



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**Tesis de Grado**

Previo a la obtención del título de

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**Mención en Gestión Empresarial**

Tema

**“ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS DE LAS RADIOBASES CELULARES E  
IMPLEMENTACIÓN DE TELEFONÍA Y CÁMARAS IP EN LA FINCA  
LIMONCITO”**

Realizado por

**Mario Andrés Banguera Ordoñez**

**Carlos Fabricio Calero Cedeño**

**Gabriel Hernán Larrea Martínez**

**Director de Tesis**

**Ing. Héctor Cedeño Abad**

**Guayaquil – Ecuador**

**2010**



## TESIS DE GRADO

Título

### “ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS DE LAS RADIOBASES CELULARES E IMPLEMENTACIÓN DE TELEFONÍA Y CÁMARAS IP EN LA FINCA LIMONCITO”

Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Por:

Mario Andrés Banguera Ordoñez

Carlos Fabricio Calero Cedeño

Gabriel Hernán Larrea Martínez

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el Título de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

**Mención en Gestión Empresarial**

**Miembros del Tribunal**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Héctor Cedeño A.**

Decano de la Facultad

\_\_\_\_\_  
Ing. Pedro Tutiven López

**Director de Carrera**

\_\_\_\_\_  
Ing. Héctor Cedeño Abad.

**Director de Tesis**

\_\_\_\_\_  
Dr. Kléber López Parrales

**Coordinador Administrativo**

\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor del Valle Ramos

**Coordinador Académico**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, quien nos sirvió de guía para poder culminar con éxito este trabajo, a nuestras familias, a nuestros padres, hermanos, y demás familiares que siempre estuvieron dando el aliento necesario para conseguir nuestra meta la de ser profesionales en Ingeniería en Telecomunicaciones.

A nuestros profesores que tuvimos en nuestros años de estudios, a las autoridades y personal administrativo de la Facultad Técnica y en especial a nuestro Director de Tesis, Ing. Héctor Cedeño por su valiosa colaboración en el desarrollo de la tesis.

A todos muchas gracias, comprometiéndonos a poner en práctica lo que nos han enseñado.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis esta dedicada a nuestros compañeros de la Facultad Técnica y estudiantes de todas las facultades que tengan como carrera las Telecomunicaciones, este libro es un trabajo de investigación que lo dejamos para consulta y referencia de lo que se ha planteado, investigado e implementado.

A todos nuestros familiares, profesores y autoridades por su paciencia y consejos, a todos ellos, esta dedicado esta tesis.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se basa en un estudio de tecnología y equipos de última generación para la comunicación en telefonía celular, las operadoras que existen son 3, de las cuales 2 son internacionales, éstas invierten en tecnología, aun así se está sufriendo de cobertura en zonas rurales, se propone que para la parroquia limoncito se de cobertura de telefonía celular. Por motivos técnicos de diseño y aspectos económicos es que las operadoras no satisfacen la demanda de usuarios en zonas apartadas.

Se investiga en revistas científicas y paginas de los fabricantes las últimas generaciones de equipos y dispositivos que conforman las radiobases y nodos que forman parte de un sistema de telefonía celular. Esto lo detallamos en el capítulo dos.

En base a desarrollo e implementaciones de plataformas en países de características iguales al Ecuador como de sus condiciones de factibilidad es que al final se propone la tecnología basada totalmente en protocolo IP, esto se detalla en el capítulo tres.

En el capítulo cuarto y quinto, se implementará en la finca Limoncito una extensión de telefonía IP, y además un monitoreo remoto de video vigilancia para la misma finca.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	III	
DEDICATORIA.....	IV	
RESUMEN.....	V	
ÍNDICE DEL CONTENIDO		
INTRODUCCIÓN.....	1	
<b>CAPÍTULO I</b>		
ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RADIOBASES INSTALADAS EN ZONAS RURALES DEL ECUADOR.....		2
1.1 Antecedentes.....	2	
1.2 Planteamiento del problema.....	3	
1.3 Justificación.....	3	
1.4 Idea a Defender.....	4	
1.5 Objetivo General.....	4	
1.6 Objetivos Específicos.....	4	
<b>CAPÍTULO II</b>		
DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE TELEFONÍA DIGITAL CELULAR.....		5
2.1 Telefonía Celular de Segunda Generación.....	5	

2.2 Tercera Generación (TG).....	6
2.3 EDGE: Enhanced rate rates for global evolution.....	6
2.4 CDMA (Code division multiple access) 2000 EVDO.....	9
2.5 CDMA Banda Ancha.....	11
2.6 HSPA (High Speed Packet Access).....	12
2.7 WIMAX (Worldwide Interoperability For Microwave Access).....	15
2.8 4G y el futuro de la telefonía móvil.....	17
2.9 UMB (Ultra Mobile Broadband).....	20
2.10 Tecnologías Inalámbricas de Datos.....	21
2.11 Desarrollo de la Redes de Datos.....	22

### **CAPÍTULO III**

EVOLUCIÓN DE RADIOBASES EN EL ECUADOR.....	25
3.1 Tecnología de Acceso y Transporte de OTECEL.....	25
3.2 La Estación Base (BTS) de Segunda Generación.....	27
3.3 Planificando la Cobertura en diferentes Zonas.....	30
3.4 Equipos de Radiobases Ericcson.....	31
3.5 Equipos de Red 3G HSDPA.....	35
3.6 Desarrollo de HSPA por fabricante HUAWEI.....	39
3.6.1 Servicio de Televisión Móvil.....	41
3.6.2 All IP-based FMC de Huawei.....	42
3.6.3 Soluciones IMS de Huawei.....	42

3.6.4 Softswitch móvil GSM/UMTS.....	46
3.6.5 Nodos B.....	47
3.7 Nueva Generación de NODOS.....	50
3.7.1 El HSDPA en Nodos B.....	51
3.8 CDMA2000 de Huawei.....	53
3.8.1 Ventajas.....	54
3.8.2 Aplicación.....	55
3.8.3 Utilización de Antenas Inteligentes en Telefonía Celular.....	56
3.9 Tecnología para Optimizar Radiobases celulares en el Ecuador. ....	57
3.9.1 Requerimientos en Transmisión de la Red del Servicio.....	59
3.9.2 Prospecto de la Red de Transporte de nueva Generación.....	61
3.10 Sistema de Energización óptima para Radiobases Rurales en el Ecuador.....	62

## **CAPÍTULO IV**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO CON CÁMARAS DE VIDEO.....	65
4.1 Monitoreo remoto con cámaras de video en la Finca Limoncito.....	65
4.2 Equipos del sistema de vigilancia remota.....	66
4.3 El sistema video vigilancia en la hacienda Limoncito.....	69

## **CAPÍTULO V**

IMPLEMENTACIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA IP.....	74
5.1 Implementación de telefonía IP en la finca Limoncito.....	74
5.2 Programación de la centralKXTDE100.....	76
5.3 Instalar tarjetas virtuales IP a la central.....	79
5.4 La programación de teléfonos IP.....	84
5.4.1 Realizar y recibir llamadas.....	85
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXOS.....	91
Sistema híbrido eólico-fotovoltaico.....	91
Componentes de telefonía IP para la Facultad Técnica.....	92
PRESUPUESTO.....	93
<b>ÍNDICE DE LAS FIGURAS</b>	
Figura 2.1 Red de 2º Generación, GSM.....	5
Figura 2.2 Modulación GMSK vs. 8PSK.....	7
Figura 2.3 Evolución de CDMA 2000.....	10
Figura 2.4 Publicaciones para HSDPA y HSUPA.....	13
Figura 2.5 Velocidades en HSDPA.....	14
Figura 2.6 Evolución de CDMA y GSM hacia 3G.....	14
Figura 2.7 Aplicaciones 3G y su convergencia hacia 4G.....	18
Figura 2.8 Ejemplo de un arreglo de antenas MIMO 2x2.....	19

Figura 2.9 Reducción en la Latencia; GPRS/EDGE/WCDMA/HSPA/LTE.....	20
Figura 2.10 Evolución de CDMA 200 hacia UMB.....	21
Figura 2.11 Eficiencia espectral de LTE, UMB y Wimax.....	22
Figura 2.12 Redes Inalámbricas de datos.....	24
Figura 3.1 Esquema de la red de Conmutación de la empresa Otecel.....	25
Figura 3.2 Diagrama de red SDH de telefonía.....	27
Figura 3.3 Estructura de una BTS GSM.....	29
Figura 3.4 Radio bases marca Ericcson.....	32
Figura 3.5 RBS 2106.....	33
Figura 3.6 RBS 2206.....	34
Figura 3.7 Equipos de red de radio HSDPA.....	35
Figura 3.8 Configuración de los radios y la señal portadora hacia un BTS.....	37
Figura 3.9 Dispositivos de una BTS 3° G.....	44
Figura 3.10 Conexiones para Banda Ancha en BTS 3°G.....	44
Figura 3.11 Reducción de los BTS en 3.5°G.....	45
Figura 3.12 Nodo B de Huawei.....	49
Figura 3.13 Radiobases CDMA y GSM.....	53
Figura 3.14 Distribución de equipos de 3.5G.....	56
Figura 3.15 Red BTS de energía solar Huawei.....	64
Figura 4.1 Equipos de sistema de vigilancia remota en Limoncito.....	67
Figura 4.2 El DVR y sus componentes para video-vigilancia.....	68
Figura 4.3 Diseño de sistema de video vigilancia en Finca Limoncito.....	70
Figura 4.4 Instalación de las cámaras de video en la torre de Limoncito.....	71

Figura 4.5 Vigilancia de la cámara PTZ a la entrada a Limoncito.....	72
Figura 5.1 Central Panasonic KX-TDE100.....	74
Figura 5.2 Tarjeta KX-TDE 100.....	75
Figura 5.3 Tarjeta IP virtual.....	79
Figura 5.4 Modelo de configuración.....	80
Figura 5.5 Registros.....	81
Figura 5.6 Registro de extensiones SIP.....	83
Figura 5.7 Asignación de número de extensión.....	83
Figura 5.8 Diagrama del sistema instalado.....	87

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1 Esquemas de modulación, utilizado por GPRS y EDGE.....	8
Tabla 2.2 Ancho de Banda utilizado en 3G.....	12
Tabla 2.3 Comparaciones de las tecnologías de 3° Generación.....	15

## **INTRODUCCIÓN**

Según cifras de la UIT, en el mundo ya son cerca de 3900 millones los usuarios de telefonía móvil y cada año se añaden unos 500 millones mas, lo que significa que 16 nuevas personas se incorporan cada segundo (1,4 millones por día) de esto un 85% de nuevos usuarios se producirán en los países en vías de desarrollo y de esta, mas de la mitad lo serán en zonas rurales, entornos en los que hay ciertas carencias de infraestructura de radiobases y equipos de telecomunicaciones que se mantienen en la segunda generación, tecnología que debe evolucionar al ritmo que evolucionan las tecnologías en las zonas urbanas.

Se estima que en todo el mundo existen unos 3 millones de BTS de segunda generación se esta cambiando a tecnologías de 3G y 3.5G para dar el servicio a los nuevos usuarios, los altos costos para su implementación retrasan para que esta evolución llegue definitivamente a la 4 generación, equipos que realizarán totalmente la convergencia tecnológica por una sola red de las tantas que se puedan utilizar, es decir la red de acceso será una sola para las aplicaciones multimedia.

El propósito de esta tesis es la de investigar un aspecto tecnológico y coyuntural entre las radiobases que han evolucionado en el Ecuador como sus posibles alternativas de operación eficaz, en la parroquia Limoncito.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RADIOBASES INSTALADAS EN ZONAS RURALES DEL ECUADOR**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

En el Ecuador existen 3 operadoras de telefonía celular, Telefónica con la marca Movistar, Conecel con Porta y CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) con Alegro, las mencionadas operadoras actualmente tienen como plataforma tecnológica GSM<sup>1</sup>. Esta tecnología abarca sobre el 80% del mercado global de los sistemas móviles, hoy en día la convergencia tecnológica y el objetivo de desarrollar proyectos para mejorar el servicio de telefonía celular, se realizan estudios y pruebas de equipos e interfaces para minimizar inversiones de tecnologías poco rentables.

Sin embargo es importante que para ahorrar costos de operación se debe tomar muy en cuenta la aplicación de equipos de última generación que son mas reducidos en cuanto a tamaño y que además tienen un consumo bajo de energía eléctrica. Utilizando tecnología de última generación se puede dar cobertura hasta en zonas rurales, en el Ecuador, la zona de Limoncito tiene una considerable cantidad de usuarios que no se lo satisface con el servicio telefónico convencional y tampoco con el de telefonía celular.

<sup>1</sup>GSM: “Groupe Special Mobile”, ahora más conocido como Global System for Mobile Communications.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El estudio, diseño y factibilidad para nuevas instalaciones de radiobases celulares en el país, es complejo, en la parroquia Limoncito no hay señal de telefonía convencional ni celular. Así como en sus zonas cercanas, las operadoras mantienen diferentes tecnologías de radio acceso (GSM, UMTS, CDMA, etc.) y cada una de estas radios bases o BTS y sus equipos asociados necesitan energía eléctrica a niveles constante para su funcionamiento. Por la falta de electrificación no se abastece de energía a equipos de telecomunicaciones.

Hasta ahora en zonas rurales del país para mantener la cobertura total se utilizan generadores eléctricos a diesel, una solución eficiente aunque cara.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Se propone el estudio para recomendación de radiobases de última generación, donde se reduzca el consumo de energía, como justificación deben las operadoras mantener un igual tipo de tecnología. Para funcionar en zonas rurales del país, como el sector de limoncito que es estratégico para la Universidad Católica como para sus usuarios. El desarrollo de las radiobases apunta a la 4<sup>o</sup> generación, la utilización de BTS y nodos de última generación, así para la energización de las radiobases y sus equipos se recomiendan, la energía solar.

#### **1.4 IDEA A DEFENDER**

Los equipos de 4° generación pueden convertirse en la tecnología que integra la multimedia con mayor ancho de banda y menor consumo de energía para su operación, debe ser además la más eficaz para operar en zonas rurales. Las mejoras de integración basadas en protocolo IP, que realizan los fabricantes es lo destacado en equipos de telefonía celular de última generación.

#### **1.5 OBJETIVO GENERAL**

Establecer el estudio de radiobases de telefonía celular de última generación para su utilización en zona de Limoncito

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

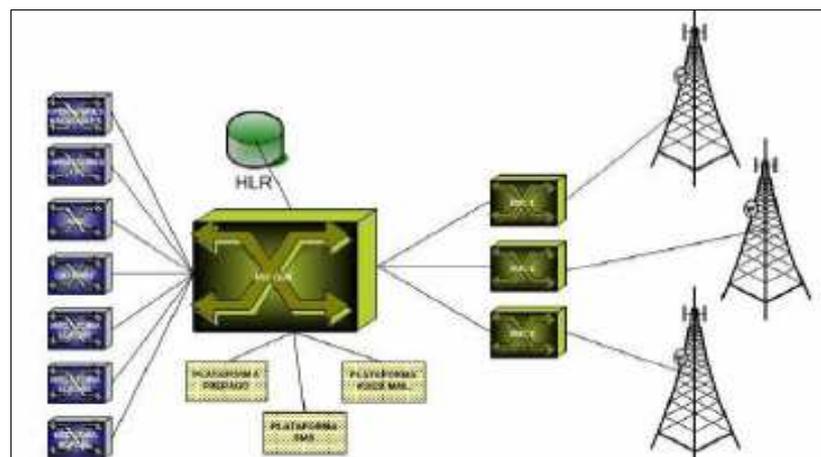
1. Describir el funcionamiento de las tecnologías existentes de radio acceso de las operadoras de telefonía celular en Limoncito.
2. Estudiar la tecnología en radiobases y equipos de telefonía celular idóneos para zonas rurales en Limoncito.
3. Diseñar e implementar la rehabilitación de la central telefónica IP para conexión telefónica y un sistema de vigilancia remota con cámara de video para supervisar la finca Limoncito.

## CAPÍTULO 2

### 2. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE TELEFONÍA DIGITAL CELULAR

#### 2.1 TELEFONÍA CELULAR DE SEGUNDA GENERACIÓN

La descripción general de una red de telefonía celular, de 2º generación es la siguiente: Central de Conmutación, Mobile Switching Center (MSC), sus bases de datos que entre ellas se destaca la Base de Datos para Registro y Control de abonados Locales, Home Local Register (HLR), Plataformas de servicios especiales como Abonados Prepagados, Servicio de Mensajes Cortos y Servicio de Correo de voz, Sistema de operación y gestión de Radio Bases Controladoras (BSC), Circuitos de Interconexión con otras centrales de conmutación y circuitos de interconexión con otros operadores como la Red de Telefonía Publica Conmutada (PSTN). Ver figura 2.1 diagrama de una red GSM (Global System Mobile).



**Figura 2.1 Red de 2º Generación, GSM**

## **2.2 TERCERA GENERACIÓN (3G)**

Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000 por sus siglas en inglés) es el estándar global para la tercera generación de redes de comunicaciones inalámbricas 3G, definidas por un sistema de estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. La IMT-2000 ha definido los siguientes requerimientos para que una tecnología sea considerada como 3G:

- Velocidad de 144 Kbps para movilidad total en exteriores (120 km/h)
- Velocidad de 384 Kbps para movilidad limitada (10 km/h)
- Velocidad de 2 Mbps para ambientes estacionarios.

Las tecnologías que cumplen con estos requerimientos y son consideradas como de tercera generación son:

### **2.2.1 EDGE: ENHANCED DATA RATES FOR GLOBAL EVOLUTION**

Es una evolución de 2G, la Enhanced Data rates for GSM Evolution, puede ser implementada en otros sistemas. La tecnología EDGE es una mejora en la parte de datos para los sistemas conmutados de paquetes como GPRS (General Packet Radio Service) y para sistemas conmutados de circuitos por ejemplo IS-136 que es de 2G.

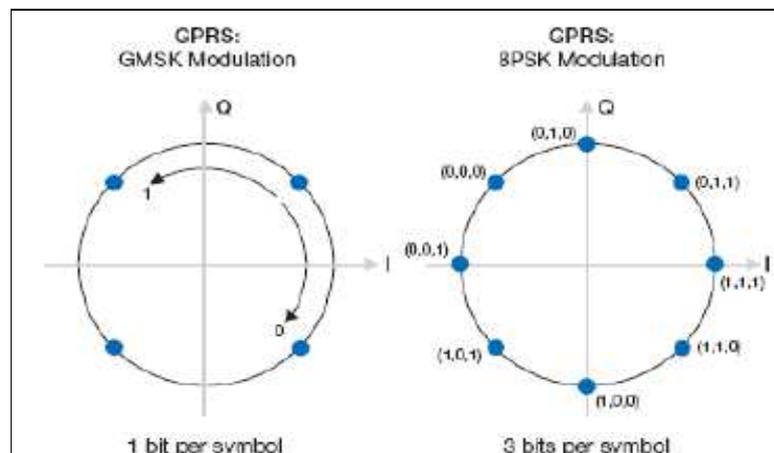
Cuando se implementa sobre GPRS se le conoce como EGPRS (Enhanced GPRS), mientras que cuando se instala sobre sistemas IS-136 se conoce como ECSD (Enhanced CSD).

EDGE puede ser una tecnología 2G o 3G dependiendo de la implementación, por eso a veces se la clasifica como una tecnología 2.75G.

Equipos EDGE de clase 4 o superior son considerados 3G. Esta tecnología es capaz de ofrecer una velocidad de datos de hasta 384 Kbps y teóricamente hasta 473.6 Kbps en la capa física, con lo cual satisface los requerimientos de la IMT-2000 para redes de tercera generación.

Las mejoras que se incorporan en EDGE son: una nueva técnica de modulación, tolerancia a los errores en la transmisión y un nuevo mecanismo de adaptación de enlace.

En lo referente a la modulación GPRS utiliza GMSK, que es el acrónimo de Gaussian Minimum Shift Keying y es el tipo de modulación usado en GSM, mientras que EDGE combina GMSK y 8-PSK. Al utilizar 8-PSK (Phase Shift Keying) se puede transmitir 3 bits por símbolo triplicando la capacidad del sistema alcanzando velocidades de hasta 59.2 Kbps por time slot. Ver figura 2.2.



**Figura 2.2 Modulación GMSK vs. 8PSK**

Para lograr una tolerancia en la transmisión de errores EDGE no retransmite paquetes errados, a diferencia de GPRS puede re-segmentar los paquetes y añadir mayor redundancia.

Parte de la adaptación de enlace que realiza EDGE, es la utilización de 9 esquemas de codificación y modulación (MCSs) que son seleccionados según la calidad del enlace.

