

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Tesis previa a la obtención del título de:  
Ingeniero Electrónico**

**TÍTULO:**

**“ANÁLISIS DE UBICACIÓN, Y MANUAL PARA MONTAJE E  
INSTALACIÓN DE NODOS ACTIVOS EN EL SECTOR URBANO  
DEL CANTÓN CUENCA, PARA LA EMPRESA PÚBLICA DE  
TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE,  
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO ETAPA E.P.”**

**AUTORES**

Jorge Osmani Ordoñez Ordoñez  
Jorge Luis Inga Lojano

**DIRECTOR**

Ing. Fabián Carpio B.

**CUENCA-ECUADOR**

2014

## CERTIFICACIÓN

Ing. Fabián Carpio  
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO:

Que bajo mi dirección y asesoría fueron desarrollados cada uno de los capítulos de la tesis “ANÁLISIS DE UBICACIÓN, Y MANUAL PARA MONTAJE E INSTALACIÓN DE NODOS ACTIVOS EN EL SECTOR URBANO DEL CANTÓN CUENCA, PARA LA EMPRESA PÚBLICA DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO ETAPA E.P.” realizado por los estudiantes: Jorge Osmani Ordoñez Ordoñez y Jorge Luis Inga Lojano, obteniendo un trabajo que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de grado.

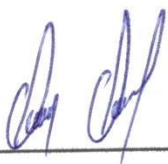
Cuenca, Abril de 2014

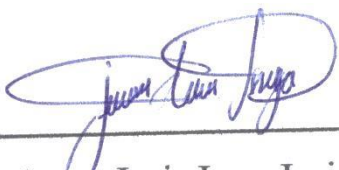
(f)   
Ing. Fabián Carpio  
**DIRECTOR**

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos vertidos, la investigación y el análisis realizado, así como las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores y autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma para fines académicos.

Cuenca, Abril de 2014

(f)   
\_\_\_\_\_  
Jorge Osmani Ordoñez Ordoñez  
**AUTOR**

(f)   
\_\_\_\_\_  
Jorge Luis Inga Lojano  
**AUTOR**

## DEDICATORIA

*Al creador de todo, quien me ha dado la fuerza para seguir adelante,  
a mi madre que ha sabido formarme y brindarme su apoyo incondicional,  
a ese par de ángeles que desde arriba me guían,  
a mi hermana, tíos, familiares y amigos que han estado en buenos y malos momentos.*

*Jorge Osmani*

*Principalmente a tí mi Dios, por regalarme el milagro de la vida,  
a mi madre querida por todo el cariño y comprensión,  
a mi padre, hermanos y familiares por la ayuda y preocupación,  
a mi esposa e hija que son mi felicidad y siempre estarán para apoyarme.*

*Jorge Luis*

## AGRADECIMIENTO

*Eternamente agradecido con todas las personas que hicieron posible el desarrollo de esta tesis, de manera especial al Ing. Fabián Carpio, a la empresa ETAPA EP, al Ing. Juan Pablo Bermeo, a la Ing. Mónica Carpio Becerra, por la ayuda y colaboración brindada, ya que gracias a sus explicaciones se logró terminar este proyecto. Expreso además las gracias a todos los docentes universitarios que han aportado a nuestra formación profesional, y a nuestros familiares y amigos que son la base fundamental de todo.*

*Jorge Osmani*

*Con la bendición de Dios, a todas las personas, familiares y amigos que hicieron posible este logro mis más sinceros agradecimientos, a la Empresa ETAPA EP por la colaboración y ayuda brindada, al Ing. Fabián Carpio por su dedicación al desarrollo de esta tesis y a todos quienes hicieron parte de este camino.*

*Jorge Luis*

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
RESPONSABILIDAD DE AUTORES.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii

## CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES

1.1 Tecnologías de alta velocidad.....	1
1.1.1 ADSL.....	1
1.1.1.1 Arquitectura.....	2
1.1.1.2 Funcionamiento del ADSL.....	4
1.1.1.3 DSLAM.....	5
1.1.1.4 ATM.....	5
1.1.1.5 Evolución de ADSL.....	7
1.1.1.5.1 ADSL2.....	7
1.1.1.5.2 ADSL2+.....	8
1.1.1.5.3 VDSL.....	8
1.1.1.6 Ventajas y Desventajas de ADSL.....	9
1.1.1.6.1 Ventajas.....	9
1.1.1.6.2 Desventajas.....	9
1.2 Redes de nueva generación.....	9
1.2.1 Características Fundamentales de las NGN.....	10
1.2.2 Arquitectura de las NGN.....	11

1.2.2.1 Capa de Acceso.....	12
1.2.2.2 Capa de Transporte.....	13
1.2.2.3 Capa de Control.....	13
1.2.2.4 Capa de Servicio.....	13
1.2.2.5 Capa de Gestión.....	14
1.2.3 Servicios Soportados por las NGN.....	14
1.2.3.1 Servicio de Voz.....	14
1.2.3.2 Servicio de Datos.....	14
1.2.3.3 Servicio de Video.....	15
1.2.4 Protocolos Usados en Redes de Nueva Generación NGN.....	15
1.3 Nodos activos.....	17
1.4 Nodos activos en el Ecuador.....	18
1.4.1 Penetración de servicio por parte de ETAPA EP.....	20
1.4.2 Red NGN de ETAPA E.P.....	20

**CAPITULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A  
IMPLEMENTARSE**

2.1 Descripción de la solución Huawei HONET UA5000.....	22
2.1.1 Características del UA5000.....	23
2.2 Frames o Bastidores.....	25
2.2.1 Especificaciones técnicas de gabinetes series Indoor.....	26
2.2.1.1 Configuración del gabinete HUAWEI ONU-F02AF.....	26
2.2.1.2 Disposición de los bastidores de servicio.....	27
2.2.1.3 Sistema de suministro de energía.....	30
2.2.1.4 Unidad de control de temperatura.....	31
2.2.1.5 Unidad de distribución de cable.....	31
2.2.1.6 Unidad de transmisión.....	32
2.2.2 Especificaciones técnicas de bastidores series Outdoor F01D500 y F01D1000.....	32

2.2.2.1 Especificaciones técnicas de bastidor HUAWEI ONU-F01D500.....	33
2.2.2.1.1 Disposición de los bastidores de servicio.....	33
2.2.2.2 Especificaciones técnicas de bastidor HUAWEI ONU-F01D1000.....	34
2.2.2.2.1 Disposición de los bastidores de servicio.....	34

### **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE NODOS**

3.1 Estudio de la red de telecomunicaciones del sector piloto determinado por ETAPA E.P.....	36
3.1.1 Distritos.....	36
3.1.2 Red Primaria.....	36
3.1.3 Red Secundaria.....	37
3.1.4 Red Terciaria.....	38
3.1.2 Bucle de abonado.....	39
3.1.3 Clasificación de clientes.....	42
3.1.3.1 Cliente Puro.....	42
3.1.3.2 Cliente de voz.....	42
3.1.3.3 Cliente de voz y datos.....	42
3.1.3.4 Clientes especiales (corporativos).....	42
3.1.4 Codificación de clientes según ETAPA EP.....	43
3.1.5 Determinación del sector piloto.....	45
3.1.6 Ubicación física del Nodo Activo.....	47
3.2 Estudio de la demanda de banda ancha del sector piloto.....	48
3.2.1 Demanda actual.....	48
3.2.2 Demanda proyectada.....	49
3.3 Estudio de equipos a implementarse.....	56
3.4 Análisis de costos de implementación.....	57
3.4.1 Valoración de soluciones.....	57
3.4.1.1 Costo y utilidad de un nodo de acceso.....	58
3.4.1.2 Cálculo del VAN.....	63



3.4.1.3 Cálculo del TIR.....	65
3.4.1.4 Comparación de costos de inversión entre cobre y fibra óptica.....	66

## **CAPITULO IV: MANUAL PARA MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE NODOS**

4.1 Especificaciones para el montaje e instalación de nodos activos.....	68
4.1.1 Montaje e instalación de nodos externos.....	68
4.1.1.1 Ubicación en campo de armario externo.....	68
4.1.1.2 Especificaciones técnicas de la Base de Cemento (pedestal).....	69
4.1.1.3 Instalación de los nodos externos.....	69
4.1.1.4 El marcado y perforación.....	71
4.1.1.5 Transporte del gabinete.....	72
4.1.1.6 Fijación del gabinete.....	72
4.1.1.7 Puesta a tierra.....	73
4.1.1.8 Energía.....	74
4.1.2 Instalación de nodos internos.....	75
4.1.2.1 Ubicación en campo de Armario Interno.....	75
4.1.2.1.1 Especificaciones Técnicas.....	75
4.1.2.2 Puesta a tierra.....	77
4.1.2.3 Energía.....	78
4.2 Especificaciones de bucle de abonado y demanda.....	80
4.2.1 Bucle de abonado.....	80
4.2.2 Demanda de servicios Telefonía y Banda Ancha.....	81
4.2.2.1 Distritos que serán absorbidos por el nodo.....	81
4.2.2.2 Demanda existente.....	81
4.2.2.3 Demanda Proyectada.....	81
4.3 Especificaciones técnicas de obra civil.....	82
4.3.1 Especificaciones técnicas para nodos internos.....	82
4.3.1.1 Empate con canalización existente.....	82
4.3.1.2 Acometida Eléctrica.....	83

4.3.2 Especificaciones técnicas para nodos externos.....	84
4.4 Especificaciones de mantenimiento de nodos activos.....	84
4.5 Protocolos de Mantenimiento.....	84
4.5.1 Protocolo para tarjetas IPMD.....	86
4.5.2 Protocolo para tarjetas PVMD.....	87
4.6 Comandos para ejecución de los protocolos de mantenimiento.....	89
4.6.1 Ejecución de Protocolos para IPMD.....	89
4.6.2 Ejecución de Protocolos para PVMD.....	90
4.7 Periodicidad de los mantenimientos.....	91

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS OBTENIDOS**

5.1 Conclusiones.....	92
5.2 Recomendaciones.....	93
Bibliografía y Referencias.....	95
Anexos.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Arquitectura básica de una red ADSL.....	2
Figura 1.2: Arquitectura de una red ADSL con DSLAM.....	3
Figura 1.3: Canales ADSL.....	4
Figura 1.4: Transmisión de información en ATM.....	6
Figura 1.5: Convergencia de servicios.....	10
Figura 1.6: Modelos de capas de la arquitectura NGN.....	11
Figura 1.7: Protocolos de NGN.....	17
Figura 1.8: Porcentaje de abonados en telefonía fija.....	19
Figura 1.9: Red NGN de ETAPA EP.....	21
Figura 2.1: Red de servicios integrados.....	23
Figura 2.2: Gabinete ONU-F02AF y distribución en el mismo.....	27
Figura 2.3: Disposición de tarjetas en el módulo HABD.....	28
Figura 2.4: Disposición de tarjetas en el módulo HABE.....	29
Figura 2.5: Disposición de tarjetas en el módulo HABF.....	30
Figura 2.6: Armario activo modelo ONU-F01D500.....	33
Figura 2.7: Bastidor modelo ONU-F01D1000.....	34
Figura 2.8: Configuración del ONU-F01D1000 con dos bastidores de servicios.....	35
Figura 2.9: Configuración del ONU-F01D1000 con tres bastidores de servicios.....	35
Figura 3.1: Codificación de clientes según ETAPA EP.....	44
Figura 3.2: Distritos de la red de ETAPA EP.....	45
Figura 3.3: Área de los distritos escogidos para el sector piloto.....	46
Figura 3.4: Visualización de manzanas en el sector piloto.....	46
Figura 3.5: Plano del sector piloto.....	47
Figura 3.6: Clientes de telefonía de ETAPA EP 2006-2013.....	50
Figura 3.7: Estimación de crecimiento telefónico dentro de 5 años con función.....	51
Figura 3.8: Proyección a 5 años de clientes de telefonía fija.....	52
Figura 3.9: Conexiones de banda ancha en Cuenca periodo 2005-2013.....	53
Figura 3.10: Proyección a 5 años de clientes de banda ancha.....	55
Figura 3.11: Comparación entre costos de implementación de cobre y fibra óptica.	67

Figura 4.1: Cámara ubicada al costado del bloque de cemento.....	70
Figura 4.2: Dimensiones para agujeros en la instalación del gabinete.....	71
Figura 4.3: Posicionamiento del armario en el pedestal con una grúa.....	72
Figura 4.4: Fijación del armario.....	73
Figura 4.5: Caja metálica para medidor de energía eléctrica ubicado sobre poste....	74
Figura 4.6: Tubo galvanizado de 2" de diámetro.....	75
Figura 4.7: Puerta enrollable tipo lanfor y protección de hierro.....	77
Figura 4.8: Placa de cobre perforada.....	78
Figura 4.9: Caja metálica para medidor de energía empotrada en la pared.....	79
Figura 4.10: Distancias máximas establecidas por los fabricantes.....	80
Figura 4.11: Medidas de cámara telefónica.....	83
Figura 4.12: Cámara telefónica con y sin tapa.....	83
Figura 4.13: Conexión para realizar el mantenimiento.....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Comparación de tecnologías xDSL.....	8
Tabla 1.2: Siglas correspondientes a los elementos NGN.....	12
Tabla 1.3: Empresas que ofrecen servicio de telefonía fija en Ecuador.....	19
Tabla 1.4: Porcentaje de penetración de la operadora ETAPA EP.....	20
Tabla 2.1: Tipos de gabinetes.....	25
Tabla 2.2: Sistema de suministro de energía para el UA5000.....	31
Tabla 2.3: Unidad de control de temperatura del UA5000.....	31
Tabla 2.4: Unidad de distribución del cable del UA5000.....	32
Tabla 2.5: Configuración de la unidad de transmisión en la oficina central y remota.....	32
Tabla 3.1: Calibre de cables.....	40
Tabla 3.2: Bucle de abonado promedio para servicio telefónico.....	41
Tabla 3.3: Datos de los distritos del sector piloto.....	49
Tabla 3.4: Proyección de clientes de telefonía fija para el sector piloto.....	52
Tabla 3.5: Proyección de la demanda mediante el modelo de Bass.....	55
Tabla 3.6: Proyección de clientes de banda ancha para el sector piloto.....	56
Tabla 3.7: Tabla de selección de equipos según el número de abonados.....	56
Tabla 3.8: Conexiones de banda ancha de ETAPA EP (período Mayo 2014).....	60
Tabla 3.9: Capacidad necesaria para nodo en análisis.....	61
Tabla 3.10: Costo de E1 necesarios.....	61
Tabla 3.11: Valores obtenidos en la proyección.....	64
Tabla 4.1: Protocolos para tarjetas IPMD.....	86
Tabla 4.2.1 Protocolo para tarjetas PVMD.....	87
Tabla 4.2.2 Protocolo para tarjetas PVMD.....	88
Tabla 4.3: Ejecución de protocolos para IPMD.....	89
Tabla 4.4: Ejecución de protocolos para PVMD.....	90

# CAPÍTULO I

## CONCEPTOS GENERALES

### 1.1 Tecnologías de alta velocidad

Hasta hace algunos años, pocos se imaginaban que las redes de telefonía tradicional pudieran ser usadas con propósitos diferentes de aquellos para los cuales fueron creadas.

Es así como casi resulta sorprendente comprobar, que luego de más de un siglo de invención del teléfono, los cables de cobre convencionales que se percibían hasta hace poco como obsoletos, han adquirido un gran valor gracias a una nueva tecnología que potencia sus funciones.

#### 1.1.1 ADSL

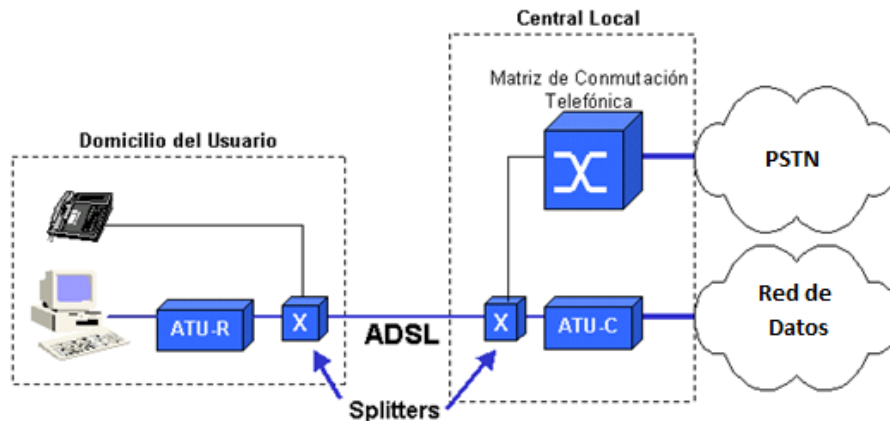
ADSL son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line o Línea de Suscriptor Digital Asimétrica, es un tipo de tecnología basada en DSL. El objetivo principal es brindar acceso de alta velocidad a internet mediante el par trenzado de cobre que da servicio telefónico a los hogares.

DSL son las siglas de Digital Subscriber Line, es el término utilizado para referirse al grupo de tecnologías de Alta Velocidad que en común usan el par de cobre telefónico para brindar servicios de internet.

La diferencia fundamental entre tecnologías xDSL es que la velocidad de bajada o conocida con el nombre de (Downstream) y la de subida también llamada (Upstream) no son simétricas, por tal razón se conoce como ADSL, siendo la A inicial la que identifica que la tecnología es Asimétrica en donde la velocidad de Bajada es mayor que la velocidad de Subida.

### 1.1.1.1 Arquitectura

La arquitectura de una red ADSL está formada por la central telefónica local y otra en el lado del cliente como se puede ver en la figura 1.1



**Figura 1.1** Arquitectura Básica de una red ADSL. [9]

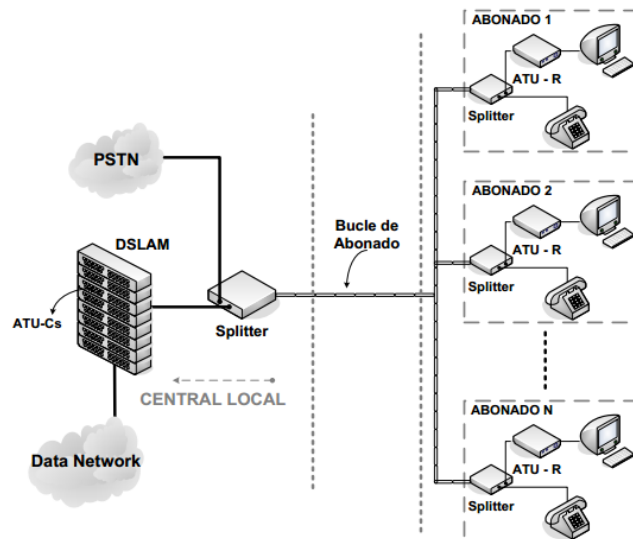
En la figura anterior se puede apreciar los siguientes dispositivos:

- **ATU-R** (ADSL Transceiver Unit-Remoter) “Convertidor ADSL de la Unidad Remota”.- Este dispositivo se ubica a lado del abonado para brindar el servicio ADSL, por lo general el este es un equipo que permite además de la recepción del servicio, centralizar la conexión de la red por parte del cliente permitiendo conexiones Ethernet e Inalámbrica.
- **SPLITTER** Dispositivo de Filtrado Centralizado.- Este dispositivo cumple la función de separar las dos señales que van por la línea de transmisión. El Splitter está formado por un filtro pasa alto que separa la señal de los datos, y un filtro pasa bajos que separa la señal de telefonía convencional.
- **ATU-C** (ADSL Transceiver Unit-Central) “Convertidor ADSL de la Unidad Central”.- Este dispositivo se ubica en las centrales telefónicas, por lo general como tarjetas de circuito.

- **PSTN (Public Switching Telephone Network)** “Red Telefónica Conmutada Pública”

En la figura 1.1 se puede apreciar entonces que los módems ATU-R y ATU-C se encuentran comunicados a través de los Splitters y del cable de cobre telefónico, el que también es conocido como el bucle de abonado. El ATU-C será el encargado de proporcionar todo lo que tenga que ver con los datos, mientras que la PSTN dará el servicio telefónico convencional. Cabe mencionar que en el lado de la central telefónica no solo se tendrá un modem ATU-C si no varios, los mismos que darán el servicio de datos a todos los abonados que se encuentren suscritos.

Ante el inconveniente de tener una gran cantidad de módems ATU-C, surgió el DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Varios modem's ATU-C toman forma de tarjetas de circuito montadas en el armario DSLAM, y de esta forma se puede dar servicio a todos los abonados conectados a la central, concentrando todo el tráfico y enviándolo hacia Internet. En la Figura 1.2 se muestra la arquitectura de una red ADSL con DSLAM.



**Figura 1.2** Arquitectura de una red ADSL con DSLAM. [9]



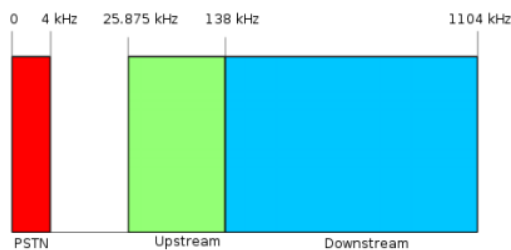
### 1.1.1.2 Funcionamiento del ADSL

La tecnología ADSL utiliza el par trenzado de cobre que llega a las casas para brindar servicios de alta velocidad. Este par trenzado de cobre o también conocidos como hilos de cobre son capaces de manejar un amplio rango de frecuencias, siendo las tecnologías DSL las que aprovechan esta capacidad ya que para la transmisión de la voz se utiliza una modulación con un rango que va desde los 300Hz hasta los 3,4KHz dejando libre el resto de frecuencias.

La tecnología ADSL trabaja en rangos de modulación superiores que van desde los 24KHz hasta los 1104KHz, esto significa que ambos servicios pueden estar activos al mismo instante sin interferirse entre ellos ya que trabajan en rangos distintos de frecuencia.

Con ADSL se crean tres canales de información:

- Un canal para descarga de datos (Downstream)
- Un canal para subida de datos (Upstream)
- Un canal telefónico



**Figura 1.3** Canales ADSL. [9]

En la figura 1.3 se puede apreciar, los rangos de frecuencia utilizadas en la tecnología ADSL, donde el área roja es la utilizada para la telefonía convencional, el área verde para la subida de datos desde el cliente hacia Internet y la parte azul es para la descarga de datos.

### **1.1.1.3 DSLAM**

Como se había visto con anterioridad, una red ADSL necesita una pareja de módems por cada usuario: uno en el domicilio del usuario final denominado ATU-R y otro en la central telefónica denominado ATU-C. Esto generaría un inconveniente en cuestiones de espacio ya que una central telefónica cuenta con una gran cantidad de clientes.

Ante esta problemática surgió el DSLAM, que es un equipo que está integrado por un gran número de tarjetas, cada una de las cuales consta de varios módems ATU-C, y que además concentra el tráfico de todos los enlaces ADSL hacia una red WAN.

