadas en WCDMA son las siguientes:

- Para el Enlace Descendente, se utiliza la modulación QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura) en el cual se utilizan cuatro símbolos para la transmisión, y se transmite dos bits por cada símbolo.

MODULACIÓN QPSK	
SÍMBOLO	COMBINACIÓN DE BITS / SIMBOLO
A	0 0
B	0 1
C	1 0
D	1 1

TABLA 2-1: RELACIÓN DE SÍMBOLOS DE LA MODULACIÓN QPSK

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

- Para el Enlace Ascendente, se utiliza la modulación DUAL QPSK el cual utiliza dos símbolos para la transmisión, y se transmite un bit por cada símbolo.

MODULACIÓN DUAL QPSK	
SÍMBOLO	COMBINACIÓN DE BITS / SÍMBOLO
A	0
B	1

TABLA 2-2: RELACIÓN DE SÍMBOLOS DE LA MODULACIÓN DUAL QPSK

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

4. FACTOR DE ENSANCHAMIENTO

El factor de ensanchamiento es una cifra que describe el número de chips por cada símbolo utilizado para el ensanchamiento de la señal, se representa de la siguiente forma:

$$\text{Factor de Ensanchamiento} = \frac{\text{Tasa de chips del sistema}}{\text{Símbolos generado por los datos}}$$

FACTOR DE ENSANCHAMIENTO	TASA DE SÍMBOLOS GENERADOS POR LOS DATOS (Ksímbolos/s)	VELOCIDAD DEL CANAL (Kb/s)
256	15	30
64	60	120
16	240	480
4	960	1920

TABLA 2-3: RELACIÓN ENTRE FACTOR DE ENSANCHAMIENTO, SÍMBOLOS Y VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN PARA EL UPLINK.

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

FACTOR DE ENSANCHAMIENTO	TASA DE SÍMBOLOS GENERADOS POR LOS DATOS (Ksímbolos/s)	VELOCIDAD DEL CANAL (Kb/s)
256	15	15
64	60	60
16	240	240
4	960	960

TABLA 2-4: RELACIÓN ENTRE FACTOR DE ENSANCHAMIENTO, SÍMBOLOS Y VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN PARA EL DOWNLINK

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

5. CANALES RADIOELÉCTRICOS

Los canales radioeléctricos en WCDMA son los encargados de gestionar el ancho de banda asignado a cada usuario de la red, por medio de éstos se proporcionan funciones de control para el teléfono móvil e información de aplicación.

Hay tres tipos de canales en WCDMA: los canales lógicos, los canales de transporte y los canales físicos.

- Los canales lógicos describen el tipo de información que se transmite.
- Los canales de transporte describen como se transfieren.
- Los canales físicos son el medio radioeléctrico por el cual se transmite la información.

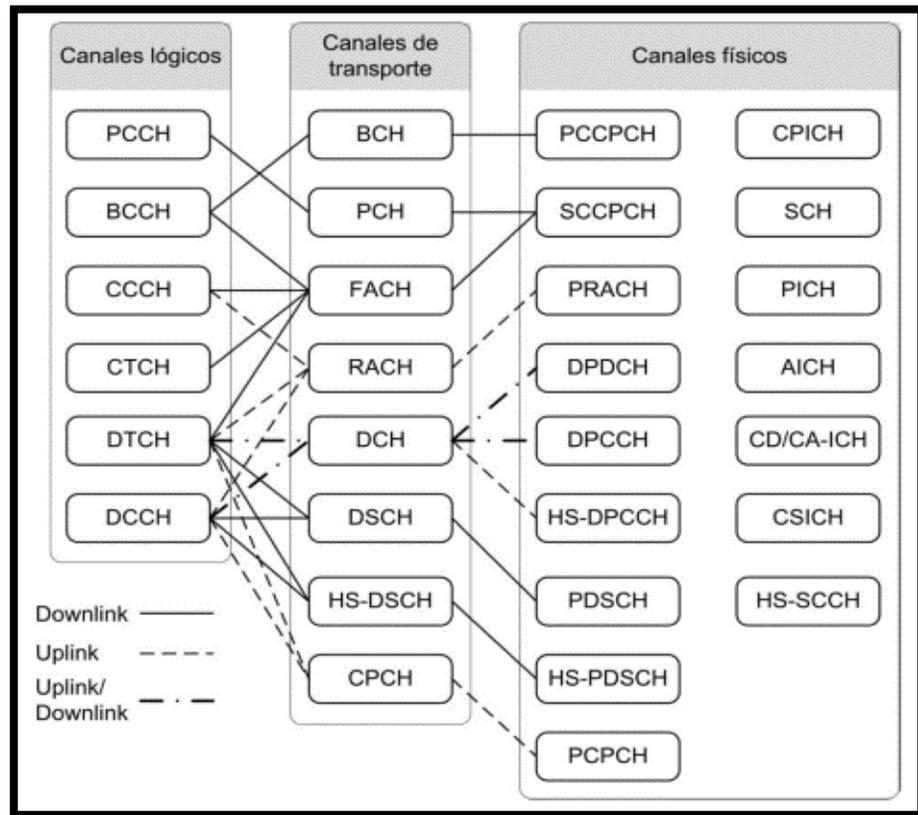


FIGURA 2-17: CANALES RADIOELÉCTRICOS DE WCDMA Y LA RELACIÓN ENTRE ELLOS.

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

Donde:

➤ **CANALES LÓGICOS**

- PCCH: Canal de Control de Localización
- BCCH: Canal de Control de Difusión.
- CCCH: Canal de Control Común.
- CTCH: Canal de Tráfico Común.
- DTCH: Canal de Tráfico Dedicado.
- DCCH: Canal de Control Dedicado

➤ **CANALES DE TRANSPORTE**

- BCH: Canal de Difusión.
- PCH: Canal de Localización.
- FACH: Canal de Acceso Directo.
- RACH: Canal de Acceso Aleatorio
- DCH: es un canal bidireccional que transmite tráfico y control dedicado.
- DSCH: Canal Compartido Descendente
- CPCH: Canal de Paquetes Común

➤ **CANALES FÍSICOS**

- P-CCPCH: Canal Físico de Control Común Primario
- S-CCPCH: Canal Físico de Control Común Secundario
- PRACH: Canal de Acceso Aleatorio por Paquetes
- DPDCH: Canal de Datos Físico Dedicado
- DPCCH: Canal de Control Físico Dedicado.
- HS-DPCCH: DPCCH de Alta Velocidad.
- PDSCH: Canal Físico Compartido Descendente.
- HS-PDSCH: PDSCH de Alta Velocidad
- PCPCH: Canal Físico de Paquetes de Comunicación.
- CPICH: Es utilizado para el handover y para equilibrar la carga de la célula.
- SCH: Canal de Sincronización.

- PICH: Canal Indicador de Localización.
- CA-ICH CPCH: Canal de Asignación CPCH
- CD-ICH: Canal Indicador de Detección de Colisiones.
- CSICH CPCH: Canal Indicador de Estado del CPCH

B. HSDPA

HSDPA ha sido introducido en los estándares del 3GPP a partir de la versión 5 (Release5), las principales características que pueden describir a grandes rasgos qué es HSDPA son:

- Es un servicio de transferencia de datos exclusivamente, donde los recursos se orientan a la transmisión de paquetes de datos en el interfaz aire a diferentes terminales basados en "best effort", es decir, la calidad de servicio será lo mejor posible dentro de las posibilidades de la red.
- Es un servicio para el canal descendente (Downlink, DL), en el canal ascendente (Uplink, UL) no introduce ninguna mejora. Por ello está sobre todo orientado a descarga de información desde la red.
- La tasa de transferencia que se puede conseguir actualmente varía entre 1 – 5 Mbit/s (max. teórico de HSDPA es 13,98 Mbit/s)

En el UMTS existen básicamente 3 métodos para la operación en el enlace descendente: DCH o canal dedicado, FACH o canal común descendente y DSCH o canal dedicado compartido, pero éste último canal ha sido reemplazado con la llegada del HSDPA y eliminado de las especificaciones a partir de la versión 5.

- El canal FACH se usa para transferencias de poco volumen o durante el establecimiento y cambio de estado de las conexiones.

- El canal DCH es la parte clave del sistema, las conexiones HSDPA están siempre formadas por canales DCH en paralelo a los canales específicos HSDPA. Si el servicio es únicamente de datos, la portadora de señalización, así como los datos de usuario en el enlace ascendente serán transportados por el DCH. Se usa para cualquier tipo de servicio y tiene un factor de ensanchamiento fijo en DL durante la conexión. Utiliza el control de potencia y el softhandover.

Canal	HS-DSCH	DSCH	DCH descendente	FACH
Factor de ensanchamiento	Fijo 16	Variable (256~4)	Fijo (521 ~ 4)	Fijo (256 ~ 4)
Modulación	QPSK / 16QAM	QPSK	QPSK	QPSK
Control de potencia	Fijo /lento	Basado en DCH	Rápido, ciclo de control: 1500/s	Fijo/lento
TTI ⁴¹	2ms	10 ~ 80ms	10 ~ 80ms	10 ~ 80ms
Codificación	código turbo	código turbo y convolucional	código turbo y convolucional	código turbo y convolucional
Soft handover	cambiar a un DCH	cambiar a un DCH	Si	Si
Multiplexación de canales	No	Si	Si	Si
Inclusión	3GPP v5	3GPP v99	3GPP v99	3GPP v99

TABLA 2-5: COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS CANALES DE TRANSPORTE UTILIZADOS PARA LA TRANSMISIÓN, INCLUYENDO EL HS-DSCH PARA HSDPA.

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

1. TIPOS DE MODULACIÓN

QPSK es una modulación ya conocida en UMTS, además en HSDPA se incorpora la modulación 16-QAM para incrementar la tasa de datos para usuarios que se encuentren en condiciones radio favorables. La modulación QPSK es obligatoria mientras que 16-QAM es opcional tanto para la red como para los terminales. Con esta modulación se dobla la tasa de datos, incrementándose por ello la eficiencia espectral respecto al UMTS.

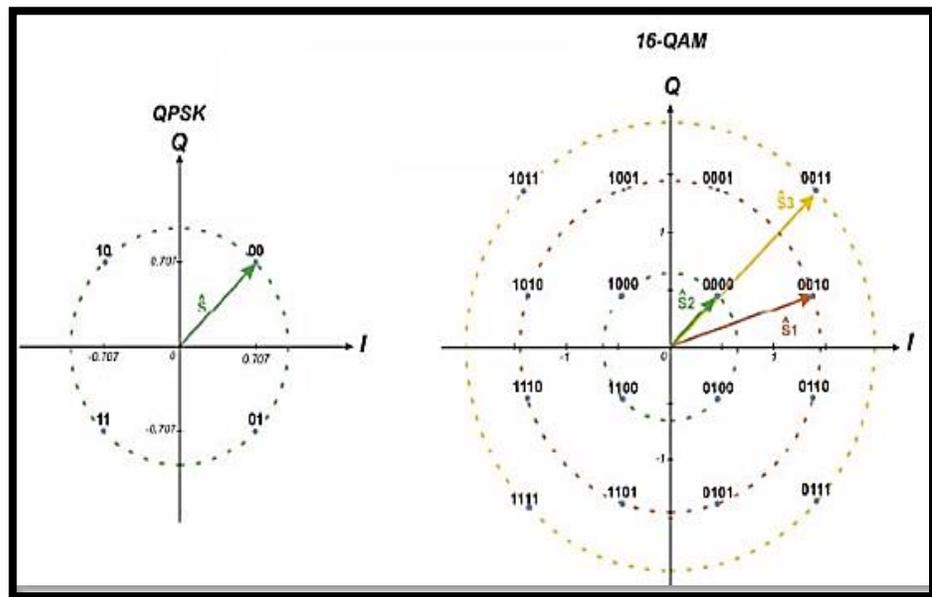


FIGURA 2-18: MODULACIÓN QPSK Y MODULACIÓN 16 QAM

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

- En QPSK cada símbolo se corresponde con 2 bits. Los cuatro símbolos están representados por la diferencia de fase, se puede apreciar que los cuatro puntos de la constelación descansan en el mismo círculo lo que nos indica que la amplitud es constante para los cuatro símbolos.
- En 16-QAM cada símbolo se corresponde con 4 bits. Por ello, la tasa de datos puede ser doblada respecto a QPSK; pero los 16 símbolos están representados en el plano por diferentes fases y amplitudes. Por esto el espacio de decisión está fuertemente influenciado por variaciones de amplitud.

Para enlaces ruidosos (debido a pérdidas o interferencia) la adaptación del enlace elegirá modulación QPSK mientras que para enlaces más “limpios” la modulación sería 16-QAM.

2. TASA DE TRANSFERENCIA EN EL ENLACE DESCENDENTE

Teóricamente bajo condiciones óptimas se pueden conseguir 14,4 Mbps. Sin embargo, en condiciones más reales, las tasas esperadas bajo condiciones favorables son en torno a 10,8 Mbps y por supuesto menor a medida que las condiciones empeoren.

2.2.6. SERVICIOS PROPORCIONADOS POR UMTS

Los servicios básicos de telecomunicaciones se dividen en dos grandes categorías:

- Servicios Portadores.
- Teleservicios.

El enlace de la comunicación entre los puntos de acceso puede estar formado por una PLMN, una o más redes de tránsito y una red final. Las redes entre los dos puntos de acceso utilizan diferentes métodos para el control de la portadora.

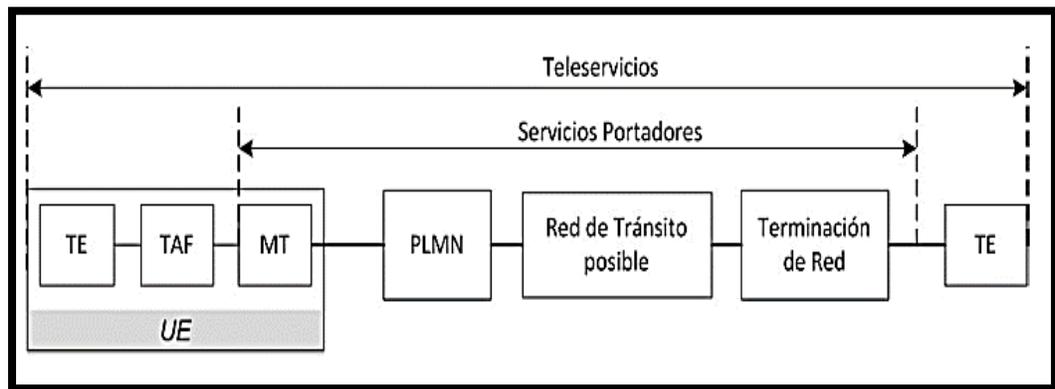


FIGURA 2-19: SERVICIOS BÁSICOS SOPORTADOS POR UNA PLMN

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

A. SERVICIOS PORTADORES

Los servicios portadores poseen un conjunto de características punto a punto con requerimientos de QoS. La QoS es la calidad de un servicio solicitada y percibida por el cliente. Los requerimientos de los servicios portadores se pueden dividir en dos grupos:

- **Requerimientos de la Transferencia de Información:** se caracteriza por la capacidad de transferencia de la red para intercambiar datos de usuarios entre dos o más puntos de acceso.
- **Características de la Calidad de la Información:** describe la calidad de la información de usuario transferida entre dos o más puntos de acceso.

1. TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

➤ TIPO DE TRÁFICO

Se requiere que el servicio portador proporcione uno de los siguientes tipos:

- Se deben soportar aplicaciones en tiempo real y tiempo diferido.
- Se debe soportar el video, audio y voz en tiempo real, esto implica, la habilidad de proveer un stream en tiempo real con velocidad de bit garantizada. Así como la habilidad de proveer un servicio de voz en tiempo real de velocidad de bit garantizada.
- Se debe soportar el servicio interactivo y de transferencia de archivos en tiempo real, esto implica, la habilidad de soportar el transporte de mensajes con diferentes peticiones QoS entre distintos usuarios.
- Se debe soportar las aplicaciones multimedia, esto implica, la habilidad de soportar varios streams de usuarios desde o hacia un usuario que tiene diferentes tipos de tráfico.