Los primeros 4 son correspondientes a los de GPRS, ver tabla 2.1.

Esquema de Codificación y modulación	Modulación	Velocidad por ranura (Kbps)
MCS-1	GMSK	8.4
MCS-2	GMSK	11.2
MCS-3	GMSK	14.8
MCS-4	GMSK	17.6
MCS-5	8PSK	22.4
MCS-6	8PSK	29.6
MCS-7	8PSK	44.8
MCS-8	8PSK	54.4
MCS-8	8PSK	59.2

**Tabla 2.1 Esquemas de modulación utilizado por GPRS y EDGE**

Se han conseguido mejoras para la tecnología EDGE que serán publicadas por la 3GPP (3° Generation Partnership Project), es un acuerdo de colaboración en tecnología de telefonía móvil, en cooperación con ETSI (Europa), ARIB/TTC (Japón), CCSA (China), ATIS (América del Norte) y TTA (Corea del Sur). En el Rel. 7 (Release 7) y se conoce como: Evolved EDGE. Entre las mejoras estarán la reducción de la latencia, utilización de nuevos esquemas de modulación como QPSK, 16 QAM y 32 QAM,

logrando una velocidad de hasta 473.6 Kbps en cada time slot tanto para UL (up link) como para DL (down link)

La implementación de esta tecnología resulta económicamente más conveniente que migrar a otra 3G, en vista de que no se realizan cambios en el core network y también la gran aceptación que han tenido los sistemas GSM a nivel mundial, sin embargo puede ser implementada también en otras tecnologías que utilicen TDMA como método de acceso.

### **2.2.2 CDMA (CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS) 2000 EVDO**

Es la evolución de CDMA2000 1x y utiliza una única portadora. EVDO significa: Evolution Data Optimized o Evolution Data Only. Es compatible con los sistemas CDMAone y CDMA2000 1xRTT al utilizar una o varias portadoras de 1.25 MHz y un chip rate de 1.2288 Mchip/s.

Existen varias revisiones o mejoras a la tecnología EVDO. En la Rev. 0 alcanza velocidades de hasta 2.4 Mbps en downlink y mantiene los 153 Kbps en uplink. EVDO Rev. A soporta VoIP (Voz sobre IP) y reduce la latencia. Además la velocidad máxima para downlink (DL) es de 3.1 Mbps y para uplink (UL) alcanza hasta 1.8 Mbps.

EV-DO Rev. B fue publicada en mayo 2006. Es un sistema Multi portadora. Se introduce la modulación 64-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) Con la utilización de 15 portadoras y un ancho de banda de 20 MHz se alcanza velocidades de 73.5 Mbps en DL y 27 Mbps en UL. Actualmente se encuentra en desarrollo la Rev. C

que incluirá técnicas como OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation) y MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).

Existe otro desarrollo conocido como EVDV: Evolution Data and Voice, que permite velocidades de 3.1 Mbps en DL y 1.8 Mbps en UL. La diferencia con EVDO es que en EVDV se puede transmitir voz y datos en la misma portadora. Sin embargo, el desarrollo de esta tecnología fue detenido en 2005 por Qualcomm debido a la falta de interés en implementarlo por parte de operadores celulares.

La figura 2.3 grafica la evolución de CDMA hasta el presente año, se destaca las velocidades de EV-DO Rev. B y EVDV hasta UMB (Ultra Mobile Broadband) que es donde convergen aplicaciones multimedia con protocolo totalmente basado en IP.

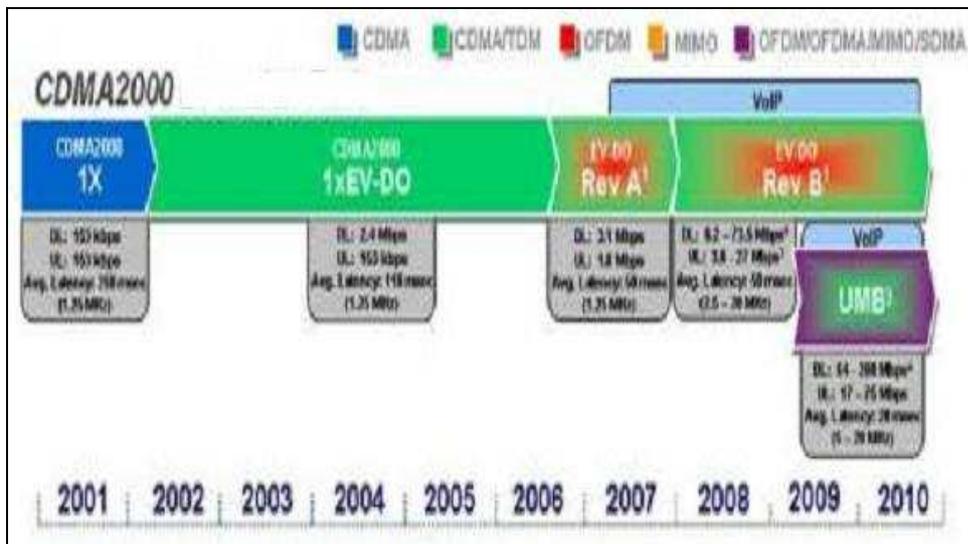


Figura 2.3 Evolución de CDMA 2000

### **2.2.3 CDMA BANDA ANCHA**

La Wideband CDMA es el nombre de la técnica de acceso utilizada por varios estándares 3G. Se le llama de banda ancha porque la portadora es de 5 MHz en lugar de 1.25 MHz. La técnica utilizada para dispersar el espectro es Direct Sequence (DS-SS) (DS-SS). La velocidad de chip es de 3.84 Mcps. Se pueden alcanzar velocidades de hasta 2 Mbps. En promedio se tiene una velocidad de 384 Kbps en DL (down link) y 64 Kbps en UL (up link).

Puede operar con los dos modos de duplexión FDD (Duplexación por división de Frecuencia) y TDD (Duplexación por División de Tiempo). Sin embargo, no son compatibles entre sí. Cuando se utiliza TDD se combina TDMA junto con CDMA (TD-SS).

Existen dos estándares que utilizan WCDMA como técnica de acceso y FDD en el duplexado. El primero en aparecer comercialmente fue el estándar japonés FOMA, sin embargo el de mayor implementación ha sido el estándar europeo UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Los dos estándares son compatibles entre sí. Una diferencia entre ellos es que FOMA divide el tiempo en 16 time slots mientras que UMTS en 15.

Por su parte, a las técnicas de acceso que utilizan WCDMA y TDD se les conoce como UMTS TDD, en lugar de llamar WCDMA a la técnica de acceso lo más común es decir que el interfaz aire es TD-SS. Utiliza también un ancho de banda de 5 MHz y un chip rate de 3.84 Mcps, sin embargo también existe la opción de 10 MHz y chip rate de

7.68 Mcps. Actualmente se ha implementado en 17 países. Al igual que en FDD no se necesita sincronización con las radio bases.

También es posible tener sincronización con las radio bases, esta técnica se conoce como TD-SCDMA (Time Division Synchronuous CDMA). En China por ejemplo se implementó TD-SCDMA como tecnología 3G.

Banda (MHz)	Downlink (Mhz)	Uplink (MHz)
2100	2110 – 2170	1920 – 1980
1900	1930 – 1990	1850 – 1910
1800	1805 – 1880	1710 – 1785
1700	2110 – 2155	1710 – 1755
850	869 – 894	824 – 849
850	875 – 885	830 – 840
2600	2620 – 2690	2500 – 2570
900	925 – 960	880 – 915
1800	1845 – 1880	1750 – 1785
1700	2110 – 2170	1710 – 1770

**Tabla 2.2 Ancho de banda utilizado en 3G**

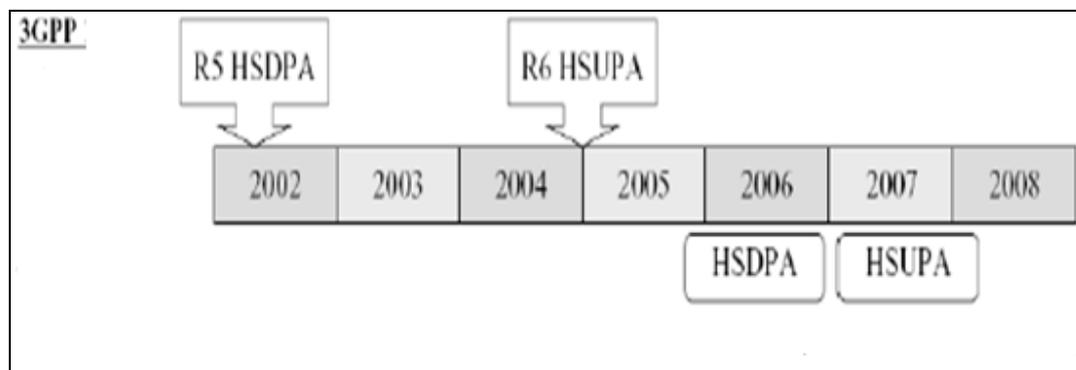
#### **2.2.4 HSPA (HIGH SPEED PACKET ACCESS)**

High Speed Packet Access se conoce como una tecnología 3.5G y abarca las técnicas HSDPA y HSUPA utilizadas para la mejora de datos para los sistemas que utilizan WCDMA como interfaz aire. Puede ser implementada parcialmente, es decir solo HSDPA para mejorar la transmisión en downlink. Pero también es común implementar

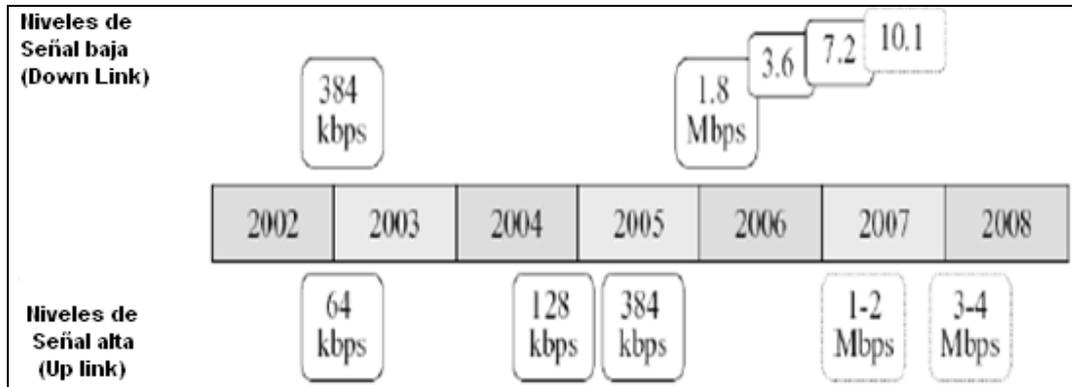
en conjunto con HSUPA para mejorar el rendimiento en uplink. HSPA puede operar en los dos modos TDD y FDD.

Con HSDPA se alcanza velocidades de 14.4 Mbps (hasta 20 Mbps en sistemas MIMO). Se utiliza 16 QAM y QPSK en la modulación mientras que en WCDMA se utiliza solo QPSK1. Con HSUPA se alcanza un máximo de 5.7 Mbps. Se utiliza QPSK para la modulación. HSDPA fue estandarizado con el Release 5 publicado por la 3GPP en 2002 (release es lo que se conoce como la versión que se hizo en determinado año), mientras que HSUPA en el Release 6 publicado en 2004. Ver la figura 2.4 y 2.5 que muestran la cronología de su publicación y sus velocidades respectivamente.

Sin embargo, los esfuerzos por lograr mayores velocidades continúan con la elaboración del Release 7 el cual se conoce como HSPA+ o Evolved HSPA que soportará velocidades de 48 Mbps en DL y 11 Mbps en UL.

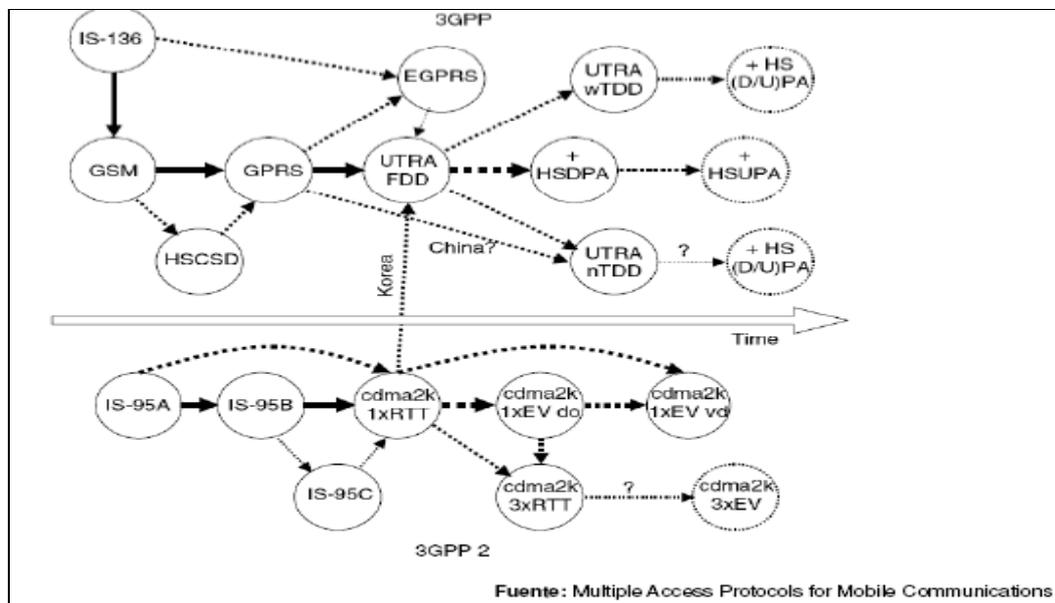


**Figura 2.4 Publicaciones para HSDPA y HSUPA**



**Figura 2.5 Velocidades en HSDPA**

La evolución de los sistemas celulares ha seguido básicamente dos caminos: uno el de GSM y otro el de CDMA ver figura 2.6. Estandarizados por la 3GPP y 3GPP2 respectivamente.



**Figura 2.6 Evolución de CDMA y GSM hacia 3G**

La tabla 2.3 muestra una comparación entre las principales tecnologías de tercera generación:

Parámetro	EDGE		EVDO			WCDMA		HSPA	
	EDGE	Evolved	Rel 0	Rel A	Rel B	UMTS	TDD	HSDPA	HSUPA
Ancho banda MHz	0.2	0.2	1.25	1.25	5 20	5	5 10	5	5
Modulación DL	GSMK/ 8PSK	QPSK 16/32QAM	8/QPSK 16QAM	8/QPSK 16QAM	64QAM	QPSK	16 QAM	QPSK 16QAM	QPSK
Modulación UL	GSMK/ 8PSK	QPSK 16/32QAM	BPSK	BPSK	64QAM	OQPSK	16 QAM	QPSK	QPSK
Técnica acceso	TDMA	TDMA	CDMA	CDMA	CDMA	CDMA	CDMA TDMA	CDMA	CDMA
Tipo de dispersión	No	No	Direct Sequence	Direct Sequence	Multi Carrier	Direct Sequence	Direct Sequence	Direct Sequence	Direct Sequence
Duplexión	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	TDD	FDD TDD	FDD TDD
Velocidad DL (Mbps)	0.474	1.9	2.4	3.1	73.5	0.384	16	14.4	14.4
Velocidad UL (Mbps)	0.474	0.947	0.153	1.8	27	0.384	16	0.384	5.76

**Tabla 2.3 Comparaciones de las tecnologías de tercera generación**

### **2.2.5 WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS)**

Worldwide Interoperability for Microwave Access o Wimax es el nombre comercial del estándar 802.16 de la IEEE. La versión fija se conoce como 802.16d aunque el nombre oficial es 802.16-2004, mientras que la versión móvil se la llama 802.16e aunque su nombre oficial es 802.16-2005. La futura versión 802.16m es la que se consideraría como pre-4G. Sin embargo, en octubre de 2007 la ITU (International Telecommunications Union) clasificó a Wimax como tecnología 3G.

Utiliza como técnica de acceso OFDMA y SOFDMA (Scalable OFMD). Otra técnica utilizada es MIMO. Opera en las bandas de 2.5 GHz y 3.5 GHz, aunque también puede hacerlo en la banda de 5 GHz que no se paga licencia. Para la duplexión puede utilizar TDD o FDD.

Para el estándar 802.16d la velocidad máxima es de 72 Mbps (la velocidad es compartida entre el número de usuarios). La cobertura máxima con línea de vista es de 50 km y sin línea de vista es de 15 km.

Por su parte el estándar 802.16e soporta una movilidad de 120 km/h, utiliza ancho de banda variables desde 1.25 MHz hasta 20 MHz, utiliza modulación QPSK, 16-QAM y 64-QAM en DL y QPSK, 16-QAM en UL. Para la duplexión el modo seleccionado es TDD. WiBro es la versión Coreana de Wimax, opera en 2.3 GHz y utiliza un ancho de banda de 8.75 MHz y soporta una movilidad de hasta 60 km/h.

Wimax por su parte puede ser implementada en diferentes bandas y utilizar anchos de banda variables. Es destacado que Wimax tiene mejor eficiencia espectral que otras tecnologías.

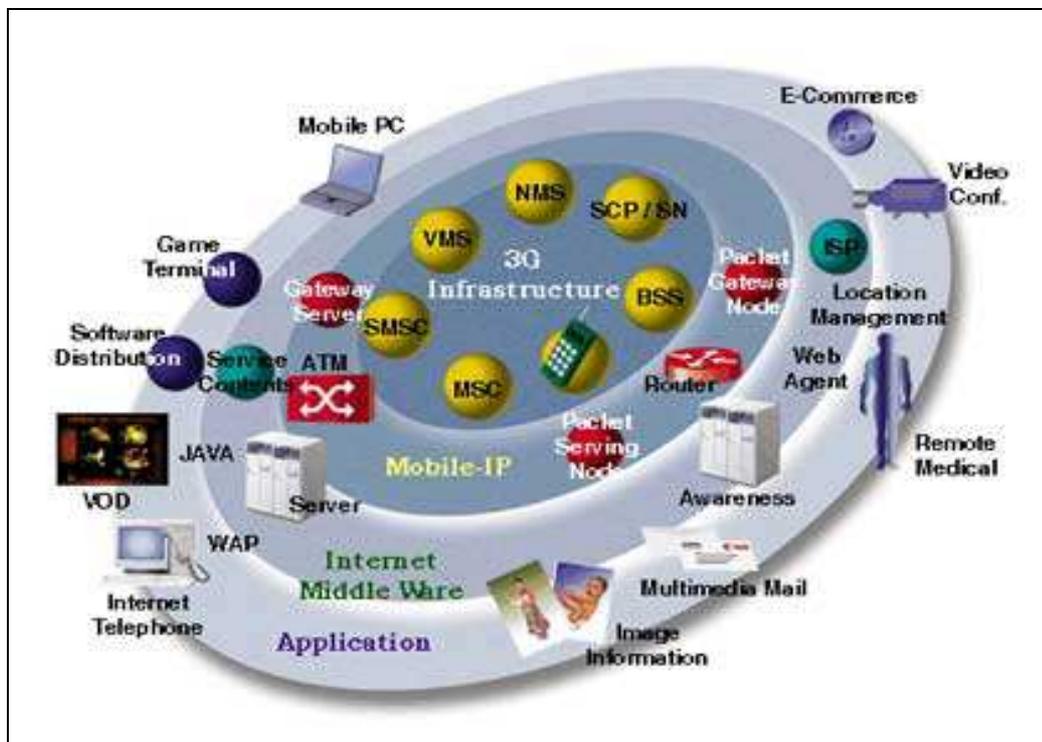
Además de Wimax otras tecnologías inalámbricas de datos son: iBurst (802.20 que utiliza HC-SDMA) Es el acceso múltiple de la división espacial de la alta capacidad con una velocidad de 64 Mbps e HIPERMAN (que utiliza OFDM) con una velocidad de 57 Mbps.

### **2.2.6 4G Y EL FUTURO DE LA TELEFONÍA MÓVIL**

La International Telecommunications Union (ITU) es el organismo internacional encargado de producir una definición oficial de lo que será la cuarta generación de la telefonía celular. Un trabajo similar fue realizado años atrás por este mismo organismo al definir los requerimientos de la 3G, las tecnologías que cumplieron con ese requerimiento forman parte de la familia IMT (Industrial, Medical and Technical)-2000. Ahora las tecnologías de 4G serán parte de la familia IMT-Advanced.