Por tal motivo el DSLAM es un factor fundamental que ha hecho posible el despliegue masivo de la tecnología ADSL.

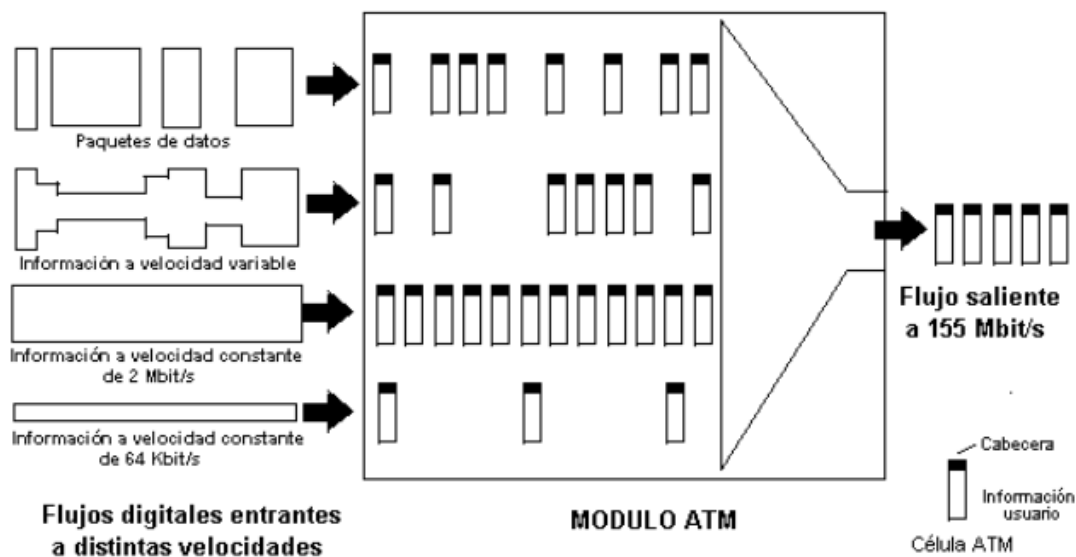
Pero para lograr obtener el máximo rendimiento que esta tecnología proporciona, las redes de comunicaciones de banda ancha utilizan ATM (Asynchronous Transfer Mode) para la comunicación.

### **1.1.1.4 ATM**

ATM (Asynchronous Transfer Mode) o Modo de Transferencia Asíncrona es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones. La tecnología ATM tiene una arquitectura basada en la conmutación de celdas que utiliza la multiplexación por división en el tiempo asíncrona.

Con esta tecnología, a fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, ya sean estos por cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, si no en forma de cortos paquetes denominados celdas ATM de longitud constante con un tamaño de 53bytes y

que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados circuitos virtuales, como se puede ver en la figura 1.4.



**Figura 1.4** Transmisión de información en ATM. [4]

Si en ADSL se utiliza ATM como protocolo de enlace, se pueden definir varios circuitos virtuales permanentes sobre el enlace entre el ATU-R y el ATU-C. De este modo, sobre un enlace físico se pueden definir múltiples conexiones lógicas cada una de ellas dedicadas a un servicio diferente, es por ello que ATM aumenta la potencialidad de este tipo de acceso, al añadir flexibilidad para múltiples servicios a un gran ancho de banda.

Otra ventaja de usar ATM sobre ADSL, es el hecho de que en ATM se maneja diferentes capacidades de transferencia, con distintos parámetros de calidad para cada circuito. De este modo además de definir múltiples circuitos sobre el enlace ADSL, se puede dar un tratamiento diferenciado a cada una de las conexiones, lo que permite brindar mayor prioridad a un determinado servicio.

### **1.1.1.5 Evolución de ADSL**

#### **1.1.1.5.1 ADSL2**

Es una tecnología preparada para ofrecer tasas de transferencia mayores al ADSL convencional, utilizando la misma infraestructura, con equipos terminales que permitan el nuevo ancho de banda, además este estándar contempla una serie de implementaciones que mejoran la supervisión de la conexión y la calidad del servicio (QoS<sup>1</sup>).

ADSL2 ha logrado proveer una mayor tasa de transferencia haciendo uso de mecanismos factibles frente a las atenuaciones y fenómenos de diafonía presentes en los pares de cobre del tendido telefónico. Estos mecanismos son una serie de algoritmos de tratamiento de la señal, donde mejora la eficiencia de modulación/codificación, optimizando así la calidad de la señal y aumentando la cantidad de información que se puede recibir por el medio analógico.

El sistema ADSL2 contempla una mejora en los equipos encargados de proveer el servicio, añadiendo una serie de facilidades que permiten realizar diagnósticos durante la fase de instalación, uso o mejora del servicio. Estas mejoras permiten poder medir la potencia de la señal de ruido en la línea, la relación señal/ruido (SNR) y la atenuación del bucle. Con este tipo de monitorización se previene funcionamientos poco óptimos, además se brinda la posibilidad de evaluar si a un terminal se le pueden ofrecer mayores tasas de transferencia y evaluar el estado de la infraestructura.

Con ADSL2 podemos llegar a tener tasas máximas de subida de 1Mbps y de bajada máxima de hasta 12Mbps, y es capaz de dar cobertura a bucles de abonado más largo que ADSL.

---

<sup>1</sup> Equivalente a Quality of service o Calidad de servicio.

### 1.1.1.5.2 ADSL2+

Esta es una variación de las otras tecnologías, su característica es que utiliza la parte más alta del espectro, mejorando de esta manera la tasa de transmisión de datos obteniendo una velocidad teórica de hasta 24Mbps de Downstream, con el inconveniente de que el ruido le afecta de una manera mucho más notable, esto se debe por el rango de frecuencias en el que trabaja. De esta manera se puede decir que la tasa real en condiciones favorables, es decir que el usuario este a menos de tres kilómetros de distancia a la central y que el cableado y estado del cobre sea bueno se conseguiría una tasa de transmisión de datos de 6Mbps.

### 1.1.1.5.3 VDSL

También conocido con las siglas VHDSL cuyo significado es Very High bit-rate Digital Subscriber Line, se trata de una tecnología perteneciente a la familia de las tecnologías DSL.

Es una variación de la tecnología ADSL, llegando a tasas de transmisión de datos teóricas de hasta 52Mbps de descarga y 12Mbps de subida, estos valores son en teoría, considerando que la resistencia de los pares de cobre es cero, y la distancia a la central telefónica es nula.

A continuación se muestra un cuadro comparativo de las tecnologías antes vistas.

	<b>ADSL</b>	<b>ADSL2</b>	<b>ADSL2+</b>	<b>VDSL</b>
Velocidad de Downstream	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps	52Mbps
Velocidad de Upstream	1 Mbps	1 Mbps	1 Mbps	16 Mbps
Distancia	2 Km	3 Km	3 Km	1 Km
Corrección de Errores	No	Si	Si	Si

**Tabla 1.1** Comparación de tecnologías xDSL [9]

### **1.1.1.6 Ventajas y Desventajas de ADSL<sup>2</sup>**

#### **1.1.1.6.1 Ventajas**

Mediante la separación de frecuencias, esta tecnología brinda una conexión de banda ancha, utilizando el mismo recorrido de pares de cobre existentes.

Puede brindar el servicio tanto de voz, como de datos a la vez sin que ninguno de estos se vea afectado, como era antes por el dial-up.

Tiene una conexión permanente, se paga una tarifa independientemente del número de horas que se encuentre conectado.

#### **1.1.1.6.2 Desventajas**

ADSL al igual que todas las tecnologías xDSL, es aplicable a distancias determinadas, si las operadoras requieren satisfacer a clientes que se encuentren muy alejados de la central, se debe instalar repetidores digitales, para disminuir el bucle de abonado incrementado por estos el costo para la operadora.

Las tasas de transmisión son asimétricas, por lo que es más utilizado para descarga de datos y visualización de páginas web.

Cuentan con una velocidad limitada por la red de cobre existente.

### **1.2 Redes de nueva generación**

Las redes de nueva generación (*Next Generation Networks NGN*) han sido definidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) como:

---

<sup>2</sup> Información entregada por la Ing. Eléct. Mónica Carpio Becerra, MgT funcionaria de Etapa EP.

“Red basada en paquetes que puede proveer servicios de telecomunicaciones y que puede hacer uso de múltiples tecnologías de transporte de banda ancha con calidad de servicio, en la cual, las funciones relativas al servicio son independientes de las tecnologías subyacentes relativas al transporte. Que permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios de su elección, y que soporta movilidad generalizada que permite la provisión coherente y ubicua<sup>3</sup> de servicios a los usuarios.”<sup>4</sup>

En conclusión las redes de nueva generación se podrían definir como una red convergente capaz de soportar servicios de voz, datos y video como se observa en la figura 1.5.



**Figura 1.5** Convergencia de Servicios. [2]

### 1.2.1 Características Fundamentales de las NGN

Ya que las NGN's son una red de convergencia de servicios se debe establecer parámetros para el diseño, de forma que garantice la prestación de servicios actuales, así como lo que se implementará en lo posterior. Por lo tanto se debe tener en cuenta las siguientes características:

\* La convergencia de los servicios de voz, videos y datos se hará sobre la misma infraestructura de red.

\* Dispondrá de interfaces abiertas y protocolos estándares.

<sup>3</sup> Que está presente a un mismo tiempo en todas partes.

<sup>4</sup> Definición tomada de <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/ngn/Pages/definition.aspx>

\* La conmutación de paquetes utilizará protocolos IPv4<sup>5</sup>/ IPv6<sup>6</sup>, con soporte MPLS<sup>7</sup> (Multiprotocol Label Switch).

\* La calidad de servicio, para el caso de los servicios de voz deberá tener niveles de calidad de la red tradicional.

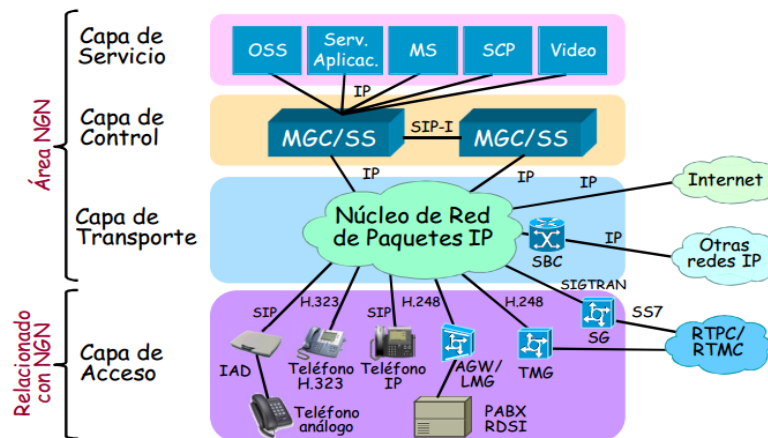
\* La red deberá ser capaz de manejar una variedad de tráfico, desde transferencia de archivos sencillos hasta contenido multimedia.

\* Soportar acceso alámbrico e inalámbrico con más ancho de banda del que se dispone actualmente.

\* Dispondrá de escalabilidad, fiabilidad, disponibilidad y seguridad.

## 1.2.2 Arquitectura de las NGN

La arquitectura general de una red NGN está compuesta principalmente por cuatro capas o niveles, en la figura 1.6 se muestra como están dispuestas.



**Figura 1.6** Modelo de Capas de la Arquitectura NGN. [1]

<sup>5</sup> Versión 4 del protocolo IP (Internet Protocol). Es el estándar actual de internet para identificar a dispositivos conectados a esta red.

<sup>6</sup> Versión 6 del protocolo IP, está diseñada para reemplazar a IPV4

<sup>7</sup> Siglas de Multiprotocol Label Switching o Conmutación multiprotocolo mediante etiquetas.



Donde tenemos que:

OSS	Operations Support System
Serv. Aplicac.	Servidor de Aplicaciones
MS	Media Server
SCP	Service Control Point
MGC	Media Gateway Controller
SS	SoftSwitch
SBC	Session Border Controller
SG	Signaling Gateway
TMG	Trunk Media Gateway
AGW	Access Gateway
LMG	Line Media Gateway
IAD	Integrated Access Device

**Tabla 1.2** Siglas correspondientes a los elementos NGN. [1]

### 1.2.2.1 Capa de Acceso

Esta capa se encuentra constituida por las diversas tecnologías de acceso empleadas hoy en día para llegar hasta el usuario final.

Todas estas tecnologías de acceso tienen el fin de proveer mayor capacidad de transmisión; actualmente las tecnologías fijas como xDSL o tecnologías inalámbricas están entre las soluciones más comunes.

Al extremo de esta capa se encuentran los Access Media Gateway o Pasarelas de Medio, cuya función es adaptar el tráfico del cliente y del control a la tecnología NGN, estas pasarelas de medio se interconectan con otras redes llamándose así pasarelas de red o directamente con los equipos del usuario final denominándose también Access Gateway AGW o pasarelas de acceso, siempre en el lado del usuario final deberá existir un equipo

para la adaptación entre la red de la empresa proveedora de los servicios y la red del cliente.

#### **1.2.2.2 Capa de Transporte**

En la capa de transporte se ubican las tecnologías de red que se encargan de las tareas de conmutación, enrutamiento y transmisión de los paquetes desde un extremo de la capa hasta el otro. Estas tecnologías ofrecen una gran flexibilidad pudiendo encontrarse con ATM, IP o MPLS, y su elección dependerá de las consideraciones comerciales, pero la transparencia y la calidad del servicio (QoS) deberán ser garantizadas ya que el tráfico de los clientes no debe ser afectado por perturbaciones de la calidad, tales como demoras, fluctuaciones o ecos.

#### **1.2.2.3 Capa de Control**

Esta capa consiste en la infraestructura intermedia que provee la comunicación entre las capas de servicio y capas de transporte.

Controla la gestión de llamadas, y comprende los equipos que manejan la señalización (SG, Signaling Gateway) y el procesamiento de llamadas (MGC, Media Gateway Controller) al MGC también se lo conoce con el nombre de Softswitch, Servidor de Llamadas o Agente de Llamadas.

#### **1.2.2.4 Capa de Servicio**

Es la responsable del OSS/BSS (Operations/Business Support Systems), se prestaran servicios mejorados a los usuarios con la ayuda de Servidores de Aplicaciones.

Se puede introducir cualquier servicio en cualquier momento con la ayuda del servidor, muy independientemente es decir sin modificar el control, el transporte o el acceso.

Esta capa es además la encargada de abaratar los costos de explotar las NGN, ya que provee funciones de gestión de los servicios de la red, además proporciona supervisión, recuperación de fallas, configuración, análisis de desempeño para un manejo eficiente de la red.

#### **1.2.2.5 Capa de Gestión**

Esta capa se extiende sobre todas las otras capas, integrando todos los equipos de gestión.

### **1.2.3 Servicios Soportados por las NGN**

Como se mencionó antes las redes de nueva generación NGN's son una plataforma que provee multiservicios, es decir converge los servicios de voz, datos y video para los usuarios finales.

#### **1.2.3.1 Servicio de Voz**

En la telefonía para el manejo y transporte de voz, la arquitectura que mayor evolución ha tenido, es la red basada en IP por su escalabilidad, flexibilidad y prestaciones. Siendo VoIp<sup>8</sup> la tecnología más ampliamente usada, ya que al integrarse con la PSTN<sup>9</sup>, da el primer paso de convergencia hacía la NGN.

#### **1.2.3.2 Servicio de Datos**

Otro de los servicios que integra las NGN's es el de datos; al hablar de estos nos centramos concretamente en Internet, debido a que la mayoría de empresas que brindan este servicio utilizan actualmente par trenzado de cobre, la tecnología que se adapta más fácilmente a este medio es la xDSL.

---

<sup>8</sup> Voz sobre protocolo de Internet.

<sup>9</sup> Public Switched Telephone Network o Red telefónica publica conmutada.

### 1.2.3.3 Servicio de Video

El servicio de video que está en estudio para entregar a los usuarios finales usando el protocolo IP es IPTV<sup>10</sup>, siendo este un contenido televisivo que en lugar de ser transmitido por repetidoras de televisión o compañías de televisión por cable, es transmitido al cliente a través de paquetes IP, sobre NGN.

### 1.2.4 Protocolos Usados en Redes de Nueva Generación NGN

Las NGN tienen que trabajar entre las capas antes descritas, pero para que este trabajo se pueda llevar a cabo de una manera ordenada es necesario que se establezcan protocolos para su eficiente operación.

Se tiene entre los principales.

\* Protocolos de Control de Gateways:

**H.248:** También conocido como MEGACO, es un protocolo estándar definido por la UIT-T<sup>11</sup> para la gestión de sesiones y señalización.

**MGCP:** Media Gateway Control Protocol o protocolo de control de puerta de enlace al medio proporciona un control centralizado de las comunicaciones y servicios multimedia a través de redes basadas en IP.

**SIP:** Session Initiation Protocol, es un estándar emergente para establecer, enrutar y modificar sesiones de comunicaciones a través de redes IP.

---

<sup>10</sup> Internet Protocol Televisión o televisión sobre el protocolo de internet.

<sup>11</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**H.323:** Es el estándar creada por la UIT, que se compone por un protocolo muy complejo y extenso, el cual además de incluir voz sobre IP, ofrece especificaciones para video conferencias y aplicaciones en tiempo real.

\* Protocolos de Señalización del Servicio de Acceso: **SIP, H.323**

\* Protocolos de Señalización del Servicio de Red: **SIP,**

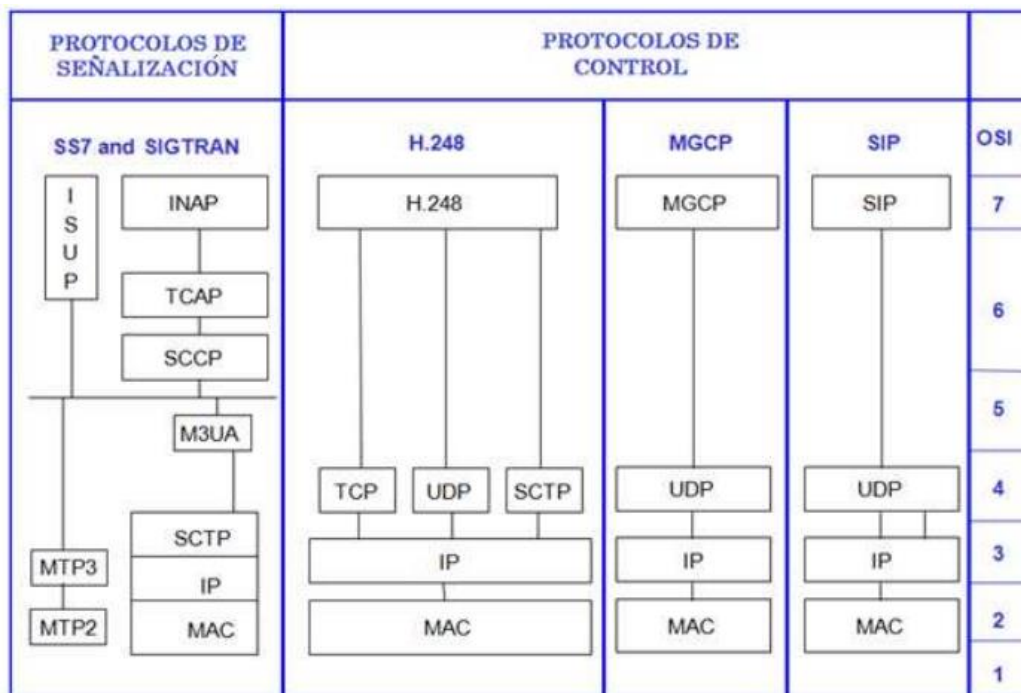
**BICC:** Bearer Independent Call Control, protocolo formulado para las comunicaciones entre centrales telefónicas es conocido como protocolo de control de llamada de portador independiente.

**SIGTRAN:** De Signalling Transport como su nombre lo indica transporta la señalización en tiempo real sobre redes IP. De igual modo transporta mensajes SS7 sobre IP.

**SCTP:** Stream Control Transmission Protocol, protocolo de transporte sobre IP

\* Protocolos de Gestión:

**SNMP:** Simple Network Management Protocol, protocolo que facilita el intercambio de información de gestión entre dispositivos de una red.



**Figura 1.7** Protocolos de NGN. [5]

## 1.2 Nodos activos

El futuro de las telecomunicaciones se centra en la convergencia de servicios, es decir combinar tanto la telefonía, la televisión y los datos en un solo medio y poder entregarle al usuario final. Es por esto que las empresas se ven obligadas a mejorar sus redes con el claro objetivo de brindar este servicio al que también se le conoce con el nombre de Triple Play.

Para llegar a un abonado con el servicio descrito, se necesita tasas de transmisión de datos bastante altas, siendo este el principal problema con el que se encuentran las empresas ya que típicamente sus redes son de par trenzado de cobre y estas redes por su arquitectura y materiales empleados dificultan el paso de datos a una alta frecuencia.

Ante esta problemática se ha visto la necesidad de instalar Nodos Activos que es un componente clave para lograr distribuir el servicio en cuestión a una parte de la población, ya que en el mismo se colocaran los equipos y plataformas que realizaran la

reconstrucción y amplificación de la señal proveniente desde la central telefónica y se la llevará hasta el usuario final.

Con la ayuda de los Nodos Activos se logrará disminuir el bucle de abonado existente en la actualidad y así de esta manera lograr llegar hacia el usuario final con tasas de transmisión muy elevadas logrando un gigantesco salto de las tecnologías ADSL y VDSL.

La ubicación de estos Nodos Activos debe estar acorde a la demanda de usuarios; ya que se debe satisfacer a los clientes actuales, como realizar una proyección a futuro. Los mismos pueden estar ubicados en diferentes lugares, ya sea en la calle, locales, edificios y darían servicio dentro de una área de cobertura.

De este modo se tendría que los pares de cobre que vienen desde el usuario final llegarían hasta los Nodos Activos y la conexión desde los Nodos Activos con la central sería doble ya que a más de llevar los pares de cobre, se llevaría una conexión de fibra óptica. Los pares de cobre se utilizarían para los servicios de telefonía tradicional es decir los usuarios que no se encuentren suscritos a un plan de tecnologías xDSL, mientras que la fibra óptica se conectara con el DSLAM de cada Nodo Activo y por lo tanto se usara para los abonados VDSL brindando así servicios de alta velocidad.