➤ CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

Debe ser posible para una aplicación especificar sus requerimientos de tráfico para la red a través de la petición de un servicio portador con una de las siguientes configuraciones:

- Punto a Punto (Unidireccional y Bidireccional - Simétrico y Asimétrico).
- Unidireccional Punto a Multi - Punto (Multicast y Broadcast)

2. CALIDAD DE INFORMACIÓN

La calidad de información caracteriza la integridad de bit y los requerimientos de retraso de las aplicaciones. Se necesitan además otros parámetros tales como:

- Retraso máximo de transferencia.
- Variación en el retraso.
- Velocidad de datos.

B. TELESERVICIOS

Los Teleservicios proporcionan las capacidades completas para las comunicaciones por medio del equipo terminal y funciones de red. La metodología utilizada cubre tanto los servicios de medios simples y los servicios multimedia; los servicios simples son un tipo particular de multimedia y los servicios multimedia están clasificados dentro de categorías con características de funcionamiento similar, y estas seis categorías son:

- Servicios de conferencia multimedia.
- Servicios conversacionales multimedia.
- Servicios de distribución de multimedia.
- Servicios de almacenamiento de multimedia.
- Servicios de mensajes multimedia.
- Servicios de colección multimedia.

Los Teleservicios multimedia soportan la transferencia (y en algunos casos almacenamiento, mensajería y distribución) de varios tipos de información. Por esta razón, existen atributos de servicio (relacionado con todos los componentes de un teleservicio) y atributos de componentes de servicio (relacionado únicamente a un componente de servicio).

1. ACCESO A INTERNET

Las especificaciones del 3GPP deben proporcionar la forma de interoperar con las redes de datos externas. Se debe satisfacer el interworking junto con las limitaciones introducidas por el ambiente del radio móvil y los requerimientos de QoS para el interworking con redes. El Internet es la red interoperativa más importante, de allí que la especificación de la optimización de acceso a Internet sea parte de las especificaciones del 3GPP. Los beneficios alcanzados más importantes por la definición del acceso a Internet son:

- Transmisión optimizada del tráfico IP sobre la interfaz de radio para minimizar la cantidad de información transmitida.
- El uso optimizado de protocolos y algoritmos de encriptación sobre la interfaz de radio.
- Mecanismos de interoperabilidad de QoS.

2. REQUERIMIENTO DE DESEMPEÑO

➤ CONVERSACIONES EN TIEMPO REAL

El uso más conocido de este esquema es la telefonía de voz, pero con el Internet y la multimedia existe un nuevo número de aplicaciones que necesitan de este esquema, por ejemplo: la voz sobre IP y las herramientas de video conferencia.

El esquema de conversación en tiempo real está caracterizado porque el tiempo de transferencia debe ser bajo debido a la naturaleza de la conversación del esquema y al mismo tiempo. El retraso máximo de transferencia viene dado por la percepción humana de las conversaciones de video y audio.

➤ CONVERSACIÓN DE VOZ.

Los requerimientos en el retraso de transferencia de audio dependen del nivel de interactividad de los usuarios finales. Para ello se han definido los límites generales para el tiempo de

transmisión en un sólo sentido. El oído humano es totalmente intolerable a las variaciones en el retraso por ello que los retrasos superiores son reducidos al nivel más bajo como sea posible prácticamente. Un límite más bajo es de 1ms.

RANGO DE RETRASO	RANGO DE PERCEPCIÓN POR EL OÍDO HUMANO
0 - 150 ms	Rango preferido (< 30 ms, el usuario no percibe ningún retraso; < 100 ms, el usuario no percibe ningún retraso si se aplica la cancelación de eco y no existen distorsiones en el enlace)
150 - 400 ms	Rango aceptable (pero no incrementa en la distorsión)
> 400 ms	Rango inaceptable

TABLA 2-6: LÍMITES PARA EL TIEMPO DE TRANSMISIÓN.

FUENTE: "UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN." [DIA2009]

➤ **VIDEOTELEFONÍA**

Implica un sistema full-duplex que lleva tanto video como audio, pretendido para el uso en un ambiente conversacional. Así como, posee los mismos requerimientos de retraso que una conversación de voz, por ejemplo: cancelación de eco y efecto mínimo sobre conversaciones dinámicas con el requerimiento adicional que tanto video como audio deben de estar sincronizados con ciertos límites.

➤ **JUEGOS INTERACTIVOS**

Los requerimientos para los juegos interactivos son obviamente muy dependientes del juego en particular, la demanda de aplicaciones requerirá retrasos muy cortos y se propone un valor de 250 ms consistente con la demanda de las aplicaciones interactivas.

➤ **SERVICIOS INTERACTIVOS**

Cuando el usuario final está en línea solicitando datos desde un equipo remoto, algunos ejemplos de interacción humana con equipos remotos son: el buscador Web, almacenamiento en base de datos, acceso a servidores. Estos tipos de servicios son:

- Mensajería y dictado de voz
- Datos
- Buscador Web
- Correo Electrónico (acceso a servidor)

➤ **SERVICIOS DE STREAMING**

Cuando el usuario está observando video o escuchando audio se aplica el esquema stream. El flujo de datos en tiempo real es siempre entregado a un destino humano y es un transporte en un sólo sentido.

Este esquema es uno de los nuevos servicios dentro de la comunicación de datos, agregando nuevos requerimientos para ambos sistemas, el de telecomunicaciones y el de comunicación de datos. Las clases de servicio de streaming son:

- Audio Streaming.
- Descarga de Datos
- Imagen Instantánea.

➤ **APLICACIONES DE BACKGROUND**

El único requerimiento para las aplicaciones de esta categoría es que la información debe ser entregada al usuario esencialmente libre de errores. Sin embargo, existe aún un límite de retraso ya que los datos son efectivamente inútiles si éstos se reciben demasiado tarde para cualquier propósito práctico.

CLASES DE REQUERIMIENTOS	EJEMPLO DE SERVICIOS
Conversacional	Voz, VoIP y videconferencia
Streaming	Streaming de video y de audio
Interactivo	Navegación Web
Background	Correo electrónico y descarga de archivos

TABLA 2-7: CLASES DE REQUERIMIENTOS Y SERVICIOS

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2.2.7. SEGURIDAD EN UMTS

UMTS también ha mejorado sus servicios en cuanto a seguridad. Las funciones de UMTS están en basadas en cómo fueron implementadas en GSM. Algunas funciones de seguridad se han añadido a las existentes o se han mejorado.

El algoritmo de encriptación es bastante bueno y este se encuentra incluido en la estación base hacia el controlador de interfaz de red denominado RNC, la aplicación basada en algoritmos de autenticación es bastante estricta.

Los principales elementos de seguridad GSM son:

- Autenticación de usuarios.
- Identificación confidencial.
- Módulo de identidad para abonado (SIM).
- Interfaz radio de encriptación.

Los principales elementos de seguridad implementados en UMTS:

- Seguridad en red de acceso: El conjunto de elementos de seguridad que proporcionan acceso seguro a servicios 3G, principalmente se protege de ataques de radio de acceso a la red.
- Seguridad en dominio de red: Permite que el proceso de señalización sea más seguro y que no se generen ataques de otras redes móviles.

- Seguridad en el dominio de usuario: Permite acceso seguro a las estaciones móviles.
- Seguridad en el dominio de aplicación: Permite habilitar aplicaciones en el usuario y en el dominio del proveedor para intercambiar mensajes.
- Confidencialidad e identidad de los usuarios: La información que un usuario envía a través de un acceso radio es confidencial.
- Confidencialidad de la localización del usuario: La llegada de un usuario en una determinada área es confidencial, nadie debe saberlo.
- Rastreo del usuario: Ningún intruso puede saber la localización de un usuario que está transmitiendo información.
- El proceso de codificación y decodificación se realiza en RNC (estaciones de control radio); el protocolo por el cual se lleva a cabo se denomina Radio Link Control (RLC) en la subcapa de acceso al medio (MAC).

2.2.8. REGIONES DEL MUNDO CON BANDAS DE FRECUENCIAS

El Espectro Radioeléctrico es un recurso natural, de carácter limitado, que constituye un bien de dominio público, sobre el cual el Estado ejerce su soberanía; siendo un medio intangible que puede utilizarse para la prestación de diversos servicios de comunicaciones.

Para la atribución de frecuencias se ha dividido el mundo en tres regiones, donde el Perú pertenece a la Región N° 02, como se muestra en el siguiente mapa:

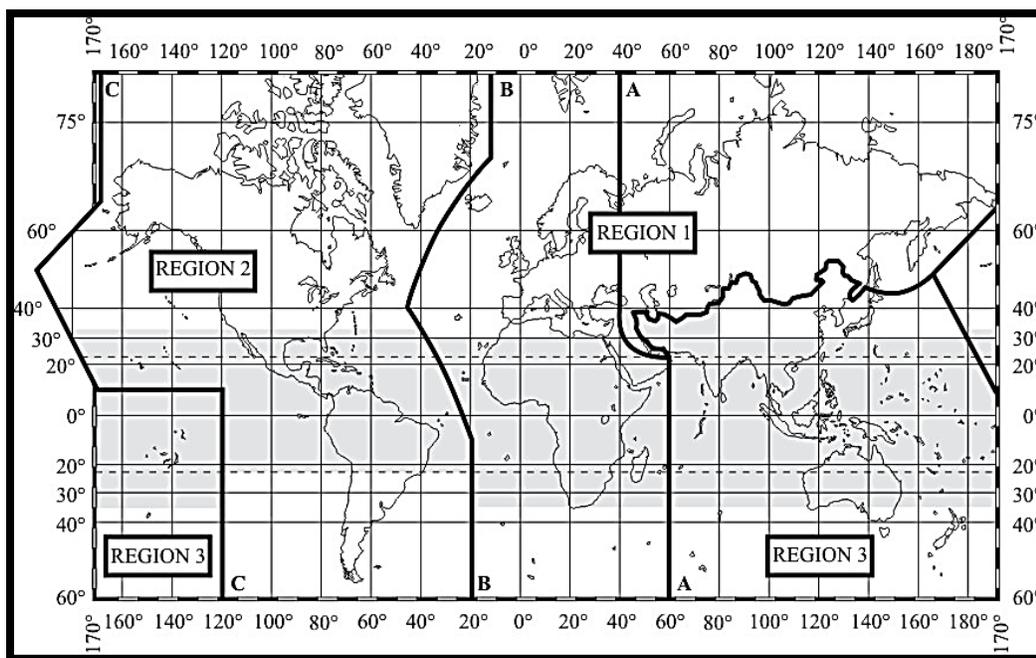


FIGURA 2-20: ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS PARA REGIONES DEL MUNDO

.FUENTE: "PLAN GENERAL DEL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO." [BCN2012]

Donde cada Región del mundo está dividido de la siguiente manera:

A. REGIÓN N° 01 (XR1)

La Región 1 comprende la zona limitada al este por la línea A y al oeste por la línea B, excepto el territorio de la República Islámica de Irán situado dentro de estos límites. Comprende también la totalidad de los territorios de Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Kazakstán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Federación de Rusia, Tayikistán, Turkmenistán, Turquía, y

Ucrania y la zona al norte de la Federación de Rusia que se encuentra entre las líneas A y C.

B. REGIÓN N° 02 (XR2)

La Región 2 comprende la zona limitada al este por la línea B y al oeste por la línea C.

C. REGIÓN N° 03 (XR3)

La Región 3 comprende la zona limitada al este por la línea C y al oeste por la línea A, excepto el territorio de Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Kazakstán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Federación de Rusia, Tayikistán, Turkmenistán, Turquía, Ucrania y la zona al norte de la Federación de Rusia. Comprende, asimismo, la parte del territorio de la República Islámica de Irán situada fuera de estos límites.

Las líneas A – B – C de la *Figura 2-18*, se definen como las siguientes:

- **Línea A:** Se extiende desde el polo Norte a lo largo del meridiano 40° Este de Greenwich hasta el paralelo 40° Norte; desde ahí sigue un arco de círculo máximo hasta la intersección del meridiano 60° Este y el Trópico de Cáncer; desde ahí sigue a lo largo del meridiano 60° Este hasta el polo Sur.

- **Línea B:** Se extiende desde el polo Norte a lo largo del meridiano 10° Oeste de Greenwich hasta su intersección con el paralelo 72° Norte; desde ahí sigue un arco de círculo máximo hasta la intersección del meridiano 50° Oeste y el paralelo 40° Norte; desde ahí sigue un arco de círculo máximo hasta la intersección del meridiano 20° Oeste y el paralelo 10° Sur; desde ahí sigue a lo largo del meridiano 20° Oeste hasta el polo Sur.

- **Línea C:** Se extiende desde el polo Norte por un arco de círculo máximo hasta la intersección del paralelo $65^{\circ}30'$ Norte con el límite internacional del estrecho de Bering; desde allí sigue un arco de círculo máximo hasta la intersección del meridiano 165° Este de Greenwich y el paralelo 50° Norte; desde allí sigue un arco de círculo máximo hasta la intersección del meridiano 170° Oeste y el paralelo 10° Norte; desde allí sigue a lo largo del paralelo 10° Norte hasta su intersección con el meridiano 120° Oeste; desde allí sigue a lo largo del meridiano 120° Oeste hasta el polo Sur.

2.2.9. DISPOSICIÓN Y ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS PARA TELEFONÍA MÓVIL

Según el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), las bandas destinadas para servicios públicos móviles, en las cuales se puede brindar los servicios de telefonía móvil o de comunicaciones personales (PCS), son las siguientes:

- Las bandas 824 - 849 MHz y 869 - 894 MHz (banda de 800 MHz).
- La banda B' (846,5 - 849,0 MHz y 891,5 - 894,0 MHz) fuera de la ciudad de Lima, está reservada para servicios de telecomunicaciones en áreas rurales.
- Las bandas 1710-1850 MHz y 1850-1990 MHz, en las que el otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro será mediante concurso público de ofertas.

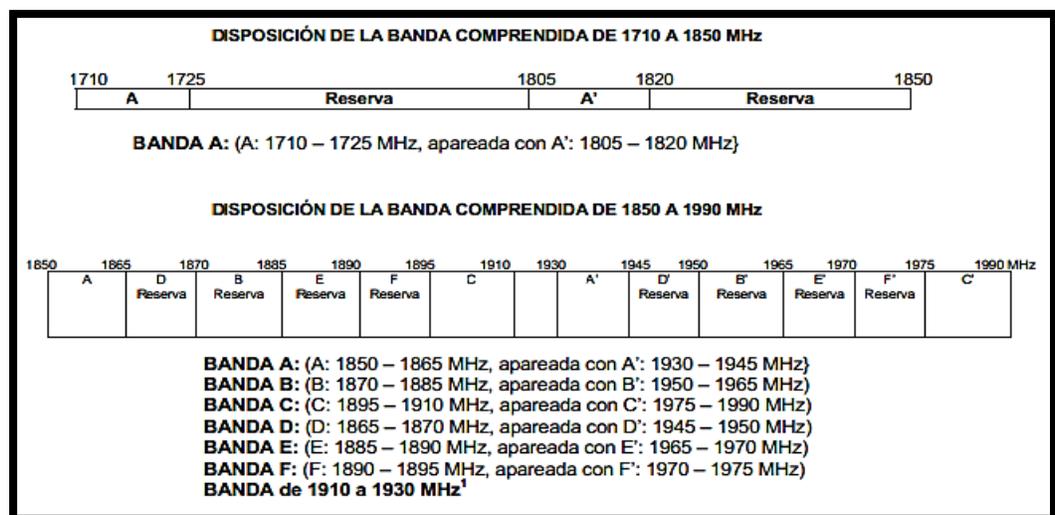


FIGURA 2-21: RANGO Y DISPOSICIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA.