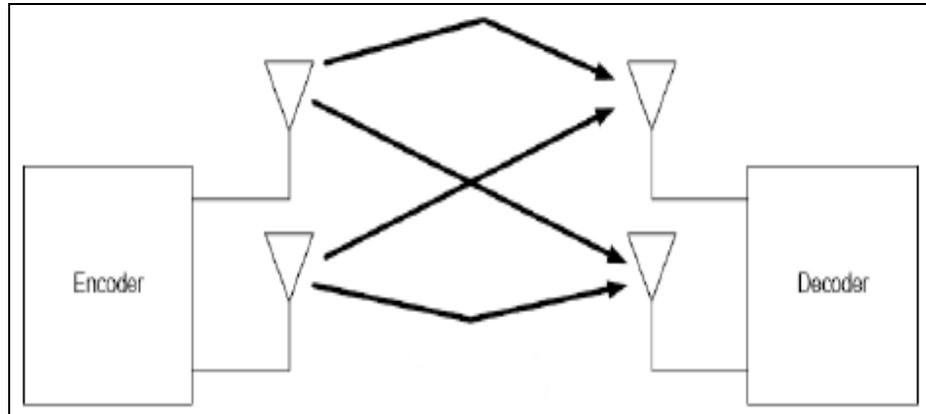
Entre algunos de los posibles requerimientos que las tecnologías deberán cumplir están: velocidades de hasta 100 Mbps con alta movilidad y 1 Gbps a baja movilidad, comunicación totalmente basada en conmutación de paquetes (por ejemplo una arquitectura IMS2 en el núcleo de red), compatibilidad entre las diferentes tecnologías, esquemas de modulación de alto nivel y métodos de acceso más complejos, handoff entre redes heterogéneas y roaming mundial.

Algunas tecnologías aparecen en el escenario como posibles candidatas, sin embargo lo más apropiado es llamarlas por el momento Pre-4G, entre ellas tenemos: LTE y UMB. Las siglas LTE corresponden al nombre Long Term Evolution, y es la siguiente evolución de las redes UMTS/HSPA hacia 4G. Esta tecnología es estandarizada por la 3GPP y será presentada inicialmente en 2008 en el Rel. 7 y después incluirá mejoras en el Rel. 8. La figura 2.7 muestra las aplicaciones 3G y su convergencia a la 4G.



**Figura 2.7 Aplicaciones 3G y su convergencia hacia 4G**

Los aspectos más importantes son un nuevo método de acceso: OFDMA para DL y SC-FDMA en UL, sin embargo se mantiene la compatibilidad con WCDMA. También se incorpora el uso de MIMO (Multiple Input Multiple Output) en los dispositivos. Es una tecnología totalmente IP, basada en IMS como parte de la arquitectura en el Core Network. LTE está diseñado para operar con varios anchos de banda desde 1.25 MHz hasta 20 MHz. En la figura 2.8 se muestra un sistema mimo 2 x2 que es con 2 antenas para transmitir y 2 antenas para receptor.



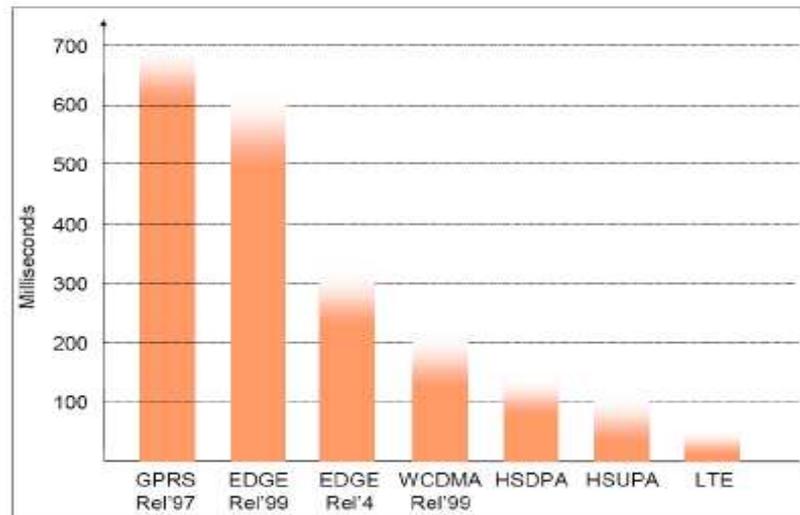
**Figura 2.8 Ejemplo de un arreglo de antenas MIMO 2x2**

Puede operar en los dos modos FDD y TDD, alcanzando velocidades de hasta 326 Mbps en DL y 86.4 en UL para un ancho de 20 MHz y con una configuración 4x4 en las antenas. Se reduce la latencia a 10 ms y se mejora la eficiencia espectral (figura 2.9).

Utiliza esquemas de modulación elevados como 16 y 64 QAM.

Para las operadoras de telefonía la disponibilidad de terminales LTE comerciales y su probada interoperabilidad con la infraestructura de sus diversas redes son prerequisites para el lanzamiento de servicios comerciales 4G.

La figura 2.9 muestra la reducción de la latencia o retardo para las tecnologías GPRS/EDGE/WCDMA/HSPA/LTE, desde su aparición o versión del año 1997 hasta llegar a la cuarta generación LTE.

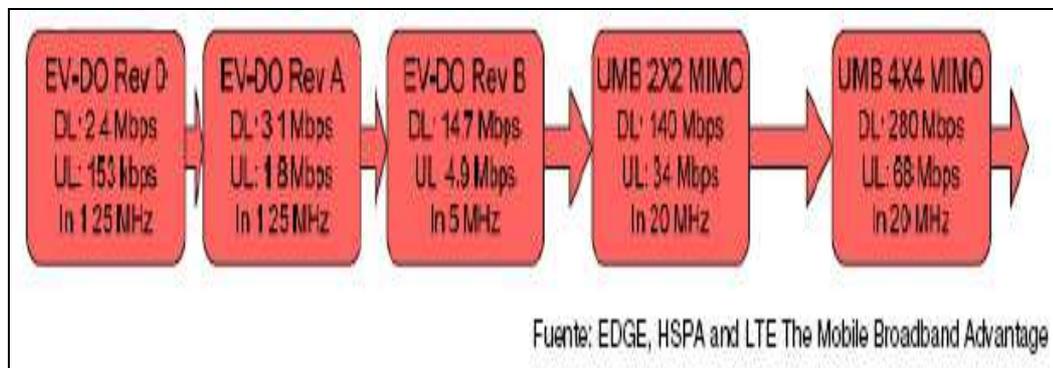


**Figura 2.9 Reducción en la Latencia; GPRS/EDGE/WCDMA/HSPA/LTE**

### 2.2.7 UMB (ULTRA MOBILE BROADBAND)

Ultra Mobile Broadband (UMB) es la evolución hacia 4G de la familia CDMA2000. Es estandarizado por el grupo 3GPP2 y publicado en este año 2007. También es una tecnología totalmente IP (Protocolo Internet) y con movilidad completa. Utiliza OFDMA como método de acceso y también utiliza MIMO en los receptores.

Puede alcanzar una velocidad de 288 Mbps en downlink y 75 Mbps en uplink utilizando una configuración de antenas de 4x4 y con un ancho de 20 MHz. El ancho de banda es variable desde 1.25 MHz hasta 20 MHz igual que LTE. Para la duplexión utiliza el modo FDD. También se reduce la latencia a 14.3 mseg para soportar VoIP1. Las bandas en las que puede operar esta tecnología son: 450, 700, 850, 1700, 1900, 1700/2100, 1900/2100 y 2500 MHz. La evolución hacia UMB se muestra en la figura 2.10.



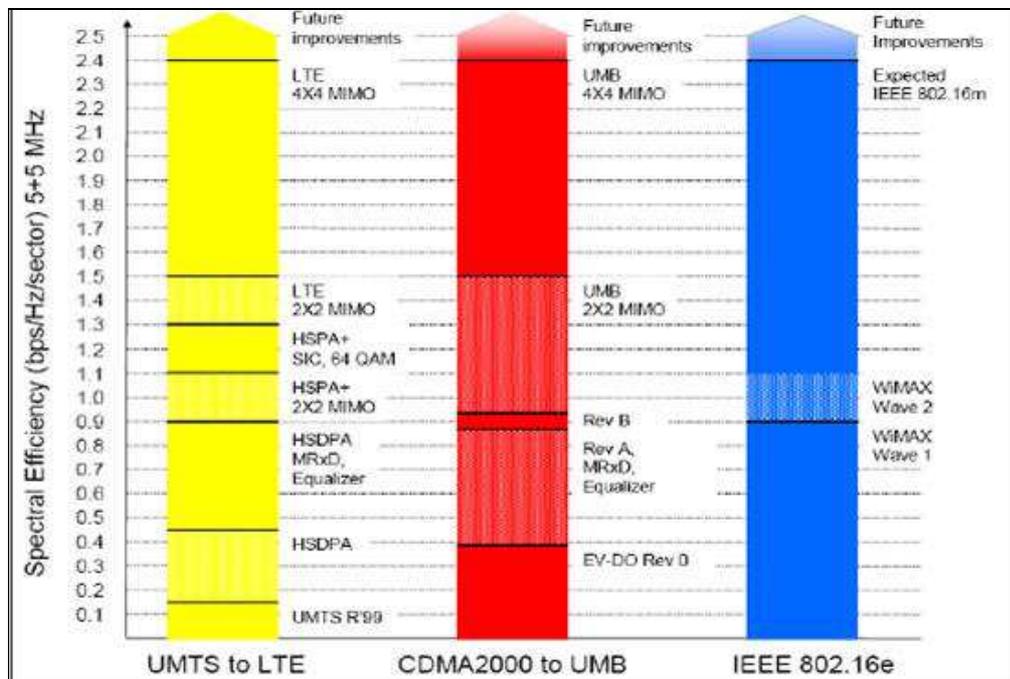
**Figura 2.10 Evolución de CDMA 200 hacia UMB**

### 2.2.8 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE DATOS

La convergencia entre las redes de datos y de telefonía celular, tema que trataremos más adelante, ha posicionado a algunas tecnologías de datos como posibles candidatos para la 4G. La más importante de ellas es la tecnología Wimax. Actualmente es considerada 3G por la ITU, pero tecnologías que evolucionen a partir de ella podrían considerarse 4G.

Además de Wimax otras tecnologías inalámbricas de datos son: iBurst (IEEE 802.20), HIPERMAN y Wi-Fi Mesh.

Como ya se mencionó el desarrollo de 3G, se realizó principalmente en dos caminos el de UMTS como evolución de GSM y el de la familia CDMA2000 como evolución de IS-95. Sin embargo, el camino hacia 4G tiene un competidor adicional y es el de las tecnologías inalámbricas de datos. Esto se puede ver en la figura 2.11



**Figura 2.11 Eficiencia espectral de LTE, UMB y Wimax**

### 2.3 DESARROLLO DE LAS REDES DE DATOS

La telefonía celular empezó con la transmisión de voz pero luego fue incorporando servicios de datos que se han convertido en un aspecto fundamental de su desarrollo. Por otra parte, las redes de datos inalámbricas empezaron transmitiendo únicamente datos. Sin embargo, con la incorporación de VoIP, la voz ahora también es considerada como datos. También se ha alcanzado una convergencia entre redes fijas y móviles tanto celulares como de datos. Las redes datos pueden ser cableados o inalámbricos, fijos o móviles, de baja o alta velocidad, de corto o de gran alcance.

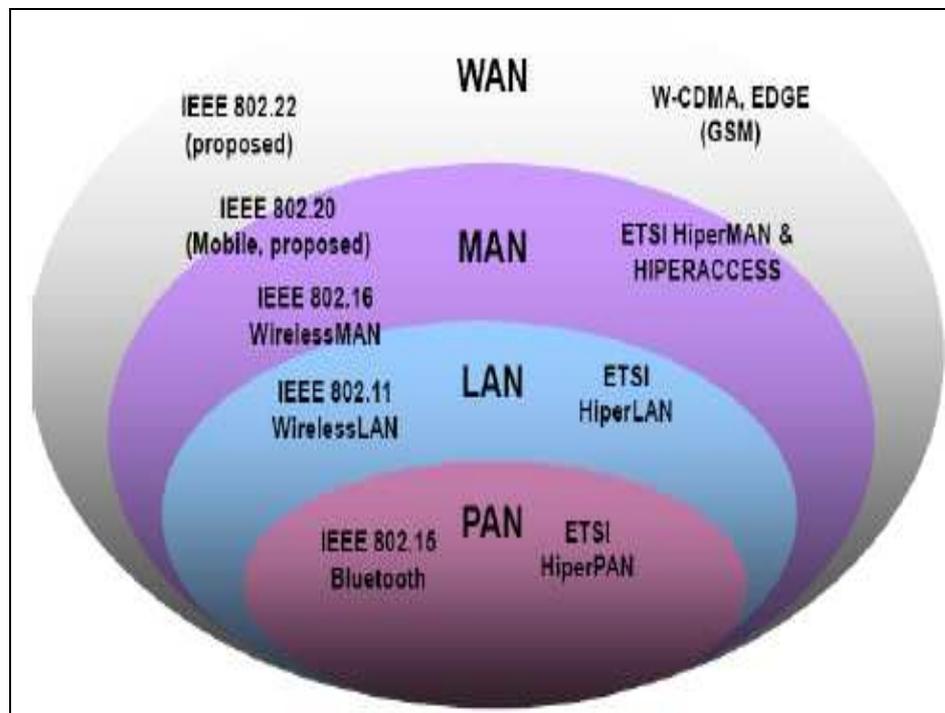
En muchos casos lo más deseable es tener gran movilidad, gran cobertura y alta velocidad, aunque mucho depende de la aplicación en la que se vaya a utilizar y el costo de implementar una red de ese tipo. Por ello el desarrollo de las redes de datos abarca diferentes aspectos además de la velocidad y cobertura como por ejemplo: seguridad, interoperabilidad, aplicaciones soportadas, etc. Una manera de clasificar las redes de datos es por el área de cobertura:

- PAN (Personal Area Network): hasta 10m
- LAN (Local Area Network): hasta 10 km
- MAN (Metropolitan Area Network): hasta 100 km
- WAN (Wide Area Network): más de 100 km

Existen varios organismos encargados del desarrollo y estandarización de las redes y tecnologías de datos. Uno de estos organismos es la IEEE, que bajo el proyecto 802 (80 por el año y 2 por el mes en el que inicio su trabajo) se ha estandarizado una gran cantidad de tecnologías de transmisión de datos tanto cableados como inalámbricos.

Algunos de los estándares cableados son: 802.3 (Ethernet) y 802.5 (Token Ring). En lo referente a las tecnologías inalámbricas, los principales estándares son: 802.11 (Wi-Fi), 802.15 (Bluetooth, Zigbee) y 802.16 (WiMax). Otro de los organismos importantes encargado de emitir estándares es la ETSI, las tecnologías que estandariza son: HiperLAN e HiperMAN.

La figura 2.12 muestra los estándares de las tecnologías inalámbricas desde las áreas pequeñas hasta las más extensas.



**Figura 2.12 Redes inalámbricas de datos**

## CAPÍTULO 3

### 3. EVOLUCIÓN DE RADIOBASES EN EL ECUADOR

#### 3.1 TECNOLOGÍA DE ACCESO Y TRANSPORTE DE OTECEL

Se analiza el equipamiento específico de la empresa Otecel-Telefónica, con su red GSM Ericsson, la figura 3.1 muestra los equipos de conmutación de la empresa Otecel, ésta se compone a nivel de radio bases de tres tipos, las de alta capacidad instalables en interiores denominada modelo 2206. Radio bases instalables en exteriores también de alta capacidad, denominadas modelo 2106 y por último las radiobases de baja capacidad instalables únicamente en interiores, modelo 2207.

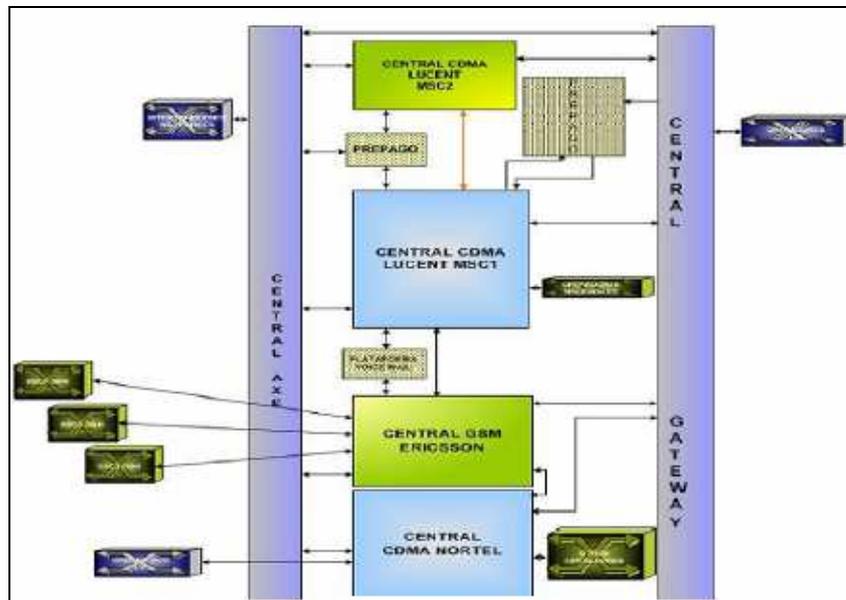


Figura 3.1 Esquema de la red de Conmutación de la empresa Otecel

A la fecha la red GSM de Telefónica-Movistar es de aproximadamente 300 radios bases controladas por dos sistemas de operación y gestión denominados BSC (Base Station Controller) y una central de conmutación telefónica (MSC).

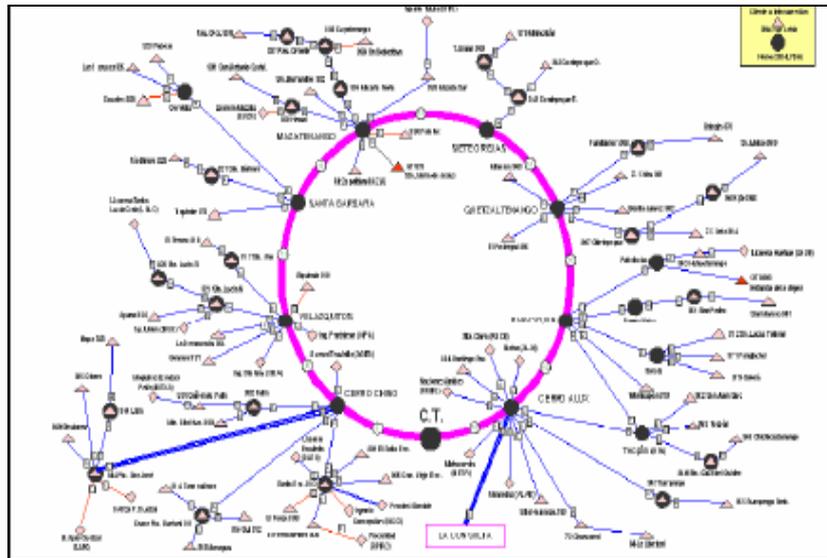
Las radio bases de alta capacidad puede servir hasta 87 usuarios de forma simultanea, mientras que las radio bases de baja capacidad, únicamente 42 usuarios simultáneos. Las redes anteriormente descritas cuentan con equipos de transporte que permiten su interconexión para propósitos de operación y gestión así como para llevar el tráfico de voz y datos.

Estas redes se componen básicamente de medios tales como radio enlaces vía microonda, enlaces por fibra óptica y enlaces por cable de cobre.

Telefónica cuenta con dos redes de transporte. La primera fue creada para soportar la red CDMA Lucent Technologies y se compone de una red de fibra óptica y una de microonda. La red de fibra se utiliza principalmente en la ciudad de Guayaquil y ciudades principales. Cuenta con anillos de fibra óptica con capacidades de hasta 1xSTM-16, que transporta tanto la información de la red móvil, como servicios corporativos.

Esta red está compuesta por un anillo principal denominado Backbone, con capacidad de hasta 2xSTM-1, así como de enlaces secundarios PDH de hasta 16xE1 y opera en las bandas de 8 y 15 GHz, frecuencias que han sido asignadas por la Súper Intendencia de Telecomunicaciones a Telefónica. Los proveedores de estos equipos son Ericsson y Nera. La figura 3.2 muestra el Backbone de la empresa Otecel para el Ecuador, se puede

ver como se conecta vía microonda con las radio bases que dan el servicio de cobertura a determinadas ciudades.