#### **1.4 Nodos activos en el Ecuador**

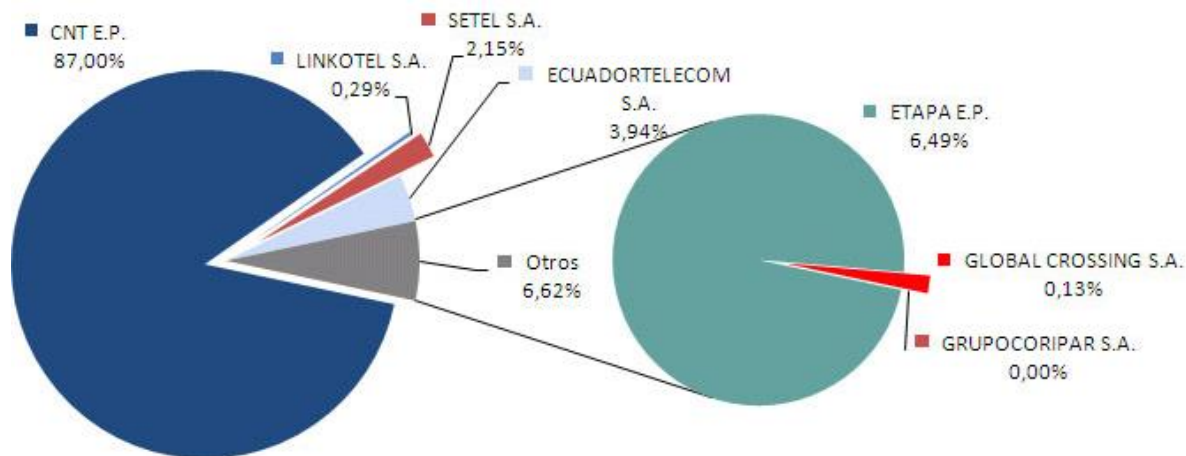
En Ecuador las empresas que se dedican a la prestación de servicios en cuanto a telefonía fija se refiere, tienen la necesidad de instalar nodos activos para que de esta manera la señal proveniente desde las centrales telefónicas pueda ser reconstruida y que llegue a abarcar a todos los usuarios disponibles en un sector.

Según un informe presentado por la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador “SUPERTEL” las empresas que se dedican a la prestación de servicios de telefonía fija son:

CONSESIONARIO	ÁREA DE CONCESIÓN
<b>Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP</b>	Nacional
<b>ECUADORTELECOM S.A.</b>	Nacional
<b>SETEL S.A.</b>	Nacional
<b>LINKOTEL S.A.</b>	Guayas, Manta
<b>ETAPA E.P.</b>	Nacional
<b>GLOBAL CROSSING</b>	Pichincha
<b>COMUNICACIONES ECUADOR S.A.</b>	
<b>GRUPOCORIPAR S.A.</b>	Pichincha

**Tabla 1.3** Empresas que ofrecen servicio de telefonía fija en Ecuador [14]

El número de abonados de telefonía fija hasta enero de 2013 es de 2296056 dividiéndose los porcentajes entre las empresas, como sigue:



**Figura 1.8** Porcentaje de abonados en telefonía fija. [15]

Con estos datos se puede apreciar que las empresas con mayor número de abonados son la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. Y ETAPA E.P.



Se puede entonces obtener como resultado que las empresas que más abonados tienen, adquieren la responsabilidad para con sus clientes de implementar nodos activos para poder cumplir con las necesidades de cada uno de ellos.

Es por eso que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones cuenta con este tipo de infraestructura y la red de etapa se encuentra implementando la misma.

#### 1.4.1 Penetración de servicio por parte de ETAPA EP.

Como observamos en la figura 1.8, el mayor prestador de telefonía fija es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, pero ahora vamos a realizar una comparación en cuanto al porcentaje de penetración en el mercado por parte de ETAPA EP.

nov-13	ETAPA EP								
AREA DE COBERTURA	Líneas principales				Líneas en Conmutación	Centrales / Nodos / BSC	Población *	Densidad Telefónica por Operadora	Digitalización
	Abonados	Servicio	Teléfonos Públicos	Total					
AZUAY(CUE)	150.237	1.039	599	151.875	185.120	129	548.724	27,68%	100,00%
GUAYAS	447	0	0	447	1.868	1	3.958.374	0,01%	100,00%
EL ORO	15	0	0	15	120	1	652.611	0,00%	100,00%
PICHINCHA	99	0	0	99	606	1	2.830.663	0,00%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>150.798</b>	<b>1.039</b>	<b>599</b>	<b>152.436</b>	<b>187.714</b>	<b>132</b>	<b>7.990.372</b>	<b>1,91%</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 1.4** Porcentaje de penetración de la operadora ETAPA EP[14].

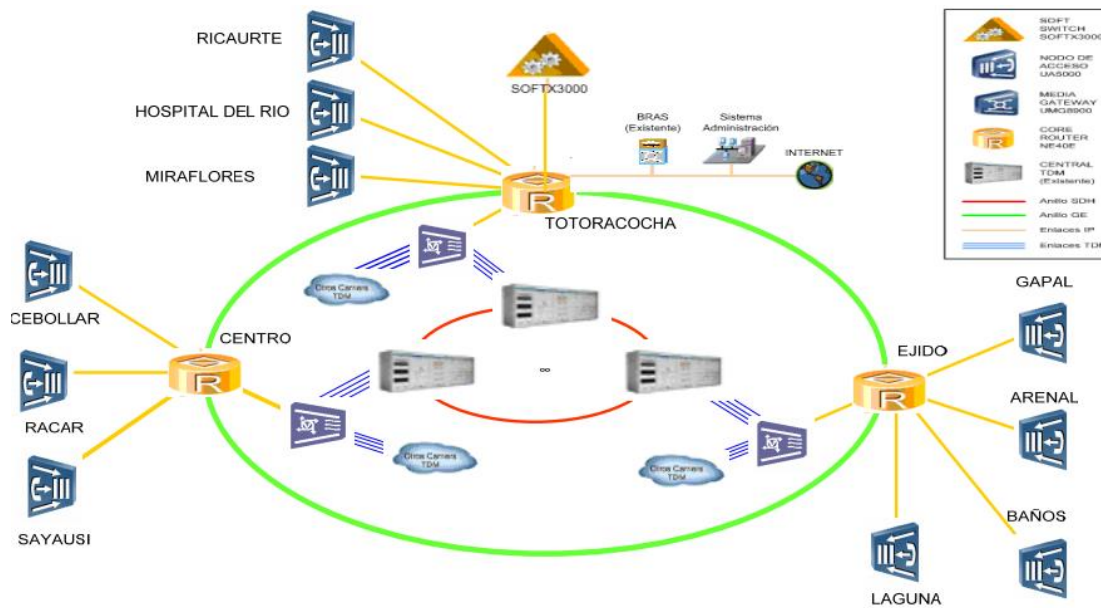
#### 1.4.2 Red NGN de ETAPA E.P.

La red NGN de Etapa E.P. se encuentra distribuida según la siguiente topología, la misma que fue encontrada en el informe a la Contraloría General del Estado.

La topología se encuentra conformada por:

- Un Softswitch softX3000 ubicado en la central de Totoracochoa.
- Tres Core Router NE40E ubicados en las centrales Totoracochoa, Centro y Ejido.

- Tres Media Gateway UMG8900 ubicados en las centrales de Totoracocho, Centro y Ejido.
- Trece Nodos Activos Media Gateway UA5000 ubicados estratégicamente en la ciudad, incluyendo las centrales de Totoracocho, Centro y Ejido.



**Figura 1.9** Red NGN de ETAPA EP. [13]

De esto se puede apreciar, que los nodos activos son los que se encuentran distribuidos alrededor de la ciudad de Cuenca, y cada uno de estos cuenta con un sistema de energía, distribuidores MDF, ODF, o DDF para las centrales, distribuidores MDF para los nodos activos, y Racks para la colocación de los equipos.

## **CAPITULO II**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A IMPLEMENTARSE**

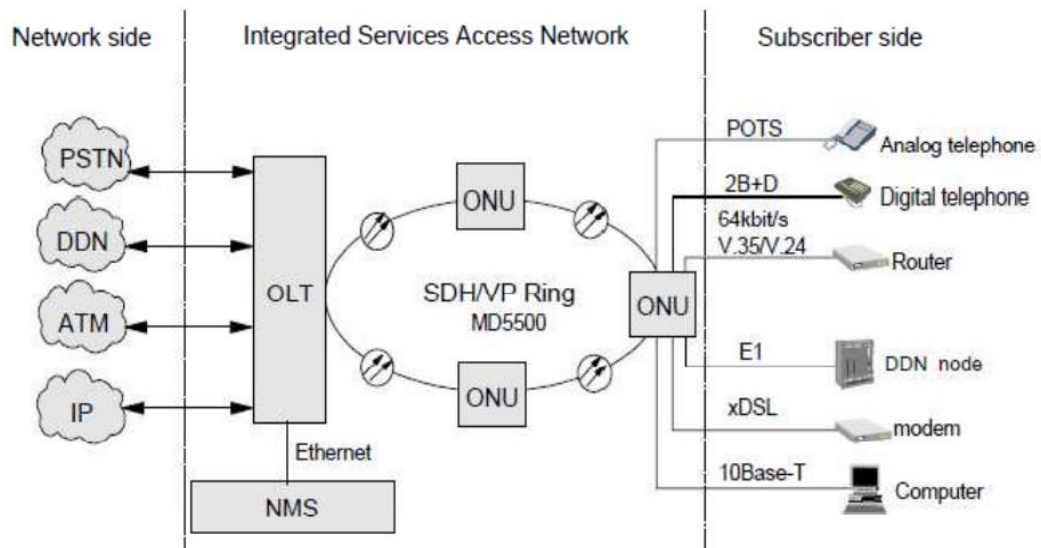
Las especificaciones técnicas constituyen el aspecto fundamental de caracterización y conocimiento integral de los nodos a emplazarse, al igual que su utilidad, beneficios, reducción de costos, tiempo, lo que significa familiarizarnos con un nuevo sistema de interconexión para brindar un mejor servicio a los abonados.

Previo a un análisis de posibles soluciones para cumplir con los requerimientos de la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA E.P. y ante una creciente demanda de servicios de telecomunicaciones, Huawei Technologies ofrece una red de acceso llamada HONET UA5000 (Universal Access Unit) que proporciona servicios integrados de alta velocidad y calidad.

#### **2.1 Descripción de la solución Huawei HONET UA5000**

Huawei Technologies se esfuerza cada día por ser el líder en cuanto a solución en redes de acceso, esta vez el equipo de acceso multiservicio HONET UA5000 integra servicios tradicionales de voz como VoIP, línea privada, PBX (Private Branch Exchange), video y multimedia para abonados, mientras que ofrece una gran variedad de conexiones gracias a sus puertos de red GE, FE, E1, GPON y EPON.

Otro punto a favor del HONET UA5000 es que mantiene todos los servicios comúnmente usados como son TDM, POTS, RSDI, BRA/PRA, E1, es decir no existirá la necesidad de que los abonados cambien sus dispositivos de conexión a ésta red de acceso multiservicio, ya que se integrará con la existente.



**Figura 2.1:** Red de servicios integrados

La solución provista por Huawei Technologies contempla la instalación de nodos internos o externos de acuerdo al lugar en el cual se va a intervenir y a la demanda que exista en la zona, para el efecto se utilizará el equipo UA5000, mismo que soluciona los problemas existentes en la red actual de cobre, ya que serán colocados en lugares estratégicos para brindar servicios de alta velocidad reduciendo el bucle de abonado, siendo inferior a 1km, lo que asegura la calidad de servicio.

### 2.1.1 Características del UA5000

#### ➤ Evolución

El UA5000 de Huawei se ajusta a las redes PSTN, NGN e IMS, todo esto gracias a que trabaja con protocolos V5 y H.248 para lograr una convergencia con los servicios tradicionales.

### ➤ **Banda ancha de alta velocidad**

El UA5000 de Huawei soporta las tecnologías ADSL2+ y VDSL2 para llegar al abonado con una velocidad de transmisión máxima de 100Mbits/seg.

También trabaja con protocolos de gestión de grupos de Internet (IGMPv2 y v3) para brindar servicios MVLAN e IPTV cuya demanda crece día tras día con el avance de la tecnología.

### ➤ **Ahorro de energía**

Todos los equipos tienen un diseño optimizado y sus componentes son de bajo consumo, lo que permite ahorrar entre un 10% a 20% de energía en comparación a soluciones similares de otros proveedores, así mismo su tecnología inteligente logra que ciertos valores se reduzcan en consumo de energía hasta en un 50% como son alarmas, equipos de enfriamiento como ventiladores o intercambiadores de calor.

### ➤ **Instalación flexible**

La instalación es rápida y existen varios tipos de gabinetes para el efecto, lo que hace que se tenga una instalación flexible ya que permite adaptarse al tipo de entorno en el cual se deba trabajar. En la sección 2.2 se hace un análisis de los gabinetes.

### ➤ **Componentes**

- 320 Pots
- 16 puertos ADSL
- Baterías cuya duración es de 8 horas
- Equipos de transmisión de 16E1s y dos puertos SMT1
- Aire Acondicionado
- Tierra a 10 ohmios

- Materiales de Instalación DDF y ODF

## 2.2 Frames o Bastidores

La estructura física, es decir el lugar en el cual serán emplazadas estas redes de convergencia de servicios se clasifican de acuerdo a dos parámetros principalmente, mismos que podemos observar en la tabla 2.1

- De acuerdo al ambiente: series Indoor y series Outdoor
- De acuerdo al modo de mantenimiento: de acceso frontal y de acceso posterior

TIPO	Series Indoor	Series Outdoor
Acceso frontal	F01AF, F02AF, 60A	F01D100, F01D200, F01D500, F01D600, F01D1000
Acceso posterior	512A, 1000A, F01A, F02A	

**Tabla 2.1** Tipos de Gabinetes [20]

Se debe tomar en cuenta que los gabinetes que la Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA E.P. emplazará en los distintos puntos ubicados en la ciudad de Cuenca, se escogieron en base a la demanda de cada sector, por ello para los nodos internos se escogió el armario F02AF cuya capacidad es de 3840 usuarios; así mismo para el caso de nodos externos se escogió dos opciones el ONU-F01D500 cuya capacidad es de 960 usuarios y el ONU-F01D1000 que maneja 1376 usuarios.

El estudio realizado se basará en estos gabinetes por ser los que se instalarán, siendo la única diferencia la capacidad y las dimensiones de los mismos con respecto a otros modelos anteriormente señalados.

### **2.2.1 Especificaciones técnicas de gabinetes series Indoor**

Para ambientes internos la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA E.P. deberá construir un cuarto de telecomunicaciones, mismo que deberá cumplir con ciertos parámetros para la óptima instalación y funcionamiento en cuanto a equipos se refiere, esto se detalla en el capítulo 4.

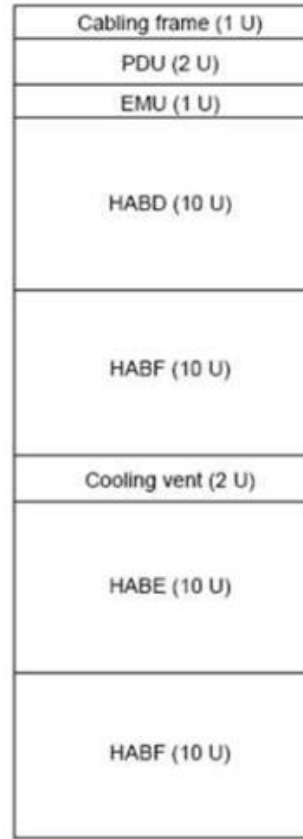
Los gabinetes series Indoor a utilizarse en todos los nuevos nodos para ambientes internos serán los ONU-F02AF que son de acceso frontal.

#### **2.2.1.1 Configuración del gabinete HUAWEI ONU-F02AF**

El gabinete ONU-F02AF es de tipo Indoor de acceso para mantenimiento frontal, elaborado en metal de gran calidad, las dimensiones del mismo son 600 mm de ancho x 600 mm de profundidad x 2200 mm de altura, con una capacidad para alojar a un máximo de 8 bastidores, La figura 2.2 muestra el gabinete ONU-F02AF y su distribución.



Gabinete F02AF



Distribución Gabinete F02AF

**Figura 2.2** Gabinete ONU-F02AF y distribución en el mismo. [20]

El gabinete F02AF está diseñado para la instalación en un ambiente interior y para satisfacer una gran demanda de usuarios logrando una convergencia de servicios (voz, datos y video).

### **2.2.1.2 Disposición de los bastidores de servicio**

Dependiendo del tipo de gabinete a emplearse se encuentran diferentes combinaciones para bastidores de servicio. En este caso el gabinete del ONU-F02AF incluye los siguientes módulos el HABD, HABE, y dos HABF, mismos que juntos tienen una capacidad para brindar servicio hasta 3840 abonados.



## I. Disposición del bastidor HABD

El bastidor HABD es el bastidor de acceso frontal del UA5000, con una altura de 10U<sup>12</sup> y es el núcleo de control del ONU-F02AF.

Dos tarjetas (PWX) se encargan de alimentar al UA5000, funcionan en modo de carga compartida y ayuda mutua, además dos tarjetas de banda angosta o banda ancha trabajan en el modo de respaldo en caliente.

El bastidor HABD ofrece 18 slots, entre los cuales, 12 son ranuras para tarjetas de línea. Las tarjetas de línea de banda angosta y de banda ancha se pueden mezclar.

Las tarjetas AIUB sólo se pueden instalar en las ranuras 6 y 7. La tarjeta de TSSB sólo se puede instalar en la ranura 17 y que soporta las pruebas de línea interna y de línea externa de abonado, además sirve para la como verificación de circuito de abonado, conexión y prueba.

La figura 2.3 nos muestra la disposición de tarjetas en el módulo HABD

FAN																	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
P	P	x	x	P	P	A	A										T
W	W	P	P	V	V	I	I										S
X	X	M	M	x	x	U	U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	S
		B	B	/	/	B	B	L	L	L	L	L	L	L	L	L	B
				R	R	/	/										/
				S	S	x	x										x
				U	U	S	S										S
				x	x	L	L										L
Cable routing area																	
Control & interconnect cable connecting area									Line card cable connecting area								

PVx: Narrowband control card (PVU8/PVU4/PVM)  
 RSUx: Remote subscriber unit (RSU8/RSU4)  
 PWX: Secondary power supply card  
 TSSB: Test card  
 xPMB: Broadband control card (APMB/IPMB)  
 xSL: Line card (ASL/ADMB/SDL...)

**Figura 2.3** Disposición de tarjetas en módulo HABD [20]

<sup>12</sup> 1U=44,45mm

## II. Disposición del bastidor HABE

El bastidor HABE es el bastidor esclavo de acceso frontal del UA5000, con una altura de 10 U.

El bastidor HABE funciona bajo el control del bastidor HABD, mismo que extiende su bus a la estructura HABE para la gestión. El bastidor HABE puede ser subtendido en el bastidor HABF.

El bastidor no tiene tarjeta de control. Las tarjetas de línea de banda angosta son controladas por la tarjeta de control de banda angosta en el bastidor HABD.

El bastidor HABE ofrece 18 slots, entre los cuales, 14 son ranuras para tarjetas de línea. Sólo las de banda angosta se pueden mezclar.

La figura 2.4 nos muestra la disposición de tarjetas en el módulo HABE

FAN																	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
P	P	filter panel	filter panel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
W	W			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
X	X			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Cable routing area																	
Control & Interconnect cable connecting area									Line card cable connecting area								

Xsl: Line card (ASL/ADMB/SDL...)

**Figura 2.4** Disposición de tarjetas en el módulo HABE [20]

### III. Disposición del bastidor HABF

El bastidor HABF es el bastidor extendido de acceso frontal del UA5000, con una altura de 10 U.

El bastidor HABF funciona bajo el control del bastidor HADB, mismo que proporciona la ayuda mutua de energía y extiende el bus a la estructura HABF para la gestión.

El bastidor HABF ofrece 18 ranuras para tarjetas de línea. Las tarjetas de línea de banda angosta y de banda ancha se pueden mezclar.

La figura 2.5 nos muestra la disposición de tarjetas en el módulo HABF.

Fan																	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Cable routing area																	
Interconnect cable connecting area									Line card cable connecting area								

Xsl: Line card (ASL/ADMB/SDL...)

**Figura 2.5** Disposición de tarjetas en el módulo HABF [20]

#### 2.2.1.3 Sistema de suministro de energía

El sistema de alimentación consiste en un módulo GEPS4845 de energía, pararrayos, y baterías.

Unidad de energía	Tipo	Función
Pararrayos de fase simple AC	SPD27SZ	Provee protección a rayos y sobre-voltaje para el sistema de 220V AC
	SPD33SZ	Provee protección a rayos para el sistema de 110V AC
Módulo de energía	GEPS4845	Convierte la energía eléctrica a -48V DC
	GEPS4860(opcional)	Convierte la energía eléctrica a -48V DC
Baterías	75 AH/grupo (dos grupos en total)	Alimenta el sistema por 8 horas de forma independiente

**Tabla 2.2** Sistema de suministro de energía para el UA5000 [20]

#### 2.2.1.4 Unidad de control de temperatura

El ONU-F02AF posee el intercambiador de calor y el calefactor como la unidad de control de la temperatura, como se muestra en la Tabla 2.3.

Equipamiento	Principios de aplicación
Intercambiador de calor	Se aplica al ambiente con media o baja temperatura (rango desde -45°C hasta 50°C)
Calefactor	Con la cooperación entre el calefactor y el intercambiador de calor el sistema puede iniciar en -45°C

**Tabla 2.3** Unidad de control de temperatura del UA5000 [20]

#### 2.2.1.5 Unidad de distribución de cable

La unidad de distribución de cable está incrustada en el armario. Observar Tabla 2.4 para la descripción.

Unidad de distribución de cable	Interfaz	Función
MDF	Insulation displacement contact (IDC)	Capacidad de cable: 1620 pares Capacidad en el lado de intercambio: 1376 pares
Digital Distribution Frame (DDF)	75Ω y 120Ω	8 puertos
Optical Distribution Frame (ODF)	Fiber Connector (FC)	12 núcleos

**Tabla 2.4** Unidad de distribución de cable del UA5000 [20]

### 2.2.1.6 Unidad de transmisión

La unidad de transmisión puede ser Metro 100, Metro 1000 u OSN c1500A, mismas que proporcionan el canal de transmisión de la señal entre ONU y la OLT y entre diferentes unidades ONU.

Oficina Central	Oficina Remota
Metro 100/Metro 1000	Metro 100
Metro 1000	Metro 1000
OSN 1500A	Metro 1000
OSN series	OSN series

**Tabla 2.5** Configuración de la unidad de transmisión en la oficina central y remota [20]

### 2.2.2 Especificaciones técnicas de bastidores series Outdoor F01D500 y F01D1000

La Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA E.P. optó por dos tipos de gabinetes para ambientes externos principalmente por la capacidad de abonados que pueden manejar, absorbiendo un número exacto de distritos.

### 2.2.2.1 Especificaciones técnicas de bastidor HUAWEI ONU-F01D500

Al igual que el ONU-F01D1000 es un equipo de acceso de gran capacidad y estructura basada en metal (10 mm). Estos equipos soportan un gran espectro de banda angosta y de banda ancha en lo que a acceso se refiere, además tiene una capacidad de 960 abonados y las dimensiones del gabinete son de 1550 mm (ancho) x 550 mm (profundidad) x 1550 mm (altura).

#### Componentes

- Sistema de Alimentación de Energía.
- Unidad de distribución de cables.
- Unidad de Transmisiones
- Unidad de Control de Temperatura.
- Sistema de monitoreo y alarmas: de puertas, temperatura, comunicación.



