

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD TÉCNICA**

**CARRERA: ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**NIVEL: LICENCIATURA**

**EXAMEN DE GRADO**

**TRABAJO DE APLICACIÓN**

**“DISEÑO DE TELECENTROS EDUCATIVOS CON  
ACCESO MEDIANTE HPSA”**

**Postulante: Angel Horacio Cárdenas Llanque**

**La Paz- Bolivia**

**2012**

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

## CAPÍTULO I

1.	TELECENTROS.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Historia y Evolución de la tecnología Satelital.....	1
1.3	Tipos de Telecentro.....	3
1.4	Objetivos del proyecto.....	4
1.4.1	Objetivo General.....	4
1.4.2	Objetivo Especifico.....	4
1.4.3	Justificación.....	5
1.4.4	Metodología.....	5

## CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1	¿Qué es un telecentro?.....	7
2.2	Forma de la red para telecentros.....	7
2.3	Componentes del sistema satelital.....	8
2.4	Componentes del sistema Terrestre.....	9
2.4.1	Sistema Principal o Maestro.....	9
2.4.2	Sistema Secundario Remoto o Esclavo.....	11
2.4.3	Monitoreo mediante la HUB.....	12
2.5	Tipos de conexión para telecentros.....	13
2.5.1	Funcionamiento de la red de telecentros.....	15
2.5.2	Componentes del sistema de telecentros.....	16
2.5.3	Sistema de acceso HSPA.....	19
2.5.4	Diseño y calculo de acceso mediante HSPA.....	20
2.5.5	Configuración “Interfaz”.....	28
2.5.6	Recomendaciones al momento de la configuración.....	32
2.5.7	Parámetros de configuración para HPSA.....	32

## CAPÍTULO III

3.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	33
3.1	Esquema general de los telecentros.....	33
3.2	Conectividad Ethernet en telecentros.....	34
3.3	Características de los ambientes para la instalación.....	35
3.4	Trabajos a realizar para la instalación.....	36
3.4.1	Instalación eléctrica.....	36
3.4.2	Instalación Física de los equipos.....	36
3.4.3	Configuración IP de los equipos.....	37
3.4.4	Instalación física del router inalámbrico.....	37
3.4.5	Instalación del teléfono.....	38

3.5 Conexión mediante HSPA .....	38
3.5.1 Procedimiento de configuración para HSPA.....	39
3.5.2 Pruebas del sistema HSPA .....	47
3.5.3 Parámetros técnicos para el mantenimiento .....	47
3.6 Evaluación de la estación con conexión HSPA. ....	49
3.7 Ventajas de HSPA con 4G.....	49

#### CAPÍTULO IV

4. TIPOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	51
4.1. Evaluación Técnica .....	51
4.2. Evaluación Económica .....	51
4.3 Viabilidad del Proyecto .....	54

#### CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1. Conclusiones.....	56
5.2. Recomendaciones.....	56
5.3. Recomendación Técnica.....	57
5.4. Recomendación Académica.....	57

#### CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA.....	58
----------------------	----

#### CAPÍTULO VII

7. ANEXOS Y GLOSARIO	
----------------------	--

# ÍNDICE DE GRAFICAS

Pág.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2-1	Diagrama de la red de Telecentros .....	8
2-2	Unidades que participan en una Estación Central Hub .....	9
2-3	Componentes del lado remoto .....	12
2-4	Diagrama de Conexión satelital .....	13
2-5	Diagrama de conexión mediante BTS .....	14
2-6	Arquitectura de la red 4G .....	16
2-7	Elementos de un Telecentro.....	19
2-8	Modem 4G vista frontal y trasera .....	20
2-9	Relación Distancia Radio .....	21
2-10	Células amorfas.....	21
2-11	Cluster K=7 .....	22
2-12	Patrón de reuso de N celdas.....	24
2-13	Modulación PSK convencional.....	25
2-14	Tensiones en 8-QAM. ....	27
2-15	Constelación de la modulación 8-QAM .....	27
2-16	Tensiones en 16-QAM .....	28
2-17	Constelación de la modulación 16-QAM .....	28
2-18	Arquitectura de protocolos de interface para HSPA, HSDPA y HSUPA .....	29
2-19	Arquitectura de la interface para HSPA, HSDPA y HSUPA para datos.....	30
2-20	Arquitectura HSPA en el plano del usuario.....	31
2-21	Evolución de las diferentes interfaces .....	32
2-22	Requisitos de Configuración Equipo 4G .....	32

## CAPÍTULO III

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3-1	Distribución de elementos para telecentros .....	34
3-2	Conectividad Ethernet para telecentros .....	35
3-3	Configuración de IP para terminales .....	37
3-4	Esquema de conexión telefónica.....	38
3-5	Equipos 4G para HSPA.....	39
3-6	Instalación de la tarjeta SIM.....	39
3-7	Led de Indicación de estado .....	40
3-8	Puertos y botones del enrutador de banda ancha .....	40
3-9	Configuración del enrutador de banda ancha.....	41
3-10	Primer paso de configuración. ....	42
3-11	Segundo paso de configuración .....	42
3-12	Tercer paso de configuración.....	43
3-13	Cuarto paso de configuración .....	44
3-14	Quinto paso de configuración. ....	44
3-15	Sexto paso de configuración.....	45

3-16 Séptimo paso de configuración.....	45
3-17 Octavo paso de configuración.....	46
3-18 Noveno paso de configuración.....	46
3-19 Esquema de falla en la conexión.....	48
3-20 Router inalámbrico.....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

**Pág.**

### CAPÍTULO IV

#### 4. TIPOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

4-1 Cuadro de costos para un telecentro con un ordenador .....	52
4-2 Cuadro de costos final para un telecentro.....	52
4-3 Cuadro de costos final para 600 estaciones .....	53
4-4 Cuadro de costos de operación y mantenimiento.....	53
4-5 Cuadro de costos neto para la implementación.....	54

## AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco a Dios por haberme dado fuerza para poder llevar a cabo el presente proyecto.

Mi más considerable agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Tecnología y en especial a la carrera que me acogió “Electrónica y Telecomunicaciones” en la cual aprendí el valor de la amistad, perseverancia, decisión y la superación constante.

Al plantel docente por brindarme sus conocimientos de su amplia experiencia, a mi mamita Sofía Llanque por el apoyo económico, emocional y consejo a lo largo de este tiempo.

A Juan Carlos Flores un gran amigo y compañero a pesar de la distancia y el tiempo me brindo su ayuda para que este proyecto y sueño se logre hacer realidad Dios los Bendiga a Todos.

“Como en los viejos tiempos..... Gracias”

## DEDICATORIA

---

Este trabajo está dedicado a mi familia: Mi mamita Sofía Llanque mi hermano Milton Cárdenas por su apoyo y comprensión, que me impulsaron a seguir adelante aun en los momentos más negros.

Sin pasar de largo a esa persona que de una u otra forma me impulso a perseguir mis sueños, a lograrlos, a mirar al cielo y poder ver un mañana lleno de victorias gracias por ser parte de esto, Te Amo Luz Nila.

Lo dedico a mis compañeros y amigos dentro y fuera del aula donde compartimos buenos y malos momentos para llegar a este punto gracias a todos ellos.

No puedo olvidarme de la persona más importante que me ayudo, apoyo y que me sustento con paciencia, paz y perseverancia para proseguir siempre adelante, Dios este trabajo es gracias a ti mi Señor.

“Ayer, Hoy y Siempre Gracias Dios mío”

## RESUMEN

---

El presente proyecto tiene como objetivo el brindar un mejor conocimiento de los avances tecnológicos aplicados a servicios orientados a los usuarios en diferentes partes del país.

En el desarrollo del documento se mostraran las diferentes maneras de poder acceder a un servicio básico, como es la comunicación, poder aplicar de mejor manera el poder de la información mediante una herramienta como es el internet para poder mejorar de alguna forma la educación en áreas rurales que no cuenten con el servicio mencionado.

La razón del proyecto corresponde a la imperiosa necesidad de brindar un servicio, en pro de la educación que llegue a contar con la principal característica para poder ser aplicable el acceso a telefonía móvil, el cual será aprovechado para poder contar con un sistema de comunicaciones, acceso a internet y otros servicios multimedia para que los estudiantes de las unidades educativas sean los principales beneficiarios, rompiendo con un gran problema la desigualdad de conocimiento.

Paralelamente al proyecto se realizan diferentes investigaciones las cuales son un semillero para poder expandir este proyecto con otras aplicaciones a futuro, viendo la evolución de la tecnología hasta este punto y los futuros avances y mejoras que se podrían llevar a cabo, la configuración de los equipos y el diseño de los ambientes deben estar de la mano para que el proyecto cumpla con las exigencias del caso.

Es de esta manera que el proyecto se realiza para poder cumplir y aportar de cierta manera al progreso de nuestro país y ser un grano mas de arena para la integración nacional.

# INTRODUCCIÓN

---

Actualmente el desarrollo de las telecomunicaciones permite integrar de mejor forma a toda la población nacional y mundial generando un movimiento socio-económico y tecnológico de gran magnitud lo cual genera la necesidad imperiosa de una distribución, procesamiento desarrollo y cobro por los servicios deseados.

El desarrollo tecnológico en el área de las telecomunicaciones facilita su adaptación a diferentes necesidades lo cual permite una mayor aceptación por los usuarios, los cuales están a la espera de nuevos progresos en el área de la telecomunicación con nuevas tecnologías y nuevos servicios.

Una gran herramienta para la integración y comunicación se presenta de la mano con este proyecto, el cual está orientado específicamente al diseño de telecentros educativos, los cuales trabajaran de la mano con servicios orientados a estudiantes, de esta manera se pretende desarrollar a distancia el proceso de aprendizaje ya que en muchas de las poblaciones no se cuenta con servicios de comunicación ni de información lo cual dificulta de gran manera a los estudiantes en su proceso de formación.

Una gran ventaja que presenta el proyecto es la comunicación mediante la red de radio bases de telefonía móvil, su amplia cobertura la diferencia de otros medios de comunicación y la convierte en la más factible para su empleo en áreas alejadas de las ciudades, especialmente en poblaciones rurales de nuestro país con el fin de comunicación e integración.

Con la finalidad de mostrar el diseño, la futura instalación, funcionamiento, mantenimiento de las unidades que conforman este sistema se presenta el proyecto a continuación.

# CAPÍTULO I

## TELECENTROS

---

### 1.1 Antecedentes

Actualmente muchas empresas se encuentran encargadas de brindar servicios de instalación, configuración, mantenimiento y retiro de diversos tipos de sistemas de comunicación en todo el país, la necesidad de poder brindar un buen servicio en comunicaciones es necesaria por eso en el transcurso del tiempo la tecnología juega un papel importante para realizar este cometido, su evolución es muy importante en esta área puesto que con una diversidad de sistemas de comunicación se puede lograr el objetivo principal que es la integración de todo un país por medio de sistemas encargados de comunicación mediante tecnología satelital o tecnología terrestre.

### 1.2 Historia y Evolución de la tecnología Satelital

Para una mejor concepción de lo que es un satélite nos remitimos a lo que se menciona en el texto de Wayne Tomasi que menciona<sup>1</sup>:

“En términos aeroespaciales un satélite es un vehículo espacial lanzado por humanos, que describe orbitas alrededor de la tierra o de otro cuerpo celeste. Los satélites de comunicaciones son fabricados por el hombre y giran en órbita entorno a la Tierra, permitiendo efectuar una multitud de comunicaciones hacia una gran variedad de consumidores, incluyendo militares, gubernamentales, privados y comerciales.

En esencia un satélite de comunicaciones es una repetidora de microondas en el cielo, formada por una diversa combinación de uno o más de los siguientes dispositivos: receptor, transmisor, generador, filtro, computadora de abordo,

---

<sup>1</sup> Wayne Tomasi; Sistemas de comunicaciones electrónicas. Pag.793 del texto (Libro).

multiplexor, de multiplexor, antena, guía de onda y casi cualquier otro circuito de comunicaciones”.

“Un sistema satelital consiste en uno o más vehículos espaciales, una estación en la tierra para controlar el funcionamiento del sistema y una red de estaciones usuarias en la tierra que proporcionan las instalaciones de interfaz para transmitir y recibir el tráfico de comunicaciones terrestres a través del sistema satelital”.

En el texto se llega a mencionar la parte satelital a la vez la tecnología de comunicaciones por acceso móvil tienen un desarrollo similar dejando de lado la comunicación por medio de un par de hilos, en el mismo texto se menciona parte de la evolución que presenta la comunicación mediante microondas en la parte terrestre la evolución y asignación de las primeras frecuencias de trabajo.

“Los primeros sistemas telefónicos móviles de FM, semiduplex de oprimir para hablar fueron introducidos a fines de la década de 1940, y necesitaban un ancho de banda de 120kHz por canal. A principios de la década siguiente, la FCC duplicó la cantidad de canales de telefonía móvil, al reducir el ancho de banda a 60kHz por canal. En 1960 la AT&T introdujo el servicio dúplex de discado directo con otras mejoras de funcionamiento, y en 1968 puso el concepto de sistema móvil celular FCC. A mediados de 1970 se desarrollan los sistemas de telefonía móvil.”

“En 1974, la FCC asignó 40MHz adicionales del ancho de banda para el radio de servicio celular de 825 a 845 MHz y de 870 a 890 MHz. En 1983, la FCC asignó 666 canales telefónicos móviles de 30kHz semidúplex a AT&T para formar el primer sistema de teléfonos móviles llamado servicio móvil avanzado (AMPS, de advanced Mobile Phone System) este sistema ocupa originalmente un ancho de banda de 40MHz en la banda de 800MHz, pero en 1989 la FCC otorgó otros 166 canales semiduplex.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Wayne Tomasi; Sistemas de comunicaciones electrónicas. Pag.865 del texto (Libro).

### 1.3 Tipos de Telecentro

El proyecto de Telecentros tiene su origen en la empresa Entel S.A., a principios del 2010 se genera un problema ¿cómo poder integrar a todo el país mediante un sistema basado en telecomunicaciones?, se llega a diseñar un sistema en base a tecnologías recientes y viendo el funcionamiento de sistemas similares de comunicación los cuales se tomaron en cuenta para este diseño son las estaciones:

- Sistemas VSat STM Dama
- Sistemas Vsat VoIP
- Sistemas de Comunicación Shiron
- Sistemas de comunicación Ghilat

La conjunción de estos sistemas da nacimiento al proyecto de telecentros los cuales presentan una diversidad de características tanto en su prospección, instalación, configuración y su mantenimiento por técnicos especialistas.

Como una primera fase de este proyecto se genera los “Telecentros Rurales” los cuales serán distribuidos en su primera fase a 600 comunidades en todo el país las cuales tendrán acceso a telefonía, internet y un centro de comunicaciones enlazado con la estación primaria o concentrador de comunicaciones el objetivo de esta primera fase es poder llevar comunicación y salud a las comunidades beneficiarias.

Para la segunda fase es un proyecto más enfocado a “Telecentros Educativos” para los cuales su instalación es diferente por el especial enfoque a estudiantes, cabe decir que para la instalación de este sistema es necesario ubicarlo en la unidad educativa correspondiente en cada población o un lugar adecuado para ser instalado.

## **1.4 Objetivos del proyecto**

El presente proyecto de aplicación está enfocado al diseño, configuración y manipulación, del acceso a sistemas de comunicación mediante HSPA para Telecentros Educativos proyecto que todavía no está en fase de aplicación por parte de la empresa Entel.

Este proyecto pretende desarrollar la mejor forma de conectividad para Telecentros en el área educativa tanto para el área Rural como para el área Urbana.

### **1.4.1 Objetivo General**

“Realizar el diseño de un sistema de comunicaciones, mediante una conexión confiable para telecentros educativos, en las diferentes poblaciones de nuestro país utilizando las nuevas tecnologías con las que se cuenta”

### **1.4.2 Objetivo Especifico**

Ya que el proyecto en concreto es muy grande y de alta proyección, hace que se tengan muchos objetivos específicos tanto para el proveedor del servicio, como para los usuarios finales, entre los cuales podemos mencionar:

- Desarrollar la conectividad del sistema troncal de telefonía móvil de Entel para telecentros educativos mediante la conexión por HSPA.
- Utilizar los recursos disponibles para que el proyecto sea viable.
- Realizar de forma practica el diseño del sistema de telecentros.
- Integrar a la unidad nacional con este sistema.
- Contribuir de mejor manera a la educación en el área rural con el proyecto.
- Llevar las nuevas tecnologías a poblaciones que no cuentan con acceso a las mismas.