**Figura 3.2 Diagrama de red SDH de Telefónica**

La segunda red de transporte fue integrada a Telefónica al adquirir BellSouth. Esta red está constituida por radio enlaces PDH en las bandas de 7 y 23 GHz, con capacidades de hasta 21xE1. El proveedor del equipo es Alcatel, estas redes así como en las móviles, también cuentan con ubicaciones comunes tanto para la red Ericsson como para la red Alcatel.

Sobre estas redes de transporte arriba descritas se ha soportado la nueva red de tecnología GSM.

### **3.2 LA ESTACIÓN BASE (BTS) DE SEGUNDA GENERACIÓN**

Es la encargada de proporcionar y gestionar la interfaz de radio entre las estaciones móviles y la estación de control (BSC) y conmutación (MSC). Una estación base es

conocida como BTS (Base Tranceivers Station) y está conformado por, unidad de control, unidad de radio, unidad de canales, antenas sectoriales y la unidad de energía.

Los canales de tráfico llevan las llamadas de voz y el control se realiza a través de uno o más canales de señalización para la gestión de los recursos radio y la movilidad de los móviles a ella conectados.

El interfaz radio en GSM utiliza Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), además de utilizar el Salto en Frecuencia (FH, Frequency Hopping). El concepto básico es que la unidad de transmisión es una serie de bits modulados y se denomina ráfaga. Las ráfagas se envían en ventanas de frecuencia y tiempo que denominamos ranuras o slots.

Las frecuencias centrales de los slots se sitúan cada 200 KHz. en la banda de frecuencias del sistema (formato FDMA), y ocurren durante 0.577ms, o más exactamente  $15/26$  ms. (formato TDMA).

La figura 3.3 muestra una Radiobase común de una operadora de celular, es una BTS quien comunica una estación móvil o celular con la BSC, quien gestiona propiamente la llamada esta a su vez se conectará al centro de conmutación y la dirigirá a otro celular o bien la redirige a la red de telefonía publica. Sus antenas son sectoriales y mayormente se colocan 3 y cada antena cubre  $120^{\circ}$  y así llegan a dar  $360^{\circ}$  de cobertura.

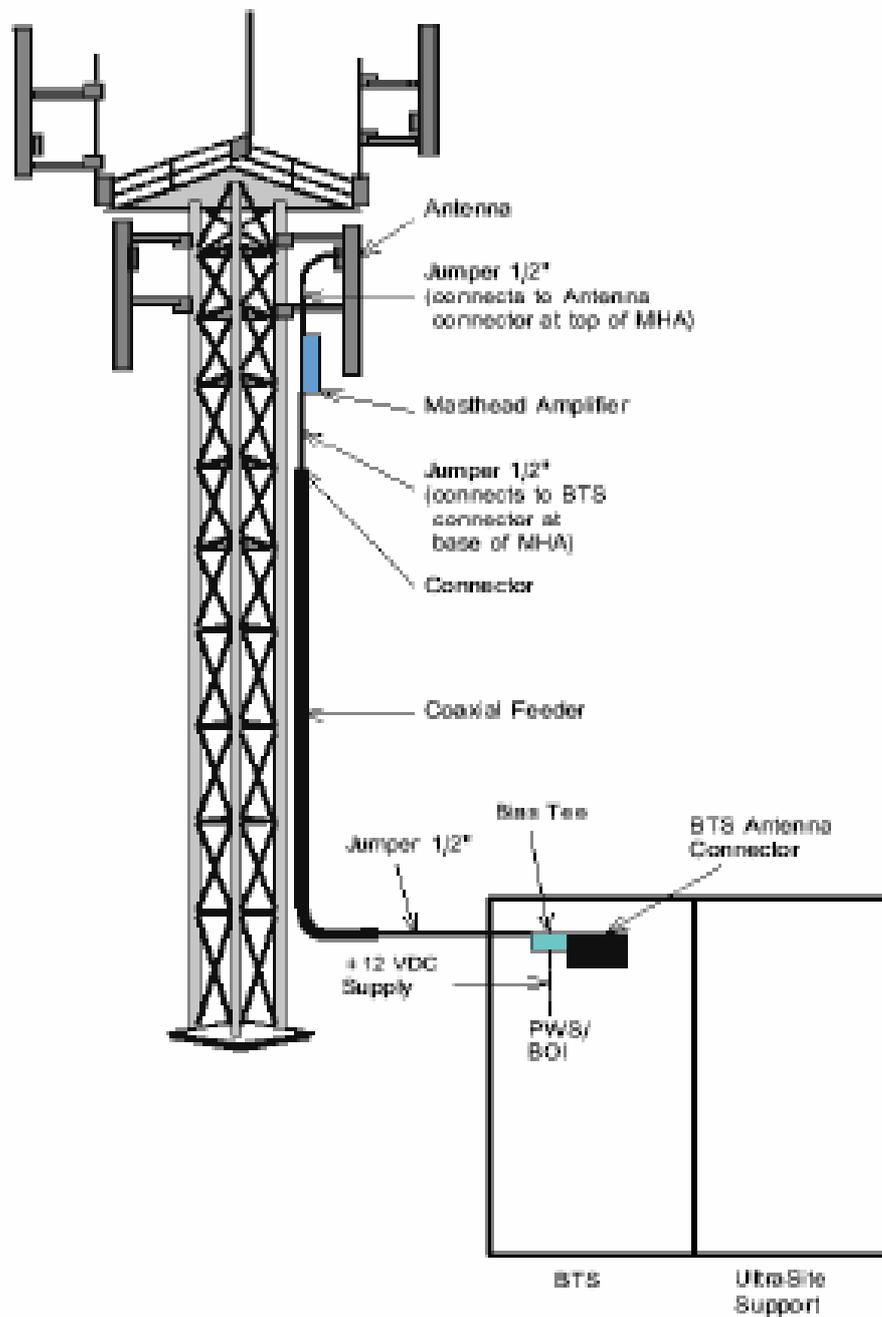


Figura 3.3 Estructura de una BTS GSM

La red de transporte es también de suma importancia para el funcionamiento de la red celular, ya que a través de ella se enlazan las estaciones base con el centro de control, BSC, y estas a su vez con la MSC que permite establecer la conmutación para el procesamiento de llamadas.

### **3.3 PLANIFICANDO LA COBERTURA EN DIFERENTES ZONAS**

Al planificar una red, desde el punto de vista cobertura, el primer dato que se requiere conocer es la zona que se desea cubrir.

Partiendo de esta única hipótesis, dado un área a cubrir, sería necesario un número de celdas tal que la suma de las áreas cubiertas por dichas celdas, a una altura determinada “h” y transmitiendo a su máxima potencia, fuera igual al área a cubrir. Se debe tener en cuenta que no basta con realizar el cálculo de potencia en el sentido estación base a móvil; también es necesario que el móvil, en función de su capacidad de transmisión, pueda llegar hasta la estación de base.

Por ello, la cobertura de la red debe planificarse teniendo en cuenta las condiciones de transmisión en las que se encuentra el móvil, esto se denomina balance de enlace o potencia. Actualmente, las redes se diseñan teniendo en cuenta varios tipos de móviles. La máxima cobertura se ofrece asumiendo terminales instalados en vehículos, con antena exterior, y también se realizan previsiones para equipos móviles en el exterior y en interior de vehículos, sin antena externa.

Para diseñar los radioenlaces que conectaran a las estaciones base con la red existente de la empresa, se consideran aspectos teóricos y prácticos relacionados con la selección

y definición de cada estación de repetición y sus respectivos componentes a través de cálculos realizados con el apoyo de software especializado.

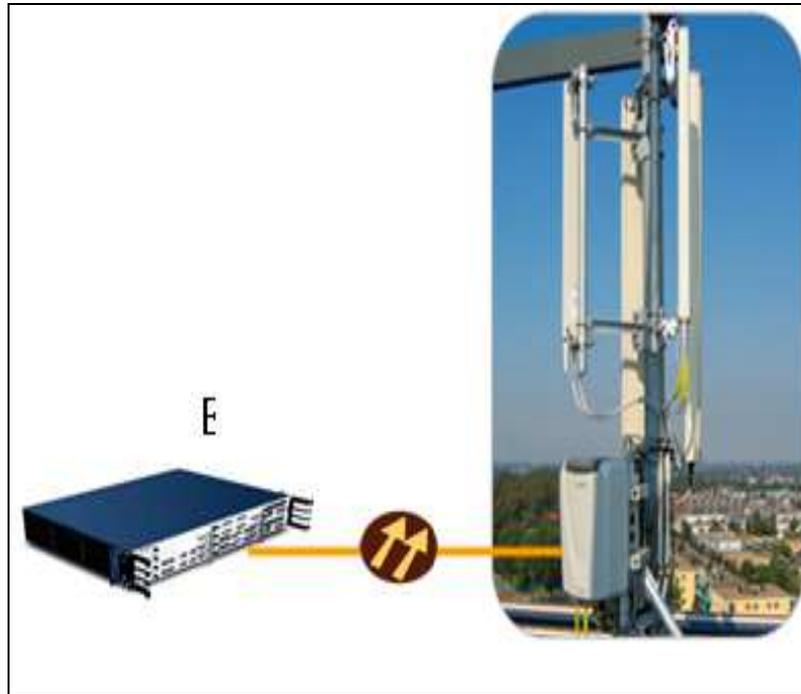
Para determinar un punto adecuado de repetición es importante realizar una localización geográfica y ubicación topográfica que cumpla con la condición de tener línea vista con al menos una estación base.

Actualmente, esto se realiza con el apoyo de programas que contienen mapas digitales y su respectiva altimetría tal como por ejemplo, el software Planet, que fue utilizado para realizar predicciones de propagación de señal en el diseño de las estaciones base, sin embargo esta herramienta cuenta también con un modulo para realizar perfiles topográficos entre dos puntos determinados por sus respectivas coordenadas, alturas sobre el nivel del mar y altura propia sobre el sitio.

El software resulta confiable debido a que cuenta con una base de datos topográficos con una resolución de 30 metros que la hace ser una herramienta de precisión.

### **3.4 EQUIPOS DE RADIOBASES ERICSSON**

La radio base es un componente importante en un esquema de telefonía celular, a partir de la segunda generación, su evolución está dada por la máxima velocidad por la transferencia de voz. La marca Ericsson es una de las más utilizadas en el Ecuador, si hablamos de radiobases y sus demás equipos. Por lo que se procederá a describir los diferentes modelos de RBS que son utilizadas en telefonía móvil y cuyo proveedor a la fecha, es Ericsson.



**Figura 3.4 Radio bases marca Ericsson**

**1. RBS 2106.-** Es una radio base para uso en exteriores diseñada para operar y resistir en condiciones climáticas especificadas por el fabricante. Tiene capacidad para operar hasta 12 radios o portadoras, equivalente a cursar 87 conversaciones o canales simultáneos. Su potencia máxima de transmisión es de 45dbm por radio y puede manejar hasta tres celdas.

Siendo una celda a una unidad de cobertura independiente, comúnmente denominado sector el cual no comparte recursos de voz con otra celda. Siendo su capacidad máxima en canales de 29 por celda o sector.



**Figura 3.5 RBS 2106**

**2. RBS 2206.-** Está diseñada para instalarse en interiores. Ocupa menor espacio y cuenta con la misma capacidad y características que la anteriormente descrita, 2106.



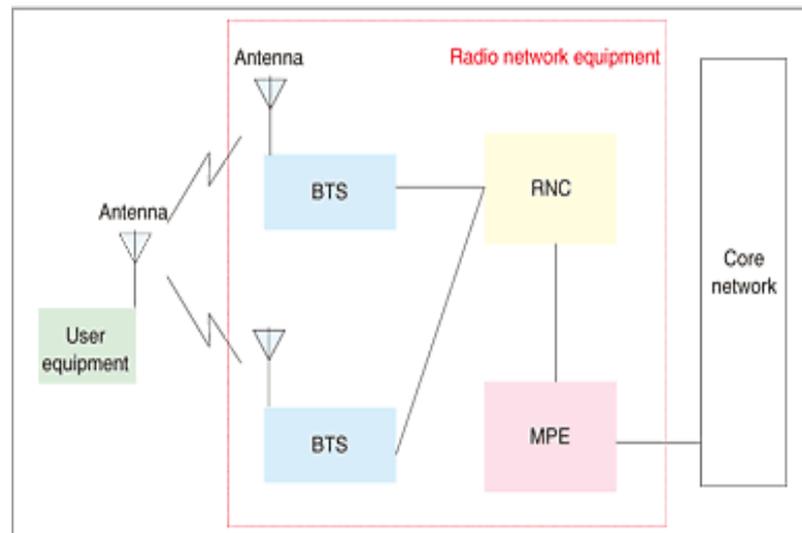
**Figura 3.6 RBS 2206**

En términos generales estas radio bases tienen una capacidad máxima de 4 portadoras, equivalentes a 29 canales de voz por celda o sector.

**3. RBS 2207.-** Está diseñada también para instalación en interiores y cuenta con la mitad de la capacidad de canales que los otros modelos, aunque tiene características equivalentes a la anteriormente descrita, pero es un equipo compacto de menores dimensiones.

### 3.5 EQUIPOS DE RED EN BTS 3G HSDPA

Consta de la Estación de Transceptor Base (BTS), Controlador de Red de Radio (RNC), el Equipo Procesamiento de señal Multimedia (MPE). Ver figura 3.7



**Figura 3.7 Equipos de red de radio HSDPA**

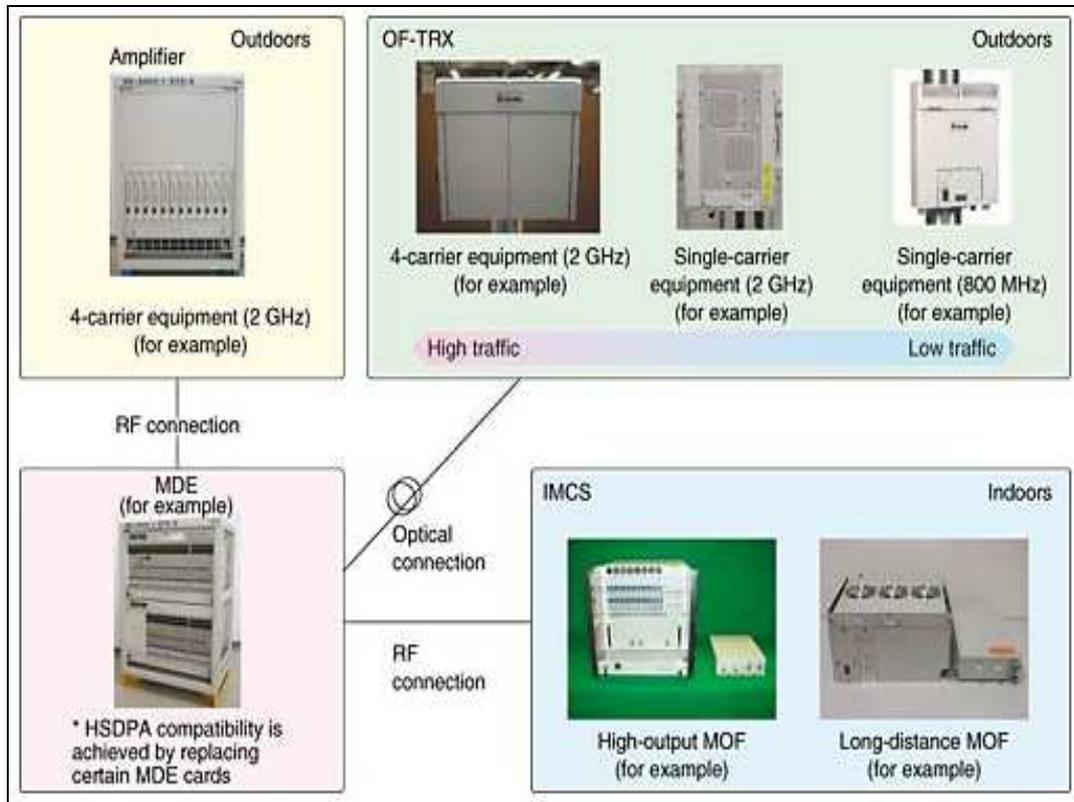
La configuración de portadoras (ondas de radio) con las BTS, se muestra en la figura 3.8. Esta BTS opera con los equipos MDE (El tiempo de transmisión de datos a través de un canal de transporte) en la modulación / demodulación, un amplificador de transmisión, un transmisor y receptor de enlace óptico (DE-TRX)

El equipo conectado al MDE a través de fibra óptica, y un multi-drop de frecuencias de radio de enlace óptico (RF-MOF) es el equipo que transmite las señales de RF de BTS a través de fibra óptica consta de las unidades principal y remota.

Para llevar a cabo funciones de HSDPA con cambios mínimos a los radios-carriers y el procesador de señales digitales del sector BTS. La potencia de transmisión HSDPA tiene que medirse antes de canal multiplexado. Además, dado que la medición en la terminación de transmisión de potencia (el punto de medición convencional) resulta difícil, las mediciones fueron tomadas directamente de la tarjeta de BB, lo que permite mediciones de alta velocidad con 2 ms intervalo de tiempo de transmisión.

La tarjeta HSDPA BB utiliza un nuevo procesador de señal digital (DSP) y una mayor integración on-chip, por lo que el número de canales que se pueden procesar en una sola tarjeta casi se ha duplicado. Además, dado que los canales existentes y los canales de HSDPA pueden coexistir en la misma tarjeta, los recursos de banda base se puede utilizar con más eficacia. El consumo de potencia por canal se ha reducido en aproximadamente un 50%, mientras que el costo por canal se ha reducido en aproximadamente un 30%.

La figura 3.8 muestra un esquema de los equipos llamados radio con las portadoras que pueden soportar en la transmisión de datos o voz y video en la llamada 3.5 G.



**Figura 3.8 Configuración de los radios y la señal portadoras hacia un BTS**

La popularidad de los servicios HSPA consiste en direccionar la tendencia hacia la transmisión IP en lo que concierne a redes de acceso móvil. Dado que ello puede generar ahorros en los costos de transmisión del 40-80%, los operadores móviles líderes a nivel mundial están en camino de implementar la transmisión IP. A partir de la 3.5 G las radiobases se denominan nodos B.

Los Nodos B UMTS/HSPA soportan transmisión IP y tienen la capacidad de proveer múltiples soluciones de transmisión IP, incluyendo soluciones basadas en TDM,

basadas en MSTP y basadas en red de datos, así como dividiendo la transmisión basada en red de datos y red TDM a ser utilizadas en diferentes escenarios.

En la capa de red de acceso, soporta la transmisión IP Iub UMTS, que reduce significativamente los costos de transmisión de la red HSPA. En lo que respecta a la capa de core, Dentro de marcas y fabricantes muy eficientes esta la trasnacional Huawei, que se ha convertido en el proveedor de softswitch móvil más importante del mundo, gracias a la experiencia en QoS IP, seguridad IP y operación y mantenimiento IP.

En lo que respecta dominio de servicio, la empresa china Huawei desarrolló una nueva plataforma técnica ENIP2.0, que integra las tecnologías IT e IP para soportar múltiples servicios, entre los que se incluyen servicios de voz, datos, video, contenidos y movilidad. Actualmente, Huawei ocupa una posición de liderazgo entre los proveedores en lo que concierne al proceso de la migración de operadores a la red totalmente basada en IP.

Las redes HSPA tienden al rendimiento total extremo a extremo y banda total mientras que la cobertura interna se convierte en el tema principal para los servicios HSPA

### **3.6 DESARROLLO DE HSPA POR FABRICANTE HUAWEI**

A nivel de capa de acceso, la compañía Huawei ha desarrollado una serie de Nodos B que puede alcanzar velocidades picos de hasta 14.4 Mbps por cada enlace descendente de celda, en relación con enlaces ascendentes soporta 2ms/10ms TTI, con velocidad máxima de hasta 5.76 Mbps por abonado.

La nueva generación de RNC (Radio Network Equipment) posee amplia capacidad y sólida capacidad de procesamiento, soporta un amplio rango de algoritmos de gestión de recursos de radio HSPA.

A nivel capa core, la SGSN/GGSN (Gateway GPRS Support Node/ Serving GPRS Support Node) de Huawei son dos nuevos nodos y con un Backbone totalmente IP, es líder en la industria en lo que concierne a capacidad de procesamiento, que permite así satisfacer plenamente los requerimientos del servicios HSPA.

A nivel de capa de servicio, posee un diseño específico para la entrega de HSPA desde el servidor de servicios hasta la red core y desde la gestión de tipos de servicios hasta la asignación de ancho de banda.