**Figura 2.6** Armario activo modelo ONU-F01D500 [20]

#### 2.2.2.1.1 Disposición de los bastidores de servicio

El bastidor de servicio del ONU-F01D500 a diferencia del bastidor para interiores incluye los sub bastidores HABD, y HABF. Es de menor capacidad por lo que servirá a un menor número de abonados.

En la sección 2.2.1.2 podemos encontrar la configuración de estos módulos, así mismo la disposición de tarjetas,

### **2.2.2.2 Especificaciones técnicas de bastidor HUAWEI ONU-F01D1000**

Es un equipo de acceso de gran capacidad y estructura basada en metal (10 mm). Estos equipos soportan un gran espectro de banda angosta y de banda ancha en lo que a acceso se refiere, además tiene una capacidad de 1376 abonados y las dimensiones del gabinete son de 1900 mm (ancho) x 550 mm (profundidad) x 1650 mm (altura).

#### **Componentes**

- Sistema de Alimentación de Energía.
- Unidad de distribución de cables.
- Unidad de Transmisiones
- Unidad de Control de Temperatura.
- Sistema de monitoreo y alarmas: de puertas, temperatura, comunicación.

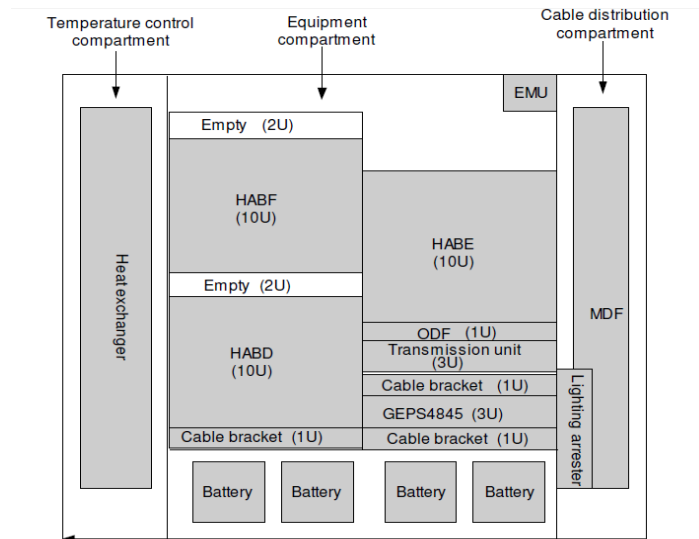


**Figura 2.7** Bastidor modelo ONU-F01D1000 [20]

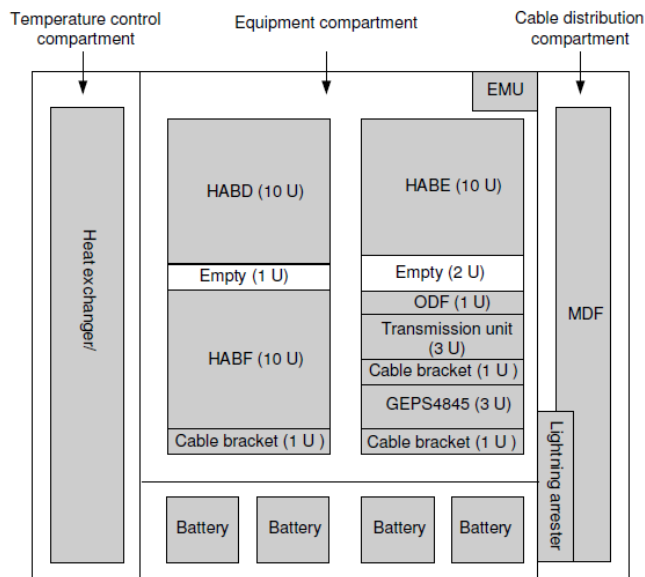
#### **2.2.2.2.1 Disposición de los bastidores de servicio**

El bastidor de servicio del ONU-F01D1000 a diferencia del bastidor para interiores incluye los sub bastidores HABD, HABE, y HABF.

La configuración es flexible, permitiendo realizarla en el bastidor de acuerdo a los requerimientos que exista en la red, en la figura 2.8 y 2.9 se puede observar dos tipos de configuración con dos o tres bastidores de servicio.



**Figura 2.8** Configuración del ONU-F01D1000 con dos bastidores de servicio [20]



**Figura 2.9** Configuración del ONUF01D1000 con tres bastidores de servicio [20]

En la sección 2.2.1.2 podemos encontrar la configuración de estos módulos, así mismo la disposición de tarjetas,



## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE NODOS**

#### **3.1 Estudio de la red de telecomunicaciones del sector piloto determinado por ETAPA E.P.**

Con el objeto de mejorar y ampliar la prestación y la calidad de los servicios de telecomunicaciones a los usuarios de la ciudad de Cuenca, la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA E.P. ha decidido la implementación de nodos de acceso en lugares puntuales, pretendiendo la reducción del bucle de abonado, los cuales servirán a importantes sectores de la ciudad y que actualmente se encuentran distantes de las centrales o concentradores.

Para satisfacer la demanda que se genera actualmente, se analiza varias soluciones en función de los costos de implementación, el uso de nuevas tecnologías y ubicación de nodos de acceso tanto internos como externos.

Los sitios se proyectan con la finalidad de absorber un número indistinto de distritos en donde se considerará el área a cubrir ya que el objetivo principal es el de reducir el bucle de abonado dejándolo menor a 1 kilómetro y además saber con los clientes que se cuenta en dicha área en la actualidad y cuál será su proyección. Una vez que se tenga estos datos el objetivo es ubicar un Nodo de Acceso.

##### **3.1.1 Distritos**

Se denomina distritos a las subdivisiones geográficas de una ciudad de acuerdo a un diseño de red, mismo que dará servicio a todos los clientes que estén dentro de su área de cobertura. Cabe resaltar que cada distrito cuenta con su propio armario de distribución y estos se identifican con un número de tres, cuatro o cinco cifras en donde los dos primeros

dígitos son la identificación de la respectiva central a la cual pertenecen. Su área de influencia no es uniforme, ya que depende de la concentración del número de clientes.

### **3.1.2 Red Primaria**

Se conoce con el nombre de red primaria a la red que une los armarios de los distritos por medio de cables a la central telefónica.

Esta red parte desde el distribuidor general hacia los armarios de cada zona, en su mayoría por cables primarios de gran capacidad, los cuales no necesariamente alimentan a un solo armario, si no que en aprovechamiento de su ruta pueden alimentar a varios de estos.

Típicamente se utilizan cables de 200, 300, 600, 900 y 1200 pares telefónicos, y al ser esta la parte más pesada de la red por lo general va en canalización por ductos de PVC, pudiendo ser también aérea en el caso que no pase de 100 pares telefónicos.

La identificación de las rutas del cable primario debe seguir un orden secuencial, partiendo de los extremos hacia la central, por lo que, los primeros recorridos se habilitaran en los armarios más alejados de la central, en el caso de que un cable sea utilizado para varios armarios se deberá tener presente que los armarios más alejados utilizaran los pares que se encuentran en el centro de la conformación del cable, acercándonos así hacía la central con los pares que se encuentran en la periferia del cable.

### **3.1.3 Red Secundaria**

Se denomina red secundaria a la red que parte desde el armario y llega hasta los puntos de distribución pudiendo llegar de una manera aérea, adosada o subterránea en función de la disponibilidad de infraestructura o de la forma de montaje, siempre optimizando los recorridos del cable.

La red secundaria siempre será de mayor capacidad que la red primaria por motivos de flexibilidad y mantenimiento, por ello cuando se tenga una red secundaria que vaya a servir a un determinado sector de la ciudad, se deberá realizar el respectivo análisis basándose en encuestas y proyecciones para determinar anticipadamente cuál de los futuros abonados van a solicitar el servicio; cuál de ellos va a realizar una ampliación de su vivienda para tener otro departamento o casos parecidos, y así hacer que la proyección sea la más real posible. Por otro lado, la red secundaria está construida con cables de menor capacidad que la red primaria, es por eso que para efectos de mantenimiento, es preferible si un par secundario se encuentra dañado, cambiarlo por otro que este libre y de esa manera solucionar el problema. La relación entre la red primaria y la red secundaria es del orden del 70 %, es decir que de cien pares secundarios, únicamente setenta tendrán conexión con la red primaria.

Para la identificación de la Red Secundaria, se realizarán grupos de 50 pares asignados con una letra del alfabeto, este grupo a su vez se subdivide en 5 grupos de 10 pares. Cada grupo de 10 pares adopta un código alfanumérico, en el cual la letra dependerá del grupo principal de 50 pares, así; A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2 etc.

La identificación de las cajas será desde la periferia del distrito hacia el armario en forma ascendente, o sea, la primera caja de distribución telefónica o la más lejana del grupo será la que ocupe la primera letra y el número 1.

La nomenclatura de las reservas debe corresponder a la numeración que la distribución lo determine.

### **3.1.4 Red Terciaria**

También conocidas con el nombre de red de dispersión, líneas de abonado o última milla son cables bifilares que conectan el terminal del abonado con la caja de distribución de la red secundaria. En función del servicio a ofrecer se escogerá el tipo de cable, caracterizándose por la resistencia eléctrica de cada uno.

No se deberá instalar desde una misma caja de distribución y en la misma dirección, más de 6 líneas de abonado, si este es el caso, se deberá instalar una nueva caja de distribución tratando de conservar siempre una distribución radial y uniforme alrededor de la caja.

No se deberá cruzar una vía principal o carretera de alto tráfico con cables de acometida, en este caso se deberá instalar un cable secundario aéreo o subterráneo y habilitar una caja de distribución.

Por efectos de mantenimiento, seguridad y estética, la longitud máxima de una línea de abonado no podrá exceder de:

- 100 metros en zona urbana.
- 200 metros en zona sub-urbana o centro histórico.
- 300 metros en zona rural.

### **3.1.5 Bucle de abonado**

El bucle de abonado o conexión de última milla es una frase utilizada en el ámbito de las telecomunicaciones para referirse a la parte de la red que realiza la conexión desde la central telefónica hasta el cliente ofreciéndole un determinado servicio.

El bucle de abonado es normalmente el cuello de botella en cuanto a la velocidad en redes de comunicaciones; su ancho de banda limita la tasa de transmisión que se pueda entregar al cliente.

En función de la ubicación y del tipo de servicios a ofrecer, se definirá la resistencia de bucle máxima aceptable para la red, con lo cual se procederá a definir la distancia máxima alcanzable según el calibre del conductor que se utilice. El valor de la resistencia de bucle se obtiene en función de las características eléctricas del cobre y de la geometría del cable como se observa en la ecuación 3.1.

$$R_B = \left[ \left( \rho \cdot \frac{L_{RP}}{S_{CP}} \cdot R_{CP} \right) + \left( \rho \cdot \frac{L_{RS}}{S_{CS}} \cdot R_{CS} \right) + \left( \rho \cdot \frac{L_{RT}}{S_{CT}} \cdot R_{CT} \right) \right] \quad (3.1)$$

donde:

$R_B$  = Resistencia de bucle

$\rho$  = Resistividad del material, para el cobre  $\left( 0,0174 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$

$L_{RP}$  = Longitud de red primaria

$R_{CP}$  = Resistencia de cable primario

$S_{CP}$  = Sección transversal del conductor primario

$L_{RS}$  = Longitud de red secundaria

$R_{CS}$  = Resistencia de cable secundario

$S_{CS}$  = Sección transversal del conductor secundario

$L_{RT}$  = Longitud de red terciaria

$R_{CT}$  = Resistencia de cable terciario

$S_{CT}$  = Sección transversal del conductor terciario

Los diámetros de cable y su correspondiente número en AWG utilizados comúnmente en telecomunicaciones se detallan en la tabla 3.1.

Calibre AWG	Diámetro (mm)
16	1.291
17	1.150
18	1,02
19	0.9116
20	0.8128
21	0.7229
22	0.6438
23	0.5733
24	0.5461
25	0.4547
26	0.4049
27	0.3606
28	0.3211

**Tabla 3.1** Calibre de cables.

Por lo tanto para garantizar un servicio de telecomunicaciones dependiendo de los servicios a brindar se deberá respetar la resistencia de bucle de los cables de acuerdo a los siguientes valores<sup>13</sup>

- Servicio de Voz  $\leq 1800 \ \Omega$
- Servicios xDSL hasta 64 Kbps  $\leq 1300 \ \Omega$
- Servicios xDSL hasta 2 Mbps  $\leq 900 \ \Omega$
- Servicios xDSL hasta 8 Mbps  $\leq 400 \ \Omega$

Los valores de resistencia de bucle para los distintos servicios digitales antes mencionados corresponden a datos definidos por los fabricantes de equipos.

Para el caso de la empresa ETAPA EP el bucle de abonado en cuanto a su red de cobre para servicios telefónicos se muestra en la tabla 3.2.<sup>14</sup>

<b>Zona</b>	<b>Segmento Primario (m)</b>	<b>Segmento Secundario (m)</b>	<b>Acometida (m)</b>	<b>Bucle de Abonado Promedio (m)</b>
<b>Urbana</b>	2.394,50	433,42	150,00	2.977,92
<b>Rural</b>	2.598,54	1747,54	300,00	4.646,08
<b>Centro Histórico</b>	798,00	309,00	150,00	1257,00

**Tabla 3.2** Bucle de abonado promedio para servicio telefónico al 7 de Agosto de 2013

**Fuente:** ETAPA EP.

<sup>13</sup>ETAPA EP. (Diciembre-2005). "Normas técnicas para diseño de redes de acceso para servicios de telecomunicaciones", Volumen I, Cuenca, Ecuador.

<sup>14</sup> León Guevara Juan Carlos, Zari Muñoz Paúl Aurelio, Propuesta de una nueva estructura de la Red de Acceso GPON de la empresa ETAPA EP para la provisión de nuevos servicios de Telecomunicaciones para usuarios tipo residencial y comercial, Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, 2014.

### **3.1.6 Clasificación de clientes**

Para una mejor clasificación la empresa ETAPA EP ha optado por clasificar a sus clientes, teniendo los siguientes:

#### **3.1.6.1 Cliente Puro**

Se denomina cliente puro al abonado que solo tiene una conexión o servicio de datos y no utiliza el servicio de voz.

#### **3.1.6.2 Cliente de voz**

Se denomina cliente de voz al abonado que solo tiene una conexión o servicio de voz y no utiliza el servicio de datos.

#### **3.1.6.3 Cliente de voz y datos**

Se denomina cliente de voz y datos al abonado que mediante el mismo par de cobre tiene conexión o servicio de voz y datos simultáneamente.

#### **3.1.6.4 Clientes especiales (corporativos)**

Se denomina cliente especial o corporativo al abonado que tiene una conexión o servicio con características especiales por ejemplo: un enlace único y no compartido, un mayor ancho de banda, o el tipo de conexión mediante un medio que proporcione mejoras con respecto a otros clientes.

### **3.1.7 Codificación de clientes según ETAPA EP**

Para facilitar la ubicación de los distintos tipos de usuarios existentes en la red de ETAPA EP, la empresa cuenta con un sistema de asignación de códigos acorde a los servicios brindados, con el objetivo de optimizar la administración de abonados.

Para el servicio de Internet Banda Ancha los clientes son asignados con un código INTxxxxx, adicionalmente tienen un campo con un número telefónico, independiente si es del tipo mixto o puro, en el caso de una instalación mixta tendrá asignado un número telefónico válido en dicho campo y en el caso de una instalación pura podrá ir vacío o con un código de referencia. Vale indicar que cada número telefónico válido tiene su correspondiente código de cliente telefónico con el formato Txxxxxxx., adicional tiene los campos para el nombre del cliente de telefonía, y de banda ancha ya que no siempre se encuentra a nombre de la misma persona ambos servicios, se encuentra un campo en donde se fija la calle del abonado, en el caso que el domicilio se encuentre ubicado en manzanas existe un campo para distinguirla, y otro campo para zaguán en el caso que la vivienda se encuentre en uno de estos. El estado de la línea se puede observar en un campo, el mismo puede ser activo o cortado. Los campos restantes nos facilitan la información acerca del código de la central a la que pertenecen, el bloque y las regletas que están siendo usadas tanto en la red primaria, en la red secundaria y en la red terciaria lo descrito se puede observar en la figura 3.1.



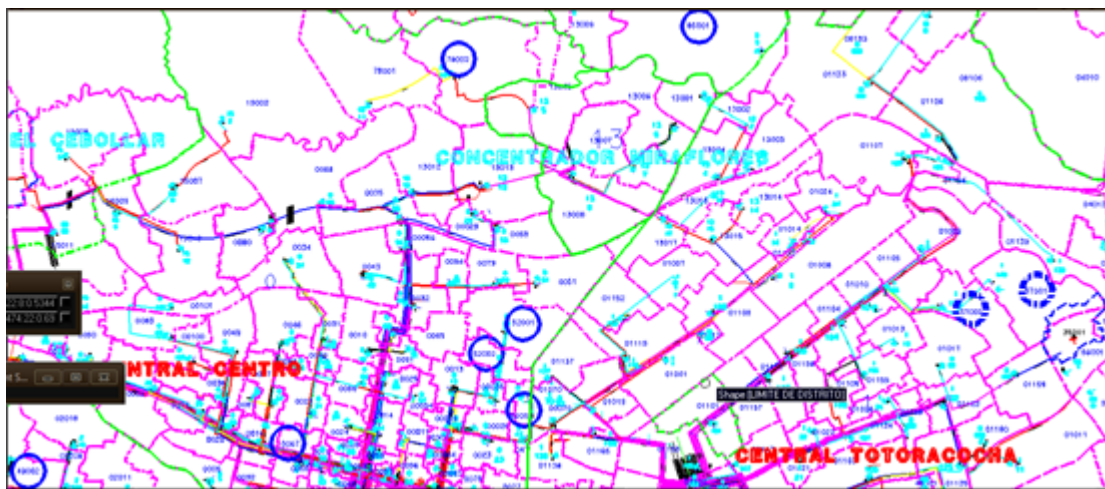
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	S	T	U	AA	AB
5	TELEFONO	CODIGO	BLOQUE	REGLETA	PAR	CODIGO RE	PAR R	CODIG	CODIGO	PAR C	TIPO	NOMBRE INS	CALNOI	INSM	INSZ	ESTADO	IBAINS	NUMERO	NOMBRE BA	PLAN
6	4106043	69	100	2	11	1	43	1	D1	7	2	BRAVO BRAVO HL CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT25269	3410043	CAGUANA CABRER	PLAN RESID. 2400 KBPS 8:1
7	4106057	69	100	3	9	1	57	1	A4	10	2	VAZQUEZ VEGA HI CAMINO A TURI				ACTIVO	INT30298	3410057	VAZQUEZ VEGA MIG	PLAN RESID. 3600 KBPS 8:1
8	4106073	69	100	4	9	2	49	1	D3	1	2	MERCHAN PACHE CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT30601	3410073	MERCHAN CORDEF	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
9	4106092	69	100	5	12	1	32	1	G5	3	2	BERMEO FLORES CHAULLABAMB.				ACTIVO	INT31325	3410092	PERALTA CORDERO	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
11	4106001	69	100	0	1	1	1	1	G4	6	2	JARAMILLO VEGA PANAMERICAN/				ACTIVO	INT34576	3410001	JARAMILLO VEGA P	PLAN RESID. 6100 KBPS 8:1
12	4106071	69	100	4	7	1	97	1	F5	7	2	ARIAS CABRERA I CHALLUABAMB.				CORTADO FLT	INT37183	3410071	LAIME ARIAS DARV	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
13	4106072	69	100	4	8	2	23	1	F4	4	2	CHERREZ BRAVO CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT39724	3410072	CHERREZ BRAVO FI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
14	4106074	69	100	4	10	2	51	1	F4	9	2	FAJARDO OCHOA PANAMERICAN/				ACTIVO	INT41723	3410074	FAJARDO OCHOA LI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
15	4106076	69	100	4	12	2	68	1	F5	5	2	LAIME GARZON LI CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT45929	3410076	LAIME GARZON LUZ	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
16	4106005	69	100	0	5	1	5	1	D2	2	2	PERALTA HERNAI CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51608	3410005	GARCIA MUNDOZ LUI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
17	4106015	69	100	0	15	1	15	1	D2	9	2	IDROVO MURILLO I CHAULLABAMB.				CORTADO FLT	INT51617	3410015	IDROVO MURILLO MI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
18	4106011	69	100	0	11	1	11	1	F5	9	2	FERNANDEZ FERFI PANAMERICAN/				ACTIVO	INT51619	3410011	FERNANDEZ FERNA	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
19	4106004	69	100	0	4	1	4	1	D1	6	2	BANEGAS MIGUEL CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51623	3410004	BANEGAS PERALTA	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
20	4106007	69	100	0	7	1	7	1	G1	2	2	OCHOA GALAN EV PANAMERICAN/				ACTIVO	INT51625	3410007	OCHOA GALAN EVA	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
21	4106031	69	100	1	15	1	31	1	A5	7	2	PENA CARRASCC CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51630	3410031	ULLAURI ORAMAS IV	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
22	4106083	69	100	5	3	1	83	1	A3	7	2	TAMARIZ POLO P. CHAULLABAMB.				ACTIVO	INT51631	3410083	TAMARIZ POLO GOM	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
23	4106087	69	100	5	7	1	87	1	C5	4	2	HERNANDEZ CAB CHALLUABAMB.				CORTADO FLT	INT51635	3410087	HERNANDEZ CABRI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
24	4106094	69	100	5	14	1	94	1	D1	5	2	TENEZACA ZHIND LLACAO CHAULL				ACTIVO	INT51636	3410094	MUNZON CHIMBO JI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
25	4106017	69	100	1	1	1	17	1	D1	1	2	GUILLEN LEON ALY TOMAS DE HERE				ACTIVO	INT51670	3410017	SALINAS JADAN TAI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
26	4106066	69	100	4	2	1	66	1	A2	4	2	MOYANO PENAHE CHAULLABAMB.				ACTIVO	INT51674	3410066	RIOS GUAMAN NANI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
27	4106038	69	100	2	6	1	38	1	F5	4	2	MACHUCA AYALA CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51677	3410038	FAJARDO OCHOA LI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
28	4106068	69	100	4	4	1	68	1	B5	7	2	CRESPO JARAMIL PANAMERICAN/ KM		12		ACTIVO	INT51715	3410068	LEON DNITCHENKO	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
29	4106042	69	100	2	10	1	42	1	A2	10	2	ALVAREZ SARMIE CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51729	3410042	CHAMBA HERRERA	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
30	4106082	69	100	5	2	1	82	1	B5	6	2	JARAMILLO CRES PANAMERICAN/ K		11		ACTIVO	INT51835	3410082	JARAMILLO VEGA IV	PLAN EMPRE. 1500 KBPS 4:1
31	4106080	69	100	5	0	1	80	1	G1	8	2	DROGADICTOS M. PANAMERICAN/				ACTIVO	INT51838	3410080	CREIAD SOCIEDAD I	PLAN EMPRE. 3500 KBPS 4:1
32	4106039	69	100	2	7	1	39	1	D3	7	2	ROCA ARTETA JO CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT51841	3410039	ROCA ARTETA JORI	PLAN RESID. 10000 KBPS 8:1
33	4106085	69	100	5	5	1	85	1	C5	6	2	JARAMILLO VEGA LLACAO CHAULL L		14		ACTIVO	INT51853	3410085	JARAMILLO VEGA P	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
34	4106036	69	100	2	4	1	36	1	G3	2	2	TALBOT PUYOL EF PANAMERICAN/ KM		12		ACTIVO	INT51856	3410036	INTALCRE CIA LTDA	PLAN RESID. 6100 KBPS 8:1
35	4106075	69	100	4	11	2	62	1	C2	7	2	LAIME QUITO HEC LLACAO CHAULL				ACTIVO	INT51973	3410075	LAIME QUITO HECTC	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
36	4106188	69	100	1	12	2	32	1	B4	8	2	VEGA CALDERON PANAMERICAN/ K		12		ACTIVO	INT52039	3410028	JARAMILLO VEGA A	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
37	4106255	69	100	15	15	2	72	1	D1	3	2	GUAMAN VIZNAY I LLACAO CHAULL S		N		CORTADO FLT	INT52160	3410127	TAPIA AREVALO BL	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
38	4106040	69	100	2	8	1	40	1	D5	1	2	VELEZ ALEMAN M CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT52404	3410040	FEICAN VELEZ JUAN	PLAN RESID. 6100 KBPS 8:1
39	4106045	69	100	2	13	1	45	1	D2	1	2	PANEGA ORTEGA CHAULLABAMB.				ACTIVO	INT52814	3410045	UNDA CANDO JESSI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
40	4106069	69	100	4	5	1	69	1	E5	4	2	REYES JERYES EU CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT53046	3410069	REYES JERVES EUGI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
41	4075241	69	100	8	10	3	1	1	E5	3	2	GALARZA VAZQUE CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT53152	2810362	GALARZA FERNANI	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
42	4106229	69	100	14	5	2	75	1	G1	5	2	SOTO GARCIA DAI PANAMERICAN/				ACTIVO	INT54498	3410101	SOTO GARCIA DALT	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
43	4106230	69	100	14	6	2	77	1	B3	4	2	HERNANDEZ PER LLACAO				ACTIVO	INT54782	3410102	HERNANDEZ PERAL	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
44	4106025	69	100	1	9	1	25	1	B4	5	2	BERMEO MARIA F CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT55211	3410025	LAIME GARZON BEN	PLAN RESID. 2400 KBPS 8:1
45	4106049	69	100	3	1	1	49	1	D4	1	2	SARMIENTO LEML LLACAO				ACTIVO	INT55986	3410049	SARMIENTO LEMUS	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
46	4106153	69	100	0	0	2	44	1	D1	10	2	PERALTA PERALTI LLACAO CHAULL				ACTIVO	INT56574	3410000	PERALTA PERALTA	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
47	4106177	69	100	0	2	2	74	1	G1	3	2	ZALAMEA PIEDRA CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT56579	3410002	VELEZ CORDERO JU	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1
48	4106140	69	100	0	6	2	31	1	C2	3	2	PERALTA CAGUAI CHALLUABAMB.				ACTIVO	INT56594	3410006	PERALTA CAGUAN	PLAN RESID. 1800 KBPS 8:1
49	4106150	69	100	0	8	2	41	1	G5	8	2	CRESPO SEMINAF PANAMERICAN/				ACTIVO	INT56598	3410008	CRESPO SEMINARI	PLAN RESID. 2800 KBPS 8:1