FUENTE: "RESOLUCION MINISTERIAL N° 187-2005-MTC-03." [JUR2015]

2.2.10. BANDAS ASIGNADAS POR EL ESTADO PERUANO

Las bandas celulares son 850, 900, 1900 y AWS y los operadores son los siguientes:

- Telefónica Móviles S.A. (marca Movistar)
- América Móvil Perú S.A.C. (marca Claro)
- Entel Perú S.A.C. (antes Nextel del Perú S.A.)
- Viettel Perú S.A.C. (marca Bitel)

	CLARO	MOVISTAR	ENTEL	BITEL
GSM	1900 MHZ	850 - 1900 MHZ	-	900 - 1900 MHZ
UMTS	850 MHZ	850 MHZ	1900 MHZ	900 - 1900 MHZ
LTE	1900 MHZ	1700 - 2100 MHZ	1700 - 2100 MHZ	-

TABLA 2-8: TECNOLOGÍAS SEGÚN EL OPERADOR EN EL ESTADO PERUANO.

FUENTE: "LA TELEFONÍA CELULAR EN EL PERÚ: EL ESPECTRO CON LAS OPERADORAS NUEVAS." [SAN2011]

BANDA	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	IDA	RETORNO		
A	824 - 835	869 - 880	Telefónica Móviles S.A.	A Nivel Nacional
	845 - 846,5	890 - 891,5		
B	835 - 845	880 - 890	América Móvil Perú S.A.C.	A Nivel Nacional
	846,5 - 849	891,5 - 894		

TABLA 2-9: RANGO DE FRECUENCIAS EN LA BANDA 850 MHZ.

FUENTE: "LA TELEFONÍA CELULAR EN EL PERÚ: EL ESPECTRO CON LAS OPERADORAS NUEVAS." [SAN2011]

CANAL	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	Ancho de Banda de Ida: (16 MHz)	Ancho de Banda de Retorno: (16 MHz)		
1	899 - 915	944 - 960	Viettel Perú S.A.C.	Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao
1	902 - 915	947 - 960	Viettel Perú S.A.C.	A Nivel Nacional excepto Las Provincias de Lima y Callao

TABLA 2-10: RANGO DE FRECUENCIAS EN LA BANDA 900 MHZ.

FUENTE: "LA TELEFONÍA CELULAR EN EL PERÚ: EL ESPECTRO CON LAS OPERADORAS NUEVAS." [SAN2011]

BANDA	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	IDA	RETORNO		
A	1 850 - 1 865	1 930 - 1 945	América Móvil Perú S.A.C.	A Nivel Nacional
D	1 865 - 1 870	1 945 - 1 950	Nextel del Perú S.A.	A Nivel Nacional
B	1 870 - 1 882,5	1 950 - 1 962,5	Telefónica Móviles S.A.	A Nivel Nacional
E	1 882,5 - 1 895	1 962,5 - 1 975	Nextel del Perú S.A.	A Nivel Nacional
F	1 895 - 1 897,5	1 975 - 1 977,5	América Móvil Perú S.A.C.	A Nivel Nacional
C	1 897,5 - 1 910	1 977,5 - 1 990	Viettel Perú S.A.C.	A Nivel Nacional

TABLA 2-11: RANGO DE FRECUENCIAS EN LA BANDA 1900 MHZ.

FUENTE: "LA TELEFONÍA CELULAR EN EL PERÚ: EL ESPECTRO CON LAS OPERADORAS NUEVAS." [SAN2011]

BANDA	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	IDA	RETORNO		
A	1 710 - 1 730	2 110 - 2 130	Telefónica Móviles S.A.	A Nivel Nacional
B	1 730 - 1 750	2 130 - 2 150	Americatel Perú S.A.	A Nivel Nacional
C	1 750 - 1 770	2 150 - 2 170	-	-

TABLA 2-12: RANGO DE FRECUENCIAS EN LA BANDA AWS.

FUENTE: "LA TELEFONÍA CELULAR EN EL PERÚ: EL ESPECTRO CON LAS OPERADORAS NUEVAS." [SAN2011]

2.3. MARCO CONCEPTUAL

3GPP: 3rd Generation Partnership Project

Es una colaboración de grupos de diferentes asociaciones de telecomunicaciones, conocidos como miembros organizativos; el objetivo inicial del 3GPP era asentar las especificaciones de un sistema global de comunicaciones de tercera generación 3G para teléfonos móviles basándose en las especificaciones del sistema evolucionado GSM, dentro del marco del proyecto internacional de telecomunicaciones móviles 2000 de la ITU

ANTENA

Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

CDMA: Multiplexación por División de Código

La multiplexación por división de código, es un término para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio, basados en la tecnología de espectro expandido.

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution o Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM

También conocida como EGPRS, es una tecnología que actúa como puente entre las redes 2G y 3G; se considera una evolución del GPRS (General Packet Radio Service); esta tecnología funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS.

BS: Estación Base

Es una instalación fija o moderada de radio para la comunicación media, baja o alta bidireccional, se utiliza para comunicar con una o más radios móviles o teléfonos celulares, también se utilizan para conectar radios de baja potencia, como por ejemplo la de un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico o una computadora portátil con una tarjeta WiFi; también sirve como punto de acceso a una red de comunicación fija (como la Internet o la red telefónica) o para que dos terminales se comuniquen entre sí a través de la estación base.

GSM: Sistema Global De Comunicaciones Móviles

Con este sistema, un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

HSPDA: High Speed Downlink Packet Access

Es una tecnología móvil conocida como 3.5G que viene a ser una mejora de la tecnología UMTS, esencialmente esta tecnología provee velocidades altas en el canal de bajada (downlink), teóricamente hasta 14.4 Mbps, superando altamente al UMTS, y aumentando así su eficiencia espectral.

LTE: Long Term Evolution

Es la sucesora de las tecnologías 2G y 3G, se caracteriza principalmente por ofrecer una mayor velocidad de conexión, lo que permite una mejor experiencia en internet y mejor rendimiento de las aplicaciones de video, música, juegos en línea, videoconferencias, streaming, etc.

Nodo B

Es la estación base que se encarga de la conectividad vía radio entre el abonado y la red. Se encarga de dar la calidad que requieren los distintos servicios, control de carga y sobrecarga de datos, da los tiempos y capacidades a cada uno de los usuarios o scheduling.

QOS: Calidad de Servicio

El término Calidad de Servicio hace referencia a las diversas tecnologías que garantizan una cierta calidad para los distintos servicios de la red.

TD – SCDMA: Acceso Múltiple por División de Código Síncrono de División de Tiempo

También conocida como UTRA/UMTS-TDD 1.28 MHz Low Chip Rate es una interfaz de aire que se encuentra en las redes de comunicación UMTS de China como alternativa a las redes W-CDMA.

T.M: Til Mecánico

Es la inclinación de la antena, a través de accesorios específicos en la misma, sin cambiar la fase de la señal de entrada, se modificación el diagrama y, en consecuencia, las direcciones de propagación de la señal.

T.E: Til Eléctrico

Este puede ser un valor fijo, o puede ser variable, generalmente ajustado a través de un accesorio como una varilla o perno con marcas. Este ajuste puede ser manual o remoto, en el último caso se conoce como 'RET' (Remote Electrical Tilt).

UE: Equipo de Usuario

También llamado equipo móvil, es el equipo que el usuario trae consigo para lograr la comunicación con una estación base en el momento que lo desee y en el lugar donde exista cobertura; este puede variar en su forma y tamaño, pero debe soportar e estándar y los protocolos para los que fue diseñado.

UTRAN: Red de Acceso de Radio Terrestre

UTRAN permite a los equipos de usuario acceder al núcleo de red de UMTS, una de las principales redes de comunicaciones móviles inalámbricas de tercera generación; este sistema UTRAN ha sido desarrollado para alcanzar altas velocidades de transmisión; es una infraestructura de red fija que contiene las instalaciones para la transmisión hacia y desde los usuarios móviles a través de radio. Los componentes son: las Estaciones Base, que se denominan Nodo B en UMTS, y Nodos de Control, que se denominan Controlador de Red de Radio (RNC)

WCDMA: Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha

Es una técnica de modulación de espectro ensanchado; es decir, que utiliza canales cuyo ancho de banda es mucho mayor que la de los datos a transferir. Esta tecnología es de alta velocidad utilizada en la red móvil UMTS de tercera generación; además soporta eficientemente tasa de datos entre 144 a 512 Kbps para coberturas de áreas amplias y pueden llegar hasta 2Mbps para mayor cobertura local.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA – HUANCAVELICA

En el siguiente capítulo se profundizará una descripción del proyecto, el estudio, la implementación, la ejecución, los beneficios y ventajas que trae consigo la instalación de una red de Tercera Generación implementada en el distrito de Ahuaycha.

Así se desarrollará un breve análisis del distrito, una teoría de los equipos a utilizar, describiendo el proceso de implementación paso a paso de la tecnología de Tercera Generación.

3.1. ANÁLISIS DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo implementar proveer al distrito de Ahuaycha una nueva red de telefonía móvil basada en la tecnología de Tercera Generación, para esto utilizaremos equipos que pertenecen a la compañía multinacional ERICSSON quien ofrece equipos y diversas soluciones en telecomunicaciones, tanto en el campo de telefonía fija como móvil.

La instalación de esta tecnología se centra en el distrito de Ahuaycha, provincia Tayacaja, departamento de Huancavelica, esta estación fue elegida y asignada por la empresa Telefónica del Perú (TDP), en dicho distrito existe una mayor demanda del servicio y esto mismo genera nuevas necesidades y diferentes formas de comunicarse, ya que la única red existente en el distrito es la tecnología GSM; previamente a la instalación se realizan breves estudios físicos de factibilidad, de acceso y de espacio para saber si es posible realizar la instalación de la red UMTS en la banda de los 850 MHZ.

Las principales características que se deben considerar en el estudio que se realizan son las siguientes:

- Primero, si el acceso a la estación no es contingente, esto quiere decir si no existe ningún tipo de problema con la población para acceder a la estación.
- Segundo, si la estación presenta las adecuaciones físicas necesarias para poder instalar los nuevos equipos para la tecnología UMTS; tanto en sala como en torre.
- Tercero, verificar si existen tecnologías existentes en la estación, si fuese así el caso se deberá medir los datos de azimut, til mecánico y til eléctricos de las antenas; además se deberá considerar el modelos de las antenas y la cantidad de puertos disponibles, para saber si estas antenas pueden trabajar en la frecuencia del UMTS.

La estación considerada en el presente estudio es la siguiente:

EBC	DPTO	PROVINCIA	TIPO TORRE
AHUAYCHA	HUANCAVELICA	TAYACAJA	AUTOSOPORTADA DE 36 MTS

TABLA 3-1: ESTACIÓN BASE ASIGNADA POR TELEFÓNICA DEL PERU EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"



FIGURA 3-1: FRONTIS DE LA EBC AHUAYCHA

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.1.2. DISTRITO DE AHUAYCHA

El distrito de Ahuaycha es uno de los 18 distritos que conforman la provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica, a 2.5 horas de la ciudad de Huancayo y 10 minutos de su capital provincial. Fue creado el 14 de diciembre de 1954 por la ley N° 12170; consta de 31 poblados en su territorio.

El origen de la palabra Ahuaycha proviene de la palabra quechua *Ahuaha Huachana pampa* o “*Pampa donde nacen los bebés*”.

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Distrito de Ahuaycha se encuentra en las coordenadas geográficas de 12° 24' 16'' latitud Sur y 74° 53' 32'' longitud oeste, del meridiano de Greenwich. La altura de la capital del distrito es de 3280 m.s.n.m. y tiene una superficie de 90.96 Km², con una densidad de población de 65.29 Hab./Km².

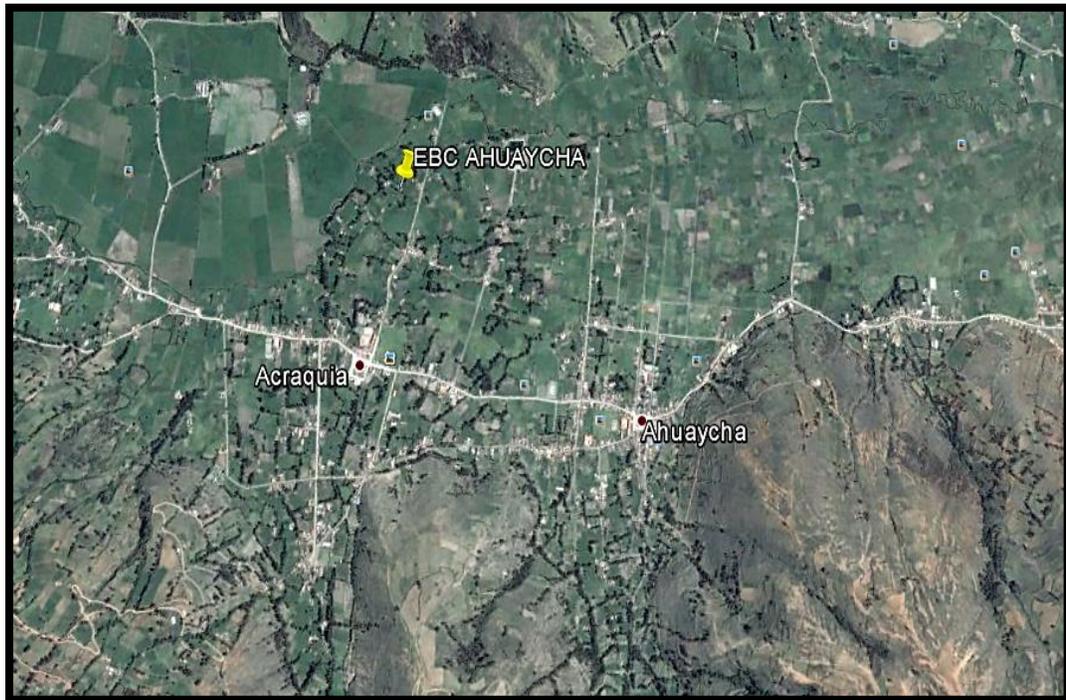


FIGURA 3-2: PLANO SATELITAL DEL DISTRITO DE AHUAYCHA

FUENTE: “GOOGLE EARTH” [GOO2015]

B. RELACIONES ECONÓMICAS

La estructura económica del distrito de Ahuaycha está centrada en la actividad agrícola que es la principal fuente de ocupación y de ingresos de la población del distrito.

La población del distrito de Ahuaycha, según el último censo realizado es de 5,939 habitantes; con una tasa de crecimiento para el periodo del 2%.

3.2. CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN

Para la implementación de la red UMTS en la EBC AHUAYCHA, se debe realizar un estudio de campo para saber si en la EBC existe la facilidad para instalar los nuevos equipos o caso contrario se tendría que realizar algunas adecuaciones.

Luego de este estudio de campo se procede a la implementación de los nuevos equipos y todo el proceso de instalación que esto conlleva.

3.2.1. ESTUDIO TÉCNICO DEL SITIO (TSS)

A. ESTUDIO EN SALA

Al ingresar a la EBC AHUAYCHA, se debe considerar los equipos existentes en sala, que tipo de gabinetes tenemos y si existe espacio

dentro del mismo para poder instalar nuestra RBS 6601 para procesar toda la red UMTS en la banda de 850 MHZ.