### **1.4.3 Justificación**

Se llega a presentar la necesidad de poder brindar una herramienta al servicio de la educación, utilizando las nuevas tecnologías con la finalidad de que las poblaciones a lo largo del país que no cuenten con servicios de información y comunicación puedan acceder a estos servicios que son necesarios, de una manera práctica y fiable.

El proyecto pretende brindar un aporte a la educación y formación de diversos estudiantes que no pueden acceder a una adecuada formación académica o proseguir sus estudios por la distancia que presenta movilizarse de una población o una pequeña capital a un colegio o universidad alejados del sitio donde viven.

### **1.4.4 Metodología**

Se realizara una investigación y selección de los diferentes tipos y formas de acceso que presentan los telecentros, se optara para el proyecto la conexión con el sistema troncal de telefónica móvil mediante micro ondas utilizando las BTS.

Se investigara sobre el funcionamiento y la evolución de la tecnología 4G con la que llegue a trabajar el sistema HSPA el cual será el más factible para el desarrollo del proyecto, posteriormente se llegara a mostrar las diferentes ventanas de configuración que presenta el equipo que maneja el acceso con HSPA y otros sistemas similares, se verán las ventajas del sistema y sus limitaciones.

El análisis de costos que nos brinda este sistema nos permite realizar una comparación de precios para la adquisición de equipos y la implementación del sistema planteado.

Es necesario mencionar los alcances y el aporte que se pretende obtener con este proyecto los cuales mencionaremos a continuación:

### **a) Alcances**

El proyecto pretende tener un alcance y evolución favorable a futuro, como es de conocimiento un sistema satelital cuenta con una inversión muy considerable, para tal efecto se pretende optar por uno más favorable económicamente si descuidar la calidad del servicio al usuario final.

En gran parte del territorio nacional la empresa de telecomunicaciones Entel cuenta con una considerable cobertura en señal de telefonía móvil, la cual será base para poder tener otro servicio aparte de telefonía el acceso a internet y a un sistema de teleconferencias enfocado a los estudiantes de unidades educativas o universidades para que estos prosigan con sus estudios y formación.

El proyecto pretende alcanzar a las poblaciones que no cuenten con el servicio de información (internet, libros en línea, docentes capacitados), pero que tengan cobertura de telefonía móvil para poder acceder a este proyecto y conseguir una herramienta de comunicación y educación.

### **b) Aporte**

Son diferentes los aportes que se puede llegar a tener con este proyecto pero entre los cuales podemos mencionar:

- Una mejor forma de integrar a todo un país.
- Poder mejorar la educación en áreas rurales utilizando el internet como herramienta de aprendizaje.
- Permitir a la población adherirse a la evolución tecnológica
- Fortalecer la estructura de las telecomunicaciones con mejores servicios
- Acceder a poblaciones que no cuenten con sistemas de información
- Mejorar el sistema académico de todo el país.

## CAPÍTULO II

# FUNDAMENTO TEÓRICO

---

### 2.1 ¿Qué es un telecentro?

El término de Telecentro proviene de “Tele” referido a las telecomunicaciones mediante tecnología satelital o terrestre” y “Centro por el lugar o ambiente de instalación de este sistema” este servicio es brindado por un satélite (geoestacionario) o mediante tecnología terrestre por BTS (radio bases en caso de que exista cobertura de telefonía celular móvil), utilizada para la comunicación de datos interactivos y con diversos protocolos, operación de redes con conmutación de paquetes, servicios de voz, transmisión de datos y video, se puede mencionar entre sus principales características las siguientes:

- La calidad y disponibilidad del enlace vía satélite son muy superiores a los medios tradicionales de comunicación,
- Soportan aplicaciones multimedia integradas en PC (voz, datos, imágenes).
- Interconexión de redes locales, comunicaciones de voz/fax, vídeo conferencias /transmisión de imágenes y otras aplicaciones.
- Diferente tipo de acceso mediante Satélite o por cobertura de BTS

Estas son algunas de sus principales características las cuales nos presentan una forma práctica y sencilla para su manipulación y aplicaciones.

### 2.2 Forma de la red para telecentros

De manera general un sistema satelital de comunicaciones se encuentra conformada por dos partes principales de operación las cuales son fundamentales para el desarrollo de la misma arquitectura.

La topología o arquitectura que se emplea es la de tipo estrella con su respectivo respaldo o sistema de eventualidades en caso de algún desperfecto en su trama

principal, los elementos básicos que componen una red de telecentros son: Segmento Espacial y el Segmento Terrestre.

Independientemente la parte satelital con su enlace a tierra y la parte terrestre con la asignación de canales de uso para las celdas de comunicación móvil son importantes para el desarrollo del proyecto y se mencionan a continuación.

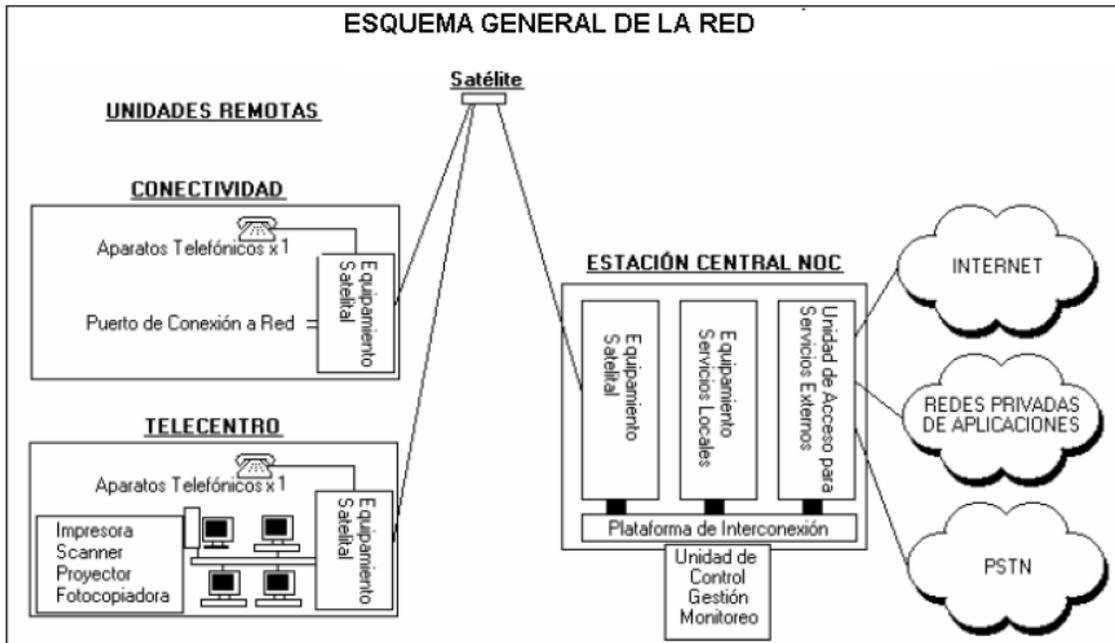


Figura N° 2-1 Diagrama de la red de Telecentros

### 2.3 Componentes del sistema satelital

Visto del enfoque del segmento espacial una red para telecentros consta de lo siguiente:

- Satélites geoestacionarios.
- Banda de frecuencia específica para estaciones.
- Un canal compartido de información.
- Protocolo o medio de comunicación y acceso al medio

Como podemos observar la parte Satelital cuenta con características propias de un sistema de comunicaciones masivo y diferenciado con referente a otros sistemas de igual índole o similares.

## 2.4 Componentes del Sistema Terrestre

Consta de diferentes elementos entre los cuales veremos sus principales características y sus diferentes relaciones entre sí.

### 2.4.1 Sistema Principal o Maestro

Un sistema maestro contempla una infinidad de elementos que conforman la cabecera del sistema también conocida como HUB, compuesta por los siguientes elementos:

- Unidad Exterior (Outdoor Unit), que es el interfaz entre satélite y la remota.
- Unidad Interior (Indoor Unit), que es el interfaz entre el centro de gestiones y el terminal de usuario o LAN.

Cada uno de estas unidades se subdivide en elementos que conforman una pequeña parte del sistema pero significativa.

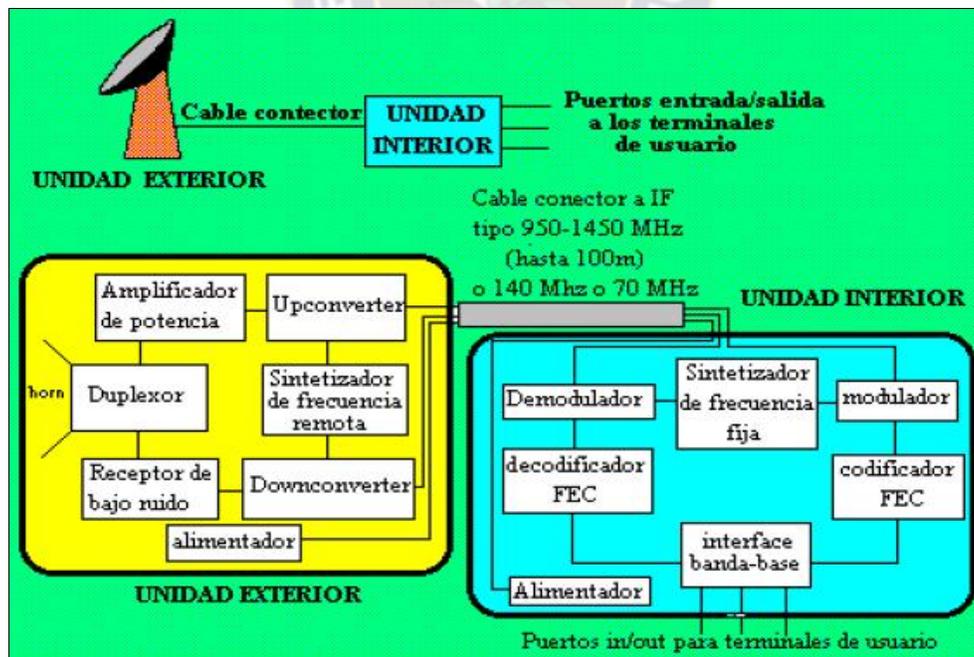


Figura Nº 2-2 Unidades que participan en una Estación Central Hub

**La unidad exterior.-** Se compone de los siguientes elementos:

- Antena
- Sistemas electrónicos
- Amplificador de transmisión
- Receptor de bajo ruido
- Sintonizador de frecuencia.
- Osciladores para variar la frecuencia.
- Duplexor.
- Amplificador de potencia.

**Unidad Interior.-** Los parámetros necesarios de la Unidad Interior son:

- Número de puertos.
- Tipo de los puertos:
- Mecánicos.
- Eléctricos.
- Funcionales.
- Velocidad de los puertos. Es la máxima velocidad (bps) del flujo de datos entre el terminal de usuario y la unidad interior.

#### **a) Centro de gestión Hub**

Es la estación encargada de centralizar, conmutar y adaptar las comunicaciones y gestionar los recursos del satélite mediante la asignación fija o bajo demanda de los canales de comunicación: generación de la señalización de red, supervisión y control de toda la red, configuración remota de las estaciones, contabilización de estadísticas y generación de informes correspondientes a los accesos efectuados, tráfico cursado, alarmas, parámetros de mantenimiento, también cumple otras funciones según la prioridad.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Centro de operaciones HUB con sus respectivos servidores. Ver Anexo N° 1

## **b) Gestión de la configuración**

Para que el operador pueda hacer lo siguiente:

- Añadir/eliminar: terminales, interfaces de la red o canales por satélite;
- Crear fondos de capacidad para sub redes;
- Habilitar anular componentes de la red;
- Modificar equipos o programas, modernizándolos
- Añadir gradualmente funciones y capacidades a la red

### **2.4.2 Sistema Secundario Remoto o Esclavo**

Se refiere a la parte de la estación remota que en el sistema de telefonía está diseñado para transmitir en el ancho de banda de 4 KHertz sube a cualquier canal de los 60 canales de la troncal mediante las portadoras.

Para el sistema de internet se cuenta con otra señal y a otra frecuencia pero para poder captar una señal adecuada para el sistema se toma en cuenta la señal de tono telefónico y el resto se llegara a enlazar sin dificultad.

Se toma en cuenta dos parámetros importantes:

**Comunicación Satelital.-** Es una portadora de señal, conectada a la Hub, que envía información a todas las estaciones remotas y se desplaza por los 60 canales troncales existentes en los sistemas diseñados para telecentros.

De similar forma se gestiona esta para las redes de menor tecnología que son base para telecentros que llegan a ser los sistemas Dama y Solante.

Además esta portadora es la que busca un canal libre para lograr la comunicación con la HUB. Para tal propósito debe ser configurada la vía de acceso de Tx y Rx.

**Comunicación por BTS.-** También es otra portadora enviada por la Hub mediante microondas, a diferencia de la anterior se utiliza las BTS (Radio Bases

de comunicación) se encarga de transmitir información de la estación remota a la HUB para tal fin debe identificarse con el ID de la estación remota.

De esta forma logra subir a cualquier frecuencia del ancho de banda de los canales libres que existe en la troncal. Por lo tanto, las dos portadoras descritas trabajan en forma proporcional para que exista tráfico de comunicación.

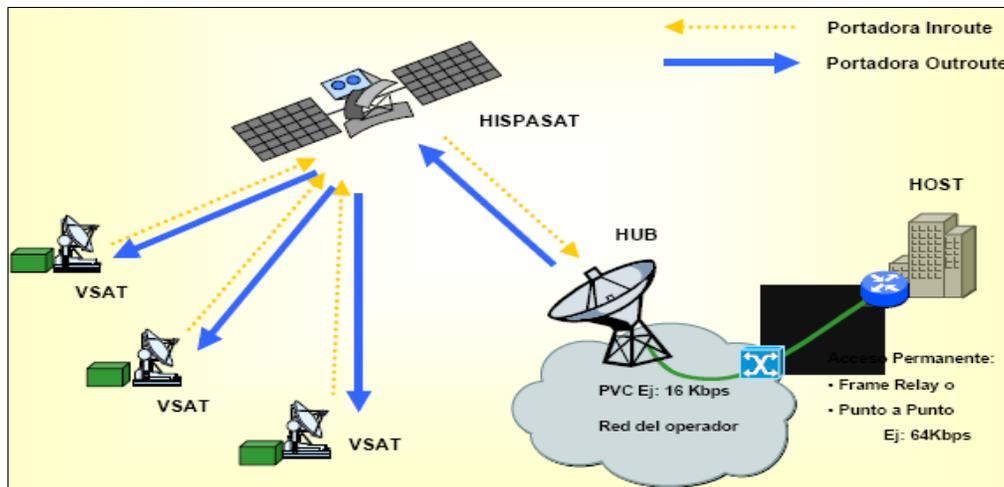


Figura N° 2-3 Componentes del lado remoto

### 2.4.3 Monitoreo mediante la HUB

Como ya vimos anteriormente la HUB es una parte importante de la cabecera la cual se encarga de gestionar, regular y ver la forma de acceso de diferentes paquetes de información al usuario tanto en la parte satelital como terrestre.

El trabajo que llega a cumplir es muy importante puesto que el monitoreo de todas las estaciones remotas, muestra una información actualizada del estado de las mismas, si se encuentran en funcionamiento o la estación se encuentra abajo por alguna causa de esa manera se mandan cuadrillas para poder solucionar la eventualidad ocasionada.

El monitoreo es constante y dura las 24 horas las cuales son cubiertas por el personal en turnos, teniendo de esta forma un monitoreo constante y/o sin pérdida o control de las estaciones remotas.

## 2.5 Tipos de conexión para telecentros

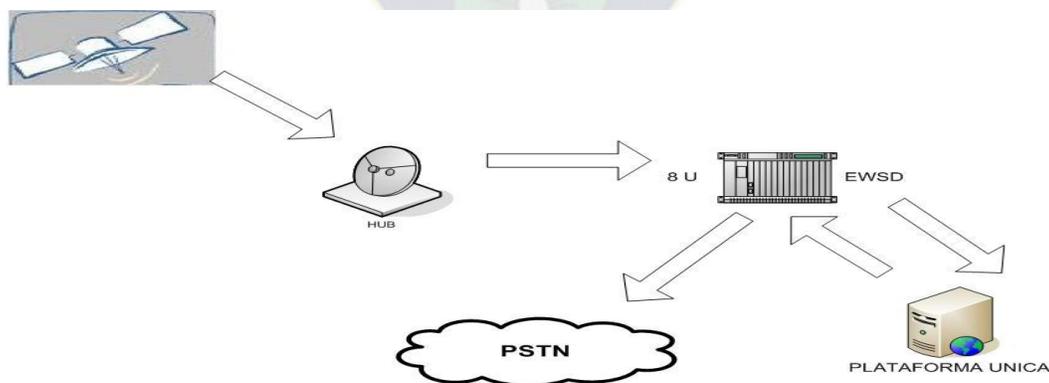
Se puede llegar a tener conexión con el sistema de telecentros de dos formas anteriormente mencionadas, de las cuales mencionaremos sus principales características y sus ventajas.