En el área de terminales, el módem USB HSDPA del fabricante chino ha sido utilizado ampliamente en todo el mundo. Como una de las primeras compañías en comenzar proyectos de investigación de LTE (Long Terminal equipment), ha contribuido en un

5% a las propuestas de arquitectura LTE y ha llevado a cabo simulaciones y pruebas de campo para varias tecnologías de posible aplicación. La solución HSPA de extremo a extremo y el rendimiento total contribuye a que los operadores predominen en el mercado y protejan la inversión a largo plazo.

La capacidad de cobertura de UMTS 900 MHz es evidentemente mejor que las bandas de frecuencia core UMTS, por lo tanto, se requieren menos cantidad de sitios al desplegar la red UMTS a 900MHz. El fabricante chino es uno de los primeros en ofrecer soporte de UMTS de banda total y cumplir con la prueba HSDPA basada en la red UMTS 900MHz en el año 2006.

La solución HSPA soporta todas las bandas posibles 850/900/1700/1800/1900/2100 y gabinetes compartidos de bandas múltiples. Asimismo, la red UMTS 900 MHz de Huawei puede co-existir con redes GSM debido a tecnologías especiales anti-interferencias.

Mejorar la calidad de cobertura interna resulta esencial si los operadores desean atraer abonados 3G. Las soluciones de cobertura interna no pueden cumplir con este estricto requerimiento debido a los métodos de importación de fuentes de señal y la limitación de las tecnologías de alimentación.

Vale mencionar que existe la solución de transmisión IDBS (Indoor Distributed Node B System), esta se caracteriza por su estructura mejorada, su amplia capacidad,

configuración flexible, fácil optimización y mantenimiento centralizado. Dado que iDBS utiliza fibras y CAT5/6, en lugar de cables de radiofrecuencia, la adquisición de sitios resulta más sencilla.

En comparación con los sistemas convencionales, iDBS puede reducir significativamente la potencia de transmisión del terminal con menos pérdida del alimentador gracias a una menor cantidad de alimentadores y distribuidores de potencia. De manera acorde, la radiación a la cual están expuestos los usuarios es mucho menor.

### **3.6.1 SERVICIO DE TELEVISIÓN MÓVIL**

La diferenciación efectiva de los servicios ofrece una mejor oportunidad para que los operadores móviles se destaquen ante sus competidores. PCCW de Hong Kong utiliza la solución CMB de Huawei para proveer servicios de difusión de TV móvil mediante redes inalámbricas y ha atraído un importante número de abonados 3G en sólo seis meses.

Enfocado en los requerimientos clientes, Huawei se encuentra en proceso de proveer nuevos productos y soluciones en campos como HSPA, All IP, CMB/ MBMS, así como cobertura interna, de manera tal que le permita estar a la altura del desarrollo de tecnologías de red móvil.

### **3.6.2 TECNOLOGÍA ALL IP-BASED FMC DE HUAWEI**

Esta compañía tiene su propia estrategia de FMC (convergencia de comunicaciones fijas y móviles) basado totalmente en protocolo IP, para permitir una comunicación fluida y coherente en cualquier momento, en cualquier lugar y mediante cualquier terminal.

La estrategia de FMC incluye diez módulos principales, que son los siguientes: Acceso móvil, Acceso fijo, Servicio de capa de portador, Servicio PoP, Módulo controlado, BOSS (Sistema de soporte operativo empresarial), Plataforma de aplicaciones personales, Plataforma de servicios empresariales integrados, Plataforma de contenido de medios y Soporte al negocio del operador (cambio de organización de orientada a la red a orientada al cliente).

La estrategia de FMC puede reducir los gastos operativos, los gastos de capital y la rotación de clientes y, a la vez, aumentar los ingresos por servicios. Estos últimos servicios tecnológicos por su eficiente operatividad se recomienda para el Ecuador sus costos son económicos, y provee la convergencia tecnológica óptima.

### **3.6.3 SOLUCIONES IMS DE HUAWEI**

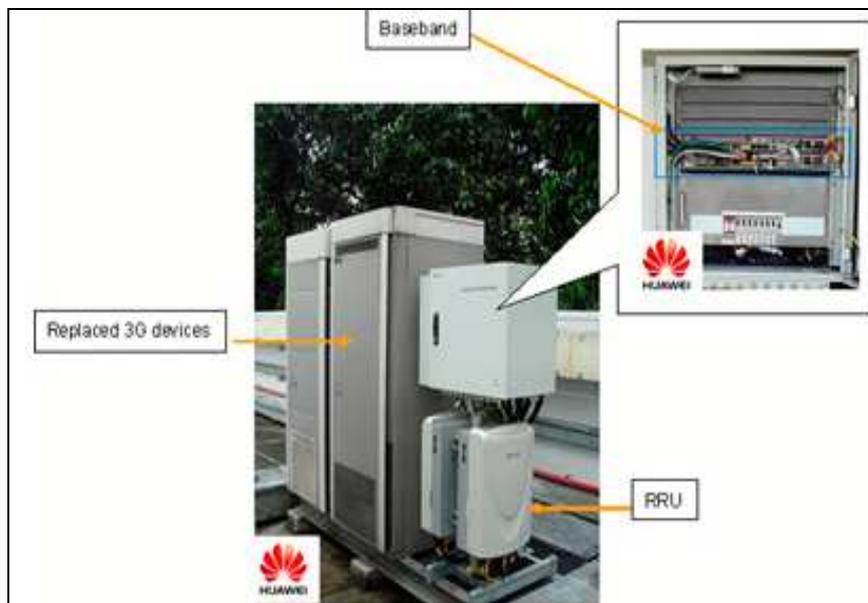
El Subsistema Multimedia IP (IMS) promete proporcionar un conjunto de herramientas rentable para la innovación a los operadores de redes que les permitirá prestar servicios multimedia innovadores con rapidez. IMS también ofrece la mejor tecnología disponible para la convergencia de redes de núcleo fijas y móviles sobre IP. Cada vez

más operadores de redes llegan a la conclusión de que IMS es la arquitectura ideal para la prestación optimizada de servicios tradicionales de voz y también de nuevos servicios multimedia.

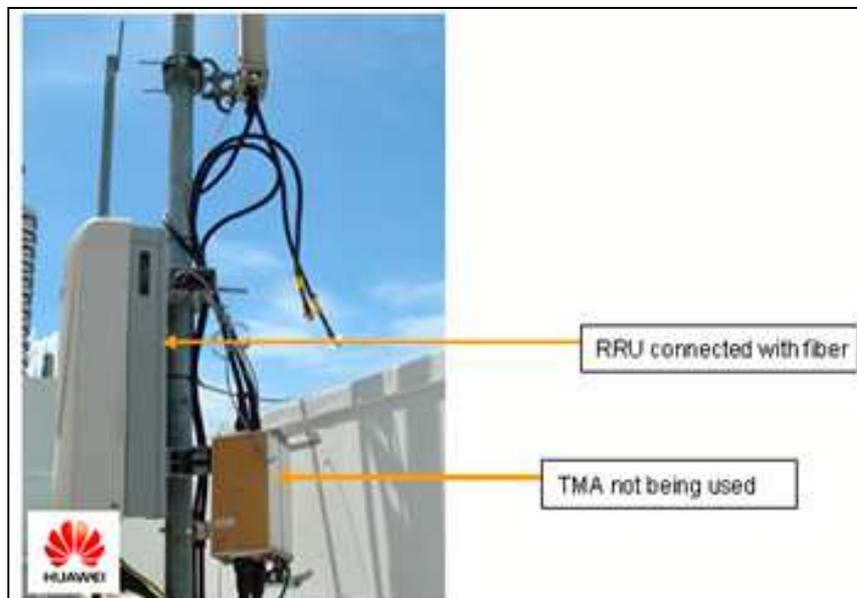
En el dominio móvil, la consolidación de dominios CS mediante soft-switches móviles ha reducido satisfactoriamente los elevados gastos operativos y los operadores móviles están desplegando IMS para proporcionar excelentes servicios multimedia y de combinación para complementar los servicios de dominio CS.

Los operadores integrados son los que más beneficios pueden obtener de IMS, ya que les permite unificar la capa de control de sesión y las plataformas de servicio tanto para los usuarios fijos como para los móviles. Se conoce que las operadoras Porta y Movistar utilizarán la tecnología ALL IP de Huawei.

Los excelentes servicios multimedia basados en la tecnología CSI (llamadas conmutadas de circuito combinado y sesiones IMS) permiten a los operadores móviles sacar partido de la eficacia del dominio CS para los servicios de voz "en tiempo real" y proporcionar una excelente experiencia de servicio integrado basado en IP añadiendo componentes que no sean en tiempo real o que casi lo sean sobre la red IP mediante el control de IMS. La nueva red de servicio basada en IMS promete difuminar los límites tradicionales entre el sector de las tecnologías de la información y el de las telecomunicaciones. En la figura 3-9, 3-10 y 3-11 se aprecian parte de equipos 3° G que están migrando hacia 3.5 y 4 generación.

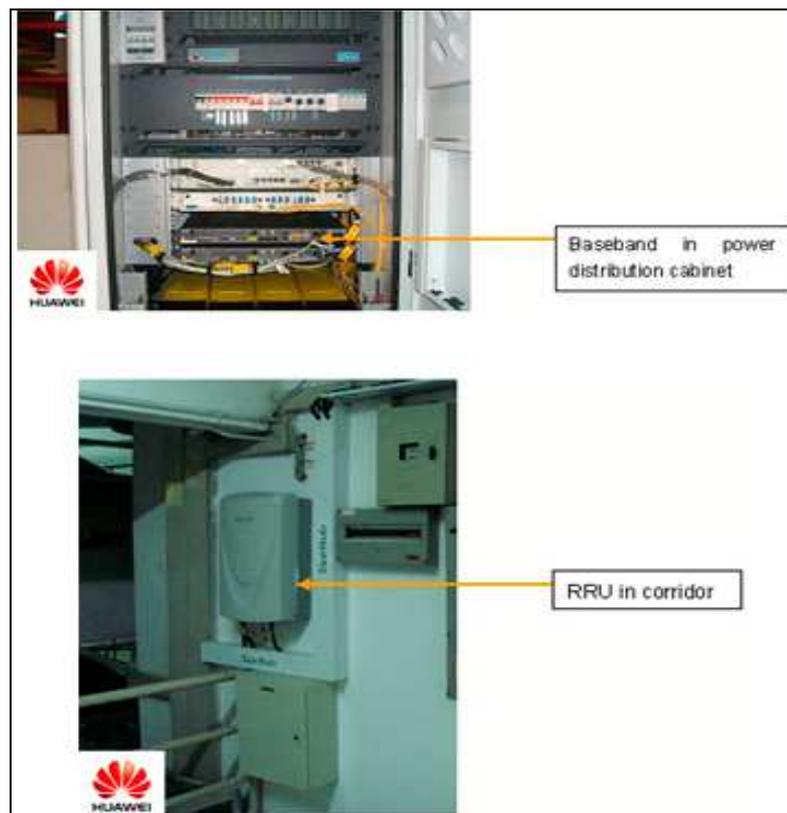


**Figura 3.9 Dispositivos de una BTS 3°G**



**Figura 3.10 Conexiones para banda ancha en BTS 3°G**

Cuando esta tecnología 3<sup>o</sup>G se totalmente IP (Protocolo Internet) La arquitectura abarcará todas las partes de la red, incluyendo la capa de servicio, la red core, la red portadora y la red de acceso. El desarrollo hacia la arquitectura totalmente basada en IP cambiará, en forma gradual, la "red vertical" caracterizada por su tecnología y servicios en una "red horizontal" para todos los servicios, permitiendo así mejorar la red y reducir los costos.



**Figura 3.11 Se reducirá los BTS en 3.5<sup>o</sup>G**

### 3.6.4 SOFTSWITCH MÓVIL GSM/UMTS

Con una capa de conectividad y una capa de control independientes, se pueden desplegar redes con tecnología softswitch como núcleo en distintas redes portadoras (como, por ejemplo, TDM, IP y ATM). Muchos operadores de redes móviles globales de prestigio han centrado su atención en las redes de núcleo móvil basadas en la arquitectura de softswitch.

La solución de softswitch móvil de la compañía Huawei puede proporcionar a los operadores las siguientes ventajas:

**a) Gastos de capital bajos.-** El equipo de softswitch de gran capacidad centralizado permite una utilización más eficaz de los recursos y, a la vez, la pasarela de medios distribuidos puede reducir la transmisión local innecesaria. La modalidad de conexión de red plana no necesita capa tándem. La portadora IP recorta los costes de transmisión de toda la red.

La tecnología softswitch también permitirá una evolución fluida de las redes 2G, 3G e IMS, reduciendo considerablemente de este modo los gastos de capital relacionados.

**b) Gastos operativos bajos.-** En comparación con los equipos de conmutación convencionales, los equipos softswitch ofrecen una capacidad de procesamiento más potente, un nivel de integración superior y un consumo de energía inferior y, de este modo, reducen las necesidades de salas para equipos y de fuentes de alimentación.

Puesto que la capa de conectividad y la capa de control están separadas, el núcleo de la

red softswitch se puede gestionar de modo centralizado a fin de reducir los costes de operación y de mantenimiento.

**c) Seguridad de la red mejorada.-** Mediante la adopción de mecanismos de fiabilidad a nivel de red como, por ejemplo, la doble conexión (dual homing) e Iu-Flex, la red softswitch garantiza una mejora sustancial de la fiabilidad y la disponibilidad de la red.

**d) Nuevos servicios de fácil lanzamiento.-** A diferencia de los equipos de conmutación convencionales, se pueden proporcionar nuevos servicios sobre la capa de control sin que ello afecte a la MGW de la capa de portador.

**e) Aplicación.-** Sus centros de conmutación prestan servicio a 100 millones de suscriptores y la capacidad de la oficina pasarela y la oficina tándem supera los 250 mil E1s. Muchos operadores, incluidos China Mobile, KPN, Orange y MTS han adoptado el softswitch móvil de este fabricante.

### **3.6.5 EL NODO B**

El Nodo B resulta crucial en el despliegue de redes. Se despliega de modo generalizado en diversos escenarios de red. El costo de los Nodos B constituye una parte importante de la inversión total en la red, que afecta directamente a la calidad de la red y al costo operativo.

Por lo tanto, la selección de Nodos B de alto rendimiento, la reducción de los gastos de capital y los gastos operativos y la calidad y fiabilidad de la red se han convertido en las principales preocupaciones de los operadores. Es muy optimo que la empresa Telecsa

cuyo marca es Alegro apueste por la tecnología de 3,5G la cual le beneficiaria y saldría del saldo en rojo que presenta cada año.

Para conseguir una amplia cobertura de la red en ciudades en las que el terreno es llano y los suscriptores son relativamente pocos, Huawei construye la serie GSM BTS, que proporciona a los clientes una amplia gama de soluciones que gozan del reconocimiento de los operadores y se han desplegado a gran escala en redes existentes de todo el mundo.

La BTS "EasyGSM" es la primera BTS compacta basada en All-IP, y está diseñada específicamente para las zonas rurales. La estación base de Huawei utiliza tecnología ecológica, y recientemente se ha probado con éxito con Vodacom en Sudáfrica empleando únicamente la energía solar.

La nueva solución proporciona un rápido y fácil despliegue, es de fácil mantenimiento (incluye funciones de planificación y optimización por radio), consigue optimizar la transmisión y ofrece bajo consumo de energía. Con un volumen de sólo 12 litros y un peso de sólo 12kgs, ofrece transmisión IP y switching local, ahorrando ancho de banda en la transmisión.

La cobertura o capacidad no se ven comprometidos, ofreciendo el mismo nivel de servicio que un macro BTS convencional, también para más de dos transceivers (transmisores-receptores) GSM. Por llevar conectividad a las comunidades aisladas.

Esta estación base está diseñada específicamente para reducir el consumo de energía, al

ofrecer un consumo mucho menor que las BTS tradicionales. Esto aumenta la viabilidad de la micro-generación de energía solar y eólica renovables en el lugar, eliminando la necesidad de generadores diesel.

Los beneficios clave incluyen alta integración, facilidad de instalación y bajo impacto ambiental. La BTS también se puede montar en un poste, pared o torre, haciendo la instalación rápida y fácil.



**Figura 3.12 NODO B DE HUAWEI**

El fabricante chino está, poniendo las comunicaciones móviles al alcance de las comunidades rurales. La nueva solución incluye funciones de planificación y optimización por radio y consigue optimizar la transmisión y ofrece bajo consumo de energía.

La estación base está diseñada específicamente para reducir el consumo de energía, al ofrecer un consumo mucho menor que las BTS tradicionales.

De este modo, se persigue aumentar la viabilidad de la micro-generación de energía solar y eólica renovables en el lugar, eliminando la necesidad de generadores diesel. Los beneficios clave incluyen alta integración, facilidad de instalación y bajo impacto ambiental. La BTS también se puede montar en un poste, pared o torre, haciendo la instalación rápida y fácil.

### **3.7 NUEVA GENERACIÓN DE NODOS B**

A partir de 2005, el Nodo B empezó a experimentar una transformación sustancial. Se nombra las siguientes características.

#### **a) Tecnología de amplificador de potencia de alta eficacia**

Con el rápido crecimiento de la tecnología de amplificador de potencia digital de alta eficacia, se ha empezado a sustituir la tecnología existente de amplificador de potencia analógico. Huawei puede integrar el transceptor de banda ancha y el amplificador de potencia digital en un solo módulo, adoptando tecnologías de radiofrecuencia avanzadas

como, por ejemplo, DPD y Doherty simultáneamente, lo que aumenta notablemente la eficacia del amplificador de potencia.

El módulo de radiofrecuencia del Nodo B de nueva generación ofrece un bajo consumo de energía, con técnicas de producción optimizadas y una alta eficacia del amplificador de potencia. Además, reduce las necesidades de disipación del calor de la fuente de alimentación y de los equipos, con lo que se mejora la estabilidad de los equipos y se reducen los costes operativos.

**b) El transceptor multiportador permite ampliar la capacidad sin problemas**

El crecimiento de los servicios 3G comporta unas mayores necesidades de capacidad de la red. El Nodo B de nueva generación de Huawei adopta tecnología multiportador que permite una ampliación sin problemas de un portador único a un portador múltiple.

Para ampliar la capacidad, sólo es necesario configurar el software; no es necesario añadir ni modificar conexiones de hardware. Esto ahorra una gran cantidad de personal y tiempo y permite a los operadores adaptarse más rápidamente a la ampliación de la capacidad de la red.

### **3.7.1 EL HSDPA EN NODOS B**

La adopción del HSDPA de rendimiento completo tiene dos ventajas para los operadores: En primer lugar, facilita una evolución fluida y admite varios terminales. En segundo lugar, la aplicación a gran escala de terminales HSDPA, que utilizan el

transceptor de alto rendimiento, ayuda a aumentar el caudal de datos de enlace descendente y a satisfacer la necesidad de servicios de datos de alta velocidad. Al adoptar el diseño modular, el Nodo B de nueva generación de Huawei admite una arquitectura abierta. El Nodo B distribuido es de una de las formas típicas. La solución de Nodo B distribuido permite un despliegue de red de radio rápido y rentable cuando no hay ninguna sala de equipos adecuada disponible.

El Nodo B distribuido utiliza la tecnología de módulo de radiofrecuencia remoto, que se caracteriza por su tamaño reducido, gran capacidad, fácil instalación y magnífica capacidad de adaptación al entorno.

Los productos de Nodo B de nueva generación de Huawei incluyen diversos Nodos B como, por ejemplo el macro Nodo B interior y exterior, el Nodo B distribuido, y el Pico Nodo B.

El fabricante chino proporciona soluciones de Nodo B hechas a medida para el despliegue de redes en ciudades, áreas suburbanas, puntos de acceso público a Internet (hot spots) y puntos ciegos (blind spots), que satisfacen totalmente las necesidades de despliegue de la red en distintas situaciones.

En un mercado cada vez más competitivo, una red de alta calidad es el requisito previo para los operadores para mejorar la satisfacción de los clientes. Por una parte, los operadores necesitan ampliar y mejorar la cobertura de la red y poder desplegar la red

rápidamente en diversos escenarios de aplicación. Por otra parte, quieren que los costos de construcción y los costos operativos sean inferiores.

### **3.8 CDMA2000 DE HUAWEI**

La serie de BTS, incluidas BTS internas y externas macrocelda y microcelda y unidades de RF (ODU), permite perfecta cobertura 1X/EV-DO y garantiza redes de radio de alta calidad. Ayuda a los operadores a satisfacer la demanda diversificada de los suscriptores y a reducir drásticamente sus gastos de capital y sus gastos operativos.

En la siguiente figura se puede apreciar radiobases para tecnología CDMA vs GSM.