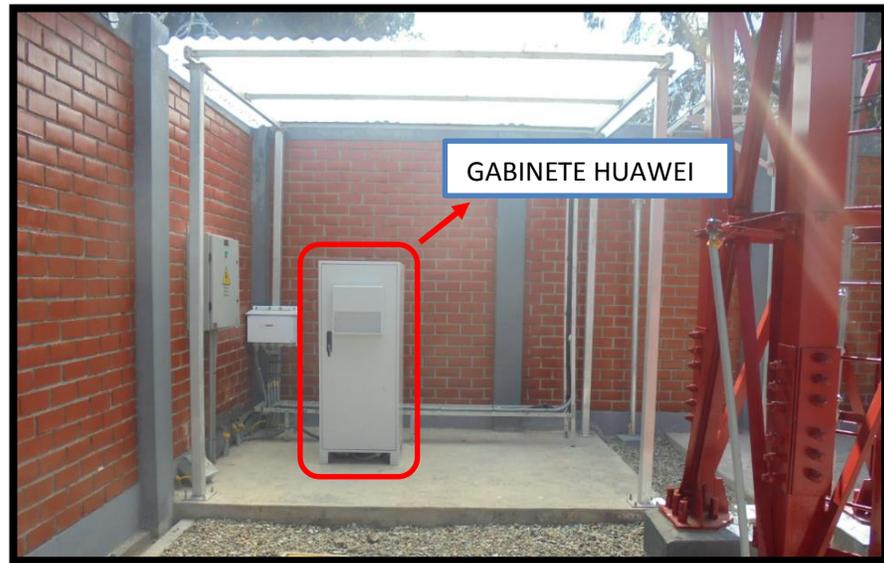


FIGURA 3-3: GABINETE DE LA MARCA HUAWEI DENTRO DE LA EBC AHUAYCHA

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

1. ENERGÍA

Dentro del gabinete HUAWEI existen dos módulos con una tensión rectificadora de -54.4 V DC, y con esta tensión se energizará toda la red UMTS, ya que esta red funciona con una tensión rectificadora negativa.

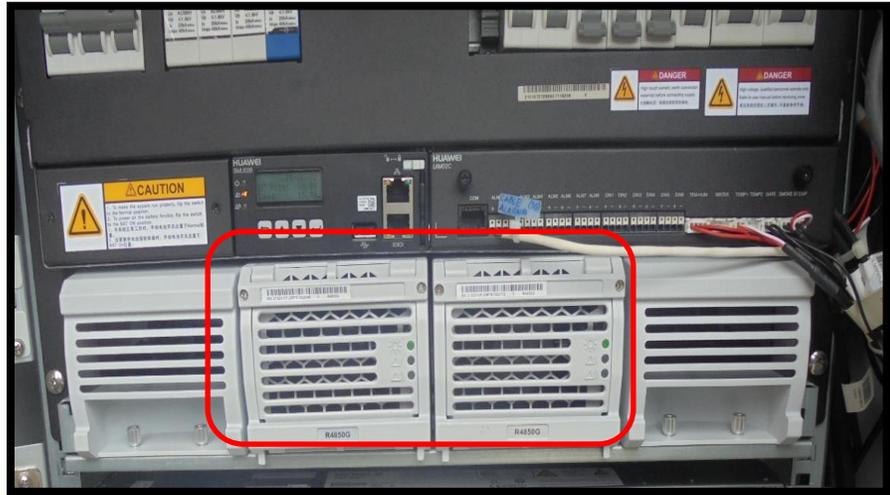


FIGURA 3-4: MÓDULOS RECTIFICADORES DENTRO DEL GABINETE HUAWEI

FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”

De los módulos rectificadores pasará a un breaker de 63 A como mínimo que energizará a red UMTS; observamos que existen breaker disponibles para esta función.

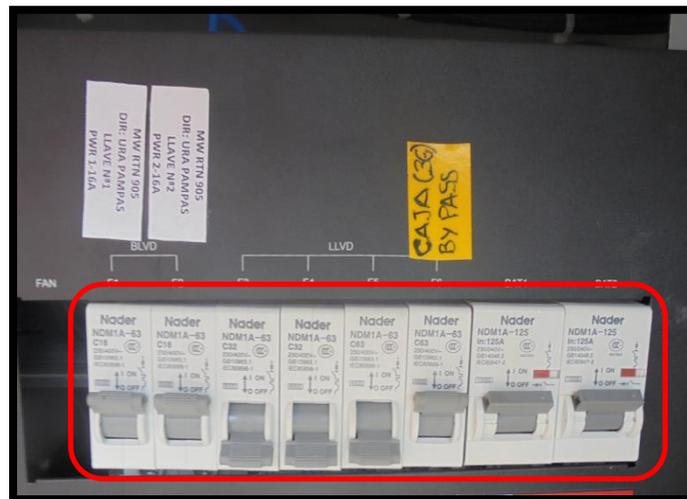


FIGURA 3-5: BREAKER DISPONIBLES PARA ENERGIZAR LA RED UMTS

FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”

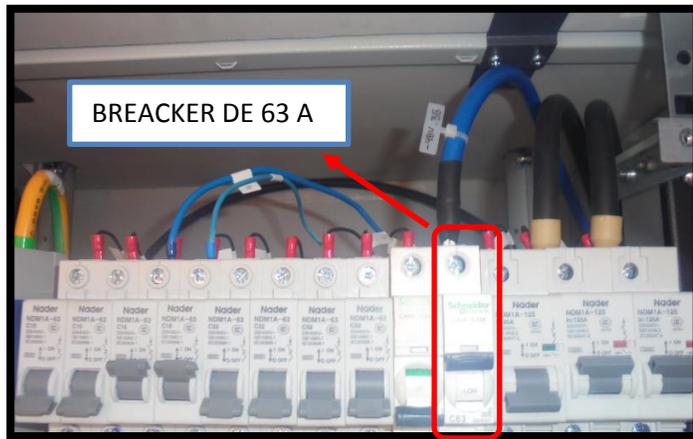


FIGURA 3-6: BREACKER DE 63 A PARA ENERGIZAR LA RED UMTS

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

El beacker de 63 A debe energizar una caja by pass exclusiva para la red UMTS, aquí es donde se energizará la unidad principal remota (MU) y las unidades de radio remota (RRU'S). La capacidad del breacker que alimentara la MU es de 20 A y la capacidad de los breacker que alimentarán las RRU'S es de 16 A, estas especificaciones se deben respetar para no presentar problemas de sobrecarga a futuro.



FIGURA 3-7: CAJA BY PASS PARA ENERGIZAR LA RED UMTS.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2. ESPACIO

Verificar si dentro de gabinete rectificador HUAWEI existe espacio suficiente para rackear la unidad principal remota (MU – RBS 6601). La RBS 6601 debe tener cierta separación con los otros equipos ubicados dentro del gabinete para evitar el sobrecalentamiento y prolongar la vida útil del equipo.



FIGURA 3-8: LUGAR PARA RACKEAR LA UNIDAD PRINCIPAL REMOTA.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

En las escalerillas existentes debe existir espacio disponible para poder instalar la energía hasta la caja by pass y la fibra óptica hasta el gabinete rectificador HUAWEI.



FIGURA 3-9: ESPACIO EN ESCALERILLA EXISTENTE.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3. TRANSMISIÓN

Dentro del gabinete HUAWEI se encuentra un equipo OPTIX RTN 905, es una plataforma de radio microondas, este equipo gestionará nuestra unidad principal remota (MU) a través de un cable Ethernet Catg. 5e como mínimo.

Se verifica que el equipo de radio OPTIX RTN 905 cuente con un puerto Ethernet disponible para el proceso de gestión.



FIGURA 3-10: PLATAFORMA DE RADO MICROONDAS, OPTIX RTN 905.

FUENTE: "SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR MICROONDAS IP/TDM HIBRIDO OPTIX RTN 900" [HUA2015]

B. ESTUDIO EN TORRE

Se debe realizar un estudio de la torre, saber en qué tipo de torre trabajaremos y en la cual se instalarán las unidades de radio remota (RRUS) y antenas. Ésta parte del estudio se centrará en lo siguiente:

1. TORRE

En la EBC AHUYCHA se encuentra una torre del tipo autosoportada de 36 mts de alto. Esta torre está construida por cinco cuerpos de 7 mts de altura cada uno y está señalizada por los colores rojo y blanco.



FIGURA 3-11: TORRE DE LA EBC AHUAYCHA.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2. SOPORTES LIBRES

Son los espacios libres y destinados donde se instarán las antenas y las unidades de radio remotas (RRUS) para la red UMTS; estos equipos se instalarán back to back (antenas y RRUS).

Estos soportes se deben ubicar en tres sectores y poder cubrir así una cobertura de 360°.



FIGURA 3-12: SOPORTES LIBRES PARA LOS TRES SECTORES.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3. ESPACIO EN ESCALERILLA VERTICAL

En el ascenso a la torre debe existir una escalerilla con espacio disponible por donde se graparán los cables de energía y fibra óptica de los tres sectores.



FIGURA 3-13: ESPACIO DISPONIBLE PARA LA ENERGÍA Y LA F.O.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.2.2. LISTADO DE EQUIPOS A UTILIZAR

Los equipos que se utilizarán para la instalación de la red UMTS implementada en la EBC AHUAYCHA, son los siguientes:

A. UNIDAD PRINCIPAL REMOTA / MU – RBS 6601

La unidad principal de RBS 6601 está diseñado para entornos de interior, de preferencia montado en un bastidor de 19 pulgadas. Uno o dos DUW DUG / DUL pueden ser alojados en una unidad principal RBS 6601. Algunas de las características clave de la unidad principal RBS 6601 son:

- Distribución de energía de -48 VCC para unidades digitales
- Sistema climático incluyendo ventiladores incorporados y parte de control
- Unidad de alarma.

RBS 6601 está optimizada para ofrecer un alto rendimiento de la radio para la planificación celular eficiente en una amplia gama de aplicaciones en interiores y al aire libre.

En donde cada RRU se encuentra cerca de una antena, reduce las pérdidas de conexión y permite que el sistema utilice la misma red de alto rendimiento características de potencia de salida inferior, lo que reduce el consumo de energía. Hasta doce unidades de radio remota (RRU) puede estar conectado a una unidad principal (MU) para que coincida con los requisitos del sitio.



FIGURA 3-14: UNIDAD PRINCIPAL REMOTA – RBS 6601.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

B. TRANSCPTORES ÓPTICOS SFP

Los transceptores ópticos SFP son conectores de medios compactos e intercambiables en caliente que proporcionan conectividad de fibra instantánea a su equipo de red. Son una forma rentable de conectar un único dispositivo de red a una amplia variedad de tipos y distancias de cables de fibra.

Los SFP proporcionan a un producto la flexibilidad necesaria para ampliar su velocidad (Fast Ethernet y 1, 10 o 40 Gigabit) y/o distancia (de 220 m a 80 km).



FIGURA 3-15: TRANSCEPTOR ÓPTICO SFP.

FUENTE: "TRANSCEPTORES ÓPTICOS SFP - MÓDULOS ÓPTICOS CONECTABLES DE FORMATO PEQUEÑO" [SYS2015]

C. UNIDAD DE RADIO REMOTA / RRU

La RRU puede ser configurado para comunicarse con una unidad de banda base (BBU) o una unidad principal remota (MU) a través de un enlace de comunicación físico y puede comunicarse con un dispositivo móvil inalámbrico a través de una interfaz de aire.

Unidades de radio remotas se instalan generalmente en las torres y son controlados por un controlador colocado dentro de un refugio cerrado en el suelo cerca de la torre. La conexión entre el RRU y el controlador es generalmente por fibra óptica.



FIGURA 3-16: UNIDAD DE RADO REMOTA / RRU.

FUENTE: "REMOTE RADIO UNIT DESCRIPTION RRUS" [ERI2015]

D. ANTENAS SECTORIALES

Es un dispositivo pasivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio, convirtiendo la onda guiada por línea de transmisión en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre.

En realidad una antena es un trozo de material conductor al cual se le aplica una señal y esta es radiada hacia el espacio libre.

Una antena sectorial es una mezcla de las antenas direccionales y las antenas omnidireccionales; ya que su patrón de radiación es más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional; pero en alcance es mayor que la omnidireccional pero menor que la direccional.

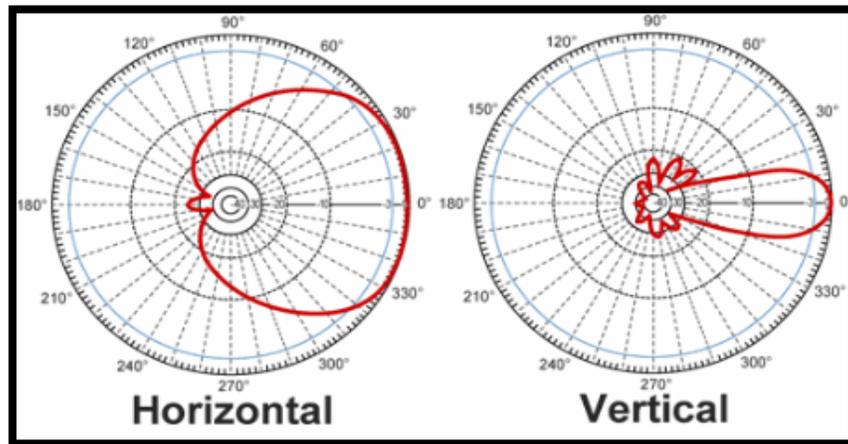


FIGURA 3-17: PATRÓN DE RADIACIÓN DE UNA ANTENA SECTORIAL.

FUENTE: "ANTENA SECTORIAL HYPERLINK 2.4 GHZ" [FUL2014]



FIGURA 3-18: ANTENA SECTORIAL.

FUENTE: "ANTENA SECTORIAL DOBLE BANDA." [SID2015]

3.2.3. LISTADO DE MATERIAL A UTILIZAR

A. CABLE DE ENERGÍA DC

El cable de energía con el que se energizará la red UMTS debe ser de 8 AWG, ya que en caso contrario de ser menor se producirá un calentamiento del mismo y una caída del sistema.

B. FIBRA ÓPTICA

En el cable de fibra óptica las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz. Esta es una forma relativamente segura de enviar datos debido a que, a diferencia de los cables de cobre que llevan los datos en forma de señales electrónicas, los cables de fibra óptica transportan impulsos no eléctricos. Esto significa que el cable de fibra óptica no se puede pinchar y sus datos no se pueden robar.

El cable de fibra óptica es apropiado para transmitir datos a velocidades muy altas y con grandes capacidades debido a la carencia de atenuación de la señal y a su pureza.

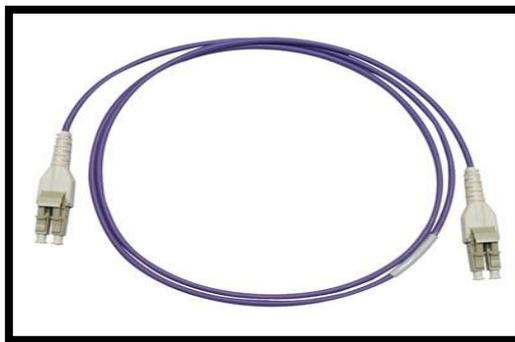


FIGURA 3-19: LATIGUILLO DE FIBRA ÓPTICA.

FUENTE: "LATIGUILLO MONO Y MULTIMODO DUPLEX." [ROD2015]

C. FEEDER DE ½ ”

Feeder o líneas de transmisión se utilizan para transferir señales de RF de un punto a otro, ésta conectividad se produce desde el transmisor a la antena y esto es esencial para la comunicación radio.

Las características de estos feeder son:

- Bajo nivel de pérdida
- Bajo nivel de recogida y la radiación
- En la mayoría de los casos tienen que ser razonablemente flexibles



FIGURA 3-20: FEEDER DE ½ " / JUMPER DE ANTENA

FUENTE: "FEEDER AND CONNECTORS" [CEL2014]

D. CLAMP PARA RF

Son grapas de acero inoxidable para fijar los cables coaxiales, fibra óptica, cables de datos UTP/FTP para redes microondas y telefonía móvil. Se componen de acero anti-ácido de alta calidad y gran protección a la corrosión bajo extremas condiciones climáticas.

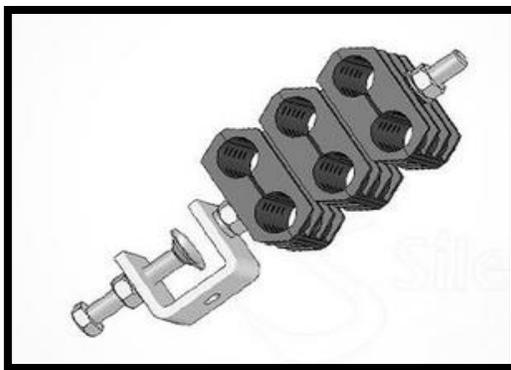


FIGURA 3-21: CLAMP PARA RF (ENERGÍA Y FIBRA OPTICA).