Figura 3.1 Codificación de Clientes ETAPA EP.

### 3.1.8 Determinación del sector piloto

Conjuntamente con el departamento de planificación e innovación tecnológica de la empresa ETAPA EP, se resolvió que para la determinación del sector piloto se debe escoger un sitio que no esté dentro del centro histórico de la ciudad de Cuenca ya que al ser una ciudad declarada patrimonio cultural de la humanidad se encuentra prohibida la instalación de este tipo de nodos en el casco colonial, además el lugar seleccionado debe absorber a los distritos que sean necesarios siempre y cuando se cumpla la condición que el bucle de abonado sea menor a 1 Kilómetro .

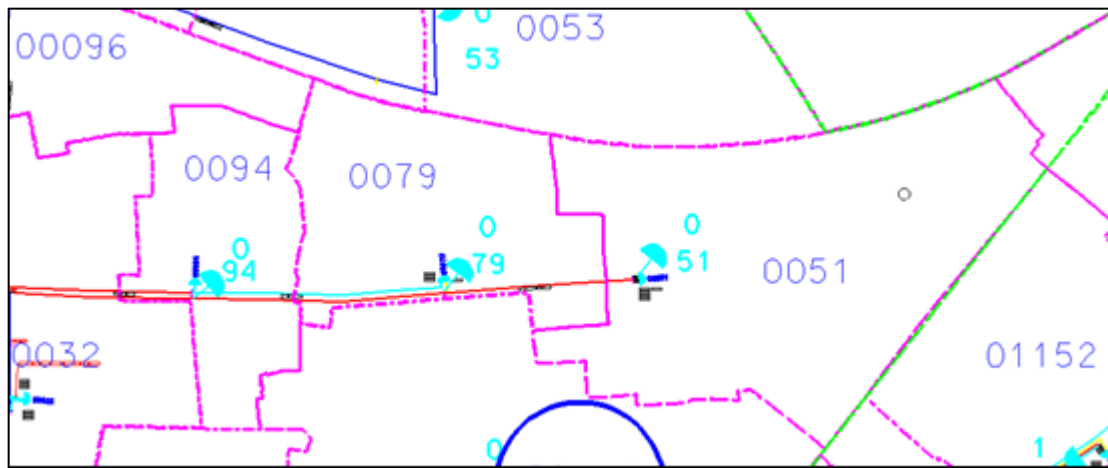
De acuerdo a los distritos con los que cuenta actualmente la red de ETAPA EP, que se muestra en la figura 3.2, por parte del departamento de Planificación se ha determinado que se identifique la pre factibilidad para la colocación de un nodo activo con todas y cada una de las características técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento; además cabe recalcar que en estos distritos en lo que se va a realizar el análisis, contienen a los tres tipos de clientes especificados anteriormente.



**Figura 3.2** Distritos de la red de ETAPA EP.

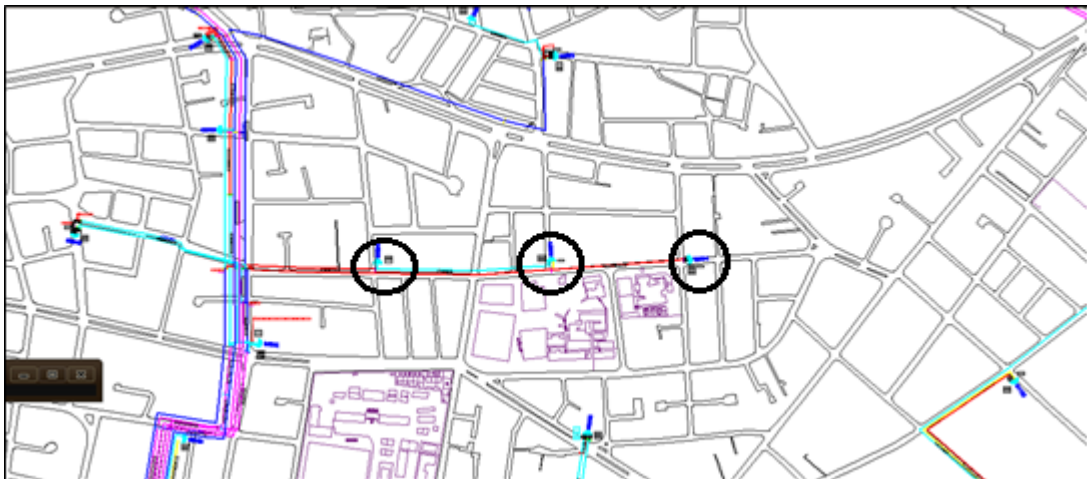
Con lo anteriormente expuesto, se identifica los distritos en los cuales el Departamento de Planificación e Innovación Tecnológica de la empresa ETAPA EP ha pedido se realice el respectivo análisis: distrito 00051, 00079 y 00094. El área que abarcan estos distritos se

muestra en el diagrama de la figura 3.3 donde se puede apreciar además la ubicación de cada uno de los armarios.



**Figura 3.3** Área de los distritos escogidos para el sector piloto.

Para poder tener una mejor disposición de la zona en la que realizará el análisis, se puede visualizar el diagrama de cables conjuntamente con las manzanas y a la vez de los armarios en cuestión, esto se lo puede apreciar en la figura 3.4.



**Figura 3.4** Visualización de manzanas en sector piloto.

El plano del sector está delimitado por la avenida de las Américas, la calle Mariano Cueva, la calle Barrial Blanco y la avenida Héroes de Verdeloma, esto se puede observar en la figura 3.6.



**Figura 3.5** Plano del sector piloto.

### 3.1.9 Ubicación física del Nodo Activo

Realizando el análisis del sector piloto, se tomará en cuenta varios aspectos para la ubicación del nuevo nodo activo que absorberá a los tres distritos antes mencionados:

- El nuevo nodo deberá situarse de manera que cumpla con la condición de que el bucle de abonado sea inferior a 1 kilómetro para todos los clientes de los distritos a absorber.
- Se recomienda ubicar el nodo activo en el distrito que mayor cantidad de clientes de banda ancha existan y lo más cercano al armario de distribución, ya que se utilizará el mismo segmento de red secundaria existente para llegar hasta el cliente.
- En caso de que el número de clientes de banda ancha en los distritos a absorber sea menor al 8% del total de clientes, no se instalará un nuevo nodo ya que resultaría una inversión cuyos ingresos no justifican el costo total de su implementación, según se puede apreciar en el punto 3.4.

- Realizar un levantamiento de obra civil de telecomunicaciones del nuevo nodo proyectado para determinar cuáles van a ser las obras necesarias para la instalación del nodo.

En el caso de análisis el sector piloto absorberá a los distritos 00051 que cuenta con 305 abonados, 00079 con 221 abonados y al distrito 00094 con 193 abonados.

En este caso se cumple la condición que todos los usuarios se encuentran dentro del radio para cumplir la condición que el bucle de abonado sea menor a 1 kilómetro ubicando el nodo activo en el distrito 00051, adicionalmente por ser este el distrito con mayor número de abonados se lo ubicará cerca al armario de distribución para aprovechar el segmento de red secundaria.

### **3.2 Estudio de la demanda de banda ancha del sector piloto**

La demanda representa el requerimiento que tienen los posibles abonados, influenciados en la capacidad de adquisición. En nuestro estudio la empresa ETAPA EP nos ha proporcionado los datos que detallan la demanda actual en los distritos en análisis.

#### **3.2.1 Demanda actual**

El nodo que se proyecta está diseñado para absorber a tres distritos con un número diferente de abonados, los distritos son: 00051, 00079, 00094. Recogiendo los datos del sistema AS400 de la empresa ETAPA EP se elaboró la siguiente tabla:

<b>Distrito</b>	<b>Red primaria utilizada</b>	<b>Puertos de telefonía</b>	<b>Banda ancha</b>
00051	305	246	59
00079	221	182	39
00094	193	155	38
TOTAL	719	583	136

**Tabla 3.3** Datos de los distritos del sector piloto.

**Fuente:** ETAPA EP.

La demanda total de voz es la suma de la existente en los tres distritos, es decir que para el caso en análisis existen 719 abonados que cuentan con el servicio de telefonía. De igual manera la demanda total en cuanto conexiones de banda ancha se la obtendrá sumando el número de abonados que existe en cada distrito, dándonos como resultado 136 abonados que cuentan con el servicio de datos.

### 3.2.2 Demanda proyectada

De la demanda que una empresa proyecte se fundamenta su desarrollo exitoso y con ello se podrá estar prevenido para tomar las mejores decisiones en cuanto a una expansión.

El cálculo de la demanda telefónica será el resultado de resolver la ecuación 3.2 que fue extraída de “Normas técnicas para diseño de redes de acceso para servicios de telecomunicaciones” publicada por ETAPA EP.

$$D_f = D_0(1 + i)^T \quad (3.2)$$

Donde tenemos que

$D_f$  = Demanda final

$D_0$  = Demanda inicial

$i$  = factor de crecimiento

$T$  = proyección en número de años

Se debe tener en cuenta que esta fórmula solo se utiliza para proyectar el número de líneas telefónicas, y los valores establecidos en la normativa son de 3% de crecimiento con una proyección a 10 años respectivamente.

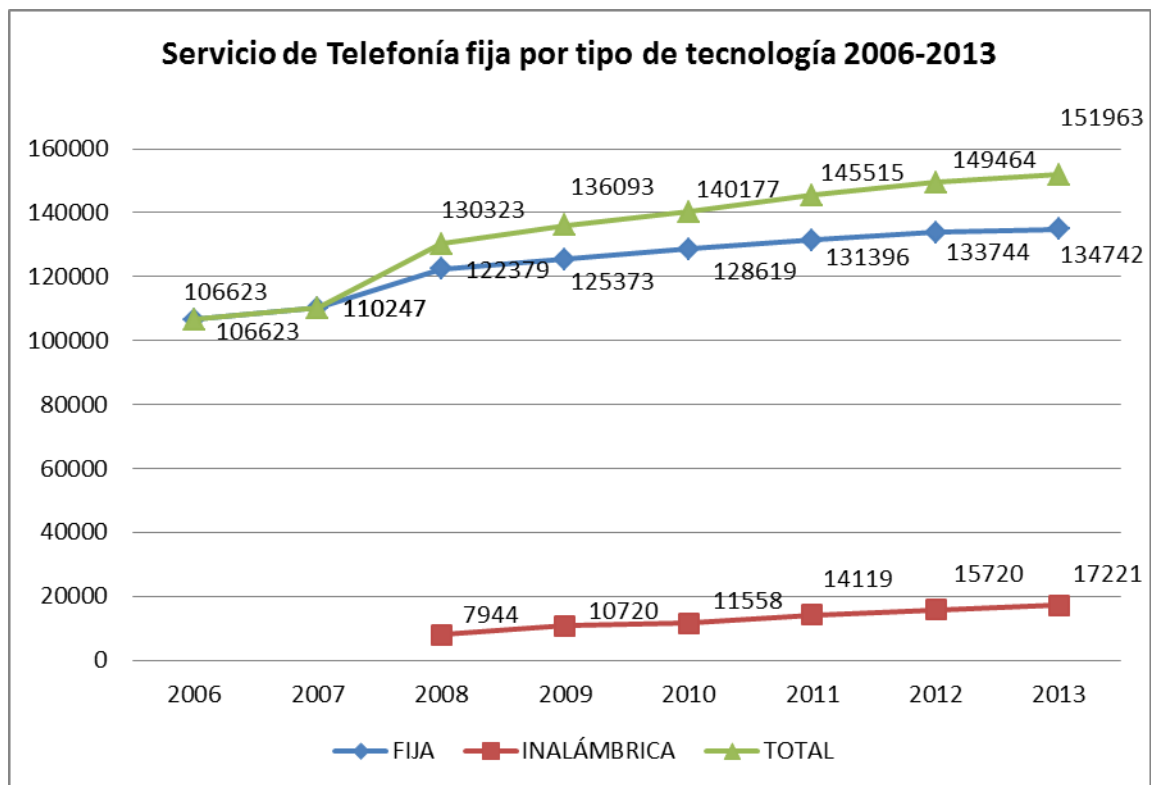
Aplicando la fórmula 3.2 se observa que:

$$D_f = 719 \cdot (1 + 0.03)^{10} = 966,27$$

$$D_f = 719 \cdot (1 + 0.03)^5 = 833,51$$

Por lo tanto redondeando este número se tiene que la demanda proyectada en cuanto a servicios de voz será de 966 usuarios.

Un punto a considerar es que la tendencia durante los últimos años en telefonía fija, no ha crecido como lo indica la fórmula, es por eso que se ha escogido los valores históricos de crecimiento indicados en la figura 3.7 para hacer una estimación más real.



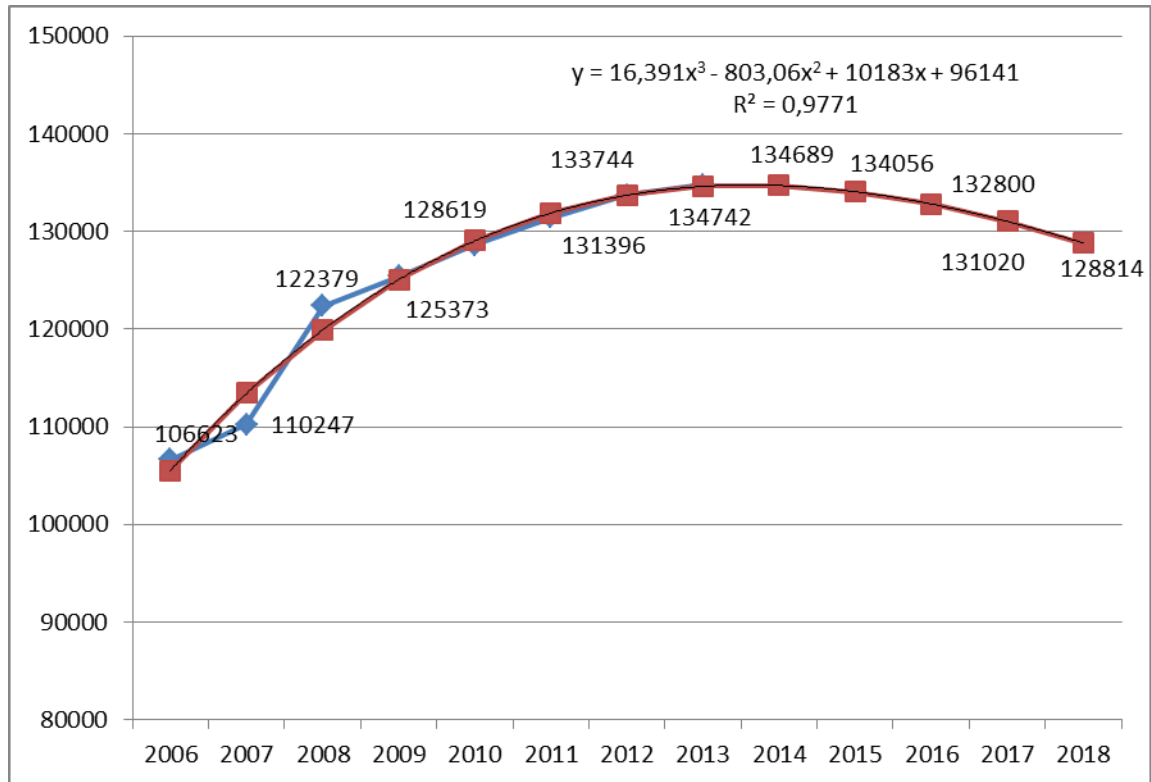
**Figura 3.6** Clientes de telefonía de ETAPA EP 2006-2013

**Fuente:** Informe de rendición de cuentas 2009-2013 ETAPA EP.



Con estos valores se obtiene que el crecimiento durante el periodo Diciembre 2012 – Diciembre 2013 es de 0,75% en telefonía fija, por lo que ya está llegando a un punto de equilibrio donde a diferencia del crecimiento de los últimos años, sucederá lo contrario, empezará a disminuir el número de abonados, debido a la implementación de nuevas tecnologías que dejarían de lado a la telefonía fija.

Mediante el uso de la herramienta de Excel para interpolación de curvas, se probaron varias funciones polinómicas para interpolar con los datos reales, obteniendo el mejor resultado para el crecimiento de clientes en telefonía una función de grado tres.



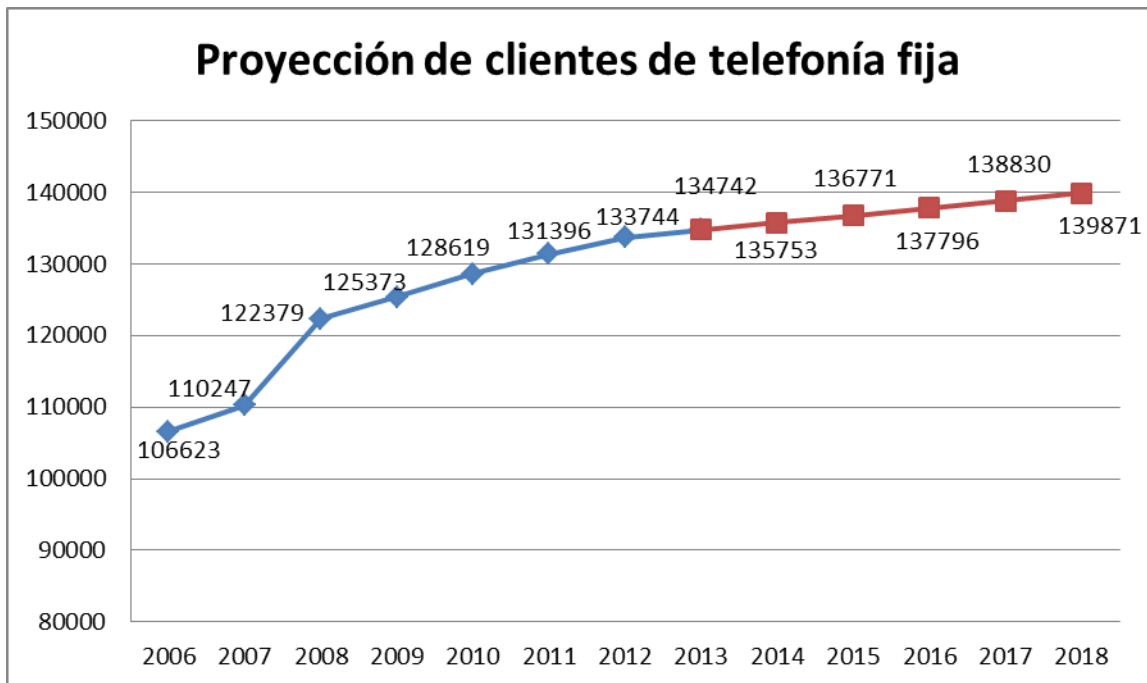
**Figura 3.7:** Estimación de crecimiento telefónico dentro de 5 años con función polinómica de tercer grado.

**Fuente:** Autores

A pesar de que en esta gráfica se puede observar que  $R^2$  (el cuadrado del coeficiente de correlación) es 0,9771 lo que indica que existe una fuerte relación entre las variables,



debido a que es muy cercano a uno, se utilizará una curva exponencial para proyectar la demanda de telefonía, tomando en cuenta el porcentaje de crecimiento del último año.