### a) Conexión Satelital

Esta conexión presenta como su principal característica un enlace satelital que llega a trabajar en frecuencias de 4 a 6 GHz o 12 a 14 GHz de frecuencia, mediante una estación remota, la cual presenta un plato de diámetro de 2 a 2.3 metros de diámetro con un sistema de comunicación concentrada por la Hub, un sistema de alimentación de energía comercial o alternativo dependiendo de la ubicación de la estación y un sistema de comunicación directa con la Hub.

Entre las ventajas que presenta este tipo de acceso se mencionan las siguientes:

- Gran cobertura en aéreas donde no se cuenta con otro tipo de conexión.
- Facilidad de monitoreo mediante la estación Hub.
- Manipulación de la Hub para ciertos parámetros a distancia.



*Figura N° 2-4 Diagrama de Conexión satelital*

### b) Conexión mediante BTS (Micro Ondas)

Este tipo de conexión se la realiza en áreas que cuentan con cobertura celular dentro de la red que llega a manejar la empresa proveedora, mediante micro

ondas radiadas por las concentradoras de red por medio de BTS (radio bases) según dimensionamiento de la red que se maneja.

Generalmente los lugares que cuentan con cobertura celular no tienen la necesidad de contar con un sistema satelital, la señal que se llega a recibir se la llega a captar por equipos más pequeños con referencia a los equipos con los que se instala una estación Vsat, dependiendo de los equipos con los que se llegue a contar se puede realizar el dimensionamiento adecuado para el telecentro.

Entre sus ventajas se puede llegar a mencionar:

- Menor dificultad al momento de su instalación.
- Acceso a la señal de emisión mediante Micro ondas por BTS.
- Menor costo en su implementación.
- Monitoreo con la Hub y Noc correspondientes.

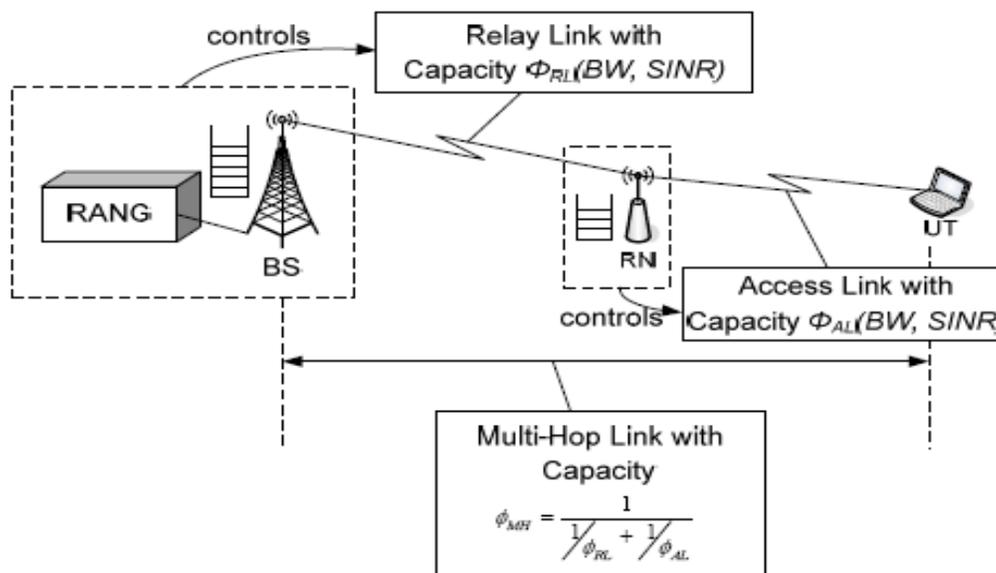


Figura N° 2-5 Diagrama de conexión mediante BTS

Cabe mencionar que para el presente proyecto se tomara en cuenta la parte de conexión a la red de comunicaciones mediante BTS utilizando la tecnología 4G que presenta la empresa Entel para los servicios que presta a los usuarios.

### **2.5.1 Funcionamiento de la red de telecentros**

Este sistema de comunicaciones tiene sus bases en la tecnología de telefonía móvil con su evolución a lo largo de los años, la evolución de esta tecnología tienen sus primeros avances de magnitud cuando sale al mercado la llamada tecnología 2G la cual es un gran avance para la telefonía pero no cubría las expectativas de los servicios aprestar, cuando sale 2.5G se llega a mejorar los datos de voz, datos y audio.

Para cuando llega la llamada 3G la capacidad de servicios aumenta con relación a sus antecesores, Los sistemas 3G fundamentales son UMTS y CDMA 2000 promovidos por la ITU (Unión Internacional de telecomunicaciones).

UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles) ofrece un nuevo interfaz de radio denominado UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access), dicho interfaz está basado en tecnología CDMA (Code Division Multiple Access) cuyo fundamento es el empleo de códigos ortogonales para compartir la energía transmitida durante una comunicación en todo el rango de frecuencias disponible. Los códigos son conocidos tanto por la estación móvil como por la estación base.

Las redes UMTS están compuestas por dos grandes subredes, una de ellas es la red de telecomunicaciones encargada de la transmisión de información entre origen y destino, y la segunda se encarga de la provisión de medios para la facturación, tarificación, registro, definición de los perfiles de servicio, la gestión y seguridad en el manejo de datos, asegurar el correcto funcionamiento de la red detectando y resolviendo las posibles averías llevadas a cabo así como la recuperación del funcionamiento tras largos períodos de apagón o desconexión.

Actualmente se ha incorporado a las redes 3G la tecnología HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) la cual ofrece un ancho de banda máximo al usuario de 14 Mbps, el objetivo de ésta tecnología es permitir los servicios multimedia a través de una red de conmutación de paquetes.

Los componentes fundamentales se pueden clasificar en:

**BS (Base Station):** La estación base es un elemento físico que sirve a un nodo relay o un usuario en un área geográfica determinada. Varias estaciones base se interconectan entre sí a través del núcleo de red.

**UT (User Terminal):** Es el dispositivo final por el que un usuario puede acceder a un conjunto de servicios de red.

**RN (Relay Node):** Es un elemento que da servicio a un UT u otro RN que se encuentren bajo su área de cobertura. Está inalámbricamente conectado a una estación base, otro nodo relay o un terminal de usuario y permite la comunicación entre éstos elementos.

**RAP (Radio Access Point):** Componente responsable de la transmisión o recepción hacia o desde un usuario. Puede ser tanto un nodo relay como una estación base.<sup>4</sup>

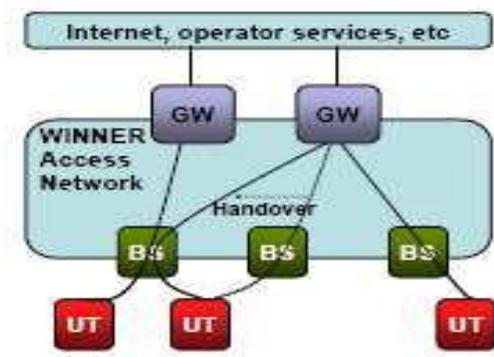


Figura N° 2-6 Arquitectura de la red 4G

## 2.5.2 Componentes del sistema de telecentros

Como ya se menciona anteriormente el sistema está dispuesto a funcionar mediante la tecnología de microondas por BTS, mediante tecnología de transmisión y recepción de datos por UMTS R'99 y su evolución a HSPA y HSUPA.

<sup>4</sup> Texto extraído de *Avances recientes en telefonía móvil de cuarta generación*. M<sup>a</sup> Carmen Matencio Hernández. Proyecto de grado, Universidad Politécnica de Cartagena.

Entre los equipos internos con los que cuenta el telecentro podemos mencionar los siguientes:

1. **Un monitor:** Es aquel dispositivo de entrada y de salida de datos que tiene la computadora. Su función es permitir ver la información que se encuentra en uso. Así, si usted teclea algo, las teclas que aprieta se van a ver en el monitor, dependiendo del programa que se esté usando.
2. **Una unidad central de Proceso (CPU):** Es el “cerebro” de la computadora se encuentra la memoria principal y dispositivos de almacenamiento secundario que son los drives, CD ROMM, fax módem, entre otros.
3. **Un Teclado:** Se le considera un dispositivo de entrada ya que permite introducir información a la computador. El teclado tiene varios tipos de teclas que permiten realizar una determinada función.
4. **Un Mouse o ratón:** El ratón (mouse) es un pequeño dispositivo que se controla con la mano y que muchos programas le permiten utilizar para seleccionar opciones de menú, para escoger entre varios documentos y aún para seleccionar un párrafo, palabra o frase en un documento para algún proceso en especial, dependiendo del lado del Mouse que se apriete.
5. **Un par de parlantes:** Los parlantes son dispositivos de salida que nos permiten escuchar los sonidos producidos por la computadora, por ejemplo escuchar música.
6. **Una Cámara Web:** Es una pequeña cámara digital conectada a la computadora, la cual puede capturar imágenes y transmitir las a través de Internet, ya sea a una página web o a otra u otras computadoras de forma privada.
7. **Un Headset:** Es un auricular o audífono combinado con un micrófono, lo que le permite escuchar y hablar al mismo tiempo.

8. **Un Router Inalámbrico:** Es un dispositivo que recibe la señal de conexión a Internet desde el módem para luego repartirla entre las computadoras que forman parte del telecentro.
9. **Una impresora láser:** Dispositivo que se usa para imprimir (plasmar información de la computadora al papel) Es posible imprimir todo tipo de documentos, desde texto a imágenes de alta definición.
10. **Una cabina telefónica:** Es una pequeña estructura que en su interior contiene un teléfono público.
11. **Un Scanner (Explorador o Digitalizador):** Dispositivo que utiliza equipo sensible a la luz para convertir una foto o texto impreso en información digital que puede ser manipulada por una computadora. El término comúnmente utilizado para la acción ejecutada con este dispositivo es escanear.
12. **Un teléfono GUANRI o DARUMA**
13. **UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida):** Es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica. Los UPS suelen conectarse a la alimentación de las computadoras, permitiendo usarlas varios minutos en el caso de que se produzca un corte eléctrico.
14. **Cortapicos (Estabilizadores de corriente):** Su función es mantener estable la corriente, es decir no permitir que se eleve o baje de un nivel determinado. Lo ideal para mantener sus equipos en buenas condiciones entonces será un estabilizador con supresor de picos (cortapicos). Una buena conexión eléctrica siempre es muy importante y tener en cuenta que ésta tenga un polo a tierra para eliminar los excedentes de corriente y evitar que, por ejemplo, un rayo cause daños graves en su computador.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Características de los telecentros obtenidas del manual técnico de instalación de ENTEL.



Figura N° 2-7 Elementos de un Telecentro

### 2.5.3 Sistema de acceso HSPA

Para poder tener conexión a la red principal y acceso mediante HSPA se tiene un elemento principal el modem dependiendo de la tecnología que se use este elemento puede variar por el proveedor según la marca y las cualidades del mismo, para el caso de telecentros educativos se usara el modem 4G de Entel, este dispositivo presenta todas las cualidades para poder desempeñar la función que se requiere y plantea para este proyecto.

Entre las cualidades de este elemento cuenta con:

- Una antena pequeña externa de alta calidad para recepción de la señal.
- Es configurable por consola directamente
- Presenta una protección interna para que no se cambie el número de usuarios,
- Más fácil de Instalar en ambientes apropiados.
- Una capacidad adecuada para soportar el sistema planteado



Figura N° 2-8 Modem 4G vista frontal y trasera

#### 2.5.4 Diseño y calculo de acceso mediante HSPA

Para el diseño de las estaciones remotas de telecentros se toma como base la estructura física por celdas de telefónica Móvil de última generación las cuales trabajan gradualmente con tecnología 2G a 4G, esta última es la más importante para diseño y calculo de este proyecto y se toman en consideración las siguientes partes para el diseño de la red.

- **Reutilización de Frecuencias y división en Celdas**

En los sistemas celulares, el área de cobertura de un operador es dividida en celdas. Una celda corresponde a una zona cubierta por un transmisor o una pequeña colección de transmisores. El tamaño de la celda depende de la potencia del transmisor, banda de frecuencia utilizada, altura y posición de la torre de la antena, el tipo de antena, la topografía del área y la sensibilidad del radio receptor.

Un canal de radio consiste en un par de frecuencias usadas para una operación full-duplex. Un canal de radio en particular,  $f_1$ , es usado en una zona geográfica llamada celda,  $C_1$ , con un radio de cobertura  $R$ . Este mismo canal puede ser usado en otra celda con el mismo radio de cobertura a una distancia  $D$  de separación.

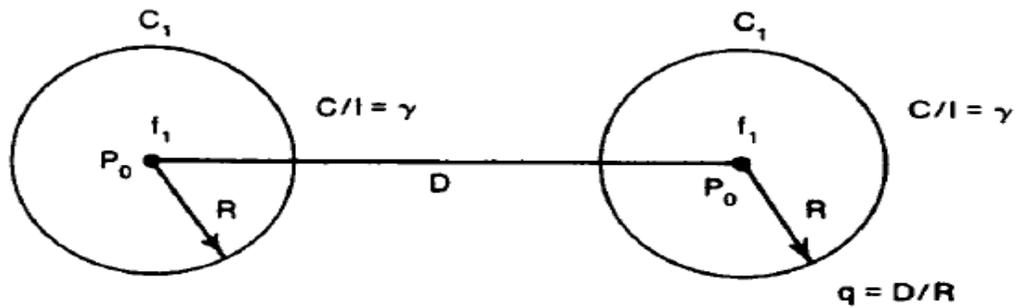


Figura N° 2-9 Relación Distancia Radio

En lugar de cubrir un área desde un único sitio de transmisión con alta potencia y alta elevación, el proveedor de servicios puede subdividir el área en sub-áreas, zonas, células o celdas en donde cada una un transmisor de menor potencia.

Las celdas con distintas letras van a ser servidas por un juego de frecuencias diferentes. Así celdas que estén suficientemente apartadas (A1 y A2) pueden usar el mismo juego de frecuencias, de esta manera, el sistema móvil basado en el concepto de celular puede atender simultáneamente una cantidad mayor de llamadas que el número total de canales asignados.

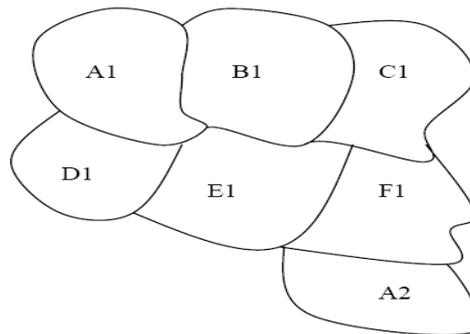


Figura N° 2-10 Células amorfas

Con el fin de trabajar apropiadamente con este sistema se tienen que seguir dos condiciones:

1. El nivel de potencia del transmisor dentro de una celda debe estar limitado con el fin de reducir la interferencia entre transmisores de celdas vecinas.

2. Celdas vecinas no pueden compartir los mismos canales. Con el fin de reducir la interferencia, las frecuencias pueden ser re-usadas siguiendo ciertas reglas.

- **Propiedades de la Geometría Celular**

El principal propósito de definir células es delinear zonas en las cuales cada canal es usado. Es necesario un grado de confinación geográfica del canal para evitar la interferencia co-canal.

Un sistema podría estar diseñado con células en forma de cuadrados o triángulos equiláteros pero, por razones de dibujo y relaciones geométricas los diseñadores de sistemas de los Laboratorios Bell adoptaron la forma de hexágono. En este caso, en una matriz de celdas no existe solapamiento ni espacios vacíos.

Al área formada por K celdas adyacentes que utilizan canales diferentes, se lo llama cluster.



Figura N° 2-11 Cluster K=7

- **Tasa de re-uso o factor de reducción de interferencia co-canal**

Dado que la misma frecuencia es usada en dos celdas diferentes al mismo tiempo, un filtro no puede aislar la interferencia co-canal. Sólo una separación geográfica puede reducir dicha interferencia. Se define factor de reducción de interferencia co-canal o tasa de re-uso co-canal  $q$  como:

$$q = \frac{D}{R}$$

Esta tasa tiene impacto en dos puntos importantes del sistema: la calidad de transmisión y la cantidad de usuarios que pueden ser atendidos por el sistema (capacidad del sistema).