FUENTE: "CLAMP RF CABLE - GRAPAS PARA CABLES COAXIALES RF" [SYS2014]

METRAJE A UTILIZAR EN LA INSTALACIÓN:

CABLE DC	JUMPER	F.O	CABLE ETHERNET
48 mts	3 mts	70 mts	5 mts

TABLA 3-2: METRAJE DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.2.4. INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TERCERA GENERACIÓN

El proceso de instalación de la nueva red se basará en el siguiente diagrama, este diagrama se respeta para todas las instalaciones de los NODOS B de TELEFÓNICA DEL PERÚ (TDP).

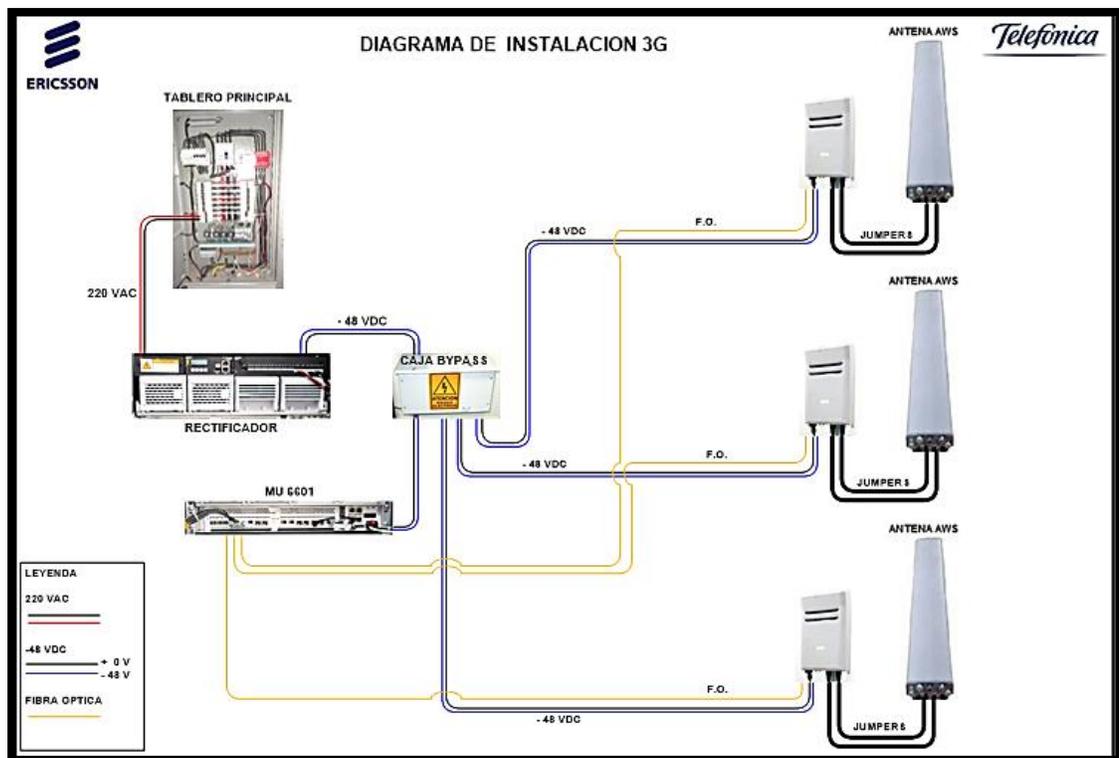


FIGURA 3-22: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE UN RED UMTS.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

A. INSTALACIÓN EN TORRE

Para poder realizar el proceso de instalación de los equipos de la red UMTS debemos contar con tres elementos necesarios e indispensables y estos elementos son:

- Una brújula
- Una soga de 100 mts
- Una polea que soporte como mínimo 200 Kg.

1. INSTALACIÓN DE ANTENAS

Previo a instalar las antenas en cada sector, se debe ubicar cual es el primer sector, para esto utilizamos una brújula y ubicamos el sector que este más orientado hacia el norte. Posteriormente el segundo y el tercer sector se ubican girando de forma horario partiendo del primer sector.

Una vez teniendo ubicado todos los sectores, se procede a colocar la polea en el sector uno y a subir la soga; luego se procede a realizar el armado de la antena con todo sus accesorios.

Teniendo todo listo se procede a realizar un amarre de la soga con el soporte de la antena y comienza el izaje de la misma.

El tipo de antena sectorial a utilizar es una AMPHENOL DUAL BAND, con puertos de 806 – 906 MHZ / 1710 – 2170 MHZ.

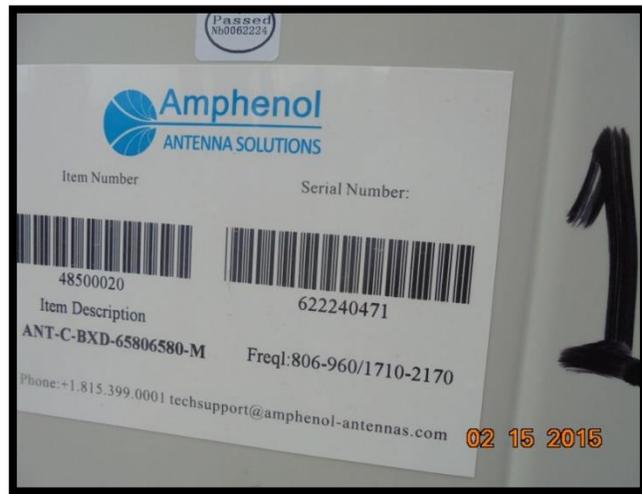


FIGURA 3-23: ETIQUETA DE ANTENA SECTORIAL

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"



FIGURA 3-24: IZAJE DE LA ANTENA EN LA EBC AHUAYCHA.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

Se procede a realizar el mismo procedimiento en su totalidad en los siguientes sectores.

2. INSTALACIÓN DE RRU'S

Se procede a realizar el armado de los soportes de las RRU'S con sus respectivos brackets. Seguido se procede a realizar el izaje de la RRU en cada sector e instalarlo back to back con la antena. Este procedimiento se repite en los tres sectores.



FIGURA 3-25: IZAJE DE LA RRU (IZQUIERDA) / ANCLAJE DE LA RRU (DERECHA).

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3. INSTALACIÓN Y VULCANIZADO DE JUMPER'S

Se procede a instalar los feeder o jumpers de 3 mts entre la antena y la RRU, se utilizarán dos jumpers en cada sector y estos se conectan en los puertos de la antena correspondientes a la banda de los 850 MHZ.

Cuando se instalan los jumper's entre las antenas y las RRU'S, se debe vulcanizar los conectores de los jumpers para protegerlos de la intemperie y evitar así pérdida de potencia en los conectores.

Este vulcanizado debe quedar de manera cónica y encintado con cinta aislante negra para darle un mejor acabado; este proceso se realiza tanto en los conectores de la antena como en los conectores de la RRU para los tres sectores.



FIGURA 3-26: JUMPERS ENTRE ANTENA Y RRU (ISQUIERDA)
VULCANIZADO DE LOS JUMPERS (DERECHA).

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

4. INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA EN LA RRU

Uno de los accesorios que viene incluidos en la RRU es el conector de energía, se procede a realizar la conexión de la energía respetando el código de colores y las posiciones de los terminales.

Dentro del cable de energía vulcanizado se encuentra dos cables de colores: NEGRO y BLANCO; y dentro del conector de energía se encuentran dos terminales: A y B.

Entonces procedemos a colocar el cable BLANCO en el terminal B y el cable NEGRO en el terminal A; realizamos un breve ajuste a los terminales con pequeña una llave THORX N° T15 y marcamos el cable con una cinta de color amarillo indicando que es el sector uno.

Teniendo todo listo el cable de energía con su conector, realizamos el izaje del mismo y procedemos a su conexión con la RRU; posteriormente se realiza el peinado del cable con cintillo negro N° 25 sobre la estructura.

Se procede realizar este procedimiento para los dos siguientes sectores, cabe recalcar que el segundo sector se va con cinta de color rojo y el tercer sector con cinta de color azul.



FIGURA 3-27: CONECTOR DE ENERGÍA DE LA RRU Y SUS PARTES (IZQUIERDA).
CABLE DE ENERGÍA BLANCO Y NEGRO (DERECHA)

FUENTE: "DOS PIN CONECTOR DE ALIMENTACIÓN, TIPO ABRAZADERA PARA RRU Y RCU." [MOH2014]



FIGURA 3-28: PEINADO DEL CABLE DE ENERGÍA SOBRE LA ESTRUCTURA.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

5. INSTALACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA EN LA RRU

Comenzamos con separar las tres fibras y marcamos con las cintas de colores en cada extremo de la fibra; no olvidar que el sectores uno es el color amarillo, el sector dos el color rojo y el sector tres el color azul.

Teniendo ya separada las tres fibras se procede al izaje de las mismas y conectarlo en cada sector respectivamente, cabe resaltar que en cada RRU se debe instalar un transceiver en el puerto CPRI – 1 y es en este puerto donde se conectará la F.O.



FIGURA 3-29: CONECTORIZADO DE LA FIBRA ÓPTICA EN LA RRU.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

6. GRAPEADO DE LA ENERGÍA Y LA FIBRA ÓPTICA

Ya instalada la F.O y la energía en las RRU'S, se procede a instalar desde arriba hacia debajo de la torre utilizando los clamp correctos para la red UMTS. Para realizar este trabajo debemos contar con una pequeña llave francesa o una llave de boca N° 13 para realizar los ajustes respectivos.

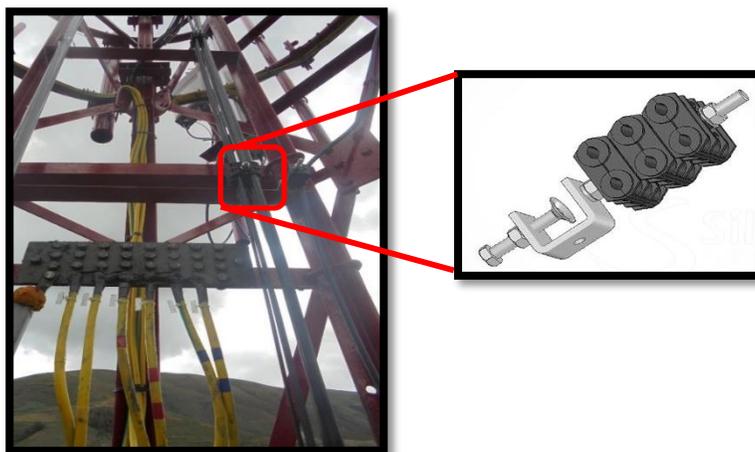


FIGURA 3-30: GRAPEADO DE LA FIBRA ÓPTICA Y LA ENERGÍA.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

7. ATERRAMIENTO DE LAS ANTENAS Y RRU'S

Una vez instalados las antenas y las RRU'S en todos los sectores, estos equipos deben ser aterrados para protegerlos de cualquier tipo de descarga externa, pudiendo ser alguna descarga proveniente de una tormenta eléctrica o de alguna línea de tensión.

Todos estos equipos deben aterrarse a una barra a tierra ubicada en la parte superior de la torre y se debe embadurnar con una grasa conductiva dieléctrica tanto los terminales GND de la antenna y la RRU como la barra a tierra.



FIGURA 3-31: ATERRAMIENTO DE LA RRU (IZQUIERDA)
ATERRAMIENTO DE LA ANTENA (DERECHA)

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"



FIGURA 3-32: BARRA DE ATERRAIETO DE LOS EQUIPOS.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

8. AZIMUT, TIL MECÁNICO, TIL ELÉCTRICO

Cuando ya está todo instalado se procede a orientar la antena al valor del azimut asignado, se coloca al T.M (til mecánico) y al T.E (til eléctrico) según el estudio realizado, este procedimiento se realiza en los tres sectores.

	AZIMUT	TIL MECANICO	TIL ELÉCTRICO
SECTOR 1	280°	0	4
SECTOR 2	125°	0	5
SECTOR 3	185°	0	3

TABLA 3-3: LISTADO DE DATOS A INGRESAR EN LOS SECTORES.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

9. ETIQUETADO DE LOS SECTORES

Un vez que ya está instalada la RRU, la antena, el cable de energía, la F.O y los jumpers, se empieza a etiquetar todos los sectores

respectivamente para así poder diferenciar cual es el primer segundo y tercer sector. Se procede a etiquetar de la siguiente manera:

- Cable de energía
- Fibra óptica
- Jumpers entre RRU y antena.
- Cable de tierra en al RRU
- Cable de tierra en la antena.



FIGURA 3-33: ETIQUETADO TOTAL DEL SECTOR 1.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

10. VISTA PANORÁMICA

La línea de vista que posee la antena se refiere a un camino limpio, sin obstrucciones. Para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia, es necesaria una línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones).

Si existe una cantidad significativa de metal muy cercana a la antena de transmisión, las señales RF se pueden reflejar en ella cancelando parte de la señal transmitida, produciendo como efecto adverso, la reducción del rango y calidad de la señal principal.

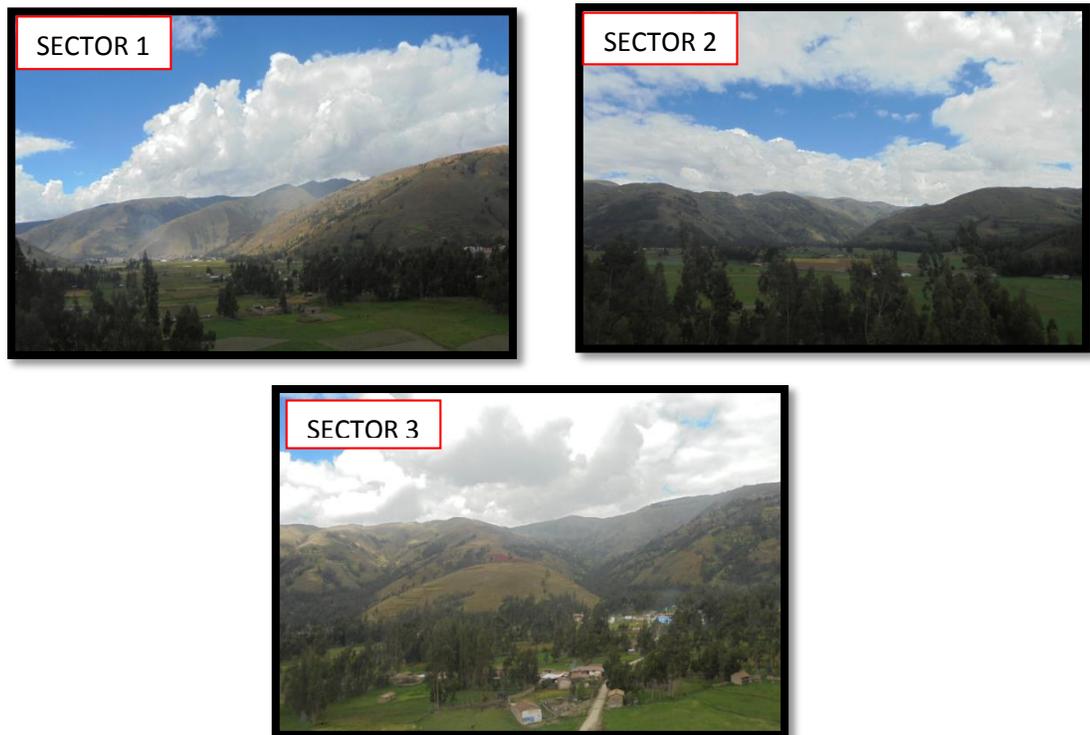


FIGURA 3-34: VISTA PANORÁMICA DE CADA SECTOR.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

B. INSTALACIÓN EN SALA

1. INSTALACIÓN DE LA MU / RBS 6601

Se procede a instalar la unidad principal remota (MU) dentro del gabinete rectificador HUAWEI, este equipo debe ser aterrado al momento de instalarlo.