**Figura 3.8:** Proyección a 5 años de clientes de telefonía fija

**Fuente:** Autores

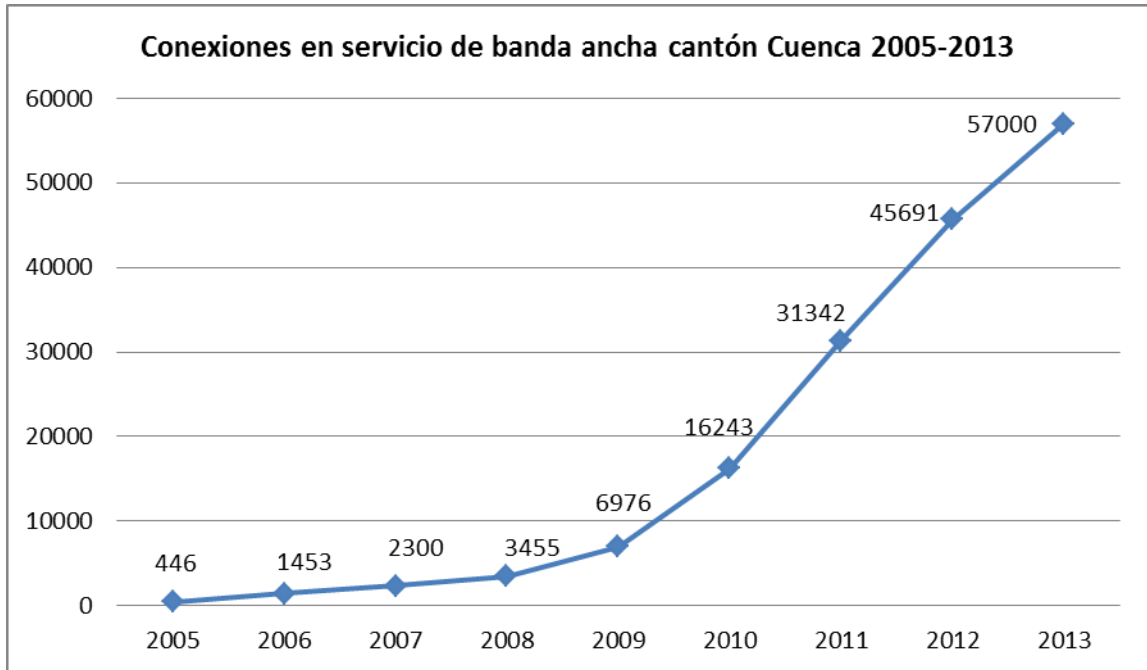
En la gráfica se estimó la proyección con el 0,75% de crecimiento para cada año, obteniendo una buena estimación y en base a la cual se construirá una tabla con los valores obtenidos para el sector piloto que cuenta con 719 abonados de telefonía.

<b>Año</b>	<b>Proyección</b>
2014	724
2015	729
2016	734
2017	739
2018	745

**Tabla 3.4** Proyección de clientes de telefonía fija para el sector piloto.

**Fuente:** Autores

Para la proyección de banda ancha de igual modo se tomará los valores según el histórico de ETAPA EP para la proyección, teniendo como datos los establecidos en la figura 3.10.



**Figura 3.9** Conexiones de banda ancha en Cuenca periodo 2005-2013

**Fuente:** Informe de rendición de cuentas 2009-2013 ETAPA EP.

Para la proyección de la demanda en banda ancha se utilizará el modelo de Bass, mismo que sirve para determinar la demanda de cualquier producto tecnológico y en base al cual se puede definir ciertos patrones de difusión que servirán para proyectar el crecimiento del servicio de banda ancha.

Para la formulación matemática del modelo se toma en cuenta ciertos parámetros como son la innovación que corresponde a usuarios que adquieren el producto cuando recién sale al mercado y la imitación que corresponde a usuarios que adquieren el producto porque se va convirtiendo en popular y los demás lo hacen.

La siguiente ecuación define al modelo de Bass:

$$S(t) = \left[ p + \left( \frac{q}{m} \right) N(t - 1) \right] [m - N(t - 1)] \quad (3.3)$$

Donde:

$N(t)$  = número de consumidores que adoptan el producto en el momento  $t$ .

$S(t)$  = número de nuevos consumidores que adoptaron el producto en el período  $t$ .

$m$ : máximo número de consumidores que pueden adquirir el producto (potenciales compradores)

$p$ : coeficiente de innovación. Es la probabilidad que un innovador adopte el producto en el período  $t$ .

$q$ : coeficiente de imitación. Es la probabilidad que un imitador adopte el producto en el período  $t$ .

Para el análisis se tomarán como datos los siguientes:

$N(t)$  = 446 ( número de consumidores que adoptaron el producto en el año 2005)

$m$ : para encontrar el valor de la muestra debemos considerar la población existente, el promedio de personas por hogar.

Población existente: 499904 (fuente: Censo de población y vivienda CPV 2010)

Promedio de personas por hogar: 4 (fuente: Censo de población y vivienda CPV 2010)

$$m = \frac{\text{Población}}{\text{promedio de personas por hogar}} * 70\%$$

$$m = \frac{499904}{4} * 70\%$$

$$m = \frac{499904}{4} * 70\%$$

$$m = 87483$$

$$p = 0,01$$

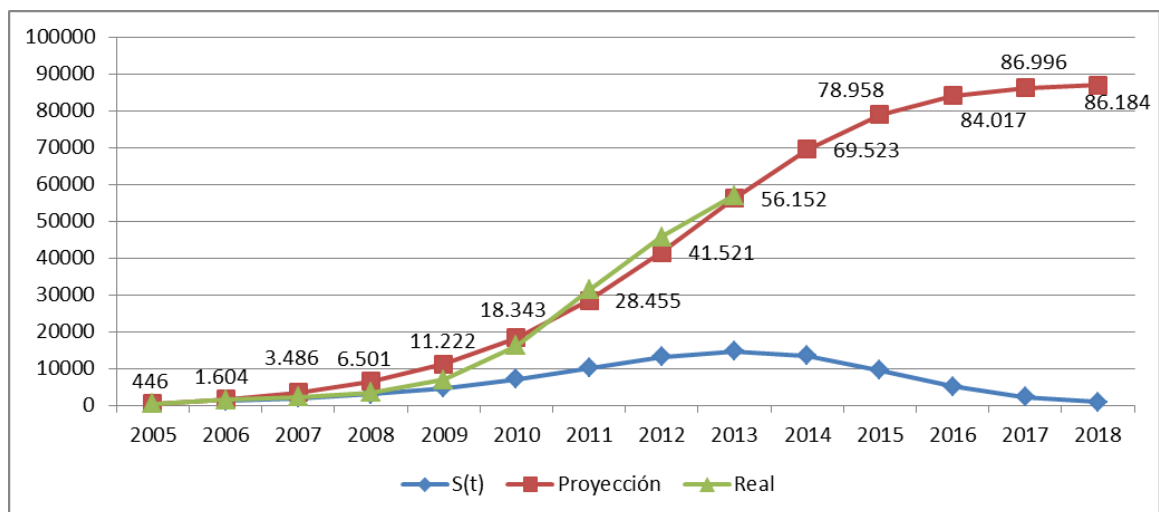
$$q = 0,65$$

Haciendo uso de la ecuación (1) se elaboró una tabla con los datos obtenidos para la proyección de la demanda.

Año	S(t)	Proyección	Real
2005		446	446
2006	1.158,28	1.604,28	1453
2007	1.881,93	3.486,21	2300
2008	3.015,14	6.501,35	3455
2009	4.720,95	11.222,30	6976
2010	7.120,31	18.342,60	16243
2011	10.112,29	28.454,89	31342
2012	13.066,00	41.520,90	45691
2013	14.630,99	56.151,88	57000
2014	13.370,77	69.522,65	
2015	9.435,64	78.958,29	
2016	5.058,83	84.017,13	
2017	2.167,12	86.184,25	
2018	811,94	86.996,19	

**Tabla 3.5** Proyección de la demanda mediante el modelo de Bass

En base a los valores obtenidos se puede observar que el modelo de Bass puede ser utilizado para la proyección de la demanda de banda ancha, ya que  $R^2$  (el cuadrado del coeficiente de correlación) es igual a 0,99.



**Figura 3.10** Proyección a 5 años de clientes de banda ancha

**Fuente:** Autores

En base a esta proyección, se estimó de igual manera el crecimiento para el sector piloto luego de 5 años.

<b>Año</b>	<b>Proyección</b>
2014	160
2015	181
2016	192
2017	197
2018	199

**Tabla 3.6** Proyección de clientes de banda ancha para el sector piloto

**Fuente:** Autores

### 3.3 Estudio de equipos a implementarse

En el capítulo dos se pudo observar las especificaciones técnicas de los equipos que cumplieron con los requisitos, que pedía la empresa ETAPA EP, para la implementación en este proyecto, cuya característica principal para la selección entre uno u otro es el número de abonados al que se pretende servir.

Para ello nos vamos a referenciar en la tabla 3.3 para saber qué equipo se debe escoger.

Donde  $x$  = número de abonados

<b>EQUIPO</b>	<b>ABONADOS</b>
ONU-F01D500	$x < 960$
ONU-F01D1000	$960 < x < 1376$
Nodo Interno	$x > 1376$

**Tabla 3.7** Tabla de selección de equipos según el número de abonados.

**Fuente:** Autores

Observando la tabla anterior, podemos definir que para nuestro sector piloto se debería usar el equipo ONU-F01D500 ya que en la proyección de la demanda se obtuvo un resultado de 745 usuarios, en este caso no habría problema en cuanto al número de usuario de datos, ya que el equipo nos permite que cada uno de sus usuarios se puedan hacer usuarios de tipo mixto, es decir tener a la vez servicios de voz y datos.

### **3.4 Análisis de costos de implementación**

Una vez que contamos con el estudio de los equipos que necesitamos tenemos que solicitar la cotización a fabricantes de los mismos, para de esta manera ver que es lo que más le conviene contratar a la empresa.

ETAPA EP, tiene que inclinarse de entre muchas marcas existentes en el mercado por la que mayor prestación le preste, pero a la vez que tenga un valor recuperable, porque al igual que toda empresa mejora sus servicios obteniendo una remuneración a cambio. El tiempo de recuperación de lo invertido no debe de ser muy prolongado, para que de esta manera la empresa pueda seguir liderando en aspectos tecnológicos que tienen un ritmo muy avanzado.

#### **3.4.1 Valoración de soluciones**

El análisis de las soluciones se tomarán en cuenta en función de:

- Costo y tiempo de recuperación de la inversión

Si se escoge de una manera adecuada los distritos para reemplazarlos por un nodo activo se debería realizar el análisis económico de la obra, para ver si de esta manera es conveniente y por sobre todo recuperable colocar fibra óptica o dejar la red actual de cobre.

En el caso que se verifique la factibilidad del uso de fibra óptica se deberá colocar el nodo activo tomando todos los costos que implique la colocación del nodo.

### **3.4.1.1 Costo y utilidad de un nodo de acceso.**

Para el caso de los nodos activos se debe analizar de forma individual todos y cada uno de los lugares donde se proyecte la colocación de estos equipos, ya que va a depender de muchos factores el costo de un nodo, ya que así cuente con las mismas prestaciones va a depender del lugar donde se coloque, de la longitud a la cámara más cercana, de la longitud de fibra óptica entre otros, y estos factores van a alterar el precio del mismo.

Por lo tanto para saber la factibilidad de la implementación de un Nodo es necesario conocer la tarifa real promedio de facturación de dicho sector, para de esta manera poder calcular el tiempo exacto de recuperación de la obra. Pero con ello no debemos perder de vista la Misión que tiene ETAPA-EP que ha puesto el servicio sobre la rentabilidad.

El dato que se va a utilizar para los análisis es el valor del ARPU (Average Revenue Per User) de la empresa, mismo que incluye la pensión básica, el tráfico local, tráfico de larga distancia nacional e internacional, valores de terceros (guía telefónica, tasa de parques), impuestos (IVA), celulares y servicios especiales que dan un valor de \$11,82 por mes.

Y en cuanto al consumo de banda ancha se tiene un promedio de \$25,36 por mes sin incluir impuestos.

Para el análisis se considerarán solamente los ingresos por tarifa básica y tráfico local, es decir no se considerarán valores de terceros, impuestos, servicios especiales, ni de larga distancia (nacional, celular e internacional), lo que da un valor promedio de ingreso mensual de \$4,56 y el consumo de clientes de banda ancha se mantiene en \$25,39, adicionalmente se tiene que el 85% de los clientes que cuentan con el servicio de banda ancha tienen el servicio de voz, según el histórico del servicio, es decir son clientes mixtos.

Para encontrar el valor que reporta el nodo que será instalado en el sector piloto haremos uso de la ecuación (3.4).

$$cp \text{ nodo} = [(abm \cdot cpm) + (abd \cdot cpd) + (abv \cdot cpv)] * (1 + i) \quad (3.4)$$

Donde:

*abonado de tipo mixto = abm*

*consumo promedio abonado tipo mixto = cpm*

*abonado solo de datos = abd*

*consumo promedio abonado solo de datos = cpd*

*abonado solo con servicio de voz = abv*

*consumo promedio abonado solo de voz = cpv*

*demanda insatisfecha = i*, en este caso 5,3% (Fuente: porcentaje de solicitudes pendientes en ETAPA EP por distrito, se considera el peor caso)

Para encontrar el consumo promedio que el nodo del sector piloto reporta mensualmente utilizaremos los datos detallados anteriormente donde:

Para abonados de tipo mixto:

$$abm = 136 \text{ y } cpm = \$29,95$$

Para abonados solo con servicio de datos:

$$abd = 22 \text{ y } cpd = \$25,36$$

Para abonados solo de voz:

$$abv = 583 \text{ con } cpv = \$4,59$$



Resolviendo la ecuación tenemos:

$$cp \text{ del nodo} = [(116 \cdot \$29,95) + (20 \cdot \$25,39) + (583 \cdot \$4,59)] \cdot (1 + 0,053)$$

$$cp \text{ del nodo} = (\$3474,2 + 507,8 + 2675,97) \cdot (1,053)$$

$$cp \text{ del nodo} = \$7010,84$$

Ahora que se determinó cuál será en promedio el reporte mensual del nodo activo para el sector piloto, se debe restar los valores que implica el pago a ISP de nivel superior, el grupo de mantenimiento preventivo y el grupo de mantenimiento correctivo.

Para determinar estos valores, se estimó el consumo total de banda ancha demandado por los clientes, para lo cual se ha elaborado una tabla con la información del tipo de plan ofrecido por ETAPA EP, la velocidad, el número de usuarios y el nivel de compresión utilizado, teniendo como referencia los siguientes: 8:1, 4:1, 2:1 o 1:1.

Para el mes de mayo de 2014, se determinó que existen un total de 53587 conexiones de banda ancha divididas en 4 tipos de planes que son: Residencial, Corporativo 1, Corporativo 2 y Premium con sus respectivos porcentajes de participación de los cuales el 97,11% pertenece al plan Residencial, como se describe en la siguiente tabla:

Tipo de Plan	Líneas	AB_promedio	compresión	% Participación
Residencial	53587	2.283,46	8	97,11%
Corporativo 1	149	2.368,12	2	0,27%
Corporativo 2	1272	1.977,43	4	2,31%
Premium	175	4.186,70	1	0,32%
Total	55183			100%

**Tabla 3.8** Conexiones de banda ancha de ETAPA EP (a Mayo 2014)

**Fuente:** ETAPA EP

Tomando en cuenta el porcentaje de participación de cada tipo de plan, se elaboró una tabla para el sector piloto en el cual se instalará el nodo activo y se determinará el número de conexiones existentes pertenecientes a cada tipo de plan.

Así mismo tomando en cuenta el ancho de banda promedio para cada tipo de plan, y el número de conexiones, se determinó que fue necesaria una capacidad de 45310,76Kbps como se describe en la siguiente tabla:

<b>Tipo de Plan</b>	<b>Líneas</b>	<b>AB_promedio</b>	<b>compresión</b>	<b>AB_total</b>
Residencial	133	2283,46 Kbps	8	37962,57 Kbps
Corporativo 1	1	2.368,12 Kbps	2	1184,06 Kbps
Corporativo 2	4	1.977,43 Kbps	4	1977,43 Kbps
Premium	1	4.186,70 Kbps	1	4186,70 Kbps
Total	139			45310,76 Kbps

**Tabla 3.9:** Capacidad necesaria para nodo en análisis

**Fuente:** Autores

Para estimar el costo que representa brindar el ancho de banda total demandado en el sector piloto, se calcula el valor por el número de EIs necesarios, en este caso 23, sabiendo que un EI tiene un costo de \$80 el costo total para este caso fue \$1840 mensuales.

<b>Ancho de banda total</b>	<b>EIs Necesarios</b>	<b>Costo Total</b>
45310,76 Kbps	23	1840

**Tabla 3.10:** Costo de EI necesarios

**Fuente:** Autores

En cuanto al mantenimiento preventivo y correctivo, se destina un valor del 10% del reporte mensual por consumo de banda ancha mismo que será igual a:

$$\$7010,84 \cdot 10\% = \$701,08$$

De la misma manera se estimará el gasto por pago a personal teniendo en cuenta la definición de la ITU para indicadores derivados, que estima la relación entre el número de abonados con servicios prestados y el número de empleados a tiempo completo.

Para el análisis en el sector piloto mediante el indicador descrito y con los datos obtenidos de la página oficial de ETAPA EP, se estimó el número de empleados para 719 clientes.

$$\text{Empleados en 719 clientes} = \frac{\text{Empleados a tiempo completo}}{\text{número de abonados con Servicios}} * 719$$

$$\text{Empleados en 719 clientes} = \frac{614}{190744} * 719$$

$$\text{Empleados en 719 clientes} = 2,3$$

Para la estimación del sueldo promedio se consideró el sueldo de un empleado en categoría P1 es de \$ 1580 y de un trabajador es \$950, existiendo una relación de cuatro trabajadores por cada empleado resulta en un sueldo ponderado es de \$ 1076 por lo tanto para el sector piloto se reporta un gasto por pago a personal de:

$$\text{Pago a personal} = 2,3 * \$1076 = \$2475$$

Con los gastos debido a la prestación del servicio de banda ancha, mantenimiento, y pago a personal se calculó la utilidad del nodo que será igual a:

$$\begin{aligned} \text{utilidad del nodo} &= \text{cp del nodo} - \text{gastos pago de E1s} - \text{mantenimiento} - \\ &\quad - \text{pago a personal} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Y realizando el cálculo para el caso del sector piloto tenemos:

$$\begin{aligned} \text{utilidad del nodo} &= \$7010,84 - \$1840 - \$701,08 - \$2475 \\ \text{utilidad del nodo} &= \$1994,96 \end{aligned}$$

Siguiendo con el proceso y luego de un tiempo, la empresa ETAPA EP dio a conocer la cotización de cuanto le costaría a la empresa colocar este tipo de servicios, la cotización entregada fue la ofertada por la empresa HUAWEI TECHNOLOGIES; estos se basaron

en información entregada por personal de ETAPA EP, que ubicaron de manera similar al análisis establecido en esta monografía, los posibles puntos en donde se necesitaría un nodo de acceso.

Referencialmente se conoce que por 18 posibles nodos la inversión de ETAPA EP debería ser de \$ 560000, por lo tanto se puede estimar el costo individual de cada nodo que sería:

$$\text{Costo individual} = \frac{\$560000}{18} = 31111,11$$

Realizando una comparación con el costo unitario de cada nodo que es de \$62000, se puede determinar que el costo individual es el 50% del costo unitario.

De acuerdo a la economía de escala en que el valor de un producto se ve afectado con las unidades de producción, en este caso el valor de cada nodo dependerá de la cantidad adquirida por ETAPA E.P., y para el análisis se tomará en cuenta el costo unitario de cada nodo provisto por HUAWEI TECHNOLOGIES y no el costo por la compra en masa de los mismos.

$$\text{costo del nodo} = \$62222,22$$

En consecuencia la implementación de este nodo de acceso sería de \$62222.22, éste valor será el que se deba utilizar para determinar el VAN y el TIR en el siguiente punto.

#### **3.4.1.2 Cálculo del VAN**

El VAN o conocido como el valor actual neto, es un indicador financiero que permite medir los flujos de los ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para de esta manera poder determinar si luego de descontar la inversión inicial, el proyecto genera una ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

La fórmula para el cálculo del VAN es:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad (3.5)$$

En donde:

- ✓ I es la inversión
- ✓  $Q_n$  es el flujo de caja del año n
- ✓  $r$  es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima, que se prevé.
- ✓  $N$  el número de años de la proyección.

De los datos anteriores, el flujo de caja del año n, va a ser el flujo de caja que se espera tener mensualmente multiplicado por doce, con lo cual obtenemos:

Año	Clientes telefonía fija	Clientes banda ancha	Ingresos	Egresos	Flujo neto
2014	724	147	\$87818,56	\$61521,86	\$26296,71
2015	729	159	\$91849,55	\$61924,95	\$29924,59
2016	734	171	\$95880,53	\$64248,05	\$31632,48
2017	739	185	\$100535,02	\$66633,50	\$33901,52
2018	745	200	\$105559,25	\$69055,92	\$36503,32

**Tabla 3.11:** Valores obtenidos en la proyección

**Fuente:** Autores

Con los datos obtenidos anteriormente, y una proyección a 5 años, tendremos los siguientes datos:

- ✓  $I = \$62222,22$  (Inversión inicial del nodo de acceso)
- ✓  $Q_n = Flujo\ neto$  (Utilidad proyectada anual)
- ✓  $r = 11,2\%$  (Tasa de interés activa efectiva referencial determinada por el BCE para enero de 2014)

✓  $N = 5$  (Análisis proyectado a 5 años)

Reemplazando los valores tenemos:

$$VAN = -62222,22 + \sum_{n=1}^5 \frac{Q_n}{(1 + 0,112)^n}$$

Utilizando la herramienta para el cálculo del VAN en Excel se obtiene:

$$VAN = \$ 52271,49$$

Al ser el resultado obtenido un número superior a cero, se concluye que el proyecto es viable.

### 3.4.1.3 Cálculo del TIR

El TIR o también conocida como la tasa interna de retorno, es una herramienta usada como indicador que cuantifica la eficiencia de una inversión determinada, al contrario del VAN que entrega como resultado una magnitud, el TIR entrega un porcentaje. Por tal razón el TIR es la tasa compuesta de retorno anual que se puede ganar de una inversión.

Esta tasa se calcula partiendo de la ecuación del VAN, pero igualada a cero y despejando el valor de  $r$ , por lo tanto tendríamos:

$$0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1 + r)^n} \tag{3.6}$$

Los valores para este cálculo van a ser los mismo que los utilizados para el VAN, por lo tanto reemplazando en la ecuación tendríamos.

$$0 = -62222,22 + \sum_{n=1}^5 \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

$$TIR = 39\%$$

El valor del TIR calculado expresa un promedio del 39% en los rendimientos esperados con la implementación del nodo activo, por tal motivo se convierte en un proyecto de inversión rentable.