Cuanto más grande es la relación D/R menor será la interferencia co-canal, por ende habrá mejor calidad de transmisión. Cuanto más pequeña sea la relación D/R más grande será la capacidad del sistema, ya que la cantidad de canales ( $S=N/K$ ) asignados a una celda será mayor.

- **Distancia de reuso de frecuencia**

La mínima distancia que permite reusar la misma frecuencia depende de muchos factores, tales como el número de celdas co-canales en la vecindad de la celda central, la característica geográfica del terreno circundante, la altura de la antena, y la potencia transmitida en cada celda.<sup>6</sup>

La distancia D de reuso de frecuencia puede ser determinada mediante:

$$D = \sqrt{3 * K} * R$$

Donde K es el número de celdas por cluster o patrón de reuso de frecuencia.

---

<sup>6</sup> Texto extraído de Eugenio Tesio, **Comunicaciones II**, universidad tecnológica nacional. Facultad regional de San Francisco España.



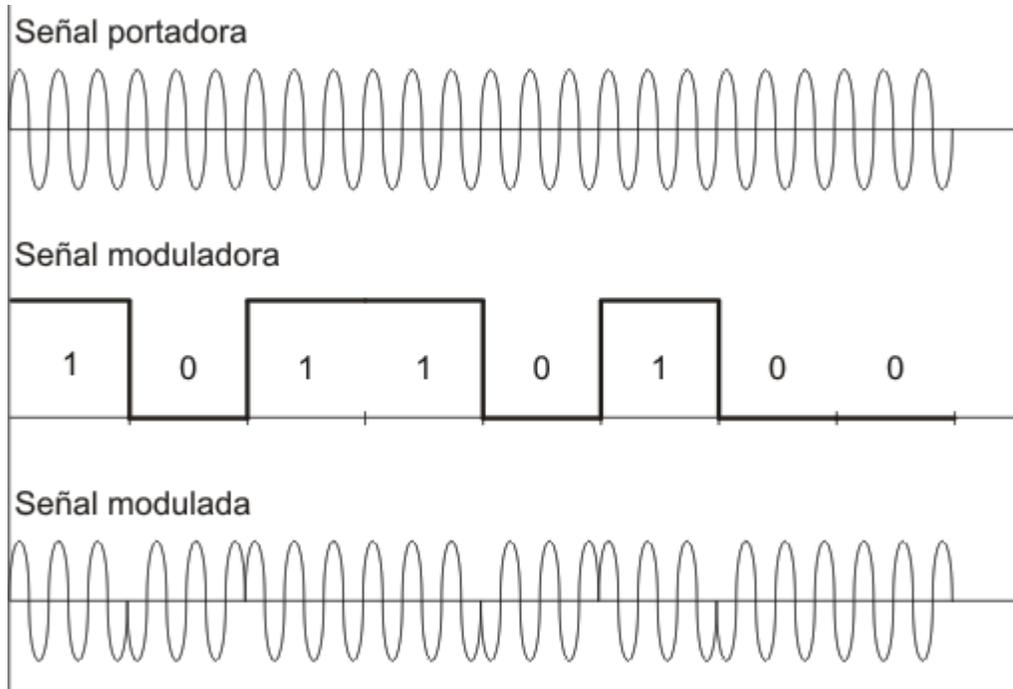


Figura N° 2-13 Modulación PSK convencional

En PSK el valor de la señal moduladora está dado por:

$$v_m(t) = v_m(t) = \begin{cases} 1 & \text{para un "1" binario} \\ -1 & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

Mientras que la señal portadora vale:

$$v_p(t) = V_p \cos(2\pi f_p t)$$

En donde  $V_p$  es el valor pico de la señal portadora y  $f_p$  es la frecuencia de la señal portadora.

La modulación PSK está caracterizada por

$$v(t) = v_p(t) \cdot v_m(t)$$

o sea

$$v(t) = V_p \cdot V_m \cos(2\pi f_p t)$$

Luego para  $V_m = 1$

$$v(t) = V_p \cos(2\pi f_p t)$$

y para  $V_m = -1$

$$v(t) = -V_p \cos(2\pi f_p t) = V_p \cos(2\pi f_p t + \pi)$$

Entre las dos últimas expresiones de  $v(t)$ , existe una diferencia de fase de  $180^\circ$ , y la señal varía entre dos fases, es por ello que se denomina 2PSK.

Al sistema modulador de 2PSK se lo suele comparar con una llave electrónica controlada por la señal moduladora, la cual conmuta entre la señal portadora y su versión desfasada  $180^\circ$ .

- **QAM: Modulación en Amplitud Cuadratura**

Es la combinación de modulación en fase y modulación en amplitud. La eficiencia espectral de QAM es la misma que PSK. QAM tiene mejor eficiencia en potencia.

### **8QAM**

El QAM de ocho (8-QAM), es una técnica de codificación M-ario, en donde  $M=8$ . A diferencia del 8-PSK, la señal de salida de un modulador de 8-QAM no es una señal de amplitud constante. Las características de la misma son:

- La amplitud varía entre dos valores.
- La fase varía entre cuatro valores (8 estados).

En el 8-QAM, la tasa de bits, en los canales I y Q, es un tercio de la tasa binaria de entrada, al igual que con el 8-PSK. Como resultado, la frecuencia de modulación fundamental más alta y la razón de cambio de salida más rápida en 8-QAM, son iguales que para el 8-PSK. Por tanto, el mínimo ancho de banda requerido para 8-QAM es  $f_b/3$ , al igual que en el 8-PSK.

Los datos por los canales I, Q y C van a  $f_b/3$ . Los bits I y Q determinan la polaridad y el canal C determina la magnitud.

Las tensiones de 8-QAM son:

Canal I o Q	Control C	Salida (V)
0	0	-0.541
0	1	-1.307
1	0	0.541
1	1	1.307

Figura N° 2-14 Tensiones en 8-QAM

El diagrama de constelación:

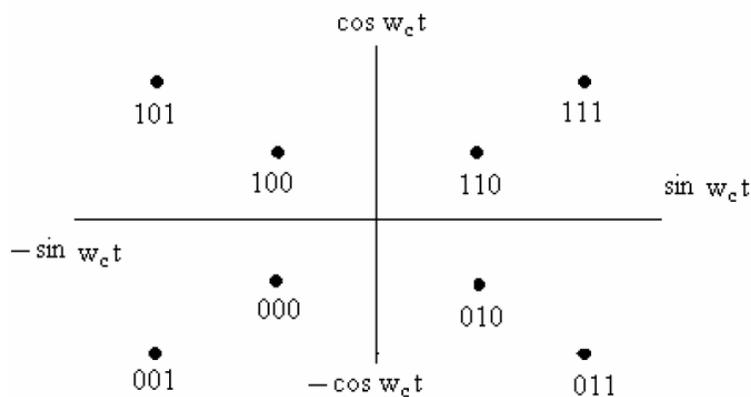


Figura N° 2-15 Constelación de la modulación 8-QAM

### 16QAM

Con el 16-QAM, ya que los datos de entrada se dividen en cuatro canales, la tasa de bits en el canal I, I', Q o Q' es igual a un cuarto de la tasa de datos de entrada binarios ( $f_b/4$ ).

El derivador de bits estira los bits I, I', Q y Q', a cuatro veces su longitud de bits de entrada. Además, debido a que estos bits tienen salidas de manera simultánea y en paralelo, los convertidores de nivel 2 a 4 ven un cambio en sus entradas y

salidas a una fase igual a un cuarto de la tasa de datos de entrada. Los bits  $I'$ ,  $Q'$  determinan la magnitud.

Las tensiones de salida son:

I	I'	Salida (V)	Q	Q'	Salida (V)
0	0	-0.22	0	0	-0.22
0	1	-0.821	0	1	-0.821
1	0	0.22	1	0	0.22
1	1	0.821	1	1	0.821

Figura N° 2-16 Tensiones en 16-QAM

El diagrama de constelación de 16-QAM:

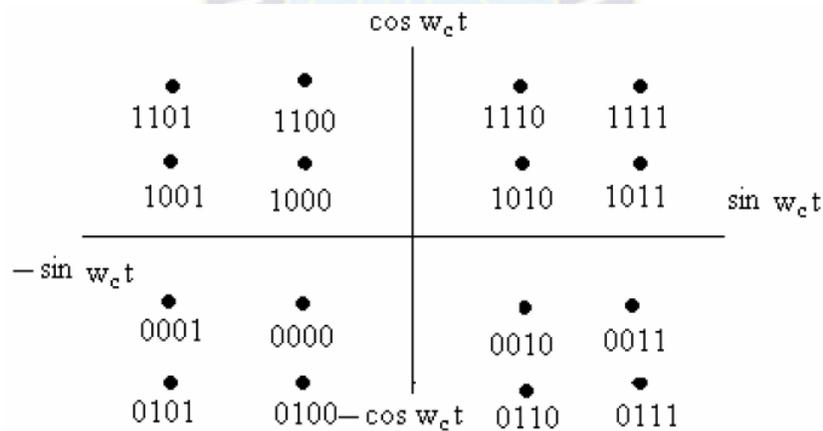


Figura N° 2-17 Constelación de la modulación 16-QAM.

### 2.5.5 Configuración "Interfaz"

La funcionalidad básica de las diferentes capas de protocolos es válida tanto para HSPA, HSDPA y HSUPA y similar a la del R'99. La arquitectura puede ser definida en 3 partes:

- Plano del usuario.
- Manejo de los datos del usuario.
- Plano de control

El Controlador de Recursos de Radio RRC (Radio Resource Control) se encarga de manejar toda la señalización relacionada con la configuración de canales, la gestión de movilidad y otras que no es visible para el usuario final.

En el siguiente diagrama podemos ver a más detalle el funcionamiento del interface de comunicación existente.

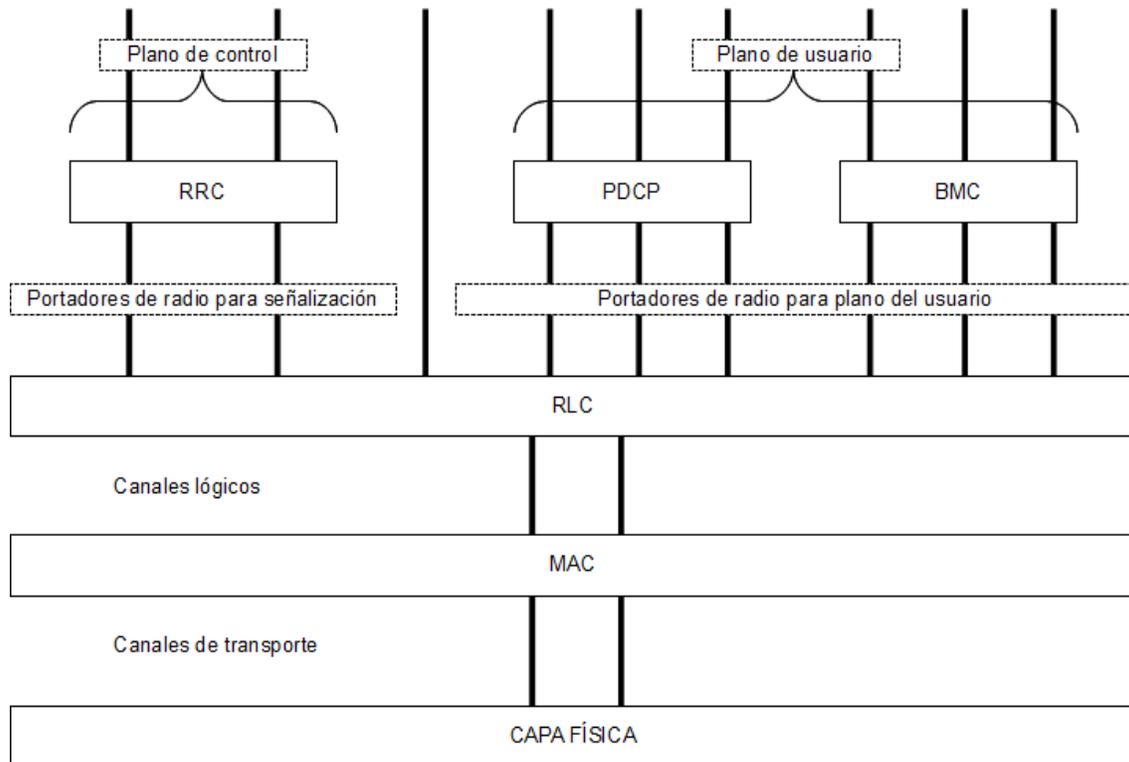


Figura Nº 2-18 Arquitectura de protocolos de interface para HSPA, HSDPA y HSUPA

Tanto HSPA, HSDPA como HSUPA introducen nuevos elementos en la arquitectura. Estas capas funcionales de la MAC pueden operar independientemente de la operaciones de Canales Dedicados DCH (Dedicated Channels) de la arquitectura R'99, pero influyen en la limitación de los recursos generales de la interface de aire.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Texto extraído de *Avances recientes en telefonía móvil de cuarta generación*. M<sup>a</sup> Carmen Matencio Hernández. Proyecto de grado, Universidad Politécnica de Cartagena.

La arquitectura general de interface de radio para los datos de usuario de HSPA y HSUPA, en la cual se resaltan las entidades del nuevo protocolo que interactúan con los datos de usuario.

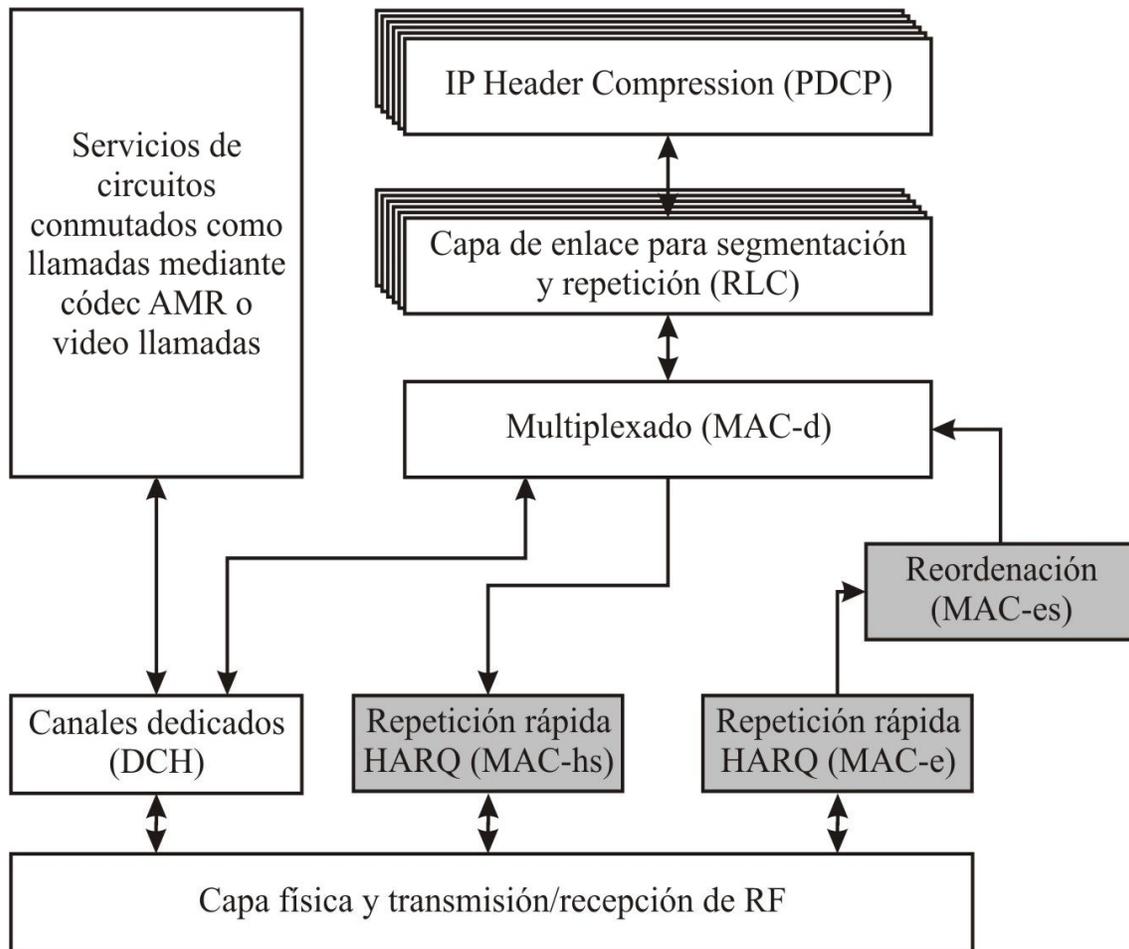


Figura N° 2-19 Arquitectura de la interface para HSPA, HSDPA y HSUPA para datos

La funcionalidad de la rápida planificación de paquetes del BTS se encuentra en la MAC y como consecuencia hay una nueva entidad de protocolos en mismo, la MAC de alta velocidad MAC-hs (MAC-high speed).