La RBS 6601 cuenta con 6 puertos para conectar la fibra óptica, pero al instalar una red UMTS solo necesitaremos tres puertos, uno para cada sector; y en estos tres puertos es donde se colocaran los transceiver para conectar la F.O.

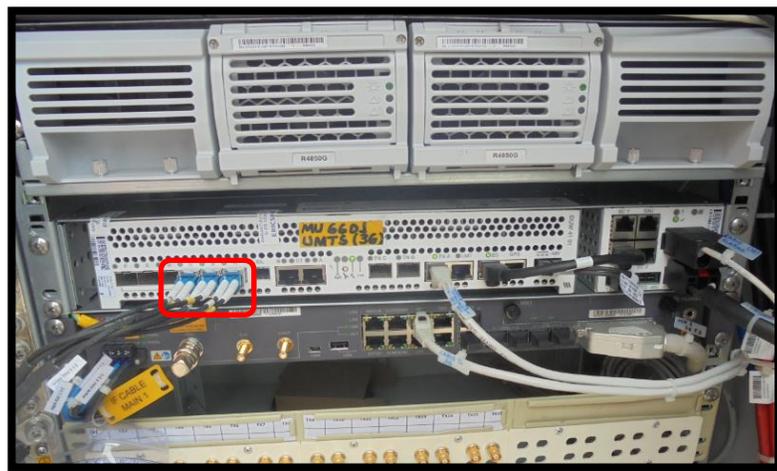


FIGURA 3-35: INSTALACIÓN DE LA RBS 6601.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

La RBS 6601 cuenta con el puerto TNA para la transmisión, en este puerto se conectará con cable Ethernet catg. 5e hacia la radio microondas OPTIX RTN 905.

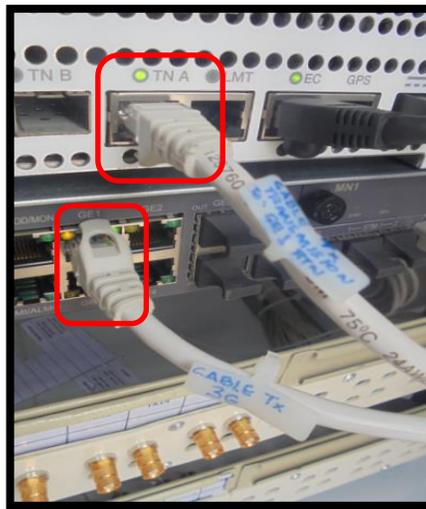


FIGURA 3-36: CABLE DE TX ENTRE LA RBS 6601 Y LA RADIO OPTIX RTN 905.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

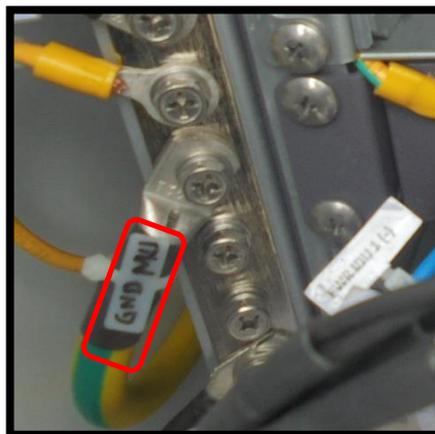
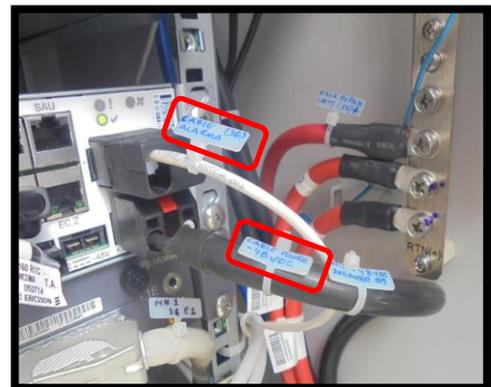
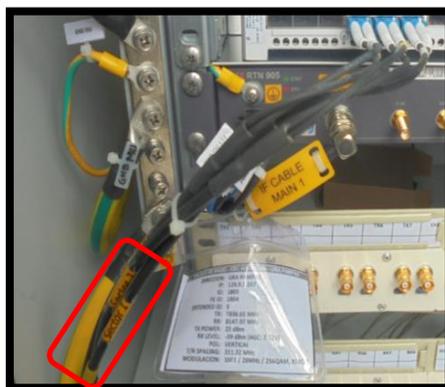


FIGURA 3-37: ETIQUETADOS DE LA RBS 6601.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2. ENERGIZADO DE EQUIPOS EN LA CAJA BY PASS

Los cables de energía llegan hasta la caja by pass existen y se procede a realizarse los terminales de punta para conectarlos en los breakers disponibles en la caja by pass.

Para energizar la RBS 6601 se necesita un breaker de 20 A y para energizar las RRU'S de cada sector se necesitan breakers de 16 A. Luego se etiquetan los breakers de cada sector y de la RBS 6601.

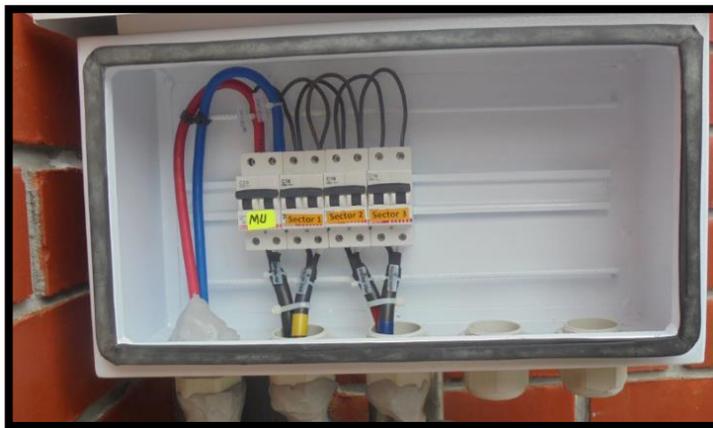


FIGURA 3-38: CAJA BY PASS DE LA RED UMTS.

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.3. REVISION Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

3.3.1. FOTOS FINALES DE LA INSTALACIÓN.

Al finalizar toda la instalación de la red UMTS tanto en sala como en torre debe quedar de la siguiente manera.



FIGURA 3-39: FOTOS PANORÁMICAS EN SALA.

- A. CAJA BY PASS (ARRIBA)
- B. GABINETE RECTIFICADOR (AL MEDIO)
- C. RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGÍA Y F.O (ABAJO)

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

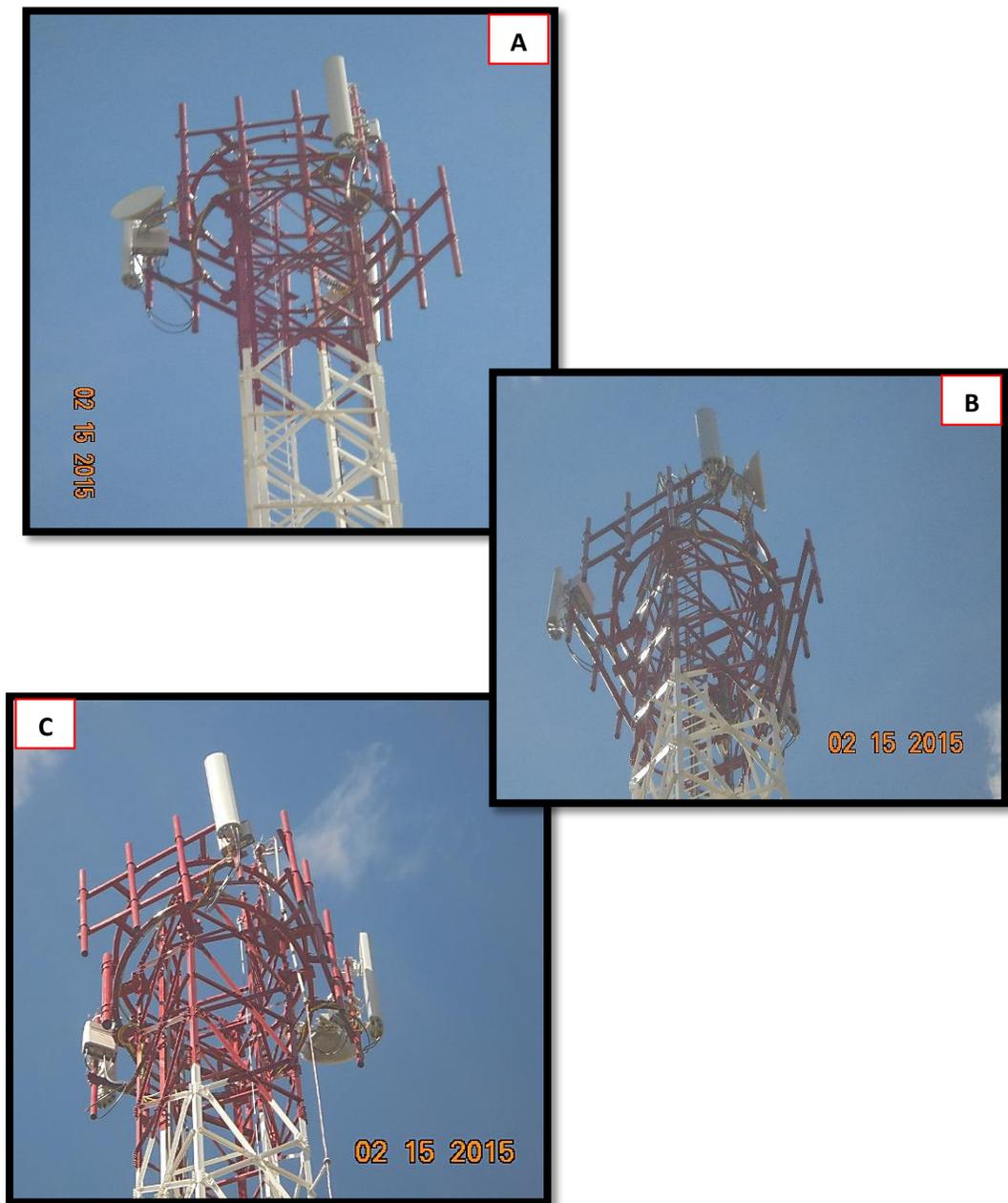


FIGURA 3-40: FOTOS PANORÁMICAS EN TORRE.

- A. SECTOR I (ARRIBA)
- B. SECTOR II (AL MEDIO)
- C. SECTOR III (ABAJO)

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.3.2. VENTAJAS DE LA RED UMTS EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA

La nueva red UMTS instalada en el distrito de Ahuaycha traerá nuevos y mejores servicios que la red GSM existente, y estos servicios son:

- Los pobladores tendrán acceso al servicio en cualquier parte de la ciudad, así como acceso a internet y una mayor velocidad de transferencia de información.
- La población podrá acceder a sus correos electrónicos desde su equipo móvil, logrando enviar y recibir mensajes a cualquier parte del mundo.
- Tendrán una mejor calidad y fiabilidad de servicio, con una mayor velocidad de transmisión de datos y un ancho de banda superior con velocidades que son casi siete veces más rápida que una conexión telefónica estándar.
- Ofrece mayor seguridad al momento de realizar la conexión, dado que el equipo de usuario (UE) autentifica la red y de esta manera el usuario puede asegurarse que se está conectado a una red segura.
- Para los niños los teléfonos celulares sean centros de entretenimiento, y aprendizaje ya que interactuarán con aplicaciones metodológicas.

- Para los adultos desde los teléfonos celulares podrán acceder a las noticias más importantes del mundo directamente sin necesidad de dirigirse a una cabina de internet.
- Con los nuevos teléfonos celulares que brindan la función de una cámara portátil, no sólo podrán tomar fotografías, sino también enviarlas hacia cualquier destino sin restricciones.

CONCLUSIONES

1. Se concluye de este proyecto que si es posible y factible realizar una instalación o implementación de una red de telefonía móvil de Tercera Generación en el distrito de Ahuaycha, con esta nueva red de telefonía móvil se logra un desarrollo tecnológico en el distrito y se consigue que estén más comunicados con las demás regiones del Perú.
2. Antes de realizar la instalación de la red de telefonía móvil de Tercera Generación, existe un estudio de campo imprescindible e indispensable en el sitio, y este sitio es la EBC AHUAYCHA el cuál es destinado por TELEFÓNICA DE PERÚ (TDP).
3. Al momento de realizar la instalación o implementación existe todo un procedimiento elaborado y estructurado, rigiéndose en normas básicas destinadas por TELEFÓNICA DEL PERÚ (TDP), estas normas son estandarizadas para todas estaciones del PERÚ asignadas por TDP.
4. Con esta nueva red de telefonía móvil, la población del distrito de Ahuaycha conseguirá nuevos y mejorados servicios, partiendo que tendrán la facilidad de acceder al de internet desde cualquier punto del distrito, dentro del área de cobertura; también tendrán un mayor ancho de banda con velocidades mayores que la telefonía fija, un aumento en las velocidades de trasmisión de

información y acceso a diferentes tipos de aplicaciones que la tecnología anterior no ofrece.

5. El impacto ambiental que produce la red UMTS de telefonía móvil en el distrito no es nociva para la salud, no existe ningún tipo de evidencia científica; este tipo de radiación electromagnética empleada en telecomunicaciones es radiación ionizante, esto quiere decir que los fotones no llegan a tener a suficiente energía como para alterar la materia. Es por que la OMS sugiere potencias máximas de exposición como medida preventiva.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses como mínimo de las unidad de radio remota (RRU'S) para garantizar que la red de Tercera Generación siga funcionando de manera óptima sin ninguna complicación.
2. Realizar un mantenimiento preventivo de la unida principal remota (MU – RBS 6601), revisar que los ventiladores estén en funcionamiento continuo y que sistema de ventilación del gabinete rectificador HUAWEI esté libre de impurezas o polvo.
3. Revisar que la pernería de los soportes de la antena y la RRU esté complemente ajustada y en perfectas condiciones, caso contrario realizar el cambio respectivo.
4. Con el incremento de la población del distrito de Ahuaycha, en unos años se proyectará una implementación de una tecnología más avanzada que la de Tercera Generación, pudiendo ser esta tecnología la 4G – LTE, ya que esta implementación será rentable para TELEFÓNICA DEL PERÚ (TDP).