**Figura 3.13 Radiobases CDMA y GSM**

### **3.8.1 VENTAJAS**

En esta tecnología proporciona series de BTS 1X/EV-DO líderes en el sector para hacer frente a diversos escenarios de aplicación. La serie BTS incluye la macro BTS 18-portador/sector, que es la más compacta del sector, y la micro BTS pequeña y ligera diseñada para el uso tanto en interiores como en exteriores.

La macro BTS resulta adecuada especialmente para ciudades medianas y grandes densamente pobladas. La micro BTS resulta adecuada para áreas urbanas, líneas de transporte y áreas rurales donde el tráfico de llamadas es relativamente bajo y también para puntos de acceso público a Internet (hot spots) y puntos ciegos (blind spots) de áreas urbanas.

La sensibilidad de recepción de las BTS de Huawei, según se ha investigado y verificado, es superior a -128dBm, junto con la potencia de transmisión de 20W/60W por portador, reduce el número de BTS necesarias. Por lo tanto, las inversiones en la construcción de la red y en las operaciones se reducen eficazmente.

Para resolver las dificultades para adquirir centros en algunas zonas, Huawei cumple las necesidades de cobertura de escenarios como, por ejemplo, edificios de oficinas, centros comerciales, aeropuertos, muelles, edificios residenciales y aparcamientos subterráneos, proporciona soluciones de cobertura completa en interiores que garantizan eficazmente una buena cobertura de red por radio.

La solución de cobertura CDMA2000 de Huawei permite la conexión de red multibanda

de 450/800/1900/2100MHz, lo que ayuda a los operadores a conseguir la utilización óptima de recursos de espectro de radio y un crecimiento del negocio sostenible.

### **3.8.2 APLICACIÓN**

Actualmente, la solución de Cobertura CDMA2000 de Huawei se aplica comercialmente en todo el mundo. Presta servicio a áreas de diversas condiciones, áreas rurales de población dispersa, regiones con altas temperaturas como Oriente Medio y zonas frías como la Comunidad de Estados Independientes (CEI), así como regiones de baja presión como el Tíbet.

La solución ha demostrado tener una excelente capacidad de adaptación al entorno, lo que garantiza una cobertura de red de alta calidad en diversas situaciones.

Las BTS Basadas Totalmente en IP con tecnología CDMA2000 permiten ventajas operativas y es buena alternativa como proveedora de equipos para operadoras de telefonía celular.

La siguiente figura 3.14 muestra la forma de conectividad entre los dispositivos de una radio base de 3,5G se componen de las pico celdas, micro celdas y radiobases o nodos B.



**Figura 3.14 Distribución de equipos de 3.5G**

### **3.8.3 UTILIZACIÓN DE ANTENAS INTELIGENTES EN TELEFONÍA CELULAR**

El fabricante americano, Andrew presenta las Smart Beam Antennas (antenas inteligentes), que permiten ajustarse en forma remota y programada en inclinación, azimut y apertura horizontal, haciendo que la cobertura ‘respire’ al ritmo del tráfico y esté presente cuando y donde se la necesite, en función de la movilidad de vehículos y personas, de un área determinada. Por ejemplo, la cobertura de zonas periféricas en una

gran ciudad se puede ‘mover’ hacia la autopista de acceso, durante las horas de tránsito intenso y luego puede ‘reenfocarse’ hacia la ciudad, en las horas de menor tráfico en dichos accesos, cubriendo la gran demanda de tráfico urbano.

Las antenas SmartBeam, encajan perfectamente en las redes de última generación permitiendo cerrar ‘agujeros negros’ de cobertura; reducir interferencias, disminuyendo drásticamente las llamadas caídas; aumentar el Throughput y la capacidad de la red; inmediato ajuste remoto cuando se integra un nuevo sitio en la red; ajustar la red al patrón de movilidad de los clientes; adaptación perfecta a los sistemas centralizados de gerenciamiento de red; obtener un alto costo-beneficio de la inversión.

Existen dos versiones disponibles de antenas SmartBeam, llamadas de 2 y 3 vías: las primeras permiten la variación remota de su inclinación y la variación remota de azimut, mientras que las segundas, además del control remoto de inclinación y azimut, permiten el ajuste remoto de su apertura horizontal.

### **3.9 TECNOLOGÍA PARA OPTIMIZAR RADIOBASES CELULARES EN EL ECUADOR**

Si lo que se desea es generar ahorros, lo primero que debe reducirse son los altos costos regulares. En el área de Estaciones Transceptoras Base (BTS), los gastos principales incluyen no solo la inversión inicial en hardware y la depreciación a largo plazo sino también la instalación de ingeniería, transmisión y mantenimiento diario de la red.

Es entonces cuando la correcta selección de la estación base se vuelve esencial para

lograr posibles ahorros en las áreas donde se instalará la red, construcción de salas de equipos, arrendamiento de líneas de transmisión y mantenimiento diario.

La utilización de BTS más pequeñas puede reducir costos ya que involucran bajos precios de adquisición y menor espacio de utilización en las salas de equipos.

Para el país se recomienda en base a nuestra parte de investigación de la tesis que se incluya la tecnología basada totalmente en IP, esta mejora la calidad de transmisión y reduce costos de operación y la fabricante china, Huawei es económica y muy eficiente para que las tres operadores del país puedan potencializar sus tecnología y ofrecer mas servicios de convergencia tecnológica a todos los ecuatorianos sean de la ciudad como de aquello que residen en lugares de muy apartados de zonas pobladas.

El fabricante chino ha reducido el tamaño de equipos y dispositivos siendo muy eficiente su operación. Asimismo, sus gabinetes más pequeños, pueden reducir la potencia de transmisión ya que el aumento de calor disminuye la amplificación de potencia.

Proyectándolo a largo plazo, no se puede ignorar el rendimiento y la estabilidad de las BTS ya sea en áreas urbanas altamente pobladas o en áreas rurales con población escasa. El rendimiento de RF y la estabilidad de las BTS también pueden tener un impacto significativo en los costos de operación.

En consecuencia, la utilización de BTS más pequeñas y de menor potencia implicará un mayor número de BTS para cubrir el área antes mencionada. Esto traerá como

consecuencia el aumento a gastos de instalación, mantenimiento diario y transmisión.

La consecuente disminución de la estabilidad y confiabilidad del sistema traerá como resultado el aumento en costos de mantenimiento y el impacto directo en la calidad del servicio y satisfacción del cliente. Si bien los índices de cobertura y caída de llamadas van a variar por varios puntos porcentuales, sólo una o dos llamadas no logradas o interrumpidas pueden llevar a la insatisfacción y hasta posible pérdida de clientes.

### **3.9.1 REQUERIMIENTOS EN TRANSMISIÓN DE LA RED DEL SERVICIO**

En el futuro, los operadores intentarán brindar servicios de banda ancha, móviles, de línea privada, así como el servicio ICT (Information and Communication Technology) y los servicios de valor agregado derivados.

La red de acceso a banda ancha le permite a los abonados acceder por medio de ADSL, ADSL2+, LAN y Cable. Una red con infraestructura que soporta acceso de fibra, cable e inalámbrico se tornará realidad como el resultado de las regulaciones de la desagrupación de precios, la competencia de los operadores de cable y el Triple Play emergente.

La gran competencia traerá como consecuencia una demanda mayor de ancho de banda y un envío más rápido. La red de acceso de nueva generación será construida de manera más "óptica", dejando de lado al cobre. Por ejemplo, al acceder con FTTx+VDSL2,

FTTH y otros modos basados en las fibras ópticas, el ancho de banda de acceso de cada abonado aumentará de 1,5 a más de 30M.

En la actualidad, algunos operadores de Europa se jactan de construir FTTx y montan nodos DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor Digital de Acceso a la línea digital de abonado), al costado de calles o pasillos conectados a la CO DSLAM (Central Office-DSLAM). Para poder brindar a cada abonado un ancho de banda de 30Mbps A 50Mbps, la capacidad de conmutación del equipo DSLAM en CO aumentará de 100GB A 400GB. Además, el CO DSLAM brindará interfaces de enlace ascendente de mayor velocidad que pueden alcanzar los 10GbE. Además se mejorará la capacidad de procesamiento IP.

En la red de acceso, 3G, 3GPP y 4G/LTE coexistirán en los próximos 5 a 10 años, causando el farrago de múltiples tipos de interfaces como E1, ATM y Ethernet. En la actualidad, el MSTP es la solución más efectiva para la capa de acceso. Se puede ver que los equipos de acceso como IP-RAN y E-Nodo B tendrán más interfaces IP durante la evolución de las redes ALL IP.

Lo anterior desafía a la red portadora con IP céntrico y es compatible con todos los tipos de flujo de tráfico con un requerimiento mayor de rendimiento. La red de transporte de paquetes (PTN) resaltada por T-MPLS o PBT ha sido un gran tema de debate del Foro de Metro Ethernet. A medida que la tecnología de transmisión de paquete madura y

evoluciona de la red MSTP existente a PTN se convierte en una buena opción para los operadores de redes móviles.

La red privada se caracteriza por escenarios de aplicación más complejos junto con la coexistencia de varias líneas privadas basadas en un número de tecnologías como SDH/SONET, ATM/FR, L3 VPN, L2 VPN o VPLS, WDM, etc. Los requerimientos completamente diversos de confiabilidad y costo se imponen sobre servicios de líneas privadas diferentes.

### **3.9.2 PROSPECTO DE LA RED DE TRANSPORTE DE NUEVA GENERACIÓN**

La red ALL IP contiene una variedad de tecnologías en distintas capas como WDM, OTN, Ethernet, MPLS e IP, etc. Los operadores pueden confundirse al elegir una solución adecuada para sus redes de transporte cuando se encuentran rodeados por distintos tipos de tecnologías de networking.

Se reducirán los errores al elegir el equipo si se presta atención a los siguientes dos aspectos: Si una red de transporte presenta una gran capacidad de adaptación para las redes de servicio actuales y del futuro, o si ofrece una buena ventaja de relación precio/rendimiento.

El WDM de nueva generación basado en OTN es una tecnología clave en el curso de la evolución hacia la red portadora ALL IP. Una red OTN/WDM realiza las

funcionalidades de aprovisionamiento, roaming y protección de los servicios de longitudes de onda y sub-longitudes de onda, así como el networking Meshed.

Por lo tanto, podrá cumplir con los requerimientos de la red de core para un gran ancho de banda, networking flexible, alta eficacia y una significativa mejora en la confiabilidad. En el futuro, la red OTN/WDM puede extenderse hasta la capa de acceso Metro para cubrir la demanda para aumentar el acceso a ancho de banda. Como resultado, OTN/WDM construirá la tercera red de extremo a extremo desde el acceso a core, siguiendo los pasos de SDH e IP.

### **3.10 SISTEMA DE ENERGIZACIÓN ÓPTIMA PARA RADIOBASES RURALES EN EL ECUADOR.**

Existen varios sistemas de energía alternativa que pueden implementarse en una estación de telecomunicaciones que se hallan en zonas muy apartadas y de difícil acceso. La mejor solución para la energización de los equipos es el sistema híbrido solar/eólico. Esto implica instalar sistemas con células fotovoltaicas, el cual recepta los rayos solares y el proceso fotovoltaico, lo convierte a energía eléctrica.

El sistema de conversión eólica, convierte la fuerza de los vientos en energía eléctrica, estos sistemas mencionados para energizar equipos electrónicos es recomendable con mayor razón cuando los componentes de las radiobases son de última generación.

Aunque en el país en la costa mayormente no hay gran manifestación de vientos esta puede ser usada en las montañas de la zona interandina, en la región insular pues allí se a medido la fuerza del viento y aquellas regiones poseen zonas con vientos en las cuales se puede aprovechar la energía eólica.

El fabricante chino, Huawei Technology- está comprometido a reducir el consumo de energía y el impacto ecológico de sus equipo de telecomunicaciones a través de soluciones de energía renovable para la comunicación móvil, tales como: Soluciones basadas en energía solar, soluciones híbridas con viento y energía solar, así como soluciones híbridas con energía solar y diesel.

Estas soluciones amigables con el medio ambiente reducen significativamente el costo total propiedad en el ciclo de vida del producto, optimizando la eficiencia de la energía y trayendo obvios beneficios para el operador. Las soluciones amigables al medio ambiente proveen de cobertura a áreas remotas del planeta, proveyendo de mejor comunicación a más usuarios.

Finalmente, este trabajo recomienda a las operadoras de telefonía celular la alternativa de utilizar los equipos de radiobases, nodos B, y demás dispositivos de la marca o fabricante antes mencionado. Un modelo de sistema de energización solar es el que se aprecia en la figura 3.15



**Figura 3.15 Red BTS de energía solar Huawei**

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO CON CÁMARAS DE VIDEO**

#### **4.1 MONITOREO REMOTO CON CAMARAS DE VIDEO EN LA FINCA LIMONCITO**

En el siguiente capítulo se procede a implementar un sistema de monitoreo remoto utilizando cámaras para supervisar la entrada y lugares alrededor de la hacienda Limoncito, se desea vigilar y salvaguardar los bienes activos de la Facultad Técnica que se halla ubicada en su hacienda Limoncito.

Para ello se diseñó un sistema básico de video vigilancia con 2 cámaras de video, con resguardo de video en servidor. El video se almacenará en un equipo llamado DVR Digital Video Recorder, y este equipo paquetiza la señal de video para ser enviada por la red hacia cualquier usuario que se conecte y ponga la dirección específica del sistema de vigilancia remota.

Las cámaras de video que se utilizará, son totalmente autónomas del computador, se les asigna una dirección IP interna, y tan sencillo como digitar esa dirección IP desde cualquier navegador para acceder a la cámara y disponer de los menús que permiten todo tipo de funciones; monitorear, realizar grabaciones, escuchar, alarmas, etc. Se

puede controlar el hogar, oficina o negocio desde cualquier lugar que disponga de internet.

## **4.2 EQUIPOS DEL SISTEMA DE VIGILANCIA REMOTA**

Los equipos principales en un sistema de video vigilancia son los siguientes:

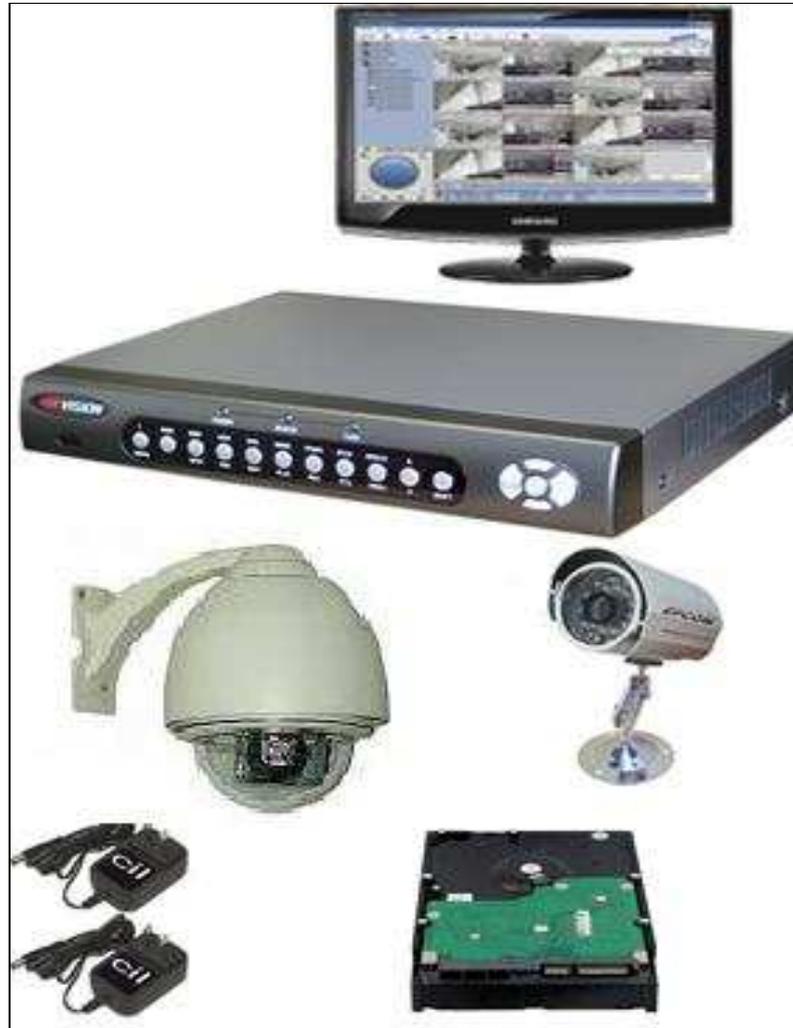
- El Router: Cuando le llega un paquete procedente de Internet, lo dirige hacia la interfaz destino, es decir es capaz de encaminar paquetes IP por la red de internet.
- El Switch: Tienen la particularidad de aprender y almacenar las direcciones (los caminos) de dicho nivel, por lo que siempre irán desde el puerto de origen directamente al de llegada.
- DVR: Grabador de video digital, es multiplex ya que permite monitorear, reproducir, respaldar, grabar y operarlo por internet al mismo tiempo, puede trabajar con un disco duro de gran capacidad de almacenamiento hasta 1 Tera Byte.

La figura 4.1 muestra los componentes del sistema de vigilancia remota en limoncito una cámara Panasonic BB-HC580A esta es PTZ, un acrónimo de Pan, Tilt y Zoom y se refiere a las características de las cámaras de vigilancia específica. Las cámaras PTZ o domos PTZ pueden moverse horizontalmente, verticalmente y acercarse o alejarse de un área o un objeto de forma manual o automática. Todos los comandos PTZ se envían a través del mismo cable de red que la transmisión de vídeo.



**Figura 4.1 Equipos de sistema de vigilancia remota en limoncito**

En la figura 4.2, se muestra el sistema de video vigilancia utilizando 2 cámaras, estas se conectará al DVR, quien controla y almacena las imágenes de hasta 4 cámaras de video. Entrando a una dirección IP específica se puede visualizar lo que las cámaras de video en limoncito están captando.



**Figura 4.2 el DVR y sus componentes para video-vigilancia**

El equipo router a utilizar es un TP-link modelo WR-941ND utiliza tecnología MIMO (Multiple input Multiple output) este router tiene 2 antenas es normalizado por el estándar IEEE 802.11n/g/b, su frecuencia de operación es 2.4 GHz y su tasa de

transferencia es de hasta 300Mbps. Además su modulación es basada en OFDM.

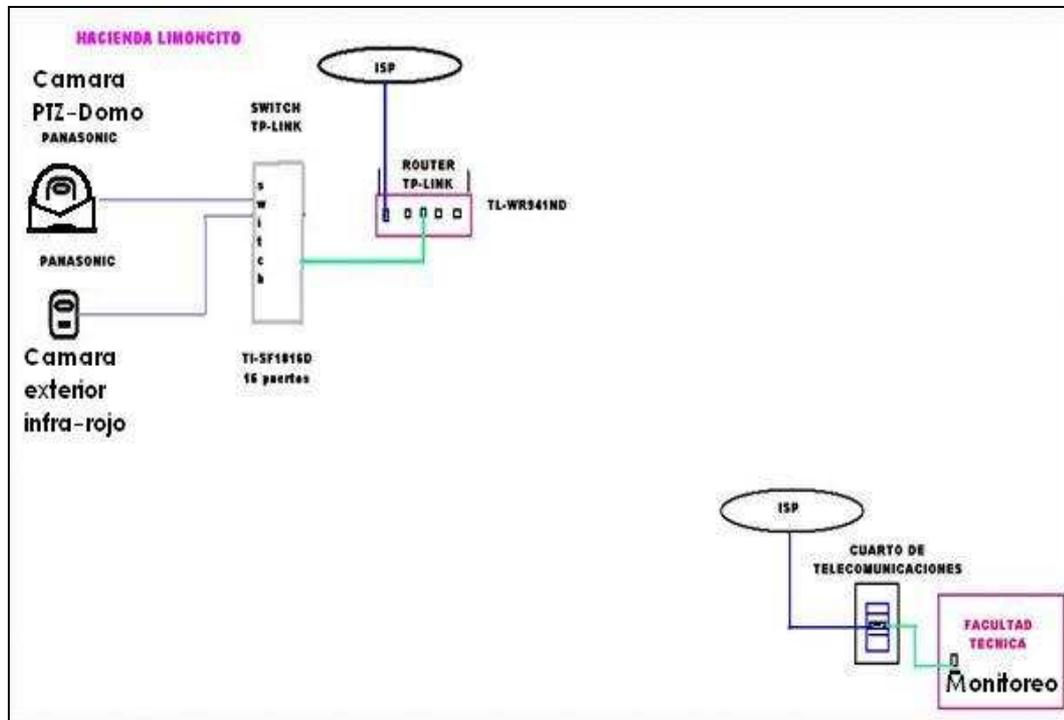
El switch TL-SF1016D es de 16 puertos y son Plug & Play y cada puerto se puede utilizar como puertos generales o puertos Up link conectándolo simplemente en un servidor, un hub o un switch.