El RNC sigue alojando a la MAC-d ("d" de dedicado o dedicated en ingles) pero la última funcionalidad restante es la conmutación de los canales de transporte ya

que todas las otras funcionalidades, como la programación de paquetes y el manejo de prioridades fueron movidas a la MAC-hs. De nada vale que la capa superior a la MAC-d se mantenga sin cambios, por lo cual fueron introducidas algunas optimizaciones para servicios de tiempo real como Voz sobre IP VoIP (Voice over IP) para el modo no reconocido UM (unacknowledged mode) de RLC en el Release 6.

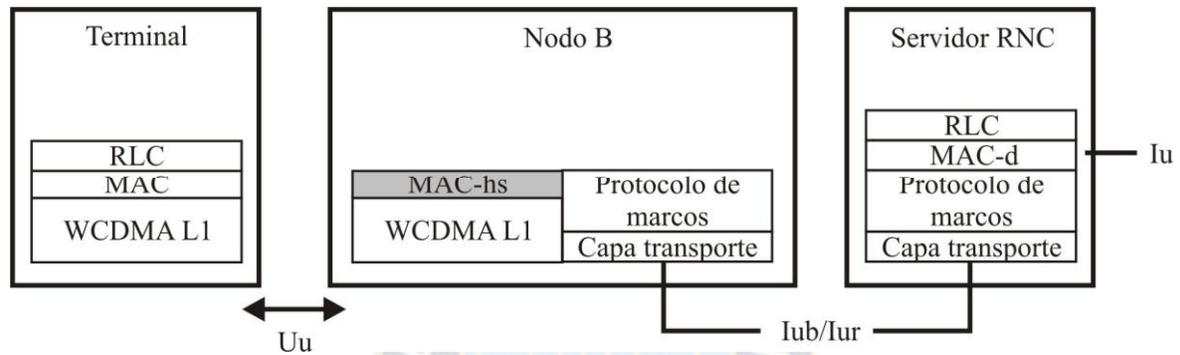


Figura N° 2-20 Arquitectura HSPA en el plano del usuario

Las altas velocidades de conexión son logradas gracias al uso de Buffers que están alojados en la BTS. De esta forma la limitación de la velocidad en la interfase de aire Uu estará dada por la capacidad del equipo y de los recursos disponibles por la BTS, mientras que sobre las otras interfaces se mantiene la velocidad máxima de acuerdo a los parámetros de calidad recibidos.

Debido a la implementación de Buffers en la BTS se necesita un control de flujo para evitar el desbordamiento del mismo. De esta forma el usuario con mejores condiciones para la transmisión de ondas de radio puede obtener mayor cantidad de recursos de la interface Hub.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Texto extraído de Eugenio Tesio, *Comunicaciones II*, universidad tecnológica nacional. Facultad regional de San Francisco España.

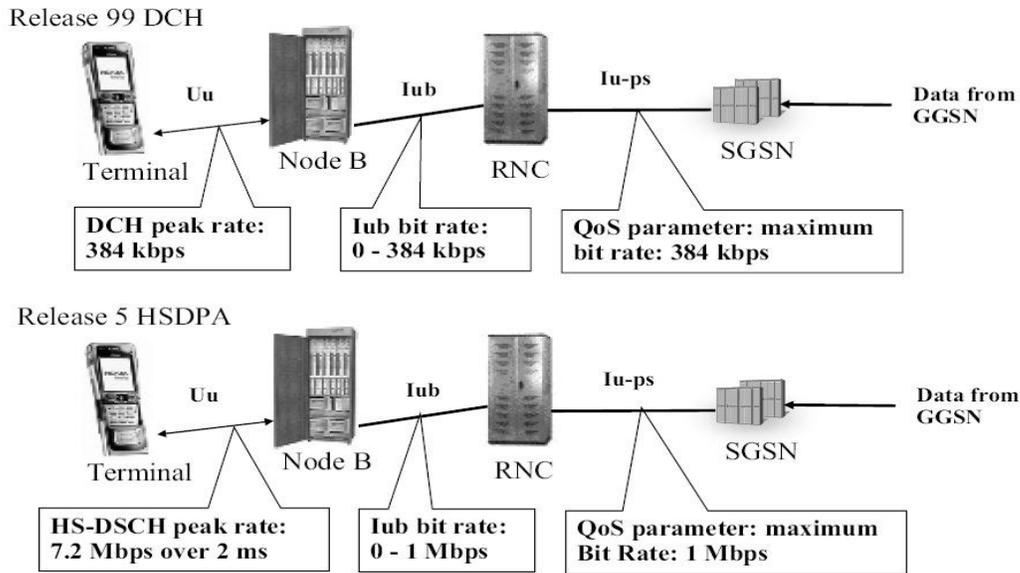


Figura N° 2-21 Evolución de las diferentes interfaces

### 2.5.6 Recomendaciones al momento de la configuración

Al momento de la configuración del sistema se tiene que tomar en cuenta:

- Los equipos se encuentren debidamente encendidos.
- El modem debe estar energizado para su configuración.
- La tarjeta inteligente con la que cuenta debe estar debidamente puesta en el modem.
- En caso de no haber respuesta del sistema revisar la parte de energía.

### 2.5.7 Parámetros de configuración para HSPA

Se tomaran en cuenta los siguientes:

Configuración de acceso	
4G entel	Habilitación

Configuración de red WLAN	
WLAN	Habilitación Visibilidad
nombre WLAN	TELECENTRO XXXXXXXXX
Seguridad y encriptación	WPA/WPA2/PSK
Password	t3l3ntr05
DHCP WLAN	Deshabilitado

Figura N° 2-22 Requisitos de Configuración Equipo 4G

## CAPÍTULO III

# DESARROLLO DEL PROYECTO

---

### 3.1 Esquema general de los telecentros

El sistema presenta las siguientes características mencionadas a continuación:

- 20 Pcs de escritorio.
- Un router inalámbrico
- Una impresora Laser
- Una cabina Telefónica
- Un teléfono GUANRI o DARUMA
- 20 escritorios para PC
- 20 sillas

Por fines de practicidad se tomara un ambiente de 6 Pc para el dimensionamiento del sistema pero el mismo será capaz de abastecer a las 20 Pcs.

Una vez establecido estos parámetros se puede observar la distribución de los diferentes elementos entorno al ambiente donde se llegara a instalar el telecentro, para una mejor fiabilidad del propósito del proyecto es remendable tener las instalaciones dentro de la unidad educativa de la población.

El esquema de distribución de los equipos dentro del habiente dispuesto será de mayores proporciones puesto que en el que muestra la figura solo se cuenta con 6 maquinas las cuales están distribuidas con todos los elementos que comprende cada estación, el diseño real constara de 20 a 30 terminales.

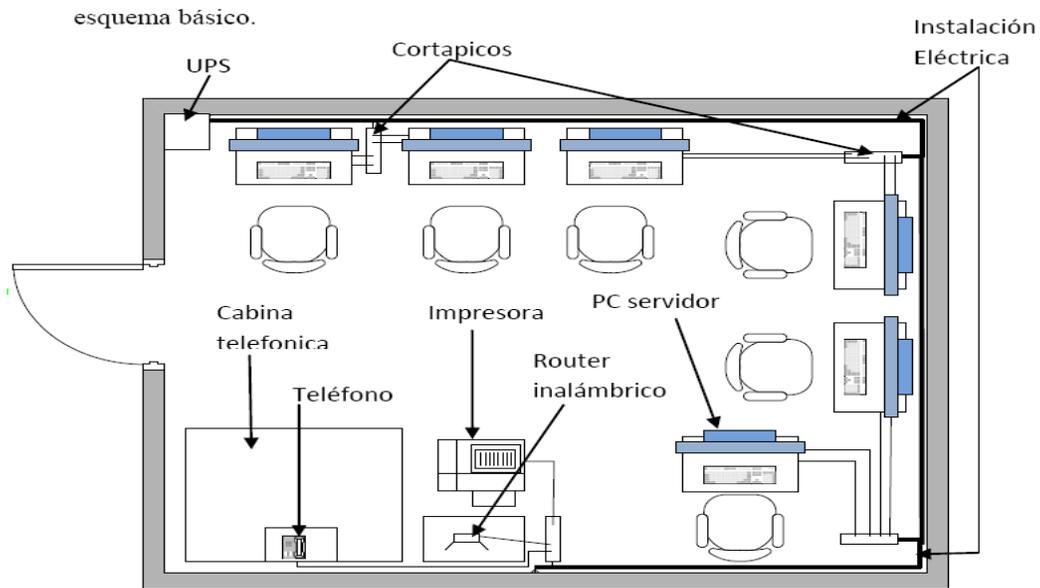


Figura Nº 3-1 Distribución de elementos para telecentros

### 3.2 Conectividad Ethernet en telecentros

Una vez vencido el esquema general y la distribución del telecentro tenemos que mencionar la conectividad que se tienen que tener para que este proyecto tenga una mejor comprensión y sea viable.

En el diagrama se puede notar que el conversor ATA solo se llega a utilizar en las localidades donde no exista cobertura celular o tecnología GSM.

De manera general se detalla la ubicación y conexión de los diferentes elementos que se relacionan para poder tener la conectividad por Ethernet, que se maneja para el diseño del sistema.

El siguiente esquema muestra como se deben conectar los equipos para poder viabilizar la conectividad:

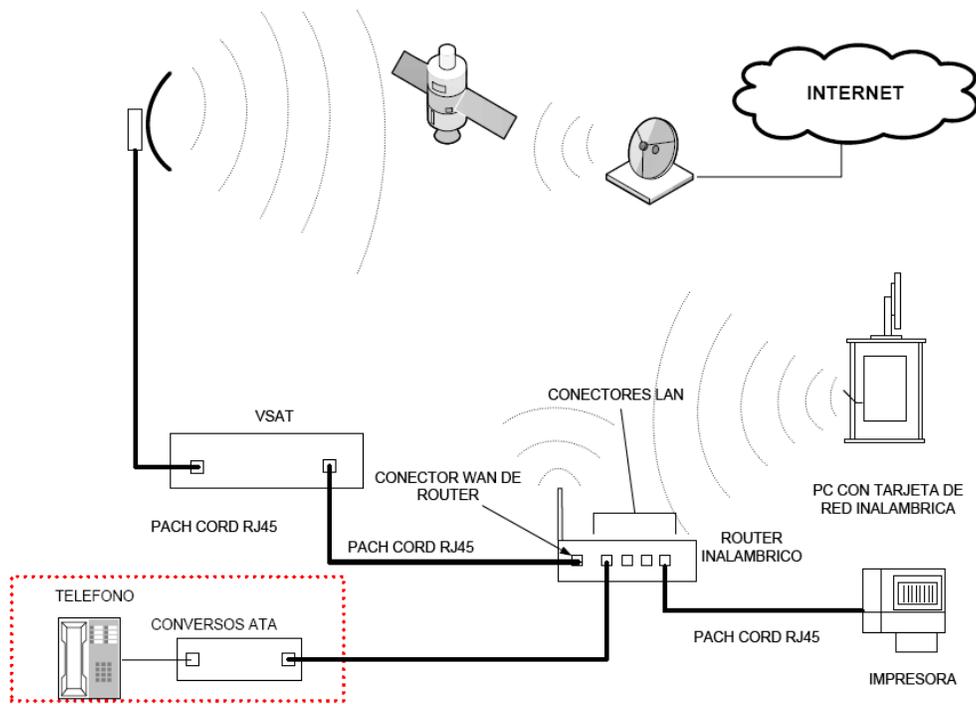


Figura N° 3-2 Conectividad Ethernet para telecentros

### 3.3 Características de los ambientes para la instalación

El sistema de telecentros puede tener bastante exigencia para su instalación pero se toma en cuenta que en algunas poblaciones donde se planea realizar la implementación de este proyecto no se cuenta con todas las exigencias que se debería tener por lo cual los ambientes dentro los cuales se instalaran los telecentros ENTEL deben cumplir mínimamente con las siguientes características:

- Correcta instalación de energía eléctrica para garantizar la estabilidad de la energía, es decir que los tomacorrientes a disposición del telecentro deben estar instalados de forma correcta.
- Rack de pared en donde se encuentra alojado el HUB satelital.
- Medidas de seguridad con respecto al acceso a los telecentros para evitar hurtos o daños físicos a los equipos por parte de personas inescrupulosas.

- Espacio suficiente para alojar todos los equipos e insumos necesarios para la instalación de los telecentros.
- Ambientes aptos (Humedad, ventilación y otros) para el correcto funcionamiento de los equipos.
- Un responsable comunal para la entrega del telecentro.

### **3.4 Trabajos a realizar para la instalación**

Los trabajos que se detallan a continuación deben ser realizados por el personal técnico capacitado para la instalación de los telecentros.

#### **3.4.1 Instalación eléctrica**

Se debe instalar de forma correcta las extensiones eléctricas desde el UPS hasta los cortapicos que alimentan los equipos de cada telecentro utilizando ductos y todos los insumos necesarios para garantizar que no existirán fallas o cortocircuitos en la distribución de energía.

Según la normativa interna que llegue a manejar la empresa que preste los servicios de instalación para los telecentros la empresa Entel manda un grupo de Survey el cual se encarga de establecer los requerimientos mínimos para la instalación, de mutuo acuerdo con la empresa que prestara los servicios para la instalación se queda de acuerdo en que normativa se usara, todo el sistema de energía deberá estar sujeto a una fuente confiable de suministro de la misma.

#### **3.4.2 Instalación Física de los equipos**

Se debe conectar e instalar los equipos en los escritorios dispuestos para este efecto, probando el correcto encendido de los mismos.

Cada equipo viene sellado y probado por el fabricante pero en algunos casos se puede tener que no están instalados los programas en la unidad de CPU para tal caso se tiene que realizar ese trabajo, en algunos casos los Box llegan con alguna pieza faltante la cual debe ser reportada.

### 3.4.3 Configuración IP de los equipos

Dependiendo la versión de IP que puede llegar a ser IPv4 o IPv6 se llega a ser la configuración de los equipos terminales.

La configuración de las IP debe seguir el siguiente formato:

NOMBRE	IP	MASCARA	GATWAY	DNS	TIPO
XXX PC-1	192.168.1.1	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Servidor
XXX PC-2	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Cliente
XXX PC-3	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Cliente
XXX PC-4	192.168.1.4	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Cliente
XXX PC-5	192.168.1.5	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Cliente
XXX PC-6	192.168.1.6	255.255.255.0	192.168.1.100	200.87.100.40 200.87.100.10	Cliente

Figura Nº 3-3 Configuración de IP para terminales

En el nombre de equipo XXX tiene que ser reemplazado por el nombre de la población en donde se instalara el telecentro, este dato es brindado por la Hub o la Noc, este dato es el número de identificación único ID de cada estación o telecentro monitoreado constantemente por la Hub.

Para el caso de la impresora y su correcto funcionamiento se debe: configurar en todos los equipos la puerta de acceso, para poder mandar trabajos de impresión.

**IP: 192.168.1.101 MASCARA: 255.255.255.0**

### 3.4.4 Instalación física del router inalámbrico

El Router inalámbrico debe ser instalado físicamente en el rack de pared de cada telecentro donde se encuentra instalado el Hub satelital.

Para IP WAN en la configuración del router inalámbrico se deberá poner la dirección IP que nos dará Entel para cada telecentro.