BIBLIOGRAFÍA

- [GOO2015] Google Earth
URL: www.google.es/earth/index.html
- [BEL2009] Belmonte Espejo, P., & Miralles Martinez, P. (01 de 08 de 2009). EL IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DE LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL. Obtenido de REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES - UNIVERSIDAD DE BARCELONA
URL: www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-6.htm
- [CAM2015] Camacho, R. (20 de 04 de 2015). Comunicaciones_personales - Bandas de 899 – 915 MHz y 944 – 960 MHz. Obtenido de MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
URL: http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/servicis_publicos/documentos/comunicaciones_personales/10%20Bandas%20de%20899%20%E2%80%93%20915%20MHz%20y%20944%20%E2%80%93%20960%20MHz.pdf
- [RBS2013] 6000, R. (02 de 09 de 2013). RBS 6601 FOR GSM UMTS AND LTE. Obtenido de RBS 6601 BELONG TO THE RBS6000 FAMILY
URL: www.rbs6601.com
- [JUR2015] Jurídica, S. P. (13 de 04 de 2015). normas_legales - RESOLUCION MINISTERIAL N° 187-2005-MTC-03. Obtenido de MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES:

URL: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_115.pdf

- [SYS2015] System, P. (2015). Transceptores Ópticos SFP - Módulos ópticos conectables de formato pequeño. Obtenido de PERLE
URL: www.perlesystems.es/products/sfpopticaltransceiver.shtml
- [VAL2011] Valverde, G. (07 de 05 de 2011). Evolución de la Tecnología Móvil: 1G, 2G, 3G, 4G. Obtenido de LINKEADO
URL: <http://linkea.do/evolucion-de-la-tecnologia-movil-1g-2g-3g-4g/>
- [MAR2011] Marcano, D. (03 de 08 de 2011). Seccion_ telecomunicaciones - Generalidades de Redes Celulares. Obtenido de DEPARTAMENTO DE INGENIERIA PUPC:
URL: http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/documentos/seccion_telecomunicaciones/Capitulo%20%20Generalidades%20de%20Redes%20Celulares.pdf
- [DIA2009] Díaz Pocasangre, J. A., Escobar Manzano, F. A., & Carramuttis Ríos, F. A. (01 de ABRIL de 2009). UMTS - ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL UMTS DE TERCERA GENERACIÓN. Obtenido de UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
URL: www.tierradelazaro.com/cripto/UMTS.pdf
- [PLA2011] Plaza, E. (19 de 07 de 2011). Ericsson R380: El primer SmartPhone exitoso. Obtenido de MAYERLESS

URL: <https://www.wayerless.com/2011/07/ericsson-r380-el-primer-smartphone-exitoso/>

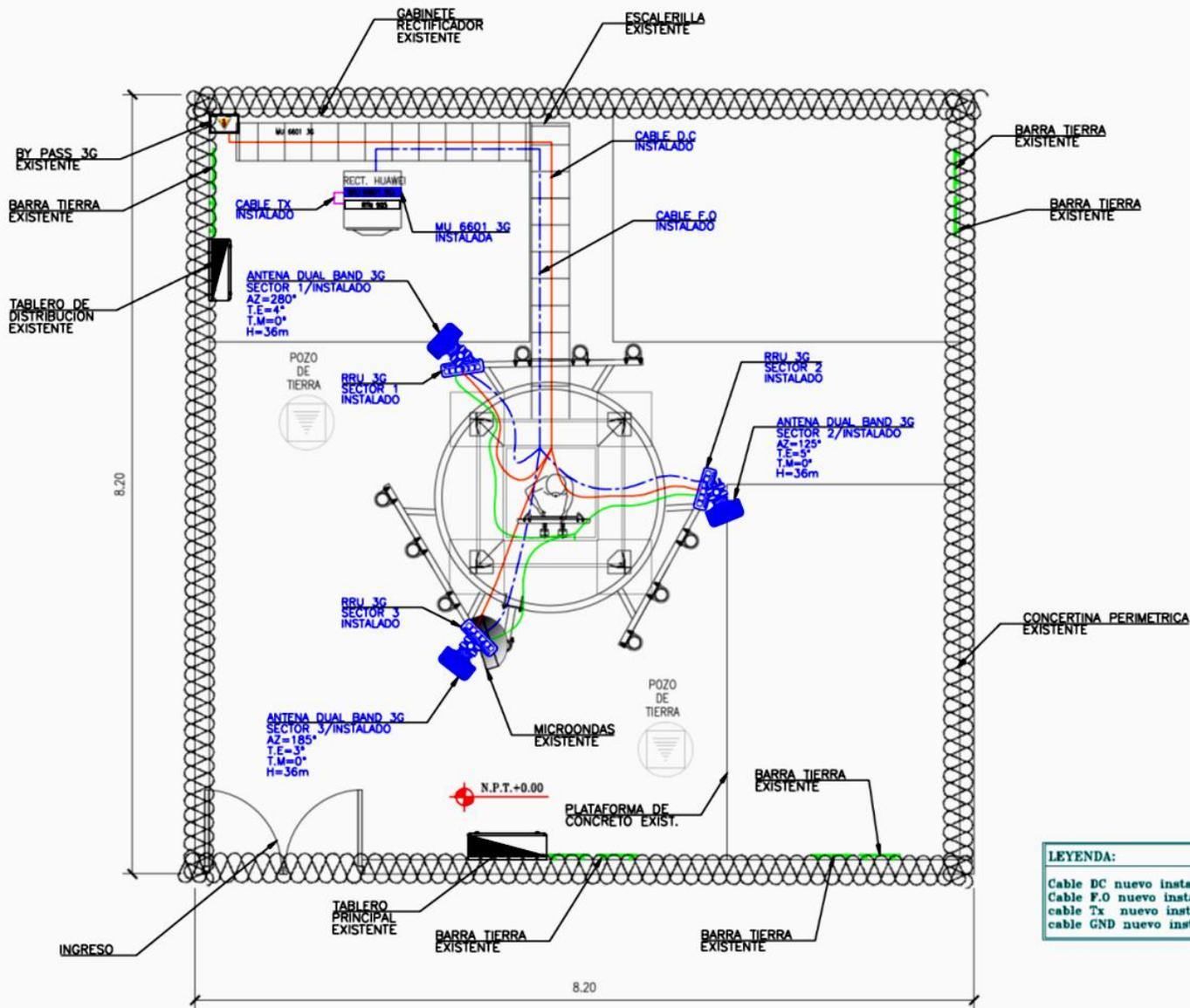
- [MOT2015] Motorola. (2015). Características técnicas del Motorola Moto G. Obtenido de SMARTGSM
URL: <http://www.smart-gsm.com/moviles/motorola-moto-g>
- [MOT2015] Motorola. (2015). Características técnicas del Motorola Moto X. Obtenido de SMARTGSM
URL: <http://www.smart-gsm.com/moviles/motorola-moto-x>
- [DIS2013] Disposición, A. (2013). Los Campos Electromagnéticos - Desde sus propiedades hasta sus efectos en los seres humanos. Obtenido de SLIDESHARE
URL: <http://es.slideshare.net/disposicionantenas/1-20168471>
- [BOR2014] Bordiú, C. (2014). Arquitectura y Cifrado de seguridad en redes 3G. Obtenido de ELEVEN PATHS
URL: <http://blog.elevenpaths.com/2014/01/arquitectura-y-cifrado-de-seguridad-en.html>
- [BCN2012] BCN (2012). Plan general del uso del espectro radioeléctrico. Obtenido de BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE
URL: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=249068>
- [SAN2011] Sanchez, P (2011). La telefonía celular en el Perú: El espectro con las operadoras nuevas. Obtenido del DEPARTAMENTO DE INGENIERIA PUPC
URL: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/pedro/category/ciencia-y-tecnologia/>

- [HUA2015] Huawei (2015). Sistema de transmisión por microondas IP/TDM híbrido Optix RTN 900. Obtenido de HUAWEI.
URL: <http://e.huawei.com/es/products/fixed-network/transport/ip-microwave/rtn-900/>
- [ERI2015] Ericsson (2015). Remote Radio Unit Description RRUS. Obtenido de ERICSSON.
URL: https://lafibre.info/images/4g/201202_ericsson_remote_radio_unit_description.pdf
- [SID2015] SIDES (2015). Antena sectorial Doble Banda. Obtenido de SIDES - SISTEMA INTELIGENTE DE SEGURIDAD.
URL: http://sides.com.mx/Antena-Sectorial-Doble-Banda-2400-2500-MHz--4900--5900-MHz-LCOM_IdPr_8122.html
- [FUL2014] Full-wireless (2014). Antena sectorial Hyperlink 2.4 GHz. Obtenido de FULL WIRELESS.
URL: <http://www.fullwireless.com.br/produto/Antena/Setorial/Hyperlink/HG2414HSP-090-AN>
- [ROD2015] Rodriguez, A (2015). Latiguillo Mono y Multimodo Duplex. Obtenido de FIBRA - ÓPTICA.
URL: <http://www.fibraopticahoy.com/category/latiguillos/>
- [MOH2014] Mohat, A (2014). Dos pin conector de alimentación, tipo abrazadera para RRU y RCU. Obtenido de DATASHEET DE RRU ERICSSON.
URL: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/2-way-female-plug-power-connector-for-rru-and-rcu-60122295489.html>
- [SYS2014] System, T (2014). Clamp RF cable - Grapas para cables coaxiales RF. Obtenido de SILEX SYSTEM - TELECOM.
URL: <http://silexst.com/producto/clamp-rf-cable-grapas-para-cables-coaxiales-rf/>

ANEXO

ANEXO N° 01

PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS INSTALADOS DENTRO
DE LA EBC AHUAYCHA



SALA DE EQUIPOS INSTALADOS EN SALA
ESC: 1/25

PROPIETARIO:
Telefónica Móviles

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:
ERICSSON

IMPLEMENTACION:
BISETEL S.A.C.
PROYECTOR DE TELECOMUNICACIONES

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE BISETEL S.A.C. Y SU REPRODUCCIÓN ESTA ESTRUCTAMENTE PROHIBIDA

ESTACION:
EBC AHUAYCHA

UBICACIÓN:
Jr. 9 de Setiembre
Acraquia-Tayacaja
Huancavelica

COORDINADAS:
LITING: 10° 24' 00"
LONGITUD: 74° 00' 00"

TECNOLOGIA:
3G - UMTS

ETAPA:
INSTALACION

RESPONSABLE DE OBRA:
BACH. ANGEL ROLDAN N.

ESPECIALIDAD:
TELECOMUNICACIONES

PLANO:
VISTA DE PLANTA GENERAL

NUMERO DE LÁMINA:
A-01

DIBUJADO POR:
MARGABEL SIERRA N.

ESCALA: INDICADA **FECHA:** 14/02/10



LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE BISETEL S.A.C. Y SU REPRODUCCIÓN ESTA ESTRICTAMENTE PROHIBIDA

ESTACIÓN:
EBC AHUAYCHA

UBICACIÓN:
Jr. 9 de Setiembre
Araucay-Taraycay
Huancavelica

COORDENADAS:
LATITUD: 12° 24' 10"
LONGITUD: 74° 52' 02"

TECNOLOGÍA:
3G - UMTS

ETAPA:
INSTALACION

RESPONSABLE DE OBRA:
BACH: ANGEL ROLDAN N.

ESPECIALIDAD:
TELECOMUNICACIONES

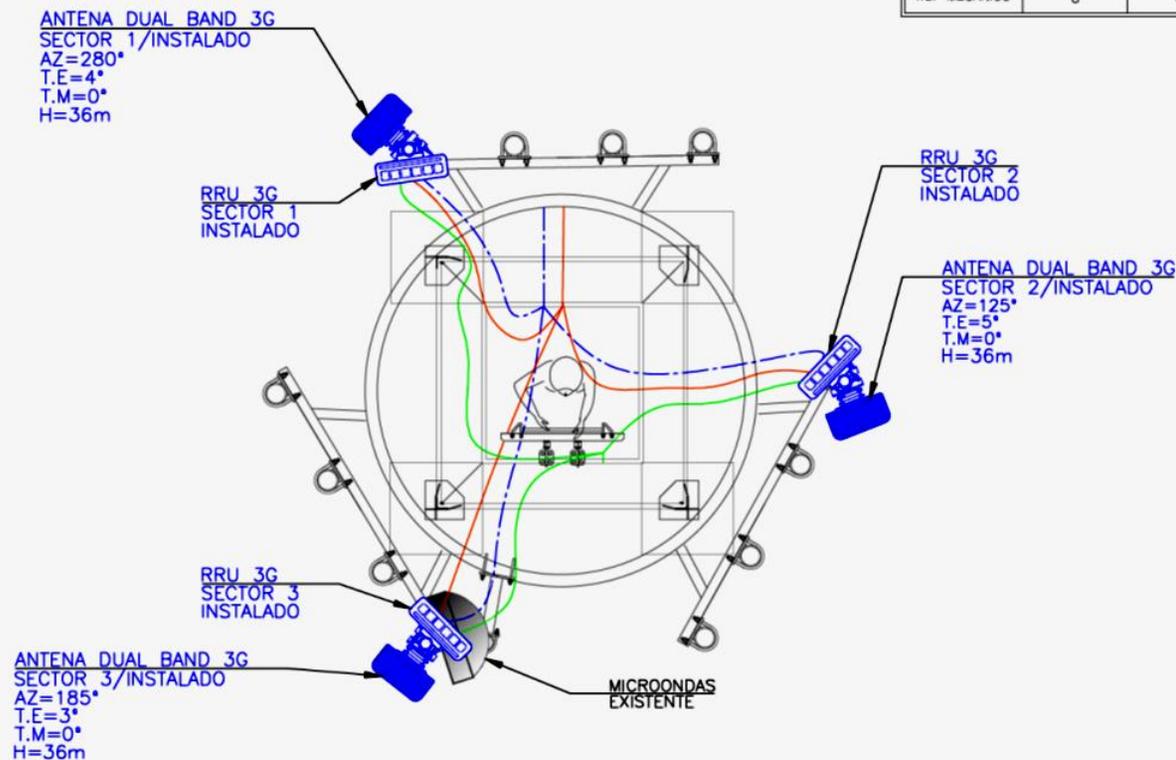
PLANO:
VISTA DE SISTEMA RADIANTE

NÚMERO DE LÁMINA:
A-02

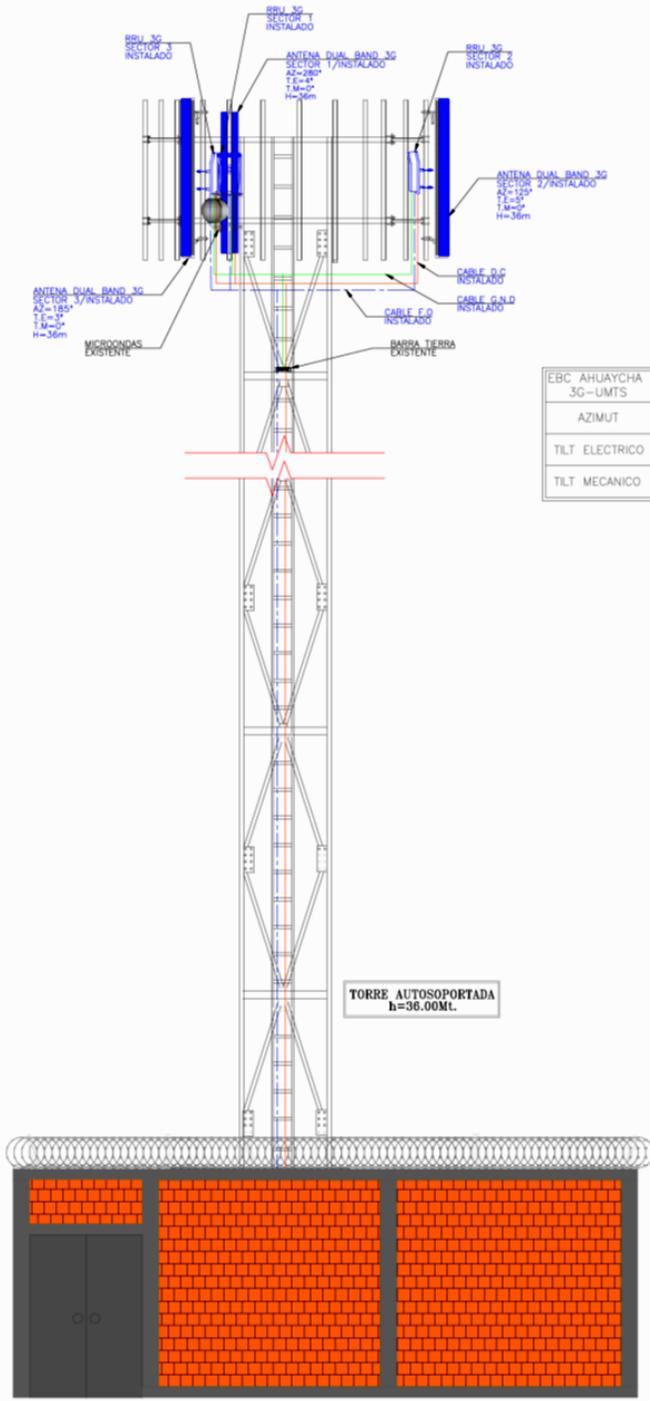
DIBUJADO POR:
MARISABEL SIERRA N.