### **4.3 EL SISTEMA VIDEO VIGILANCIA EN LA FINCA LIMONCITO**

Una vez hecho el diseño del sistema, tal como se aprecia en la figura 4.3, se procede a tomar de la señal de internet que existe en la hacienda, esta se conecta al puerto WAN del router TP-link y de aquí por medio de otro cable de red se conecta desde cualquiera de los 4 puertos LAN hacia un switch no administrable, puede ser este de 8 y/o 16 puertos.

Cuando se configure el router se escoge el modo DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), se asignará automáticamente IP a las computadoras o más cámaras que se deseen instalar a futuro pues se pueden ocupar más puertos del switch.

El monitoreo se lo puede hacer en cualquier PC que este conectada a la red de internet, sea desde la Facultad técnica o desde cualquier lugar con conexión a internet.



**Figura 4.3 Diseño de sistema de video vigilancia en Finca. Limoncito**

Como se aprecia en el diseño estas cámaras están conectadas a un switch de 16 puertos y la forma que se procedió a conectar las cámaras es alámbrica aunque si se desea instalar cámaras a distancias superiores a los 100 metros se lo puede realizar de forma inalámbrica, el router soporta conexiones inalámbricas y con ancho de banda de 300 Mbps. La instalación se la realizo en la torre de Limoncito en ella se cubre prácticamente todo el alrededor de la hacienda, pues la cámara PTZ gira 180° y la parte que no alcanza a cubrir esta colocada una cámara de exteriores infrarroja.

En la figura 4.4 se aprecia la instalación de las cámaras en la torre de Limoncito, la parte trasera de la casa del guardián de Limoncito es vigilada por la cámara KPC 136A (infrarroja)



**Figura 4.4 Instalación de las cámaras de video en la torre de Limoncito**

El ingreso a la hacienda esta se vigila con la cámara PTZ BB-HCM580A, esta como características técnicas es que posee un zoom óptico de 32 cuadros a ampliarse. Así mismo los movimientos o giros Tilt son de  $0^{\circ}$  a  $120^{\circ}$  es decir giros verticales o de arriba hacia abajo y el giro Pan es un giro horizontal de  $-175^{\circ}$  a  $+175^{\circ}$  con ello se cubre

prácticamente los 360° aunque para reforzar la vigilancia se puso la otra cámara a su espalda, observe la figura 4.5.



**Figura 4.5 Vigilancia de la cámara PTZ a la entrada a Limoncito**

La operación de las cámaras es satisfactoria, se comprobó desde la Facultad Técnica desde la oficina del decanato.

Las cámaras deben ser limpiadas su lente cada cierto tiempo pues el polvo se acumula en su lente y esto afecta un optimo monitoreo remoto, se recomienda que cada 2 o 3 meses se limpie y así mismo se de mantenimiento al DVR como otros dispositivos del sistema de video vigilancia remota. La persona que pueda monitorear puede ser designada por las autoridades de la Facultad Técnica.

## CAPÍTULO 5

### 5.1 IMPLEMENTACIÓN DE TELEFONÍA IP EN LA FINCA LIMONCITO

El siguiente capítulo se realiza la configuración de un sistema de telefonía IP, esto comprende una central telefónica marca Panasonic KX-TDE100, la misma que es una central híbrida, es decir, soporta comunicaciones telefónicas convencionales y de conmutación de paquetes o IP. La central esta instalada en la oficina del decanato y de allí, se configura su tarjeta principal para acceder a teléfonos VoIp. Un teléfono estará en un aula que se construyeron en Limoncito, allí una vez configurado el o los teléfonos podrán tener el servicio telefónico.



**Figura 5.1 Central Panasonic KX-TDE100**

La tarjeta principal es la que se configura con un software dado por la Panasonic, se habilitará si es una o más líneas, como sus extensiones telefónicas. Esta central soporta 128 líneas y 128 extensiones telefónicas. En la implementación esta asignada una dirección IP dada por centro de computo de la UCSG. Se configura para unas 3 extensiones: dos para la facultad técnica y una para limoncito. En la figura 5.2 se aprecia la tarjeta de la KX-TDE100.



**Figura 5.2 Tarjeta KX-TDE100**

## 5.2 PROGRAMAR LA CENTRAL KX-TDE100

La programación de la central tiene una interfaz grafica muy amigable. Se instala bajo Windows NT, Windows 2000, Windows XP y Windows Vista.

### a) CONFIGURACIÓN RÁPIDA

Cuando inicie la Consola de mantenimiento con el Código del programador del nivel del instalador y la conecte a la central por primera vez después de la inicialización (con el ajuste por defecto de fábrica), la configuración rápida arrancará automáticamente. Durante la configuración rápida, ajustará los elementos básicos. Para más información acerca de los elementos básicos, consulte “2.3.4 Configuración rápida” en la Guía de funciones.

1. Conecte el PC a la central con un cable Ethernet directo o con un cable cruzado RS-232C.
2. Inicie la Consola de mantenimiento desde el menú Inicio.
3. Se visualizará la “Información antes de programar”.
  - a. Lea atentamente esta importante información adicional, que incluye actualizaciones a este y otros manuales.
  - b. Haga clic en **OK** para cerrar esta ventana.
- Nota4.**
  - a. Introduzca el código de programador de nivel instalador (por defecto: **INSTALLER**).
  - b. Haga clic en **OK**.
5. Haga clic en **Conectar**.
6. a. Seleccione KX-TDE100 / 200 desde Modelo de central.
  - b. Seleccione la ficha **LAN** o **RS-232C** en función del tipo de conexión del PC con la central.
  - c. Especifique los ajustes necesarios

Cuando se conecte a la central por primera vez, al seleccionar la **LAN**, ajuste la **Dirección IP** y el **Número de puerto** a **192.168.0.101** y **35300** respectivamente.

**d.** Introduzca la contraseña del sistema para el instalador (por defecto: **1234**).

**e.** Haga clic en **Conectar**.

7. Cuando los datos del país / área no coinciden:

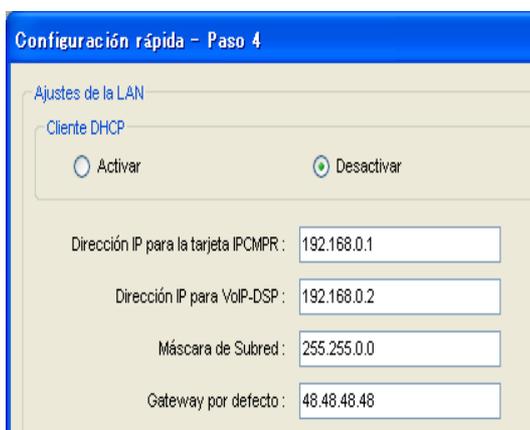
**a.** Haga clic en **OK** para sustituir los datos del país / área de la central. La sustitución puede tardar varios minutos en completarse.

**b.** Siga el procedimiento descrito en “Antes de programar” y reinicie la central.

**c.** Repita el paso **5** para volver a conectar la Consola de mantenimiento a la central.

8. Siga las instrucciones del asistente de la Configuración Rápida para los elementos básicos de la Configuración rápida—Paso 1 a 3.

9. En la Configuración rápida—Paso 4, la información de direccionamiento IP para la tarjeta IPCMPR puede asignarse automáticamente a través del servidor DHCP o puede introducirse manualmente.



**Al no utilizar ningún servidor DHCP:**

**a.** Seleccione **Desactivar** para los ajustes de **Cliente DHCP**.

**b.** En la casilla **Dirección IP para la tarjeta IPCMPR**, introduzca la dirección IP de la tarjeta IPCMPR.\*1

**c.** En la casilla **Dirección IP para VoIP-DSP**, introduzca la dirección IP de la tarjeta DSP16 o DSP64.\*2

**d.** En la casilla **Máscara de subred**, introduzca la dirección de la máscara de subred de la red.\*3

**e.** En la casilla **Gateway por defecto** introduzca la dirección IP de gateway por defecto.\*4

**f. Haga clic en **Aplicar**.**

Aparece el menú del sistema.

**IMPORTANTE**

- No cambie las direcciones IP de las tarjetas IPCMPR y DSP cuando los teléfonos IP se hayan registrado a la central utilizando estas direcciones IP. Los teléfonos IP no funcionarán correctamente si cambia estas direcciones IP.
- Un servidor DHCP tiene que poder utilizar una opción de “identificador de cliente” especificada por RFC 2131.
- La central no se iniciará correctamente si el servidor DHCP no puede asignar automáticamente las direcciones IP cuando el cliente DHCP está ajustado a Activar. En este caso, deberá ponerse en contacto con su administrador de red puesto que es posible que el servidor DHCP de su red no se esté ejecutando o que se haya producido un error en la red. Si el servidor DHCP no está disponible, cambie el ajuste de Cliente DHCP a Desactivar y defina direcciones IP fijas; a continuación reinicie la central.

Para cambiar el ajuste de Cliente DHCP, conecte el PC con un cable cruzado RS-232C o con un cable Ethernet directo. Cuando conecte el PC con un cable Ethernet directo, asegúrese de que la central está desconectada de la LAN y, a continuación, conecte el PC con un cable Ethernet directo utilizando 192.168.0.101 para la dirección IP de la tarjeta IPCMPR.

\*1 Intervalo válido de la dirección IP: De “1.0.0.0” a “223.255.255.255”

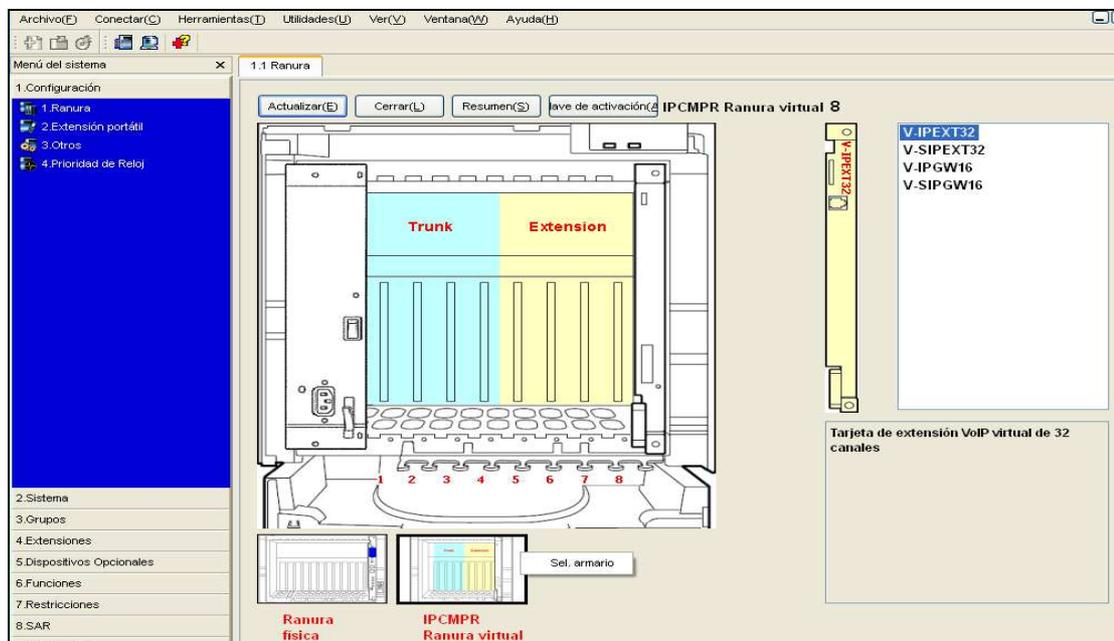
\*2 Intervalo válido de la dirección IP: De “1.0.0.0” a “223.255.255.255”

\*3 Intervalo válido de la dirección de la máscara de subred: “0–255.0–255.0–255.0–255” (excepto 0.0.0.0 y 255.255.255.255)

\*4 Intervalo válido de la dirección IP: De “1.0.0.0” a “223.255.255.255”

### 5.3 INSTALAR TARJETAS IP VIRTUALES A LA CENTRAL

1. a. En Configuración, haga clic en Ranura.
  - b. Mueva el puntero del ratón hacia la imagen blanca de la central de **IPCMPR Ranura virtual** de la parte inferior de la pantalla.
  - c. Haga clic en Sel. armario.



**Figura 5-3 Tarjeta IP virtual**

2. a. Haga clic en el nombre de la tarjeta que desea instalar en la lista. Se visualizará una imagen de la tarjeta.
  - b. Haga clic en la imagen de la tarjeta y arrástrela hacia la ranura de la extensión o de la línea externa en función del tipo de tarjeta y suéltela. La tarjeta se moverá hacia el espacio de la ranura.

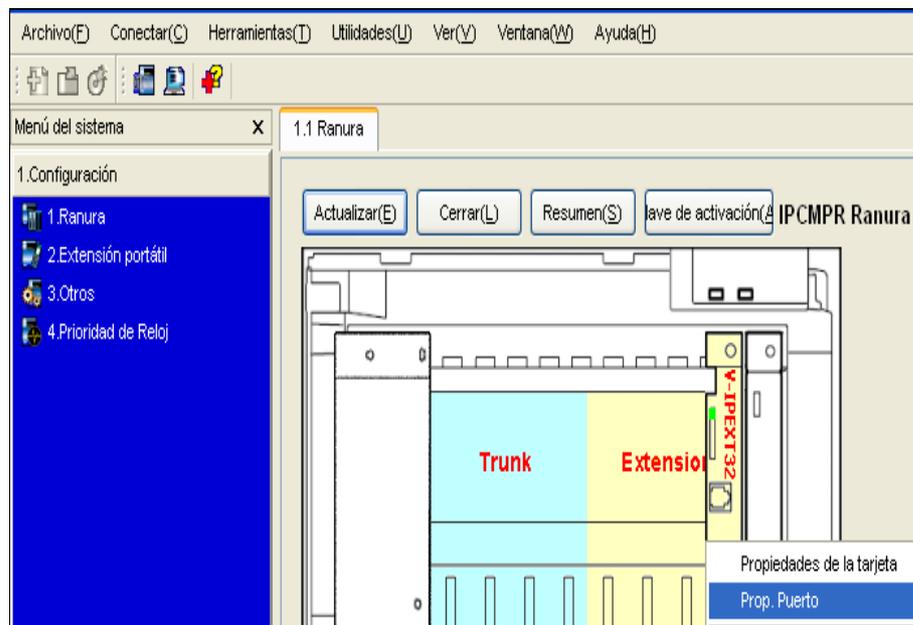
3. Para confirmar, haga clic en **Sí**.

### **\*REGISTRAR TELÉFONOS IP**

Cuando haya finalizado la programación de la tarjeta IPCMPR y del teléfono IP, deberá registrar el teléfono IP a la central. Deberá hacerlo utilizando la Consola de mantenimiento.

### **\*REGISTRAR TE-IPS**

1. a. En Configuración, haga clic en Ranura.
- b. Mueva el puntero del ratón hacia la imagen blanca de la central de **IPCMPR Ranura virtual** de la parte inferior de la pantalla.



**Figura 5-4: Modelo de configuración**

- c. Haga clic en Sel. armario.
- d. Mueva el puntero del ratón hacia la tarjeta V-IPEXT32 (tarjeta virtual de extensión VoIP de 32 canales). Se visualizará un menú debajo del puntero del ratón.
- e. Haga clic en Prop. Puerto

**2. Haga clic en Registro.**

Aparecerá un cuadro de diálogo. Los números de extensión (disponibles) no registrados se visualizarán a la izquierda.



**Figura 5-5 Registros**

- 3. a.** Seleccione los números y haga clic en la flecha derecha para seleccionarlos y registrarlos.

- b. Haga clic en **Siguiente**. Aparecerá una pantalla con información acerca del número de extensión del TEIP actual y del número de índice para la programación.

**Notas**

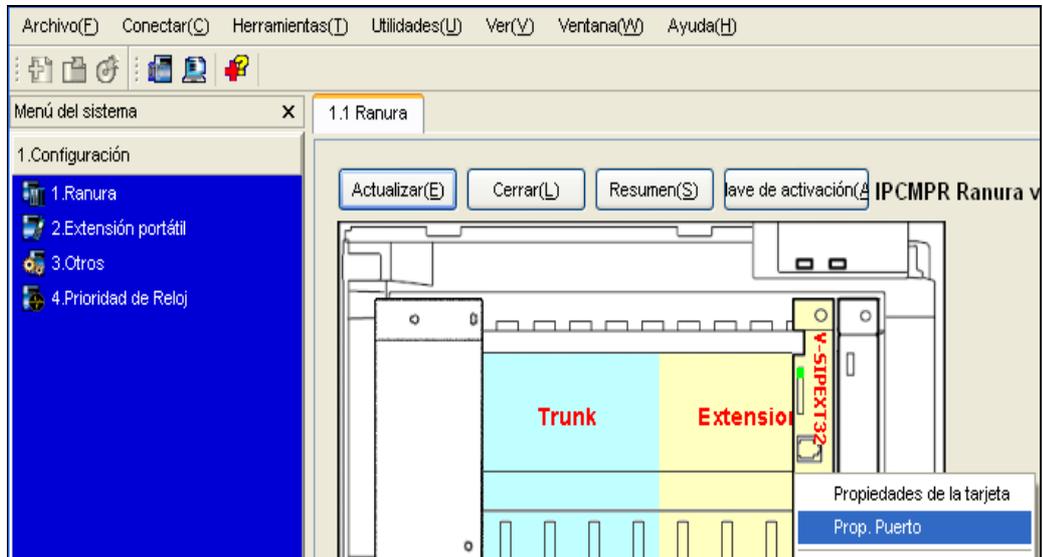
- Si el TE-IP se ha conectado a la LAN y el equipo se ha activado, la dirección IP de la tarjeta IPCMPR se asignará automáticamente.
  - De lo contrario, conecte el TE-IP a la LAN y active el equipo antes de 5 minutos después de realizar esta operación. Entonces, la dirección IP de la tarjeta IPCMPR se asignará automáticamente.
- c. Haga clic en **Siguiente**.
- Si el registro aún está en progreso, el cuadro de diálogo visualizará “Esperando registro del TEIP...”.

Haga clic en **OK**.

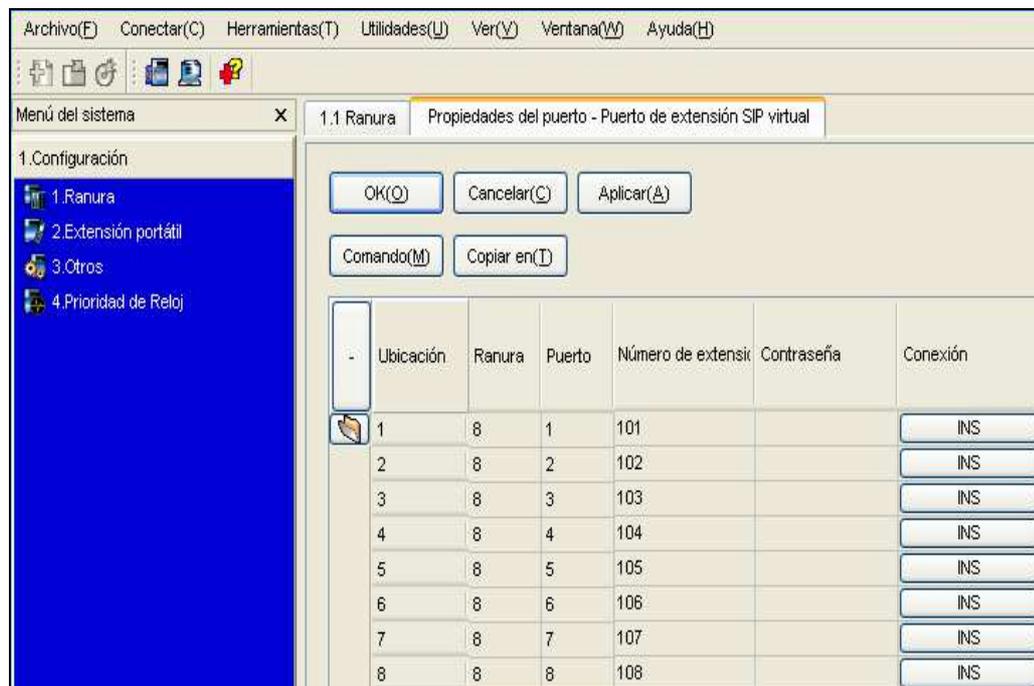
- Si el registro se realiza correctamente, el cuadro de diálogo visualizará “Registro Completado”. Si debe registrar más TE-IP’s, haga clic en **Continuar** para proseguir o en **Cancelar** para finalizar el registro. Si no, haga clic en **Cerrar**

Cuando el TE-IP se ha registrado con éxito, el estado del TE-IP se actualizará y mostrará “Registrado”.