### 3.4.5 Instalación del teléfono

Existen dos tipos de teléfonos, en los lugares donde existe cobertura GSM se debe instalar un teléfono para este sistema, conectando solamente la energía eléctrica, en los sitios donde no existe cobertura GSM se debe conectar los teléfonos a un adaptador ATA como se muestra en el siguiente esquema:

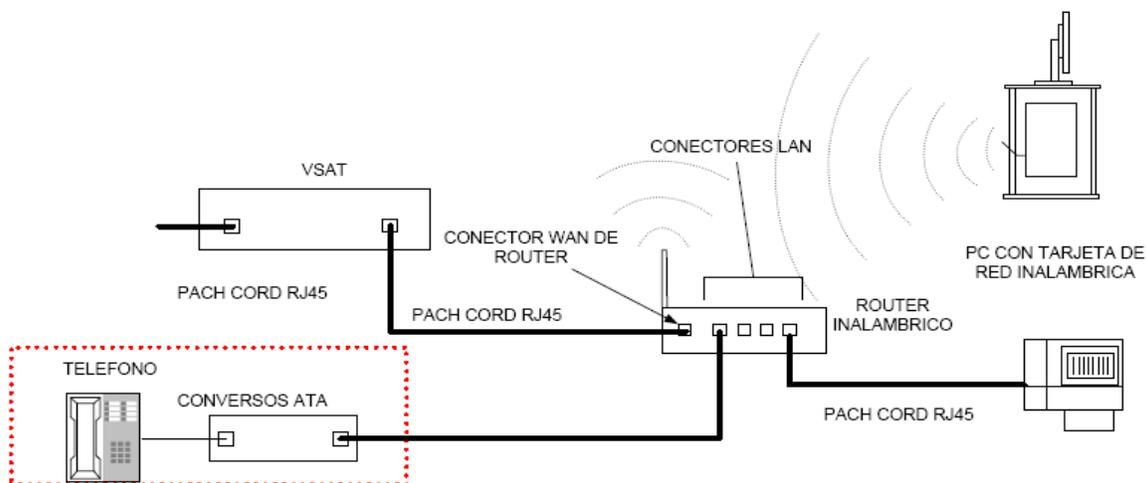


Figura N° 3-4 Esquema de conexión telefónica

### 3.5 Conexión mediante HSPA

Para poder realizar la conexión de consola con el modem satelital o con el modem 4G del proveedor, se toma las siguientes consideraciones:

- Tener a mano una Laptop con el archivo de la estación en específico.
- Contar con el cable de consola a modem
- Verificar previamente que el equipo este pareado con la tarjeta inteligente.
- Verificar el acceso a la red principal mediante comunicación con la Hub.

Una vez verificados los anteriores puntos se procede a realizar la conexión del sistema por HSPA para una red de telecentros mediante tecnología 4G, por la troncal de estaciones BTS (radio Bases), el procedimiento de la misma se detalla a continuación.

### 3.5.1 Procedimiento de configuración para HSPA

- **INSTALACIÓN Y PRUEBAS MODEM/ROUTER 4G NEWSKY DM7614R**

Los elementos que intervienen para este fin son los siguientes.

1. Enrutador móvil 4G Newsky DM7614R de banda ancha + Antena 4G
2. Adaptador de corriente (fuente de alimentación).
3. Cable de red



Figura N° 3-5 Equipos 4G para HSPA

#### 1. Procedimiento de instalación.

Instalación de la tarjeta SIM:

El zócalo de la tarjeta SIM se encuentra en el lateral izquierdo del equipo viéndolo de frente como se muestra. Es compatible con mecanismo de push-in/push-out. Es fácil de insertar y extraer la tarjeta SIM, pulse la tarjeta en la ranura.



Figura N° 3-6 Instalación de la tarjeta SIM

Tenemos que tomar en cuenta que para un óptimo resultado el equipo debe estar encendido una vez insertada la tarjeta SIM, para la activación del enrutador de banda ancha.

El equipo cuenta con Led de indicación de estado en el panel frontal los que se detallan a continuación:

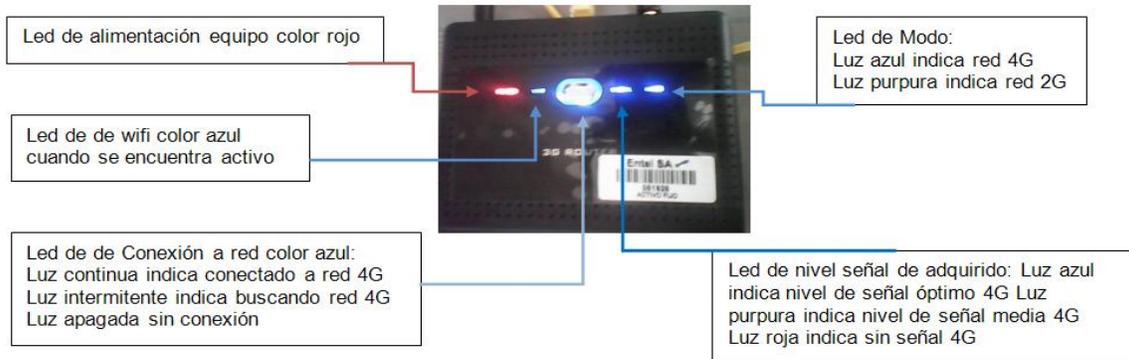


Figura N° 3-7 Led de Indicación de estado

El enrutador de banda ancha contiene los siguientes puertos y botones:

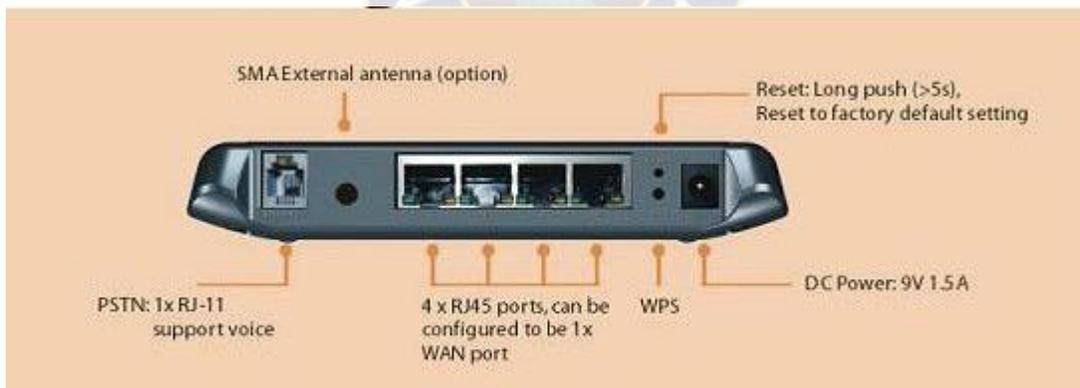


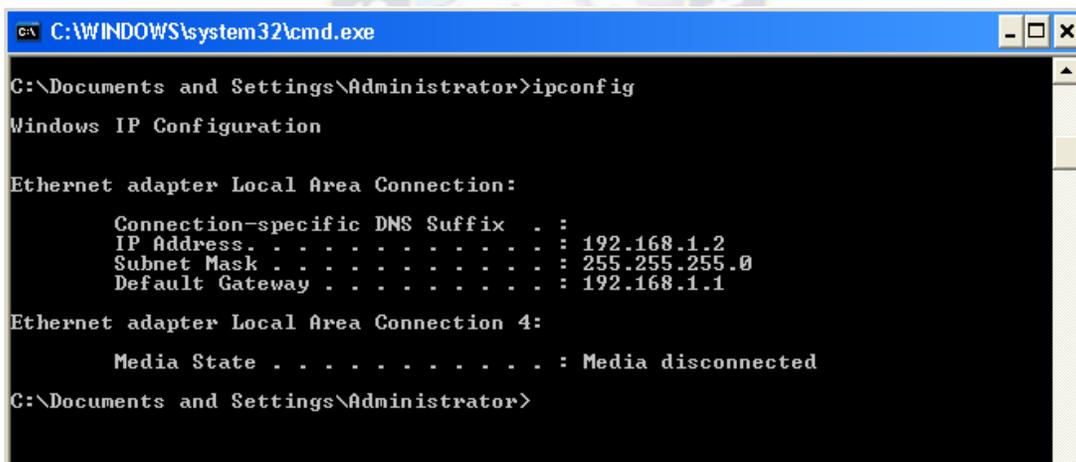
Figura N° 3-8 Puertos y botones del enrutador de banda ancha

La Configuración de interfaces de red de la PC para conexión a modem deberá ser DHCP (IP y DNS automáticos).

## 2. Verificar IP dinámica asignada a PC por servidor DHCP para HSPA

- a. En el escritorio de Windows, haga clic en Inicio/Programas/Accesorios/Símbolo del sistema.
- b. En la ventana del símbolo del sistema, escriba ipconfig / release y pulse la tecla Enter.
- c. Escriba ipconfig /renew y presione la tecla Enter. Verifique que su dirección IP es 192.168.1.xxx, su máscara de subred 255.255.255.0 y la puerta de enlace predeterminada es 192.168.1.1. Estos valores confirman que el Enrutador inalámbrico de banda ancha funciona correctamente.
- d. Escriba salir y presione la tecla Enter para cerrar la ventana del símbolo del sistema.

Configuración.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . .               : 192.168.1.2
    Subnet Mask . . . . .             : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . .         : 192.168.1.1

Ethernet adapter Local Area Connection 4:

    Media State . . . . .             : Media disconnected

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

Figura N° 3-9 Configuración del enrutador de banda ancha

## 3. Verificado IP asignado ingreso al menú principal del modem

Para acceder a la interfaz del Enrutador de Banda Ancha de gestión, se deberá escribir la dirección IP por defecto en el navegador: <http://192.168.1.1>

Posteriormente se escribirá el nombre de usuario y contraseña, luego haga clic en Iniciar sesión.

El nombre de usuario es admin y la contraseña es admin por defecto.



Figura Nº 3-10 Primer paso de configuración.

Luego de esto nos permitirá ingresar a la siguiente página:

**Access Point Status**

Let's take a look at the status of SoC Platform.

System Info	
SDK Version	V1.4.6.156 (2011-10-28-16:00)
System Up Time	1 hour, 13 mins, 21 secs
System Platform	3GRouter
Internet Configurations	
Connected Type	3G <input type="button" value="Connect"/> <input type="button" value="Disconnect"/>
SIGNAL	▬▬▬▬
NetType	UNKNOWN
WAN IP Address	
Subnet Mask	
Default Gateway	
Primary Domain Name Server	
Secondary Domain Name Server	
Local Network	
Local IP Address	192.168.1.1
Local Netmask	255.255.255.0
MAC Address	9C:41:7C:33:DF:B5

Figura Nº 3-11 Segundo paso de configuración.

#### 4. Configuración Modem 4G WAN

Se debe de ingresar a opción Internet Setting en la parte Izquierda de la página principal. Luego ingresar a opción WAN y realizar la configuración como se detalla en la imagen y guardar las opciones aplicadas.(APN 4g.entel y, dial number \*99# todo el resto por defecto).

[open all](#) | [close all](#)

Wide Area Network (WAN) Settings	
<b>3G Mode</b>	
Run Type	Keep Alive <input type="button" value="v"/>
	Auto Mode: Redial Period(senconds) <input type="text" value="10"/>
	On demand Mode : Idle Time(minutes) <input type="text" value="2"/>
	PPPD TimeOut(senconds) <input type="text" value="10"/>
PIN Setting	<input checked="" type="radio"/> Use Pin <input type="radio"/> Unused Pin <input type="text" value="1010"/>
APN	<input type="radio"/> Auto APN <input checked="" type="radio"/> Manual APN <input type="text" value="4g.entel"/>
Dial Number	<input type="text" value="*99#"/>
User	<input type="text"/>
PassWord	<input type="text"/>
DNS Type	Auto DNS <input type="button" value="v"/>
<b>Net Checkup</b>	
3G Net Backup	<input type="checkbox"/> 3G Backup <input type="checkbox"/> 3G Online Check
<b>MAC Clone</b>	
Enabled	Disable <input type="button" value="v"/>

Figura N° 3-12 Tercer paso de configuración.

- **Configuración de red WIFI.**

1. Buscar opción Wireless Settings luego basic en la parte izquierda del menú, ingresar con un click.
2. Configurar SSID a utilizarse TELECENTRO XXXXXXXX Ejemplo (TELECENTRO PATACAMAYA)
3. Buscar opción Security en la parte izquierda del menú, luego en cuadro Security Mode seleccionar WPAPSKWPA2PSK, ingresar.
4. En cuadro con Pass Phrase colocar siguiente clave t3l3c3ntr05

## 5. Seleccionar Aplicar.

[open all](#) | [close all](#)

- 3G Router
  - Status
  - Internet Settings
    - WAN
    - LAN
    - DHCP clients
    - Advanced Routing
    - QoS
    - Mode Change
  - Wireless Settings
    - Basic
    - Advanced
    - Security
    - WDS
    - WPS
    - Station List
  - Firewall
  - Administration

Network Mode	11b/g mixed mode	
Network Name(SSID)	TELECENTRO XXXXXXXX	Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID1		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID2		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID3		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID4		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID5		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Multiple SSID6		Hidden <input type="checkbox"/> Isolated <input type="checkbox"/>
Broadcast Network Name (SSID)	<input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable	
AP Isolation	<input type="radio"/> Enable <input checked="" type="radio"/> Disable	
MBSSID AP Isolation	<input type="radio"/> Enable <input checked="" type="radio"/> Disable	
BSSID	9C:41:7C:33:DF:B8	
Frequency (Channel)	2462MHz (Channel 11)	
Rate	Auto	
<b>Other</b>		
HT TxStream	2	
HT RxStream	2	

Figura Nº 3-13 Cuarto paso de configuración.

[open all](#) | [close all](#)

- 3G Router
  - Status
  - Internet Settings
    - WAN
    - LAN
    - DHCP clients
    - Advanced Routing
    - QoS
    - Mode Change
  - Wireless Settings
    - Basic
    - Advanced
    - Security
    - WDS
    - WPS
    - Station List
  - Firewall
  - Administration

### Wireless Security/Encryption Settings

Setup the wireless security and encryption to prevent from unauthorized access and monitoring.

<b>Select SSID</b>	
SSID choice	3GRouter_3dfb
<b>"3GRouter_3dfb"</b>	
Security Mode	WPAPSKWPA2PSK
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             Disable              OPEN              SHARED              WEPAUTO              WPA              WPA-PSK              WPA2              WPA2-PSK              WPAPSKWPA2PSK              WPA1WPA2              802.1X           </div>	
<b>Mac address filtering</b>	
Policy	
Add a station Mac:	

Figura Nº 3-14 Quinto paso de configuración.

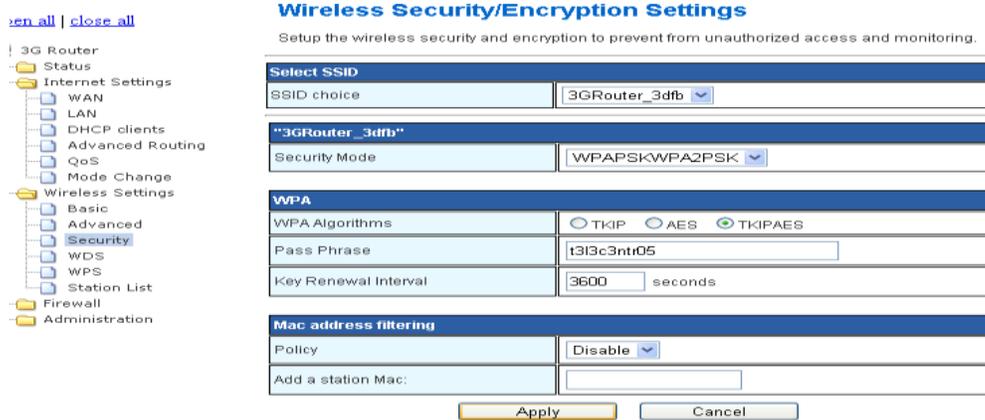


Figura N° 3-15 Sexto paso de configuración.

Una vez realizado todo este proceso se debe configurar el modo de conexión en la opción izquierda de la pantalla (MODE CHANGE), luego en opción 4G module Set aplicar opción UMTS ONLY.

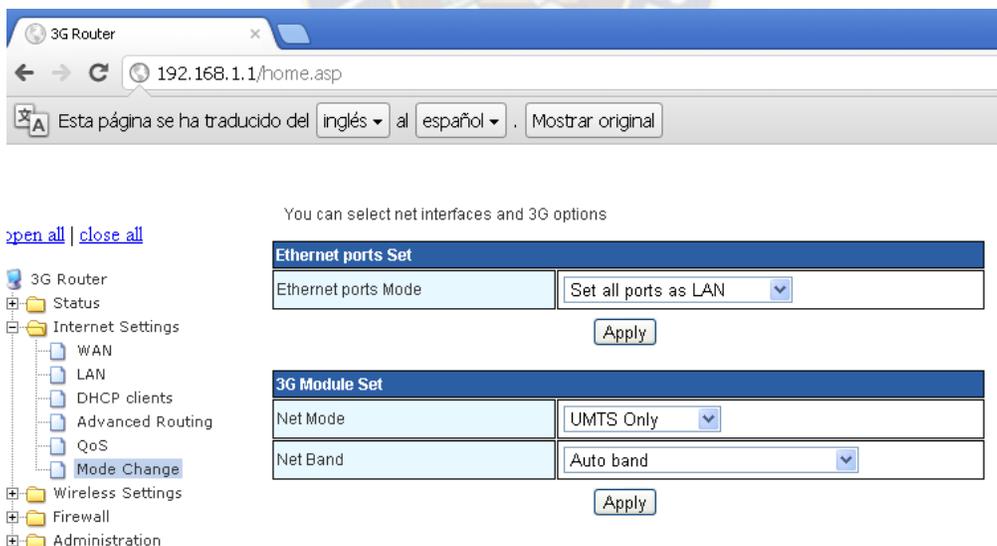
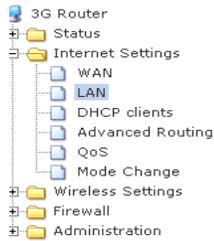


Figura N° 3-16 Séptimo paso de configuración.