ESCALA: INDICADA **FECHA:** 14/02/15

EBC AHUAYCHA 3G-UMTS	1º SECTOR	2º SECTOR	3º SECTOR
AZIMUT	280°	125°	185°
TILT ELECTRICO	4°	5°	3°
TILT MECANICO	0°	0°	0°



SISTEMA RADIANTE DE EQUIPOS INSTALADOS
ESC: 1/25



EBC AHUAYCHA 3G-UMTS	1° SECTOR	2° SECTOR	3° SECTOR
AZIMUT	280°	125°	185°
TILT ELECTRICO	4°	5°	3°
TILT MECANICO	0°	0°	0°

VISTA ELEVACION DE EQUIPOS INSTALADOS
ESC: 1/100

PROYECTADO 	ERECTOR Y CONTRATACION 	PROYECTADORA 	ERECTOR EBC AHUAYCHA J. & A. Sotomayor Agrupación Tercera Huancavelica	CONDICIONADA Antena 3G-UMTS Modelo: H-8137	TIPOLOGIA 3G-UMTS	ETAPA INSTALACION	RESPONSABLE DE OBRAS BACH ANGEL ROLDAN N.	ESPECIALIDAD TELECOMUNICACIONES	TITULO VISTA DE ELEVACION DE TORRE	NUMERO DE LAMINA A-03	EMISOR MANUEL SERRA N.	ESCALA INDICADA	FECHA 14/03/15
-----------------------	-----------------------------------	-------------------------	--	---	-----------------------------	-----------------------------	---	---	---	--	----------------------------------	---------------------------	--------------------------

ANEXO N° 02

FICHA TÉCNICA DE LA ANTENA SECTORIAL

MARCA: AMPHENOL

MODELO: C BXD 65806580 - M

Dual-Band Xpol Panel 65°/65° / 17/18 dBi
806-960 / 1710-2170 MHz

Mechanical specifications

Length	2580 mm	101.6 in
Width	266 mm	10.6 in
Depth	136 mm	5.4 in
Weight with brackets	26 kg	57 lbs
Packing size LxWxD	2935 x 365 x 220 mm	115.6 x 14.4 x 8.7 in
Packing weight	32 kg	71 lbs
Wind loading area	0.7 m ²	7.5 ft ²
Rated wind velocity	216 km/hr	134 mph
Operating temperature	-40° to 60° C -40° to 140° F	

Antenna consisting of aluminum alloy reflector plate with a UV PVC radome. Radome color: PANTONE-5517C

Mounting & Downtilting

Mounting brackets attach to a pipe diameter of Ø50-115mm (2.0-4.5 in). Mechanical tilt range is 0°-10°.

Electrical specifications

Side 1: 806-960 MHz

	806-960	880-960
Frequency MHz	806-960	880-960
Polarization	+/- 45°	+/- 45°
Gain	16.5 dBi	17.0 dBi
Adj. Electrical Downtilt	0°- 8°	0°- 8°
Half-Power Beamwidth		
H-Plane	66°	64°
E-Plane	8°	7.5°
Sidelobe Suppression (dB)	0...4...8°	0...4...8°
First lobe above horizon	15..15..15	15..15..15

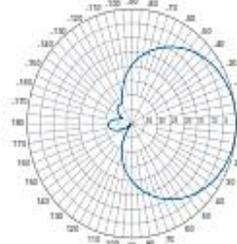
Improvements to mechanical and/or electrical performance of the antenna may be made without notice.

815.399.0001 • antel@antelinc.com • www.antelinc.com

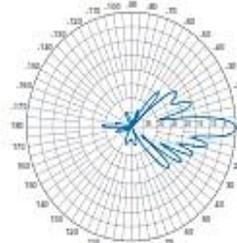
TIPO VI.4: C-BXD-65806580-M

Manual Adjustment Electrical Downtilt Antenna

**Radiation-pattern
806-896 MHz**

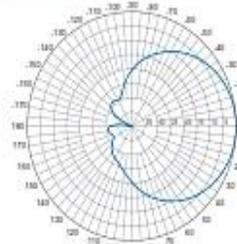


Horizontal

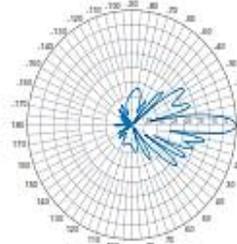


Vertical

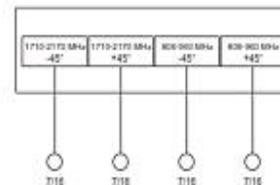
880-960 MHz



Horizontal



Vertical



806-960 / 1710-2170 MHz



Revision Date: 11/11/05

Electrical specifications

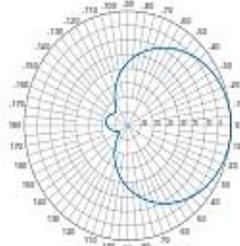
Side 2: 1710-2170 MHz

Freq. MHz	1710-1880	1850-1990	1920-2170
Polarization	+/- 45°	+/- 45°	+/- 45°
Gain	17.5 dBi	17.0 dBi	18.0 dBi
Adj. Electrical DownTilt	0°- 8°	0°- 8°	0°- 8°
Half-Power Beamwidth			
H-Plane	66°	64°	63°
E-Plane	5.5°	5°	5°
Sidelobe Suppression (dB)			
First lobe above horizon	0...4...8°	0...4...8°	0...4...8°
15...15...15	15...15...15	15...15...15	15...15...15
Impedance	50Ω		
Connector(s)	7/16 DIN (Female) 4 ports / Bottom		
Maximum Input Power	400 / 200 W		
Front-to-Back Ratio	≥ 30 dB		
Isolation	≥ 30 dB		
Cross Polar Ratio	≥ 15 dB (+/-60° ≥ 10)		
VSWR	≤ 1.5		
Intermodulation IM3 (2 x 43 dBm carrier)	≤ -107 dBm		
Lightning Protection	DC Ground		

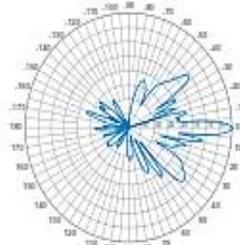
TIPO VI.4: C-BXD-65806580-M

Manual Adjustment Electrical DownTilt Antenna

Radiation-pattern 1710-1880 MHz

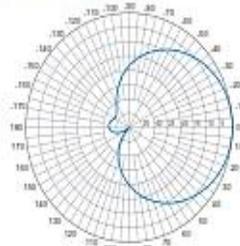


Horizontal

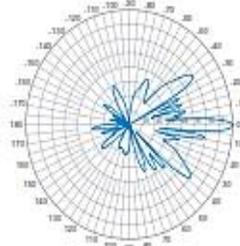


Vertical

1850-1990 MHz

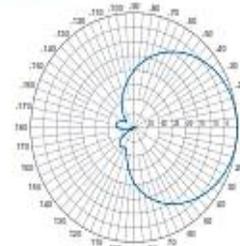


Horizontal

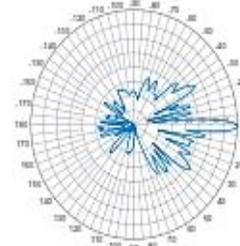


Vertical

1920-2170 MHz



Horizontal



Vertical

Improvements to mechanical and/or electrical performance of the antenna may be made without notice.

815.399.0001 • antel@antelinc.com • www.antelinc.com

806-960 / 1710-2170 MHz

Amphenol
Antel Inc. 2 of 2
an antenna technology company

Revision Date: 11/11/05

ANEXO N° 03

FICHA TÉCNICA DE LA UNIDAD DE RADIO REMOTA

MARCA: ERICSSON – RRUS 01B5

MODELO: KRC 118 70/3

2.2 Remote Radio Unit

2.2.1 RRUW & RRUS



Figure 6, Remote Radio Unit (RRUW/RRUS)

RRUW and RRUS are designed to be installed close to the antennas, and can be either wall or pole mounted. The RRUW has got WCDMA capability. RRUS is Multi Standard Radio, MSR, capable. This means that RRUS is capable of running GSM, WCDMA and LTE on the same RRU HW. Standard can be changed by software reload.

The RRUS is HW prepared for running mixed mode configurations, i.e. to run 2 standards simultaneously. The standards supported in each frequency variant of RRUS depend on which frequencies each standard is defined in 3GPP. A table with standards supported for each frequency is found in chapter 5.1.

For GSM and LTE, up to 12 RRUS can be connected to one MU. For WCDMA, up to 12 RRUW or RRUS can be connected to the same MU.

The RRUW & RRUS sustainable average output power is 60 W, for very large coverage and high capacity requirements. Dual band configurations are also supported by connecting RRUW or RRUS for different frequency bands to the same MU.

The RRUW & RRUS contain most of the radio processing hardware. The main parts of the RRU are the:

- Transceiver (TRX)
- Transmitter (TX) amplification
- Transmitter/Receiver (TX/RX) duplexing
- TX/RX filtering
- Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) support
- ASC, TMA & RET support
- Optical interface

All connections are located at the bottom of the RRUW & RRUS. TMA or ASCs are normally not needed when the RRU is mounted near the antenna. Still to maximize the flexibility at site RRUW & RRUS has support for ASC, TMA and Remote Electrical Tilt (RET).

2.2.2

RRU22



Figure 7, Remote Radio Unit (RRU22 20W & 40W)

The RRU22 are WCDMA capable and designed to be installed close to the antennas, either wall or pole mounted. Up to six RRU22 can be connected to the same MU to match any site type.

Different types of RRU22 are available with respect to frequencies and output power (20 or 40 W). It is possible to mix different RRU types in the same configuration. Dual band configurations are supported by connecting RRU for different frequency bands to the same MU.

The RRU contain most of the radio processing hardware. The main parts of the RRU are the:

- Transceiver (TRX)
- Transmitter (TX) amplification
- Transmitter/Receiver (TX/RX) duplexing
- TX/RX filtering
- Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) support (40W)
- ASC, TMA & RET support (see table below)
- Optical interface

All connections are located at the bottom of the RRU.

TMA or ASC are normally not needed when the RRU is mounted near the antenna. Some of the RRU types however have support for ASC, TMA, RET and RET Interface Unit (RIU). The compatibility for the different RRU is presented in the table below.

RRU Type	ASC/TMA	RET	RIU
RRU22 20 W		X	
RRU22 40 W	X	X ⁽¹⁾	X ⁽²⁾

(1) Possible if connected via ASC

(2) Only needed when no ASC is used

2.3 Optical Interface Link

The RRU are connected to the MU through optical fiber cables. The length between the RBS 6601 MU and a RRUW or RRUS can be as long as up to 40 km.

The units can be connected to each other in several different ways depending on the site setup. The RBS 6601 supports:

- Star connection of the RRU, where each RRU is connected to the MU.
- RRUW & RRUS support cascade connections, where only one fiber cable is connected between the MU and one of the RRU. The other RRU are then connected to each other. This solution reduces the length of the optical fiber cable needed and can be used in multiple applications when the RRU are located far away from the MU.
- The RRU22 can be connected as the last RRU in a RRU cascade chain.

ANEXO N° 04

FICHA TÉCNICA DE LA UNIDAD PRINCIPAL REMOTA

MARCA: ERICSSON

MODELO: RBS 6601

2.1 RBS 6601 Main Unit

The RBS 6601 Main Unit is indoor specified.

2.1.1 RBS 6601 - Indoor Main Unit

The RBS 6601 Main Unit is designed for indoor environments, preferably mounted in a 19-inch rack. One DUW or two DUG/DUL can be housed in one RBS 6601 Main Unit.

Some of the key characteristics of the RBS 6601 Main Unit are:

- Power distribution of -48 VDC to Digital Units
- Climate system including built-in fans and control part

In addition to the above RBS 6601 Main Unit also provides a limited number of built-in customer alarm connections as well as connection to an external Support Alarm Unit (SAU).

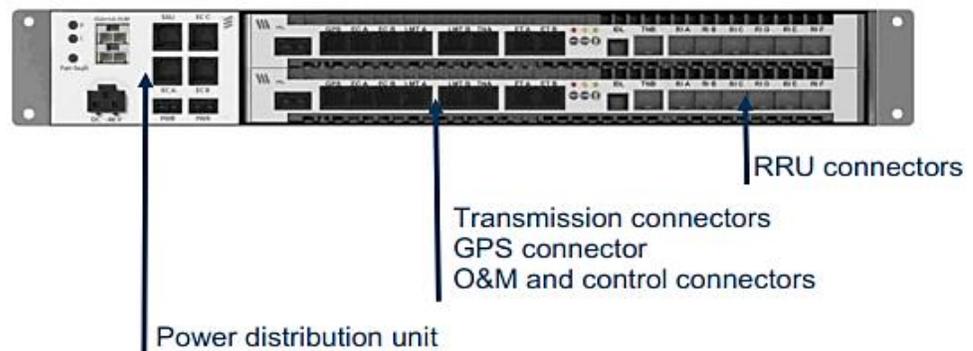


Figure 4 RBS 6601 Main Unit with DUG/DUL



Figure 5 RBS 6601 Main Unit with DUW

2.1.2 Digital Unit for WCDMA

The Digital Unit WCDMA (DUW) comes in three variants, DUW 10/20/30, depending on capacity demand.

The DUW contains the baseband, control, and switching, as well as the lub and Mub interfaces. The DUW can handle different time-varying traffic mixes consisting of voice circuit-switched data, packet-switched data, and high-speed data such as High Speed Packet Access (HSPA).

Baseband resources are pooled in the DUW and the number of Channel Elements (CE) and high-speed data capacity can be optimized to fit operator requirements for user type and number of services.

The baseband capacity is pooled independently of sectors and frequencies. Two baseband pools can exist (two DUW). Each DUW is then housed in one 19", 1.5U RBS 6601 Main Unit. The two DUW in two separate 19" 1.5U RBS 6601 Main Units can be configured as one RBS node.

The DUW stabilizes the clock signal extracted from the transport network connection or optional external GPS equipment and uses it to synchronize the RBS.

The DUW provides:

- 100/1000 Base-T Ethernet
- Channelised STM-1 transport network interface
- Four IMA capable E1/T1/J1 ports

The DUW can connect to RRU22, RRUW or RRUS.

ANEXO N° 05

FICHA TÉCNICA DEL TRANSCEPTOR ÓPTICO

MARCA: ERICSSON

MODELO: RHD 102 47/2



Ericsson RDH 102 47/2 compatible Multirate Singlemode SFP Transceiver | 10km SM 1310nm



Universal multi - frecuencia monomodo transceptor para 2Gigabit de canal de fibra, Fast Ethernet, SFP compatible con Ericsson RDH 102 47/2 - 10 kilómetros SM 1310, con monitoreo (DDM / DOM), Standard MSA Gigabit Ethernet, Gigabit Fibre Channel, OC3 / STM1, OC48 / STM16 y OC12 / STM4 con conector LC.

COMPATIBILITY	Other
TYPE	SFP
INTERFACE	Single mode
WAVELENGTH TX	1310nm
WAVELENGTH RX	1310nm
DISTANCE	10km
POWERBUDGET (DB)	6.30Db
PROTOCOLS	Gigabit Ethernet, Fast Ethernet, 2Gigabit Fibre Channel, Gigabit Fibre Channel, OC48/STM16, OC12/STM4, OC3/STM1
BANDWIDTH FROM	100Mbit/s
BANDWIDTH TO	2.670Gbit/s
LASER	FP
RECEIVER TYPE	PIN
CONNECTOR	LC

POSSIBLE COMPATIBILITIES		Ericsson, Net Insight, Packetlight, SIAE MICROELETTRONICA, Cisco Systems, Juniper, Brocade IP, ADVA, Alcatel-Lucent, Ciena (ex. Nortel), D-LINK, ECI, Huawei, Marconi, MRV, Redback, Transmode
WAVELENGTH MIN.	TX	1260nm
WAVELENGTH MAX.	TX	1360nm
WAVELENGTH MIN.	RX	1260nm
WAVELENGTH MAX.	RX	1620nm
TRANSMIT MIN.		-11.70dBm
TRANSMIT MAX.		-3.00dBm
RECEIVE MIN.		-18.00dBm
RECEIVE (RECEIVER OVERLOAD) MAX.		-3.00dBm
TEMPERATURE (MIN)		0°C
TEMPERATURE (MAX)		70°C
TYPE OF DDM / DOM		Internal
EXTINCTION RATIO		8.20dB