#### **3.4.1.4 Comparación de costos de inversión entre cobre y fibra óptica.**

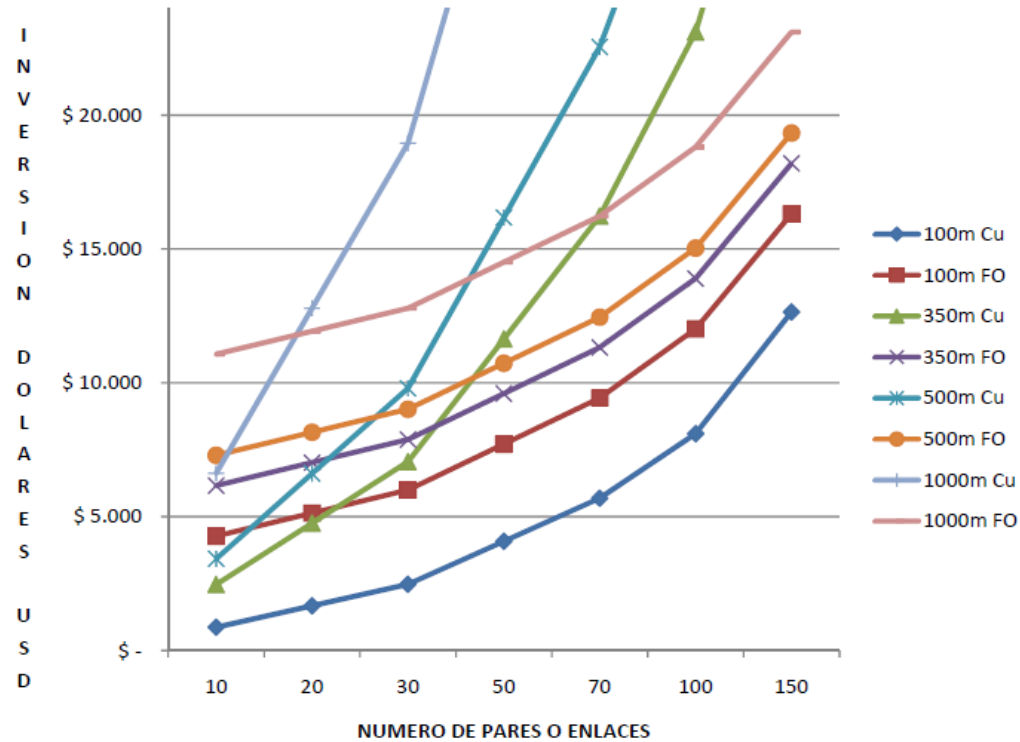
La comparación que se debe realizar es entre la red de cobre y la red de fibra óptica, se muestra en la figura 3.8, datos que fueron extraídos de la tesis “Manual de procedimientos de aplicación de soluciones de última milla para servicios convergentes en la ciudad de Cuenca” del Ing. Fabián Carpio Becerra.

En la figura 3.12 se puede observar varias variables como distancias, número de pares o enlaces y distancia existente entre el nodo y la central más cercana.

- Para el caso en el que se tenga distancias menores a 100 metros la solución deberá ser tendido de red de cobre debido a que el costo es menor con cualquier número de pares requeridos.

La instalación de nodos activos se realiza debido a que las distancias de los abonados a la central más cercana son mayores a 100 metros y el número de pares o enlaces también lo es, observando la figura podemos ver que para distancias mayores a 350 metros con un número de pares o enlaces, la solución deberá ser la fibra óptica ya que las curvas de los precios del cobre tienen una pendiente pronunciada y el valor se eleva demasiado en comparación a la fibra óptica.

## COMPARACION DE LOS COSTOS DE INVERSION COBRE / FIBRA OPTICA



**Figura 3.11** Comparación entre costos de implementación de cobre y fibra óptica [17]

A medida que la distancia a la central más cercana crece y el número de pares o enlaces necesarios lo hace de igual manera, la solución a adoptarse para la reducción de costos es necesariamente fibra óptica.

Se puede establecer los factores más relevantes en el análisis de costos a la distancia a la central más cercana y el número de pares o de enlaces que se necesitan para satisfacer la demanda de servicios, por lo que los resultados obtenidos muestran que la fibra óptica es la mejor solución, sin embargo queda a criterio del Diseñador que es quien velará por que se cumplan con los requerimientos necesarios, debiendo tomar en cuenta las ventajas y sobre todo proyección de una u otra solución aplicada.



## **CAPITULO IV**

### **MANUAL PARA MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE NODOS ACTIVOS**

En éste capítulo se detallan los protocolos y reglas que se deben seguir para realizar la instalación, montaje y mantenimiento de los nodos activos empleados para la disminución del bucle de abonado y así lograr brindar altas tasas de transmisión hacía el usuario final. En la empresa ETAPA EP se pueden encontrar nodos externos y nodos internos, para lo cual se analizara el proceso de instalación en cada uno, además se indican las adecuaciones necesarias de obra civil, para finalmente revisar las rutinas de mantenimiento y su periodicidad.

#### **4.1 Especificaciones para el montaje e instalación de nodos activos**

##### **4.1.1 Montaje e instalación de nodos externos**

###### **4.1.1.1 Ubicación en campo de armario externo**

La ubicación del nodo de telecomunicaciones deberá cumplir los siguientes parámetros técnicos y estéticos para que la afección visual sea mínima:

- Colocar en una esquina.
- Colocar cerca de uno de los distritos que serán absorbidos.
- Apoyar a un cerramiento o pared como medida de seguridad para evitar daño de la carcasa.
- Evitar el bloqueo de ventanas y puertas.
- Evitar el uso del MDF para montar regletas de secundario.

#### **4.1.1.2 Especificaciones técnicas de la Base de Cemento (pedestal)**

La construcción del bloque de cemento deberá cumplir las siguientes recomendaciones:

- Colocar paralelo a la calzada, completamente horizontal.
  
- Excavar una zanja de 2.85m de largo x 0.80m de ancho x 0.65m de profundidad, para construir la base de cemento que soportará un equipo ONU-F01D500 de marca HUAWEI, junto a la cual se construirá un pozo de ingreso de cables de 0.60m x 0.60m x 0.60m libres denominado pozo de cables; la tapa será de hormigón armado de 0.70m x 0.70m. Las dimensiones del equipo indicado son 1550 mm de largo x 550 mm de ancho y 1650mm de alto, especificaciones detalladas en las especificaciones del fabricante.
  
- Excavar una zanja de 3.20m de largo x 0.80m de ancho x 0.65m de profundidad para construir la base de cemento que soportará un equipo ONU-F01D1000 de marca HUAWEI, junto a la cual se construirá un pozo de ingreso de cables de 0.60m x 0.60m x 0.60m libres denominado pozo de cables; la tapa será de hormigón armado de 0.70m x 0.70m. Las dimensiones del equipo indicado son 1900mm de largo x 550 mm de ancho y 1650mm de alto, especificaciones detalladas en las especificaciones del fabricante.
  
- Determinar si el bloque de cemento será en forma de L o longitudinal en base a la posición de la cámara telefónica. En el primer caso la cámara telefónica está ubicada en frente al bloque de cemento, en el segundo caso la cámara está ubicada al costado del bloque de cemento, como se muestra en la figura 4.1.
  
- Construir una base de hormigón de resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Usar varillas de hierro cuya fluencia debe ser 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.
  
- Terminar el bloque de cemento con una altura de 15 cm sobre el nivel de la acera horizontal o de 20 cm si el piso es de tierra.

- Si la acera tiene desnivel, los 15 cm se medirán sobre el punto de mayor nivel, a partir del cual se trazará una línea horizontal que determinará la altura del punto de mayor desnivel determinado por el largo de la base de cemento.



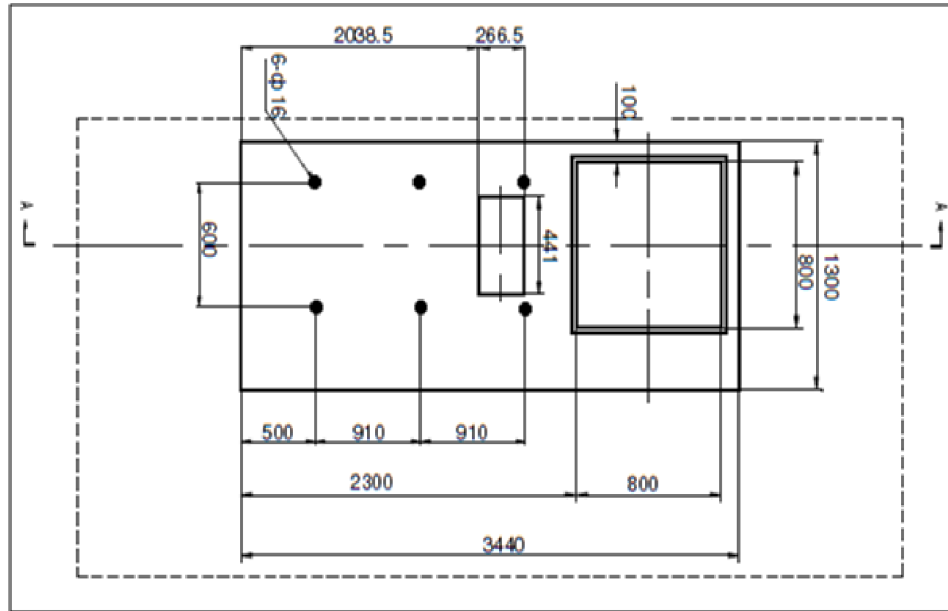
**Figura 4.1** Cámara ubicada al costado del bloque de cemento.

- Colocar la tapa del pozo de ingreso de cables al mismo nivel de la calzada o acera en todos los casos. Esta tapa será de cemento armado.

#### **4.1.1.3 Instalación de los nodos externos.**

Se debe considerar para una correcta instalación del gabinete lo siguiente:

- Marcar los agujeros de montaje en el bloque de cemento de acuerdo con los tamaños respectivos, la profundidad del agujero es de 52mm a 60mm (ver figura 4.2). Todos los agujeros deben tener la misma profundidad.



**Figura 4.2** Dimensiones para agujeros en la instalación del gabinete

- Perforar los agujeros en lugares marcados, con una taladradora de percusión y una broca de 16mm de diámetro.
- Limpiar todos los orificios con una aspiradora.
- Medir la distancia del orificio y entre los agujeros.

#### **4.1.1.4 El marcado y perforación**

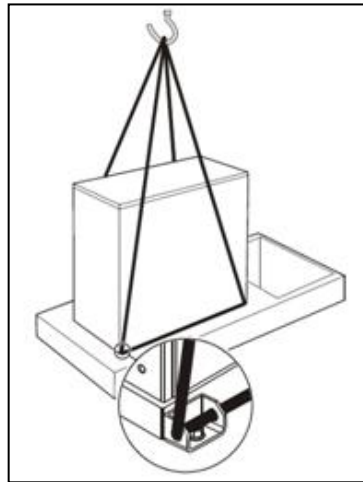
Se deberá seguir estos pasos para marcar y taladrar.

- Perforar agujeros en el lugar marcado en la figura 4.2 con la broca #16.
- Marcar los agujeros de montaje en el pedestal de cemento de acuerdo con los tamaños, la profundidad del agujero es de 52 mm a 60 mm.
- Limpiar todos los orificios con una aspiradora.

- Medir la profundidad del orificio y la distancia entre los agujeros.

#### 4.1.1.5 Transporte del gabinete

Se utilizará una grúa para colocar el gabinete en el pedestal de cemento. La figura 4.3 muestra la instalación en armario con una grúa.

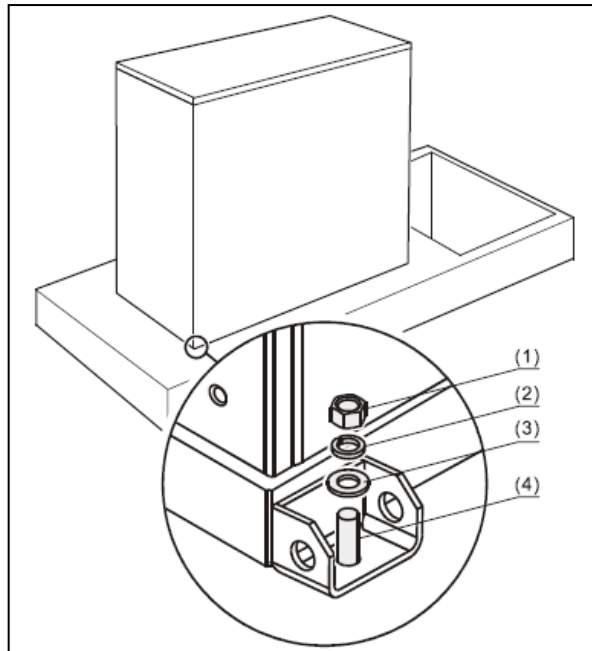


**Figura 4.3** Posicionamiento del armario en el pedestal con una grúa

#### 4.1.1.6 Fijación del gabinete

Se deberá seguir los siguientes pasos para fijar el gabinete:

- Una vez colocado el gabinete en el pedestal de cemento, se deberá alinear los tubos incorporados con los orificios exactos en el plano de instalación.
- Comprobar la nivelación del gabinete con una medida de nivel.
- Instalar la caja si el error de nivel es menor que o igual a 4 mm, de lo contrario, ajustarlo moviendo la almohadilla en la parte inferior de la caja hasta que esté horizontal.
- Fijar el armario de la manera indicada en la figura 4.4



**Figura 4.4** Fijación del armario

- (1) Tuerca M12
- (2) Arandela del muelle 12
- (3) arandela plana grande 12
- (4) pernos M12 x 40

#### **4.1.1.7 Puesta a tierra**

Para la puesta a tierra es necesario armar una malla de tierra en configuración tipo estrella colocando varillas Cooperweld de 1.80m en cada esquina de la base de cemento conectadas entre sí mediante un cable de cobre No. 2 AWG desnudo de 7 hilos soldadas a las mismas utilizando suelda tipo Cadweld. El cable de tierra deberá llegar hasta el pozo de cables en donde se instalará una placa de cobre perforada de 20cm x 10cm y conectores pie talón. Todas las uniones, excepto las localizadas en la placa, deberán ser realizadas con suelda tipo Cadweld.

La impedancia deberá ser menor o igual a 5 ohmios para asegurar una conexión segura de los equipos.

#### 4.1.1.8 Energía

Se energizará mediante la instalación de un contador de energía bifásico 110/200V que será colocado en el poste más cercano a la base de cemento. Este contador de energía se colocará dentro una caja metálica instalada a 1.50m del nivel de la acera. Las dimensiones de la caja metálica son de 0.30m de ancho x 0.60m de alto y con una profundidad de 0.17m como se muestra en la figura 4.5. La misma incluirá además las protecciones termo magnéticas generales.



**Figura 4.5** Caja Metálica para medidor de energía eléctrica ubicada sobre poste

Para la acometida eléctrica se deberá utilizar cable No. 8 AWG y deberá ser subterránea.

Si no existe postería se construirá un dado de cemento junto a la base de armario para implantar un tubo galvanizado tipo residencial de 2" de diámetro con una longitud de 3 metros como se puede apreciar en la figura 4.6, sobre el mismo se soldará la caja metálica y el aislador tipo cerámico.



**Figura 4.6** Tubo galvanizado de 2" de diámetro con una longitud de 3 metros

La acometida eléctrica, en este caso, deberá ser aérea hasta llegar al tubo galvanizado utilizando cable No. 8 AWG.

#### **4.1.2 Instalación de nodos internos**

##### **4.1.2.1 Ubicación en campo de Armario Interno**

Para los nodos tipo internos se deberá tener un espacio cerrado con acceso individual y sin restricción para el personal de ETAPA EP de modo que sea posible realizar la operación y mantenimiento las 24 horas del día.

##### **4.1.2.1.1 Especificaciones Técnicas**

- Disponer de un área de terreno de 5m x 6m.
- En el nodo interior se considerará dos ambientes, uno para la ubicación de repartidores, canal de ingreso para cables de telecomunicaciones y otro para banco de baterías, racks y demás equipos activos.



- Disponer de escalerillas, bandejas o guías para los cables de acometida de ingreso de acuerdo al diseño, así como, para la red de energía y distribución del servicio de telecomunicaciones hacia la red interior.
  
- Dispondrá de un bastidor repartidor constituido por un compartimiento metálico cerrado, dispuesto en el interior del espacio de co-ubicación, junto al túnel de cables. La distancia entre la pared y el túnel de cables deberá ser de 15cm.
  
- Las estructuras y losas de la construcción serán de hormigón armado.
  
- Las paredes de mampostería de ladrillo que deberán ser enlucidas, empastadas y pintadas con pintura de látex.
  
- El revestimiento de pisos será de cerámica y tool antideslizante. Las cerámicas se asentará sobre una resina de un espesor de 5mm, la separación entre cerámicas no será mayor a 2mm de ancho.
  
- El cielo raso formará un solo cuerpo con la losa de cubierta y estará conformado por un mortero de cemento / arena en una dosificación de 1:3. La losa de cubiertas será armada y con revestimiento de hormigón, sobre la cual se suspenderá las escalerillas. Sobre el piso de cerámica se colocarán rastreras o barrederas de cerámica de 15 cm de altura y se colocará con pasta de cemento de un espesor de 5mm, la separación entre cerámicas no será mayor a 2mm de ancho.
  
- Para el fundido de la losa, zapatas, cadenas, vigas y columnas se utilizará Hormigón de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y se le añadirá impermeabilizante.
  
- La pintura será aplicada sobre superficies perfectamente limpias y secas. La capa final se la dará cuando la Fiscalización haya aprobado las capas anteriores.

- Las puertas de acceso serán enrollables y con protección de hierro cuadrado con formas de rombos.



**Figura 4.7** Puerta enrollable tipo lanfor y protección de hierro

- La protección de hierro debe ser con tubo de 4cm de marco con protecciones de varillas de 9mm cuadrada y conformar un rombo de diámetro menor de 14cm y diámetro mayor de 26cm.
- Tanto la puerta enrollable tipo Lanfor como la protección de hierro dispondrán de candados de seguridad.

#### **4.1.2.2 Puesta a tierra**

- El nodo deberá tener una malla de tierra en configuración tipo estrella compuesta de cinco varillas de cobre colocadas una en cada esquina del nodo y otra en la mitad de la canalización interior (túnel de cables), éstas se unirán mediante un cable de cobre No. 2 AWG desnudo de 7 hilos utilizando suelda de tipo Cadweld; la malla de tierra deberán garantizar una impedancia menor o igual a 5 ohmios.
- Esta obra se deberá realizar antes de proceder con la fundición de la losa de piso; y antes de ello se procederá a la medición de resistencia, de no cumplir con el valor indicado anteriormente se deberá acondicionar el terreno agregándole compuestos químicos para lograr mantener la zona de ubicación de las varillas húmeda permanentemente y con la resistencia que cumpla con las especificaciones indicadas.

- El cable de tierra deberá llegar hasta el túnel de cables en donde se colocará una placa de cobre perforada de 20cm x 10cm y conectores pie talón calibre #8 como se muestra en la figura 4.8.

- Además se recomienda, dejar en cada nodo un pozo de revisión, para de esta manera poder tener la información de la resistividad mínimo una vez anualmente, y en épocas donde el terreno este más seco.



**Figura 4.8** Placa de cobre perforada

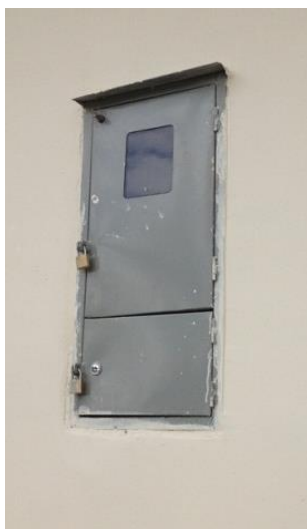
- Todas las uniones excepto las localizadas en la placa, deberán ser realizadas con suelda de tipo Cadweld.

- En el caso de ser necesario se deberá instalar una placa de cobre adicional con las especificaciones antes descritas que deberá conectarse al cable de tierra.

#### **4.1.2.3 Energía**

- La instalación eléctrica proveerá servicio a los equipos, se utilizará un tablero eléctrico bifásico mínimo de 6 polos, se lo colocará según el plano de instalaciones eléctricas.

- De acuerdo a los requerimientos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se utilizará una caja con dimensiones de 0.30m de ancho x 0.60m de alto y 0.17m de profundidad, para medidor de energía tipo 220/127V, como se muestra en la figura 4.9.



**Figura 4.9** Caja Metálica para medidor de energía empotrada en la pared

- La acometida se realizará con cable No. 8 AWG, se tomara directamente de la barra principal y se llegara hasta un tablero de distribución con capacidad de al menos 6 protecciones termoeléctricas.
  - Colocar una protección de 10 A para el circuito de iluminación.
  - Colocar una protección de 30 A para el circuito de tomacorrientes.
  - Colocar dos protecciones de 30A para los equipos de telecomunicaciones.
- Para realizar el cableado de las instalaciones eléctricas por la losa de cubiertas es necesario la utilización de un politubo de ¾" tipo liviano.
- Colocar un tomacorriente, usando cable sólido de número 12 AWG. Se utilizará un tomacorriente doble polar.
- Colocar las lámparas de 2x32 W/40w CD. Se utilizará cable sólido número 14 AWG.
- Colocar un interruptor doble C/LP. Se utilizará cable sólido número 14 AWG.

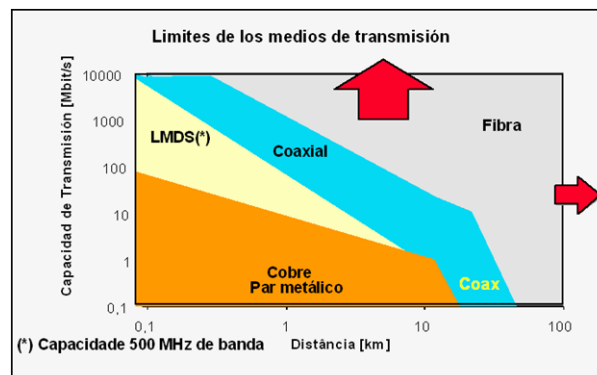
## 4.2 Especificaciones de bucle de abonado y demanda

Para determinar la ubicación de los nodos activos se considerará dos parámetros.

- 1) Bucle de abonado inferior a 1km.
- 2) Demanda de servicio de telefonía, internet banda ancha y transmisión de datos.

### 4.2.1 Bucle de abonado

Se considera la ubicación geográfica de los nodos activos en base a las velocidades de transmisión y distancias máximas establecidas por los fabricantes para brindar servicios de alta velocidad, véase figura 4.10<sup>15</sup>



**Figura 4.10** Distancias máximas establecidas por los fabricantes

En ETAPA EP, se ha planificado dar servicios de banda ancha con capacidades que bordeen los 10 Mbits por lo que la longitud de bucle de abonado deberá ser inferior a 1 km, esta longitud constituye el radio de la zona de cobertura del nodo de telecomunicaciones proyectado.

Una vez determinada el área total de cobertura, al nodo se le ubicará a 1/3 de dicha área medido desde la central a la que pertenecían los distritos que están dentro del área considerada.

<sup>15</sup> Figura tomada de la página web [www.eurescom.com](http://www.eurescom.com)

La co-ubicación del nodo se basó en los manuales utilizados para la ubicación de un armario de acceso.