Deshabilitar para seguridad de la red WIFI del telecentro servidor DHCP de Modem/Router 4G, como se muestra en la imagen.

[open all](#) | [close all](#)



### Local Area Network (LAN) Settings

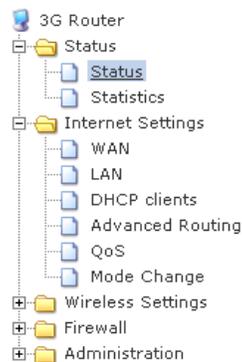
You may enable/disable networking functions and configure their parameters as your wish.

LAN Setup	
IP Address	192.168.1.1
Subnet Mask	255.255.255.0
LAN 2	<input type="radio"/> Enable <input checked="" type="radio"/> Disable
LAN2 IP Address	
LAN2 Subnet Mask	
MAC Address	9C:41:7C:33:DF:B5
DHCP Type	Server
Start IP Address	
End IP Address	192.168.1.254
Subnet Mask	255.255.255.0
Primary DNS Server	192.168.1.1
Secondary DNS Server	192.168.1.1
Default Gateway	192.168.1.1
Lease Time	86400
Statically Assigned	MAC: <input type="text"/> IP: <input type="text"/>

Figura N° 3-17 Octavo paso de configuración.

Verificando conexión de Red en el menú STATUS, considerar siempre que en esta opción el botón conectar se encuentre como se muestra en la imagen, caso contrario aplicar la opción.

[open all](#) | [close all](#)



### Access Point Status

Let's take a look at the status of SoC Platform.

System Info	
SDK Version	V1.4.6.156 (2011-10-28-16:00)
System Up Time	3 mins, 9 secs
System Platform	3GRouter
Internet Configurations	
Connected Type	3G <input type="button" value="Connected"/> <input type="button" value="Disconnect"/>
SIGNAL	
NetType	HSPA
WAN IP Address	10.155.100.124
Subnet Mask	255.255.255.255
Default Gateway	10.64.64.64
Primary Domain Name Server	200.87.100.10
Secondary Domain Name Server	200.87.100.40
Local Network	
Local IP Address	192.168.1.1
Local Netmask	255.255.255.0
MAC Address	9C:41:7C:33:DF:B5

Figura N° 3-18 Noveno paso de configuración.

### **3.5.2 Pruebas del sistema HSPA**

La Hub o cabecera de comunicaciones brinda ciertos parámetros técnicos al momento de realizar las pruebas de funcionamiento tanto del Modem en la estación base y una vez instalado en el telecentro, entre las pruebas se mencionan:

- Pareamiento de las tarjetas inteligentes con el equipo correspondiente.
- La identificación de la estación remota ID.
- El retardo de la señal según el área que corresponda.
- Informe previo del equipo de survey.
- Una vez configurado el sistema en estación base debe levantar en el punto de instalación correspondiente.
- Los equipos en especial el modem deben ser probados por la cabecera de comunicaciones para recibir los datos pertinentes.
- Una vez realizada la instalación la remota debe tener conexión con la Hub y viceversa.

### **3.5.3 Parámetros técnicos para el mantenimiento**

Una vez realizada la instalación del telecentro, se debe dejar a un responsable del mismo el cual está encargado de su funcionamiento de manera adecuada, en caso de algunas eventualidades que se lleguen a presentar como ser el no encendido de una computadora, el acceso a internet o que toda la red no responda primera mente se debe tener los manuales de usuario para la solución de estos problemas en caso de no encontrar la solución se tienen un respaldo o soporte técnico mediante llamada con la HUB la cual brindara soporte al telecentro.<sup>9</sup>

En el caso de no tener acceso a internet de toda la red se realiza lo siguiente:

---

<sup>9</sup> Ver anexo N°3 Pruebas de tráfico y carga

1. Haga las pruebas de conectividad usando el comando PING con todos los clientes, en caso de que el comando PING falle verifique la conectividad en los equipos.
2. Si los ping's desde los clientes al servidor fueron exitosos en todas las maquinas entonces quiere decir que el problema se encuentra fuera de su red local.

El círculo en el siguiente esquema muestra la posible ubicación de la falla.

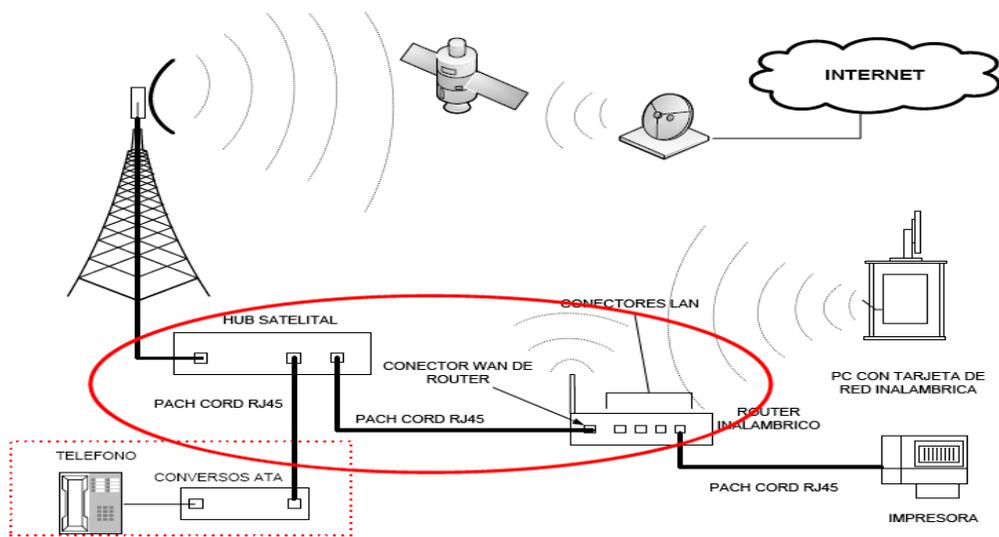


Figura Nº 3-19 Esquema de falla en la conexión

Verifique la conexión física entre el ROUTER y el HUB SATELITAL.

3. Verifique el estado de la antena del ROUTER inalámbrico.



Figura Nº 3-20 Router inalámbrico

4. Si el problema persiste contáctese con el servicio técnico.

El encargado del mantenimiento del telecentro debe tener los conocimientos básicos para el mantenimiento de los equipos, ninguna persona ajena al encargado puede realizar otro tipo de modificación a la red establecida u otro tipo de mantenimiento, tanto la Hub satelital el modem y los otros equipos instalados deben permanecer en el Rack donde se instalaron y se encuentran bajo llave.

### **3.6 Evaluación de la estación con conexión HSPA**

Se realiza la evaluación y/o revisión a través de los niveles del Eb/No y del C/N que oscila entre 10 y 15 db respectivamente. El Eb/No se identifica en la base de datos de la portátil del técnico responsable y el C/N en la estación central Hub.

Mediante un contacto vía telefónica se establece un adecuado apuntamiento mediante analizador de espectros y otros instrumentos, el encargado de la HUB debe estar monitoreando la estación, una vez realizado el trabajo se debe tener datos adecuados en la HUB para poder realizar la entrega de todos los equipos ala responsable de le estación de telecentros mediante documentación tanto para las autoridades comunales como para la empresa que brinda el servicio como descargo de su trabajo mediante formularios de entrega y documentación por fotografías de todos los ambientes y equipos.

### **3.7 Ventajas de HSPA con 4G**

Para este punto del proyecto mencionaremos las ventajas más significativas con las que se llega a contar mediante la tecnología 4G de Entel, entre las cuales están:

- Mayores velocidades de datos alcanzando tasas de 100 Mbps en movimiento y de hasta 1 Gbps en reposo haciendo posible aprovechar al máximo los servicios multimedia de los que dispone la red y mejorando el

servicio de cara al usuario, ya que en la red UMTS las velocidades de datos son de unos 384 Kbps pudiendo alcanzar como mucho tasas de 2Mbps incluso la tecnología HSDPA que pretende optimizar la red UMTS está muy por debajo de la velocidad de la red 4G disponiendo de velocidades de 3.6 Mbps siendo su máxima teórica de 14.4 Mbps

- Incrementa la cobertura de red a través del empleo de nodos intermedios
- No se necesita una excesiva inversión para su desarrollo puesto que los relays son dispositivos de menor coste que las estaciones base.
- Flexibilidad espectral, con el despliegue en diferentes bandas de frecuencia, incluyendo las usadas por 2G (GSM)
- Evolución de la tecnología de acceso radio que proporcione una reducción de coste en comparación con las tecnologías actuales.



### TIPOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

---

El proyecto que se plantea tiene diferentes tipos de evaluación, entre las cuales destacaremos las virtudes del mismo y las limitaciones que se presentan en las diferentes áreas que corresponda.

#### 4.1 Evaluación Técnica

Como se menciona anteriormente este sistema no está siendo implementado todavía, es parte de la segunda fase de telecentros con la que trabaja Entel, la primera fase es la de Telecentros Comunitarios donde toda la población tiene acceso al mismo.

Como parte de la segunda fase se plantea el uso de este sistema mediante acceso con HSPA que es una tecnología que soporta 4G o sus similares HSUPA o el R`99 que generan el mismo servicio pero con otros requerimientos por parte del sistema primario de acceso a la red que únicamente será usado por los estudiantes de las unidades educativas.

#### 4.2 Evaluación Económica

La implementación de una red de comunicaciones nueva genera un costo elevado tanto en equipos y en personal para las instalaciones de esta manera se opta por usar el avance de la tecnología de comunicaciones mediante conexión a la estructura troncal de telefonía móvil mediante las BTS (Radio Bases), si se llega a utilizar el diseño de este sistema los costos tendrán un gran impacto positivo puesto que no se implementara una red Vsat, en su totalidad, solo se utilizara los elementos necesarios para este cometido.

Como se está trabajando a nivel de radio frecuencia se utilizaran equipos más reducidos a comparación de tecnología satelital, ya que este proyecto es orientado para poblaciones que tengan acceso a telefonía móvil se usara las BTS de Tx y Rx para el acceso a Telecentros Educativos mediante HSPA.

Se detallara el análisis de costos aproximados para una estación mediante conexión por BTS tecnología 4G a continuación:

#### Costos de Inversión

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad (\$us)</b>
Box de Computación Marca Intel	1	600
Modem 4G Marca NEWSKY	1	180
Router inalámbrico Marca NEWSKY DM7614R	1	120
UPS Marca Skynet	1	150
Box de Cables Marca Skinet	1	100
Rack Genérico	1	60
Box de protección Marca 3M y Skynet	1	50
<b>Totales</b>		<b>1260</b>

Cuadro Nº 4-1 Cuadro de costos para un telecentro con un ordenador

El anterior cuadro nos muestra la relación para un telecentro con un solo equipo para el caso de diseño para seis maquinas se tienen el siguiente costo:

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad (\$us)</b>
Box de Computación Marca Intel	5	600
<b>Total inversión en box de computación</b>		3000
<b>Total de inversión para un telecentro con un ordenador</b>		1260
<b>Total de inversión final</b>		<b>4260</b>

Cuadro Nº 4-2 Cuadro de costos final para un telecentro

Se toma en cuenta los equipos de escritorio que conciernen al box de computación que se detallan anteriormente en el documento, de mejor manera en el capítulo 2 subíndices 2.5.2 Componentes del sistema de telecentros, del punto 1 al punto 7.

Para el caso de las 600 estaciones propuestas el costo total será:

<b>Total costo de inversión para 600 estaciones</b>	
Costo final para un telecentro	<b>4260 (\$us)</b>
Costo para las 600 estaciones	<b>2556000 (\$us)</b>

Cuadro N° 4-3 Cuadro de costos final para 600 estaciones

A este estudio se le tienen que agregar los costos de operación y mantenimiento que se detalla a continuación.

<b>Costos de operación y mantenimiento</b>	<b>Costo por año \$us</b>	<b>Incremento anual</b>
Alquiler de sistema 4G Móvil	62000	Fijo
Repuestos 3% de la inversión	2090	0,03
Uso de las terminales	13800	Fijo
Sueldos	70000	0,02
Licencias de uso de software	19000	Fijo
<b>Totales</b>	<b>166890</b>	

Cuadro N° 4-4 Cuadro de costos de operación y mantenimiento

Con el anterior cuadro podemos ver importe de incremento anual por concepto de repuestos y sueldos a los encargados del telecentro, los repuestos llegan a variar dependiendo la falla que pueda llegar a tener algún componente del sistema o puede ser el remplazo del mismo.

En el caso de sueldos, la empresa que llega a ganar la licitación para la instalación se encarga de este costo de operación y de la misma forma para su mantenimiento, en el punto se deja un encargado de operación y atención del

telecentro, para este encargado también está considerado un sueldo que sale del mismo uso del telecentro, para el importe de elevación de este parámetro se toma en cuenta la bosa de alimentos y los viáticos que llega a tener la empresa para solventar los trabajos de mantenimiento para los técnicos.

Para este punto podemos observar que ay diferentes parámetros económicos que se toman en cuenta para poder tener un cálculo aproximado de costos sobre los equipos y los trabajos a realizar para la implementación de este sistema.

En el siguiente cuadro se mencionan los gastos netos de todo el sistema para las 600 estaciones planeadas, sumando los costos de operación y mantenimiento con el total de costos para las 600 estaciones.

<b>Cuadro de Costos de implementación Neto</b>	
Costo total de operación y mantenimiento	166890 (\$us)
Costo para las 600 estaciones	2556000 (\$us)
<b>Total neto de inversión</b>	<b>2722890 (\$us)</b>

Cuadro N° 4-5 Cuadro de costos neto para la implementación

Este dato nos permite tener un aproximado de los costos del sistema, los cuales son elevados pero brindaran una futura mejora dentro del propio sistema cuando llegue a ser necesario, los gastos que se presentan son solo un aproximado y pueden llegar a variar para un estudio real de implementación en el mercado.

### **4.3 Viabilidad del Proyecto**

Analizando los costos de la red anterior mente mencionados el proyecto llega a ser factible por sus características, puesto que ya existiría una fase inicial en las estaciones rurales con los telecentros Comunitarios, este proyecto es la complementación del anterior con ciertas ventajas enfocadas a las unidades educativas.

Con relación a la instalación de estaciones Vsat de similar características el costo del sistema es muy reducido puesto que para tecnología satelital también se tendría que pagar el costo anual del servicio satelital y ese costo es muy elevado.

El proyecto por parte técnica y parte de costos es viable siempre y cuando se pueda acceder a este por tecnología de comunicación móvil.



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 5.1 Conclusiones

El detalle del presente documento nos brinda un gran panorama de las Telecomunicaciones y su gran importancia en el área de la integración nacional.

Viendo la necesidad de poder implementar un sistema más factible de comunicación mediante acceso por nuevas tecnologías como ser HSPA, HSUPA u otras similares que brindan servicios no solo de telefonía sino de multimedia a tiempo real se pretende sacar el mejor provecho de las mismas, con un acceso al sistema de forma segura y confiable.

Podemos mencionar los objetivos alcanzados:

- Se logra desarrollar la conectividad mediante HPSA con la red de telefonía móvil de la empresa Entel.
- Mediante la investigación se logra utilizar los diferentes recursos académicos y técnicos para que el proyecto sea viable.
- Se llega a realizar de una forma práctica la configuración y diseño del sistema de telecentros.
- Se realiza un aporte considerable en pro de una mejor educación.
- Se logra contribuir a la integración nacional mediante la comunicación.

### 5.2 Recomendaciones

Podemos llegar a dividir las recomendaciones en dos partes importantes vistas desde el enfoque personal y con una crítica constructiva para un mejor desarrollo.

### **5.3 Recomendación Técnica**

El proyecto presenta algunas limitaciones que son notables la principal limitación es que no se puede realizar la conexión por HSPA si no se cuenta con un sistema de comunicaciones móvil que Trabaje con tecnología 4G.

Para otro tipo de conexión por medio satelital se tienen que tomar en cuenta de otra forma el acceso y optar por otros equipos diferentes al modem 4G.