**\*Registrar extensiones SIP**



**Figura 5-6 Registro de extensiones SIP**



**Figura 5-7 Asignar número de extensión**

1. a. En Configuración, haga clic en Ranura.
  - b. Mueva el puntero del ratón hacia la imagen blanca de la central de **IPCMPR Ranura virtual** de la parte inferior de la pantalla.
  - c. Haga clic en Sel. armario.
  - d. Mueva el puntero del ratón hacia la tarjeta VSIPEXT32 (tarjeta virtual de extensión SIP de 32 canales). Se visualizará un menú debajo del puntero del ratón.
  - e. Haga clic en Prop. Puerto.
2. Asigne números de extensión a extensiones SIP.
  - Si la función Número de extensión automático ajustado para la tarjeta de extensión está activada, los números de extensión de la extensión SIP se asignarán automáticamente. Para programar esta función, consulte “2.8.59 [1-3]”

## 5.4 LA PROGRAMACIÓN DE TELÉFONOS IP

### Para iniciar la programación

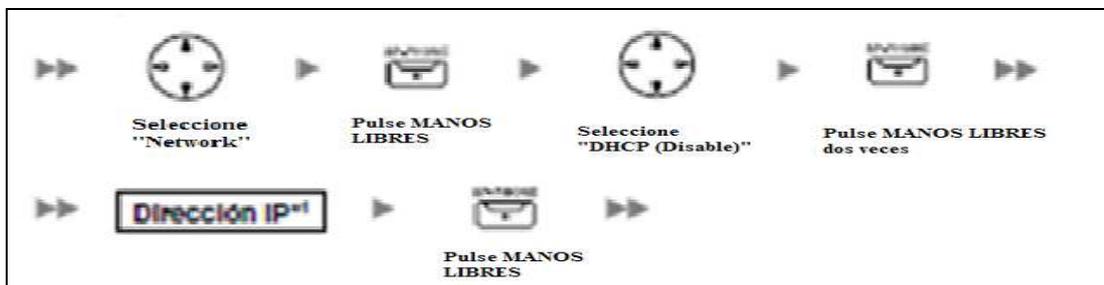
Active el TE-IP



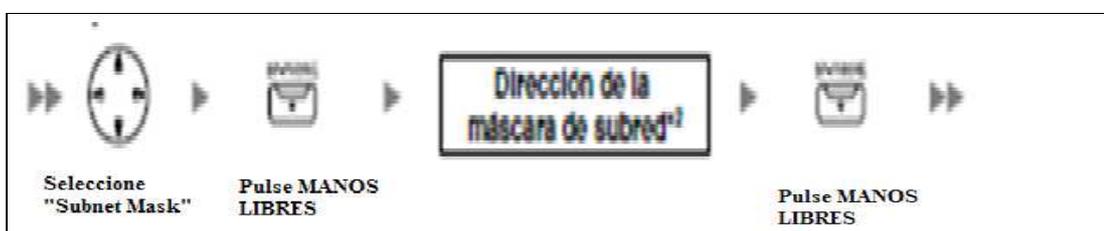
Pulse PROGRAMAR al

Visualizar “Searching”

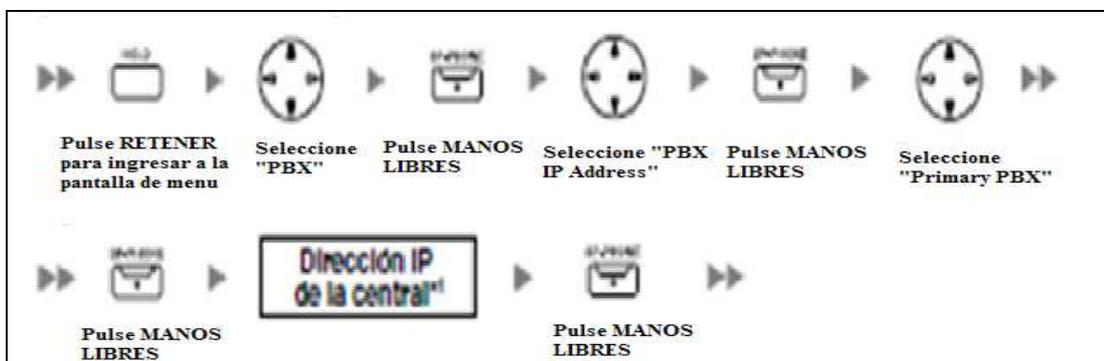
Para ajustar la dirección IP del TE-IP



Para ajustar la dirección de la máscara de subred



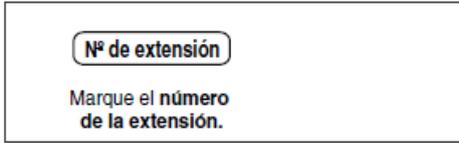
Para introducir la dirección IP de la tarjeta IPCMPR en la central primaria  
(Dirección IP de la Central)



#### 5.4.1 REALIZAR Y RECIBIR LLAMADAS

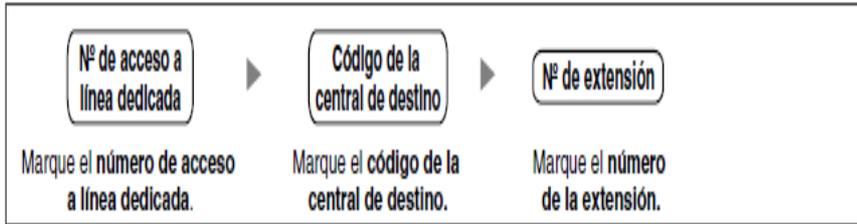
##### a) Realizar llamadas

Puede llamar a otra extensión registrada con la central simplemente marcando el número de extensión.

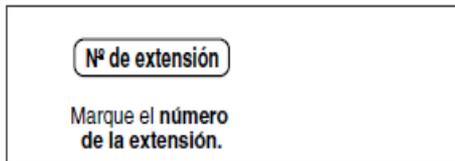


También puede llamar a una extensión de otra central a través de la red VoIP.

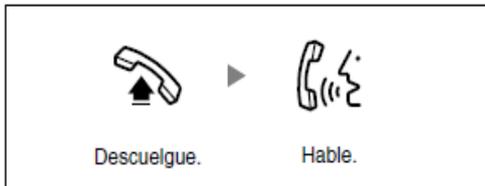
Al utilizar el método de código de central



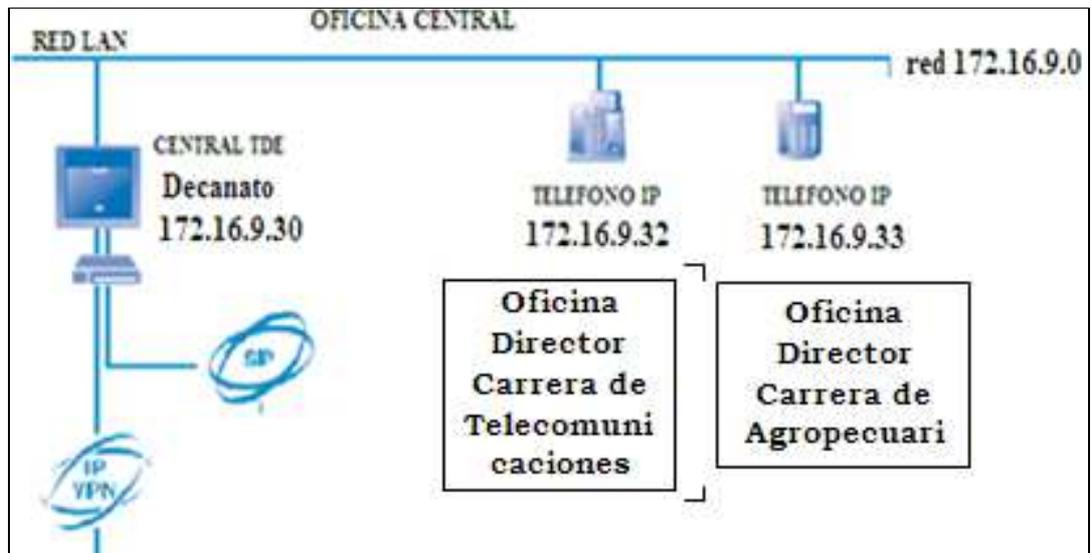
Al utilizar el método de número de extensión



**\*Recibir llamadas**



A continuación un esquema de la conexiones de la central KX-TDE100 con las oficinas del Decano y Director de carrera y/o Director de carrera de Agropecuaria



**Figura 5.8 Diagrama del sistema instalado**

El equipo PBX IP instalado nos brinda conexión telefónica virtual con una estación remota (en este caso Limoncito), este tipo de equipo puede migrar hacia futuras aplicaciones en telefonía IP como son voz, imágenes y datos de PC unificados. Un ejemplo puede ser el video-conferencia, la centralita tiene instalada la capacidad de operar dicha tecnología, para ello requiere de los Softphone o teléfonos inteligentes y/o IP.

Finalmente los sistemas de video vigilancia y de telefonía IP están operativos. Se deja las conclusiones y recomendaciones para que su operación sea eficiente.

## CONCLUSIONES

- La mejor propuesta para radiobases en zonas rurales son las que operan por conmutación de paquete, es decir con equipos IP.
- Los equipos que conforman las radiobases de última generación reducen el consumo de energía, adicional a su tamaño es menor y es una propuesta a las operadoras del Ecuador que la mejor inversión a futuro son los equipos de convergencia IPv6.
- Si de marcas se trata los equipos de telecomunicaciones del fabricante asiático, resulta más económica y muy eficiente a la hora de enlazar comunicaciones de voz, video y datos. Los estudios e implementaciones en países desarrollados dan la pauta para poder recomendar dicha marca.
- En la implementación de las cámaras de video vigilancia tendremos vigilados los 365 días del año los bienes activos de la Facultad Técnica.
- El sistema de video vigilancia remota en la finca Limoncito es muy valioso para supervisar el lugar antes mencionado, desde cualquier lugar que este conectado a internet, se puede monitorear.
- Con la implementación de una extensión telefónica, la finca Limoncito puede comunicarse por toda la red convencional de teléfonos del país, su salida lo hará a través, de la central telefónica de la UCSG.

## RECOMENDACIONES

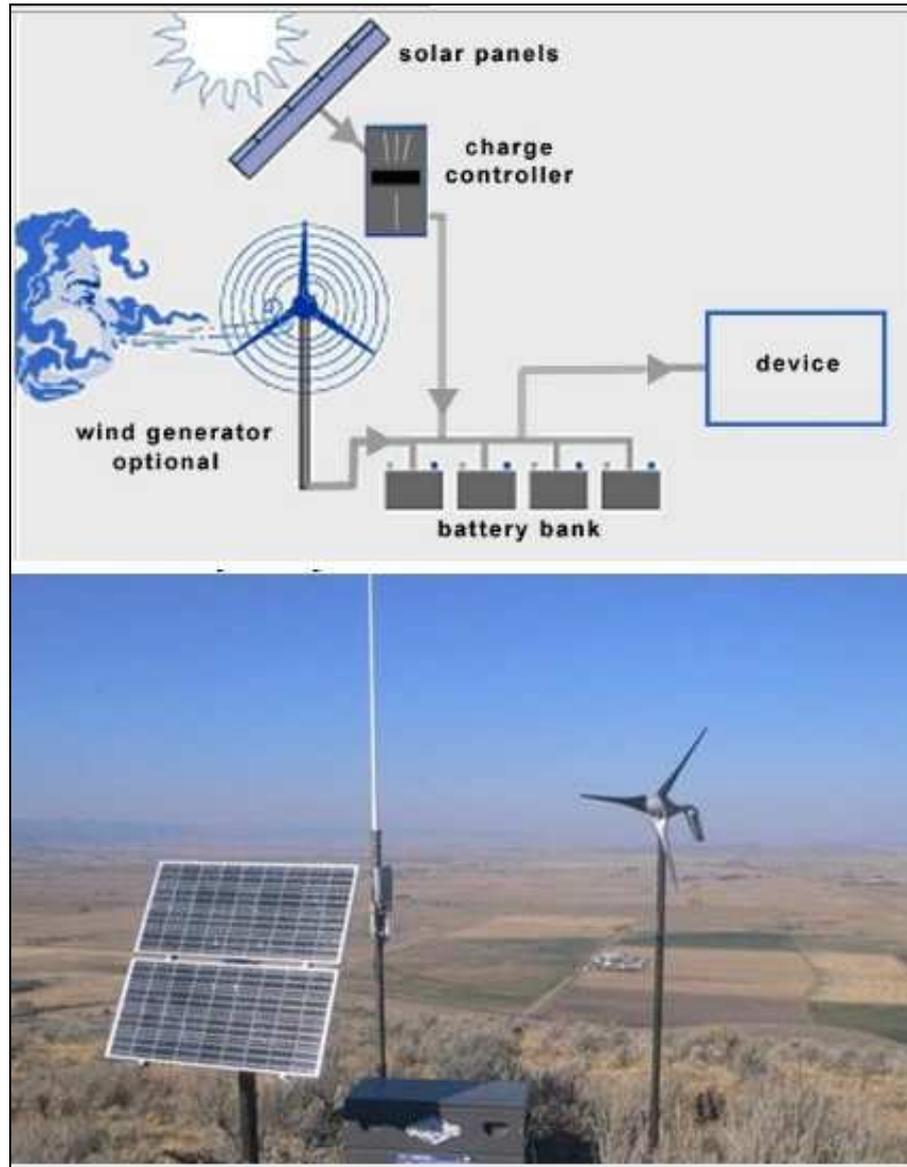
- Se recomienda que se habilite un departamento de mantenimiento técnico en la Facultad Técnica pues existen sistemas de voz y datos actualmente operativos, pero que por cualquier motivo puede sufrir desperfectos, o desconfiguración etc.
- Las cámaras deben ser limpiadas su lente cada cierto tiempo, pues el polvo se acumula en su lente y esto afecta un óptimo monitoreo remoto, se recomienda que cada 2 o 3 meses se limpie y así mismo se dé mantenimiento al DVR como otros dispositivos del sistema de video vigilancia remota.
- La persona que realice la supervisión remota debe ser el Administrador de la finca limoncito Ing. Emilio Compte y lo puede hacer desde cualquier pc conectada al internet.
- Se sugiere hacer estudios de las aplicaciones Domóticas que pueden ser operadas con esta central.
- En el caso de remplazar de manera total la central actualmente instalada, se recomienda adquirir un conmutador Panasonic y colocar una tarjeta de troncales externas, además de una tarjeta de extensiones sencillas para cubrir el área administrativa.
- También se recomienda dar mantenimiento a los equipos que están instalados en limoncito, de tesis anteriores, estos son, los sistemas de datos y los de voz.

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> B. Walke, P. Seidenberg, M.P. Althoff. *UMTS: The Fundamentals*. John Wiley & Sons. 2006.
- [www.tecnologiasmoviles.com](http://www.tecnologiasmoviles.com)
  - <http://www.sisonline.com>
  - <http://energytel.typepad.com/energytel/radiobase-de-telecomunicaciones/>
  - [www.panasonic.com](http://www.panasonic.com)
  - [www.huawei.com](http://www.huawei.com)
  - Manual de configuración Central Panasonic KX-TDE100
  - Manuales video-vigilancia/blogs en internet para configurar cámaras vía Ip

## ANEXO-1

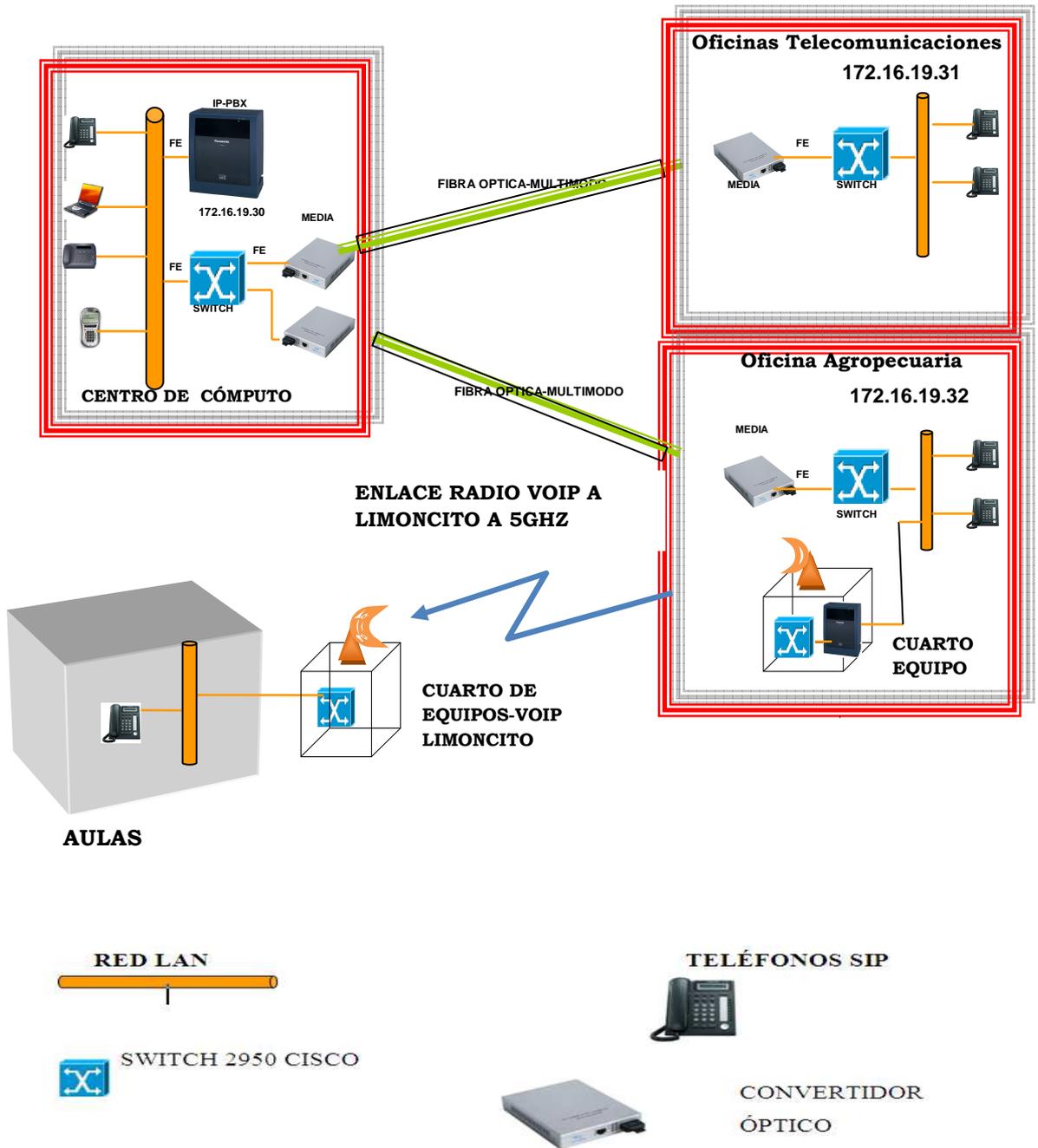
### SISTEMA HIBRIDO EOLICO - FOTOVOLTAICO



Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para alimentar radiobases de última generación

## ANEXO-2

### COMPONENTES DE TELEFONIA IP PARA LA FACULTAD TECNICA



**ANEXO-3**  
**PRESUPUESTO**

**DIPROCOMP S.A.**

**ANEXO FACTURA No: 0752**

**COMPRADOR: UCSG**

**RUC:**

**DIRECCIÓN:**

**FECHA: 5 Abril del 2010**

DESCRIPCIÓN	VALOR	CANT.	SUBTOTAL
<b>DVR 4 Canales</b>	650,00	1	650,00
cámara PTZ domo Panasonic BH- 890A	850,00	1	850,00
cámara infrared KPC 136A	250,00	1	250,00
Router TP-Link WR-941D	160,00	1	160,00
Switch TP-Link 1016D	100,00	1	100,00
Software Central IP Panasonic	100,00	1	100,00
Rollo cable red cat 6a	350,00	1	350,00
Dispositivos y periféricos para sistema de videocámara remoto	240,00	10	240,00
varios	100,00		100,00
<b>Total</b>	2.800,00		2.800,00

Nota: Estos valores son válidos sólo por 30 días.