Fuera de eso no existe otra observación para el desarrollo de este sistema dentro de áreas que sean cubiertas por comunicación móvil.

Es recomendable tener cuidado al momento de la configuración y manipulación de los equipos puesto que estos ya vienen probados y son entregados bajo inventario por el proveedor y de la misma forma se deben entregar a los encargados del telecentro en la población.

### **5.4 Recomendación Académica**

Los conocimientos adquiridos en el área académica dentro de la universidad son de gran importancia para el desarrollo del estudiante, se debe llegar a tener una mayor influencia y orientación para que el estudiante decida en que área se puede desarrollar de mejor forma no limitando sus ansias de conocimiento.

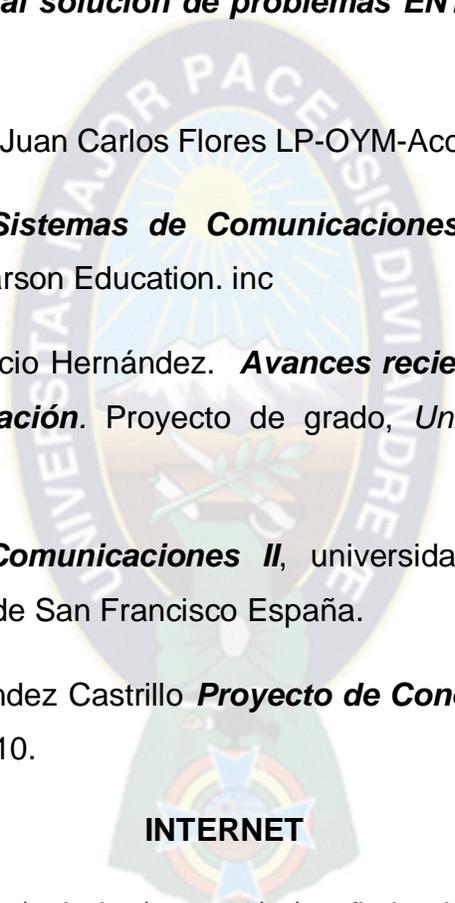
Es necesario implementar nuevos laboratorios actualizados en el área de Telecomunicaciones, los conocimientos teóricos deben estar acompañados de la práctica para tener mejores beneficios y de esta forma cimentar bien los conocimientos de los estudiantes.

A medida que la tecnología satelital en comunicaciones avanza se tienen que tener un concepto adecuado de su desarrollo y aun mas todas las futuras aplicaciones de las mismas para afrontar los desafíos futuros.

# CAPÍTULO VI

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Procom LP; **Manual técnico para la instalación de telecentros ENTEL S.A.** La Paz-Bolivia, 2010.
- Procom LP; **Manual solución de problemas ENTEL S.A.** La Paz-Bolivia, 2010.
- O&m de Red, Ing. Juan Carlos Flores LP-OYM-Acceso Rural–La Paz 2012
- Wayne Tomasi; **Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.** México, 2003, editorial Pearson Education. inc
- M<sup>a</sup> Carmen Matencio Hernández. **Avances recientes en telefonía móvil de cuarta generación.** Proyecto de grado, *Universidad Politécnica de Cartagena.*
- Eugenio Tesio, **Comunicaciones II**, universidad tecnológica nacional. Facultad regional de San Francisco España.
- M. Marcelo Fernández Castrillo **Proyecto de Conectividad y Telecentros Bolivia**, Bolivia 2010.
-  [www.upv.es/satelite/trabajos/pract\\_4/.../config.html](http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_4/.../config.html).
- [www.es.wikipedia.org/wiki/High-Speed\\_Download\\_Packet\\_Access](http://www.es.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Download_Packet_Access)[www.natureduca.com/radioblog/?p=15](http://www.natureduca.com/radioblog/?p=15)
- [www.librosaulamagna.com/INGENIERIA-DE-TELECOMUNICACIONES-LIBROS/4580/](http://www.librosaulamagna.com/INGENIERIA-DE-TELECOMUNICACIONES-LIBROS/4580/)
- [www.ramonmillan.com/tutoriales/hsdpa.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/hsdpa.php)



ANEXOS  
Y  
GLOSARIO

## Anexo Nº 1

**Estación Hub, centro de control y monitoreo de las diversas estaciones remotas a nivel nacional**

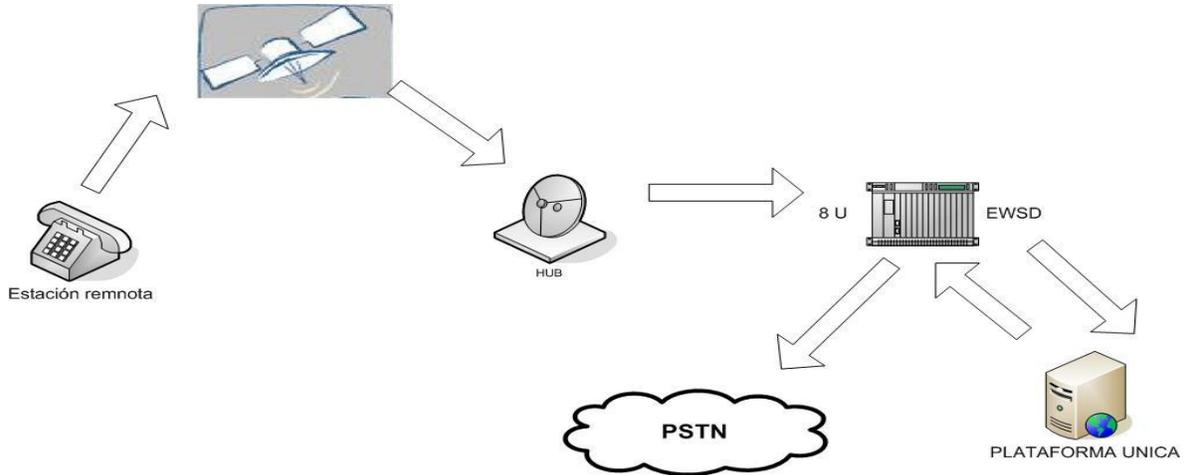


**Servidores de los diferentes sistemas**



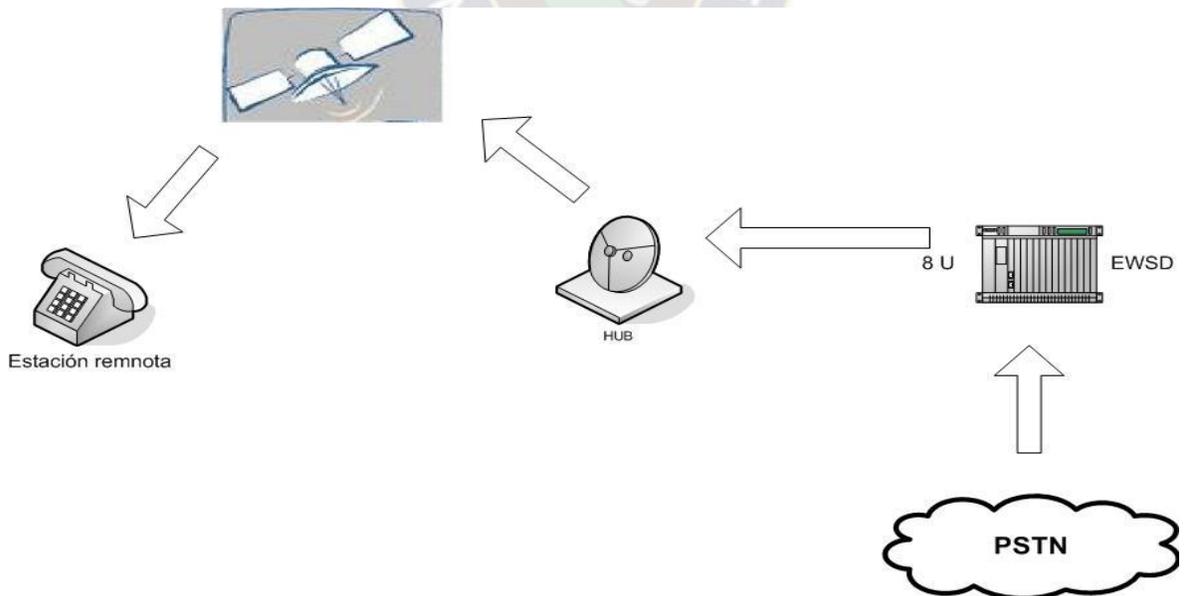
## Anexo Nº 2

### Proceso de conexión de las llamadas salientes y entrantes



Public Switched Telephone Network (PSTN)

LLAMADAS ENTRANTES



## Anexo Nº 3

### Pruebas de Tráfico y Carga

 Protocolo de Pruebas en Aplicaciones de Internet Proyecto Telecentros Comunitarios											
Telecentro xxxxxxxxxxxx				Fecha:							
Nodo ZTE Estacion xxxxxxxxx/Acceso Vsat IP Sat xxxxxxx											
Equipo: Modem xxxxxxxxxxx											
Nivel de rx Señal 4G: -51 dbm (HSPA)											
IP WAN Adquirida: 10.155.127.132											
ICMP	PC1	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
PING WWW.CISCO.COM ( ms)	367 ms	230 ms	230 ms	230 ms	230 ms	230 ms	300 ms	304 ms	352 ms	280 ms	300 ms
PING 200.100.87.10 ( ms)	252 ms	60 ms	70 ms	80 ms	80 ms	80 ms	73 ms	75 ms	80 ms	80 ms	78 ms
PING 200.100.87.40 ( ms)	232 ms	60 ms	70 ms	70 ms	80 ms	80 ms	73 ms	80 ms	73 ms	80 ms	78 ms
PING 200.87.254.254 ( ms)	230 ms	246 ms	246 ms	240 ms	250 ms	250 ms	280 ms	280 ms	280 ms	280 ms	280 ms
tracert 200.87.100.10 ( saltos)	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos	11 saltos
tracert www.google.com (saltos)	18 saltos	18 saltos	18 saltos	18 saltos	18 saltos	18 saltos	17 saltos	20 saltos	30 saltos	30 saltos	18 saltos
APLICACIONES											
NETPERSEC DOWLOAD VIDEOS	1Mbps	0,721 Mbps	271 Mbps	0,33Mbps	0,7Mbps	0,38Mbps	0,159 Mbps	0,126 Mbps	0,050 Mbps	0,352 Mbps	no accede a la aplicación
CORREO ELECTRONICO Mbps	0,052 Mbps	0,052 Mbps	0,025 Mbps	0,33 Mbps	0,57 Mbps	0,37 Mbps	0,050 Mbps	0,030 Mbps	0,050 Mbps	0,050 Mbps	no accede a la aplicación
SKIPE Mbps	1Mbps	1Mbps	1,2 Mbps	0,058 Mbps	0,053 Mbps	0,1 Mbps	0,53 Mbps	0,4 Mbps	0,2 Mbps	no se realizo	no se realizo
JUEGOS INTERACTIVOS Mbps	0,520 Mbps	0,530 Mbps	0,6 Mbps	0,330 Mbps	0,252 Mbps	0,7 Mbps	0,230 Mbps	0,270 Mbps	0,4Mbps	no accede a	no accede a la aplicación
FTP (UP/DWON) Mbps	0,030/1.2 Mbps	0,011/1.2 M	0,21/0.2 Mbps	0,014/0,8 M	0,14/0,2 M	0,250 Mbps	0,011/300 M	0,013/894 M	0,115	no accede a	no accede a la aplicación
Aplicaciones varias	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Acceso a apl	no accede a la aplicación
OBSERVACIONES											

Al concluir la instalación se realizaran pruebas del correcto funcionamiento del sistema realizando tráfico de descarga y subida de datos en Kbps, verificando los niveles de transmisión y recepción en el modem o cobertura en la localidad.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

---

<b>ATA</b>	“Analogue Terminal Adapter” Adaptador de terminal analógico
<b>BIT</b>	Binary digit (dígito binario). El bit es la unidad más pequeña de almacenamiento en un sistema binario dentro de una computadora.
<b>BTS</b>	Radio base de Tx y Rx de telefonía Móvil.
<b>C/N</b>	Medida de los parámetros de nivel potencia de transmisión de la remota a la HUB nivel de potencia
<b>Canal</b>	Es el medio de trasmisión de datos o intervalo de tiempo en una dirección en los sistemas múltiplex por división de tiempo.
<b>CDMA</b>	Acceso Múltiple por división de código (Code Divition Multiple Access)
<b>Codificación</b>	Generación de señales de carácter para representar muestras
<b>Codificado</b>	Un programa con código.
<b>COM</b>	Diferentes puertos de la computadora.
<b>DB</b>	Es la decima parte del belio en telecomunicaciones es usado para nombrar las relaciones ganancia o pertrdidas de sistemas
<b>DB/K</b>	Decibelios por mil
<b>Disabled</b>	Deshabilitado
<b>ENTEL S.A</b>	Empresa nacional de telecomunicaciones Sociedad Anónima
<b>EDGE</b>	Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM (Enhanced Data rates for GSM of Evolution).
<b>FDM</b>	Multiplexacion por division de frecuencia
<b>FDMA</b>	Acceso multiple por division de frecuencia
<b>FRECUENCIA</b>	Su relación es ciclos /segundos que corresponde a 1 hertz.
<b>GSM</b>	Sistema Global de Comunicaciones Móviles (proviene de Group Especial Movil).

<b>HERTZ</b>	Unidad de la frecuencia del ciclaje
<b>HOST</b>	Es el numero que pertenece al IP (numero del IP)
<b>Host Computer</b>	Centros de procesos
<b>HSPA</b>	Acceso de Paquetes de Alta Velocidad (High Speed Packet Access).
<b>HUB</b>	Estacion principal de la red
<b>Hub /switch</b>	Dispositivo usado en redes para la conexión dela computadoras
<b>ICMP</b>	Control de mensajes protocolo internet
<b>ID</b>	Identificación
<b>INTELSAT</b>	Organisacion internacional de telecomunicaciones por satelite
<b>IP</b>	Protocolo de internet
<b>IP “</b>	Internet Protocol” Telefonía sobre IP.
<b>Kbit/s</b>	Mil unidades por segundo
<b>LAN</b>	Red de area local
<b>LTE</b>	Evolución de Largo Plazo (Long Term Evolution).
<b>MAC</b>	Componentes analogicos de multiplexacion
<b>Mbit/s</b>	Millón de unidades por segundo
<b>MEGA HERTZ</b>	Millón de ciclos por segundo
<b>Modulación:</b>	Modificación del parámetro de la señal en una portadora de modulación, mediante una señal de entrada moduladora, el parámetro de la señal puede ser la amplitud la frecuencia o la fase de la portadora de modulación.
<b>Modem</b>	Elemento electrónico con el cual se puede recepcionar señales de datos como ser voz, imágenes e internet
<b>MPSK</b>	Multi-PSK
<b>Multiplexacion</b>	Combinación de varias señales de entrada para trasmisión simultánea por una línea.
<b>NCC</b>	Punto central de control de la red y el acceso a PSTN
<b>NCT</b>	Terminal de control de red
<b>NMCC</b>	Centro de gestión y control de la red

<b>NMS</b>	Network Managment System sistema de administración
<b>NOC</b>	Operadores para el control del sistema.
<b>OSI</b>	Interconexión de Sistema Abiertos, que comprende el entorno de red y añade otros protocolos y normas orientados a aplicaciones que permiten a los sistemas de computador comunicarse entre si abiertamente.
<b>PC</b>	Terminal con computadora
<b>PCM</b>	Modulación por pulsos codificados, una señal analógica recibida es convertida en señal digital
<b>PSK</b>	(Phase-shift keying), es una modulación de fase donde la señal moduladora (datos) es digital.
<b>PSTN</b>	“sigla de <i>Public Switched Telephone Network</i> ”, Red Telefónica Pública Conmutada
<b>QPSK</b>	Modulación en fase.
<b>RF</b>	Radio frecuencia
<b>SC</b>	Smartcard
<b>SMARTCARD</b>	Tarjeta inteligente se encarga de la seguridad de la información del cliente y de los canales contratados a través de los canales enviados desde el head hend se pueden habilitar deshabilitar canales de comunicación.
<b>Telecentro</b>	centro de comunicaciones que permite comunicación por internet mediante tecnología 4G a tiempo real.
<b>TDMA</b>	Acceso Múltiple por División de Tiempo (Time Divition Multiple Access).
<b>UTMS</b>	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications System).
<b>VSAT</b>	"Very Small Aperture" terminales de pequeña apertura.
<b>4G</b>	Tecnologia basada en 3Gpp evolucion a mayor calidad de servicios multimedia y otros.