#### **4.2.2 Demanda de servicios Telefonía y Banda Ancha**

Para determinar la demanda telefónica y de banda ancha se considerará:

- Distritos que serán absorbidos por el nuevo nodo.
- Demanda existente.
- Demanda proyectada.

##### **4.2.2.1 Distritos que serán absorbidos por el nodo**

Se considerará los distritos que están dentro del área de cobertura determinada en el punto 4.2.1.

##### **4.2.2.2 Demanda existente**

Será calculada en base a los distritos que se absorberán por el nodo los cuales tienen una cantidad de abonados de telefonía y banda ancha.

Esta cantidad de abonados de los dos servicios constituirán la demanda existente.

##### **4.2.2.3 Demanda Proyectada**

La demanda proyectada viene dada por una tasa de crecimiento del 0,075 % para telefonía calculada en función de los datos históricos del servicio de telefonía fija para los años 2006 a 2013 en el cantón Cuenca.

$$D_p = D_t * (1.0075)^n \quad \text{Demanda telefónica proyectada}$$

Para la proyección de la demanda de banda ancha y realizar una estimación más real se utilizará el modelo de Bass para estimar el número de consumidores o clientes de un producto a lo largo del tiempo.

La siguiente ecuación define al modelo de Bass:

$$S(t) = \left[ p + \left( \frac{q}{m} \right) N(t - 1) \right] [m - N(t - 1)] \quad (1)$$

Donde:

$N(t)$  = número de consumidores que adoptan el producto en el momento  $t$ .

$S(t)$  = número de nuevos consumidores que adoptaron el producto en el período  $t$ .

$m$ : máximo número de consumidores que pueden adquirir el producto (potenciales compradores)

$p$ : coeficiente de innovación. Es la probabilidad que un innovador adopte el producto en el período  $t$ .

$q$ : coeficiente de imitación. Es la probabilidad que un imitador adopte el producto en el período  $t$ .

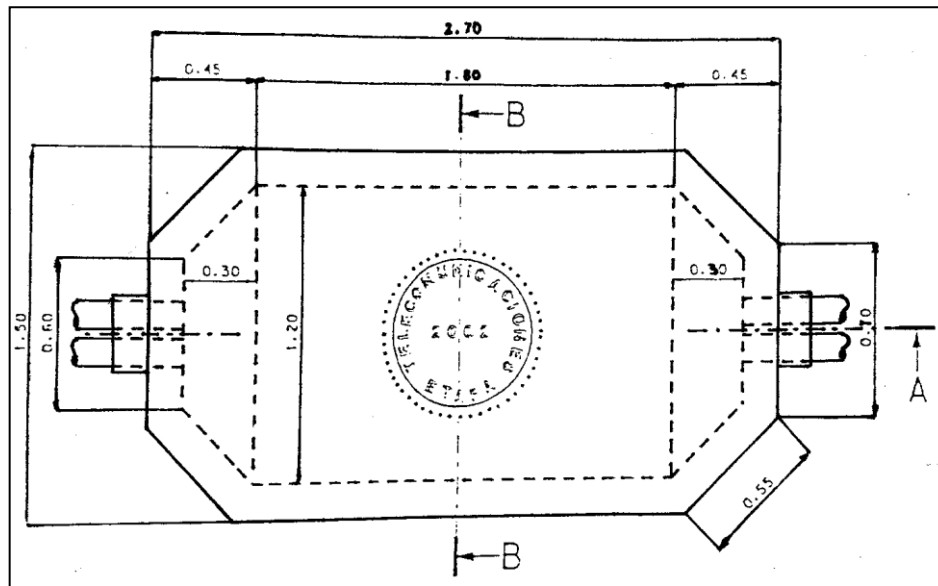
### **4.3 Especificaciones técnicas de obra civil**

#### **4.3.1 Especificaciones técnicas para nodos internos**

##### **4.3.1.1 Empate con canalización existente**

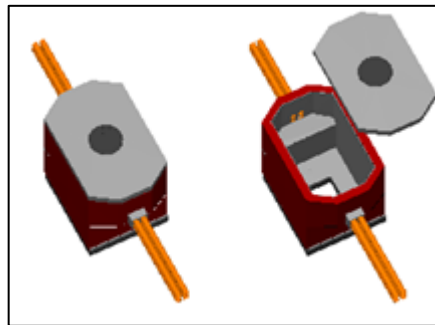
- Se deberá empatar el pozo de cables a la cámara telefónica existente a través de la construcción de un tramo de canalización de 40cm x por 80cm en vereda o 1.20m en calzada a fin de acceder a la red primaria.

- En caso de no existir una cámara telefónica cerca del lugar de implantación del nodo de telecomunicaciones se contemplará, dentro del proyecto, la construcción de la misma, cuyas dimensiones serán las mostradas en la figura 4.11



**Figura 4.11** Medidas de cámara telefónica

- En el tramo de canalización se colocará 4 ductos de PVC de 110mm, color tomate, tipo telefónico, como se muestra en la figura 4.12 de igual manera se observa en la misma figura como deberá quedar la cámara telefónica con y sin la tapa.



**Figura 4.12** Cámara telefónica con y sin tapa

#### 4.3.1.2 Acometida Eléctrica

- Par instalar la acometida eléctrica se colocará dos politubos de 1" entre el contador de energía y el ingreso al pozo de cables, para lo cual se proyectará una salida al poste más próximo. Las dimensiones de la excavación deberán ser de 0.40m x 0.25m.



### **4.3.2 Especificaciones técnicas para nodos externos**

- Se deberá empatar el pozo de cables a la cámara telefónica existente a través de la construcción de un tramo de canalización de 40cm x por 80cm en vereda o 1.20m en calzada a fin de acceder a la red primaria.
- En caso de no existir una cámara telefónica cerca del lugar de implantación del nodo de telecomunicaciones se contemplará, dentro del proyecto, la construcción de la misma, cuyas dimensiones serán las mostradas en la figura 4.12 de la sección 4.3.1.1.
- En el tramo de canalización se colocará 4 ductos de PVC de 110mm, color tomate, tipo telefónico tal como se muestra en la figura 4.11 de la sección 4.3.1.1.

### **4.4 Especificaciones de mantenimiento de nodos activos**

Se identificarán los parámetros de mantenimiento preventivos que se deben considerar en los nodos activos, que comprende alarmas, conectividad del equipo con el sistema de gestión, estado de las tarjetas, porcentaje de uso del cpu (tarjetas controladoras), entre otros.

La rutina del mantenimiento de los equipos se realizará de acuerdo a los protocolos de mantenimiento.

### **4.5 Protocolos de Mantenimiento**

La configuración del mantenimiento de los nodos activos se llevara a cabo a través de un cable de consola, y de un cable de red, los mismos deberán ser vinculados en sus respectivos conectores ubicados en las tarjetas controladoras de los Nodos Activos PVMD e IPMD. En la figura 4.13 se puede apreciar la conexión que se debe realizar.



## 4.5.1 Protocolo para tarjetas IPMD

UA5000 Universal Access Unit		
ROUTINA DE MANTENIMIENTO BROADBAND IPM		
Sitio: _____ Fecha: DD MM YY		
Horario: Desde _____ Hasta _____ Encargados: _____		
Tarea	Checklist	Excepción
Revisar las alarmas de tipo <i>critical</i> y <i>major</i>	Existe alguna alarma que no se pueda recuperar? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Verificar la conectividad entre el dispositivo y el N2000 BMS	Se tiene gestión remota del equipo? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Verificar el estado de las tarjetas del equipo	TODAS las tarjetas se encuentran estado normal? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Medir el porcentaje de uso del CPU	El porcentaje del uso del CPU tiene un valor alto? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Verificar la fecha y hora del equipo	La fecha/hora del equipo está correcta? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Verificar el estado de los puertos de <i>uplink</i>	Existen puertos en estado anormal? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Obtener el respaldo de los datos del equipo (Backup)	Fue exitoso? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Medir el comportamiento del tráfico en los puertos <i>uplink</i>	El tráfico se encuentra sin errores de transmisión? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Verificar el estado de los puertos xDSL	Existe algún puerto que se encuentre en estado anormal? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Realizar el switchover para las tarjetas controladoras del equipo	Se realizó con éxito? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Medición de potencia en la TX/RX del modulo óptico en la tarjeta IPM	Se encuentran dentro del rango normal? (Revisar Anexo) <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No Aplica	
Limpieza (Gabinete, Tarjetas, Ventiladores)	Se limpiaron el gabinete, tarjetas y ventiladores? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No # Gabinetes: # Tarjetas: # Ventiladores:	
Puertos reportados con daño		
Números de serie	Racks:	
	Shelfs:	

Tabla 4.1 Protocolo para tarjetas IPMD

## 4.5.2 Protocolo para tarjetas PVMD

UA5000 Universal Access Unit			
RUTINA DE MANTENIMIENTO NARROWBAND PVM			
Nodo: _____		Fecha: DD MM AA	
Tiempo de trabajo: De _____ hasta _____		Responsable: _____	
Labores de Mantenimiento	Checklist	Exception	Operator
Verificación de alarmas mayores y críticas	Existe alarmas mayores o críticas en el equipo? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificación de parámetros del medio ambiente y energía	Están normales los parámetros de medio ambiente y energía? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
	Se pudo verificar las alarmas de medio ambiente y energía en el centro de gestión? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar el estado de la fuente de energía del equipo	Se encuentra en estado normal la fuente de energía? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar el estado de los ventiladores	Se encuentran funcionando en estado normal? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar el estado de las tarjetas en el equipo	TODAS las tarjetas se encuentran en estado normal? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar el uso del CPU	Está el uso del CPU en un valor alto?(valor mayor a 40%) <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar la conectividad entre el equipo y el UMS N2000	Existe gestión para el equipo? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		

**Tabla 4.2.1** Protocolo para tarjetas PVMD

Verificar el estado de la interfaz H248	Están los interfaces MG en estado normal? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar la conexión de los cables de energía	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal		
Verificar el cable de tierra	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Anormal		
Etiquetado	El etiquetado de los cables cumple con los requerimientos y especificaciones del cliente? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Conectividad entre el equipo y el Softswitch y la red	Existe conectividad entre el equipo y el softswitch? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Performance de una llamada	Realizar un qos-rtptest en una llamada de al menos 10 min. Adjuntar captura.		
Obtener el respaldo de los datos del equipo	El respaldo fue exitoso? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Switch-over de las tarjetas de control (activa/standby)	Permitió realizar el switch-over sin caerse, cortarse la llamada previamente establecida? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Limpieza (Gabinete, Tarjetas, Ventiladores)	Se limpiaron el gabinete, tarjetas y ventiladores? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No # Gabinetes: # Tarjetas: # Ventiladores:		
MDF	Se encuentra funcionando el sistema de alarma de los MDFs? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A		
EIs	En el caso de haber mas de dos racks en las tarjetas EDTB los EI se encuentran funcionando normalmente? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A		
Servicios	Permitió el envío y recepción de FAX? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Permitió el reconocimiento de DTMF comprobar con el 299 99 99 del Bco. Pichincha. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Permitió realizar llamadas al correo de voz <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Llamadas telefónicas	Se tramitan con normalidad llamadas entrantes y salientes a diferentes destinos? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Se tramitan con normalidad llamadas a números especiales: 100, 101, 102, 131, 136 <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
Verificar el estado del enlace	Medición de potencia en la TX/RX del módulo óptico en la tarjeta IPM. Se encuentra dentro de los parámetros normales? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A Se encuentra los cables UTP, cables en general del equipo UA5000 y conectores, sin cortes ni abolladuras. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Se puede verificar que no existan pérdidas de paquetes en el enlace con el Softswitch? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		

**Tabla 4.2.2** Protocolo para tarjetas PVMD

## 4.6 Comandos para ejecución de los protocolos de mantenimiento

### 4.6.1 Ejecución de Protocolos para IPMD

TAREA	COMANDOS A EJECUTAR / DESCRIPCIÓN
Revisar el sistema de alarmas	IHUA1(config)#display alarm history alarmlevel critical list
	IHUA1(config)#display alarm history alarmlevel major list
Verificar la conectividad entre el	IHUA1(config)#ping dirección del servidor
Revisar el estado de funcionamiento de las tarjetas.	IHUA1>enable
	IHUA1#config
	IHUA1(config)#display board 0
Revisar el estado de uso del CPU	IHUA1(config)#display cpu 0/2
	IHUA1(config)#display cpu 0/3
Verificar la fecha y hora del equipo	IHUA1(config)#display time
Revisar el estado de los puertos de Uplink	IHUA1(config)#interface ipm 0/2
	IHUA1(config-if-ipm-0/2)#display port state all
Obtener el respaldo de los datos	IHUA1(config)#backup configuration tftp 10.11.104.3 BCK_IPM
Medir el comportamiento del tráfico en los puertos uplink	IHUA1(config)#interface ipm 0/2
	IHUA1(config-if-ipm-0/2)#display port state all
Verificar el estado de los puertos xDSL	IHUA1(config)#interface 0/6
	IHUA1(config)#display port state all
Realizar el switchover para las tarjetas controladoras del equipo	IHUA1(config)#display data sync state
	IHUA1(config)#system switchover
Medición de potencia en la TX/RX	Medir potencias TX/RX en módulo óptico de tarjetas
Número de serie de tarjetas	PVM(config)#diagnose
	PVM(diagnose)%display bc dc 0

**Tabla 4.3** Ejecución de protocolos para IPMD

## 4.6.2 Ejecución de Protocolos para PVMD

TAREA	COMANDOS A EJECUTAR / DESCRIPCIÓN
Verificación de alarmas mayores y críticas	PVM(config)#display alarm history alarmlevel critical list
	PVM(config)#display alarm history alarmlevel major list
Verificación de parámetros del medio ambiente y energía	PVM(config-if-power4845-0)#display power alarm
Verificar el estado de la fuente de energía del equipo	PVM(config-if-power4845-0)#display power environment info
	PVM(config-if-power4845-0)#display power system parameter
Verificar el estado de los	Verificar el estado de los ventiladores
Verificar el estado de las tarjetas	PVM(config)#display board 0
Verificar el uso del CPU	PVM(config)#display cpu 0/4
	PVM(config)#display cpu 0/5
Verificar la conectividad entre el equipo y el BMS N2000	PVM(config)#ping 172.16.19.236
	PVM(config)#ping 172.16.19.237
Revisar el estado de los E1s	PVM(config)#display frame link
Verificar el estado de la interfaz H248	PVM(config)#interface h248 0
	PVM(config-if-h248-0)#display if-h248 state
Verificar la conexión de los	Verificar la conexión de los cables de energía
Verificar el cable de tierra	Verificar el cable de tierra
Conectividad entre el equipo y el	PVM(config)#ping dirección del Softswitch
Perfomance de una llamada	
Obtener el respaldo de los datos	PVM(config)#backup data tftp 10.11.104.3 BCK_PVM
Switch-over de las tarjetas de control (activa/standby)	PVM(config)#display data sync state
	PVM(config)#system switch-over
Limpieza (Gabinete, Tarjetas, Ventiladores)	Limpieza (Gabinete, Tarjetas, Ventiladores)
MDF	Revisar que las alarmas del MDF se encuentren conectadas
E1s	verificar que los E1 se encuentran funcionando normalmente
Servicios	Verificar el reconocimiento de DTMF, comprobar con el 299 99
	Verificar el envío y recepción de FAX
Llamadas Telefónicas	Verificar que se tramitan con normalidad llamadas entrantes y salientes a diferentes destinos
	Verificar que se tramiten con normalidad llamadas a números especiales: 100, 101, 102, 131, 136
Verificar el estado del enlace	Verificar que no existan pérdidas de paquetes en el enlace con el Softswitch
Número de serie de tarjetas	PVM(config)#diagnose
	PVM(diagnose)%%display bc dc 0

**Tabla 4.4** Ejecución de protocolos para PVMD

#### **4.7 Periodicidad de los mantenimientos**

El mantenimiento de equipos se define como la programación de actividades de inspección sobre los equipos, que tienen por finalidad obtener una disponibilidad de los mismos de forma tal que le permitan a la empresa cumplir sus metas de productividad planeadas. Al hablar de disponibilidad se refiere a la probabilidad que un equipo no falle en un determinado periodo de tiempo.

Los mantenimientos se los planifica en función de algunos parámetros, entre ellos está los recursos humanos disponibles por la empresa para realizar la actividad, la ubicación de los nodos, es decir nodos que se encuentren expuestos a mayor suciedad, considerando los sitios de gran capacidad e importancia.

De acuerdo a los parámetros anteriormente mencionados se recomienda por el fabricante de los equipos realizar el mantenimiento preventivo cada seis meses, el cual es un tiempo prudencial y nos permitirá tener un control adecuado del comportamiento de los equipos.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS OBTENIDOS

#### 5.1 Conclusiones

Ante la rapidez con la que crecen las redes de telecomunicaciones en el país y la urgencia de atender la gran demanda de servicios, sobre todo de banda ancha, se necesita de soluciones rápidas y efectivas que vayan a la par con la tecnología actual y los requerimientos que la empresa ETAPA-EP busca cumplir, por lo que la solución a corto plazo sería el uso de Nodos Activos, equipos que permiten la migración a las nuevas tendencias considerando una inversión que no sea muy costosa, ya que dar de baja las redes de cobre en la actualidad representarían un costo negro muy alto.

- La ubicación de un nodo activo no se basa en el número de distritos a absorber, sino en cumplir las especificaciones que el bucle de abonado sea inferior a 1km, para que se pueda entregar al cliente anchos de banda de hasta 10 Mbps.
- EL servicio de telefonía está en decrecimiento, según se pudo observar en las proyecciones para los siguientes 5 años, utilizando datos reales e interpolaciones polinómicas, sin embargo por cuestiones de diseño y de continuidad del servicio para el análisis de la demanda se utilizó el modelo indicado por la normativa pero aplicando la tasa de crecimiento real del último año la cual es del 0,75%.
- El crecimiento en el servicio de banda ancha indica que se encuentra muy próximo a su etapa de maduración según se lo pudo observar en el modelado con la curva S de BAS donde se estimaron los parámetros acorde a los datos reales, mismos que sirvieron para la estimar la proyección de la demanda.
- Con los nodos activos y teniendo un bucle de abonado inferior a 1Km se puede alcanzar velocidades de hasta 10Mbps cuya ventaja es el aprovechamiento al máximo de

la red de cobre, aceptable ante el continuo desarrollo de las TIC's para los 5 años de la proyección.

- La demanda de ancho de banda por cliente requiere cada vez de mayores tasas de transferencia, debido a nuevos servicios y nuevas prestaciones que se ofrecen a través de internet, teniendo como consecuencia que la red de cobre en los próximos años llegará al límite de los 10 Mbps sin embargo los requerimientos de los clientes superarían dichas velocidades de prestación.
- Mediante el análisis económico realizado, utilizando el VAN y el TIR, los resultados obtenidos demuestran que la implementación de ésta solución es económicamente rentable, además tiene un tiempo de recuperación de 34 meses.

## **5.2 Recomendaciones**

Antes de proceder a la instalación de nodos activos se debe tener en cuenta ciertas recomendaciones:

- Definir los objetivos de la Empresa, tanto económicamente como técnicamente previo al análisis de las posibles soluciones para el mejoramiento de la red de cobre, con la finalidad de obtener la mejor elección.
- Se recomienda que se instale un nodo activo si la demanda existente en banda ancha es mayor al 8% de clientes a absorber, caso contrario no justificaría una inversión para mejorar las prestaciones de la red.
- La implementación de la solución debe ser de una manera planificada con el fin de causar el menor impacto posible en la sociedad como es la interrupción del servicio telefónico, u obras como son la construcción de cajas, las bases para los armarios, etc.

- Considerar las especificaciones referidas en el manual para montaje e instalación de nodos activos en cuanto a protecciones como por ejemplo los sistemas de puesta a tierra, además dar la facilidad para brindar la revisión y mantenimiento adecuado, para de esta manera disminuir y hasta eliminar problemas como los microcortes en la red.
- Realizar un cronograma de mantenimientos preventivos, teniendo como referencia las especificaciones del fabricante con el fin de prolongar la vida útil y el adecuado funcionamiento de los equipos.
- Es vital el implementar nuevas soluciones a largo plazo para que cuando la red actual de cobre llegue a su máxima capacidad se pueda migrar inmediatamente hacia la nueva solución sin causar problemas a los abonados.
- Es importante el definir nuevos modelos de demanda en las normativas que se adecúen de mejor manera a la realidad existente en los distintos servicios de telecomunicaciones.

## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

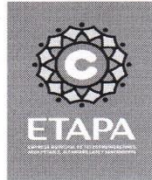
- [1] RENDON Álvaro, Introducción a las Redes de Conmutación, Trabajo de Investigación Universidad del Cauca Facultad de Telemática, Popayán, Marzo de 2013.
- [2] UZCÁTEGUI Leonardo, TRIVIÑO Javier, NGN Next Generation Network, Trabajo de Investigación ULA Maestría en Telecomunicaciones.
- [3] PALOMINO Isaac, Tecnologías en Redes de Nueva Generación, Trabajo de Investigación INICTEL-UNI, Mayo de 2009.
- [4] LOYOS Natalia, Diseño de la red telefónica mediante la plataforma AU5000 para un Sector de Cumbayá en el DMQ, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Septiembre de 2008.
- [5] GONZALO Cristhian, Diseño de un nodo de acceso de voz, datos y video para la red de nueva generación de la corporación nacional de telecomunicaciones empresa pública C.N.T. E.P. en la ciudad del Coca, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Octubre de 2012.
- [6] CALERO Dany, ZUÑIGA Edwin, Estudio y diseño del servicio integrado de redes de telefonía de nueva generación CENTREZ IP, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2012.
- [7] AMBULUDÍ Angel, SARANGO Wilmer, Estudio de la evolución de las redes de próxima generación y el desarrollo de las telecomunicaciones, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2008.
- [8] CARDENAS Paolo, Redes de Próxima Generación NGN, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2006.
- [9] HIDALGO Elder, AYALA Ana, Análisis estratégico de la difusión de la tecnología ADSL en Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2010.

- [10] SIGUENCIA Jorge, VILLACRESES Marco, Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la corporación nacional de telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2011.
- [11] GUNCAY Silvana, YUMBLA Mayra, Supervisión y documentación de la ampliación de la cobertura del backbone Nacional IP-MPLS e internet fase III de la CNT EP en la provincia de Cañar, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2012.
- [12] SOLANO Mónica, Estimación de la capacidad de ancho de banda de la tecnología ADSL en función de las características de transmisión de la red de planta externa de CANTV, Universidad de Oriente, Puerto la Cruz, Febrero de 2009.
- [13] CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO, Informe final aprobado red de nueva generación de ETAPA E.P., 2008.
- [14] CONATEL, Listado de empresas de telecomunicaciones, 2012.
- [15] SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES SUPERTEL, abonados de telefonía fija en Ecuador, 2013, [http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1255:2013-05-21-18-08-47&catid=44:principales&Itemid=344](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1255:2013-05-21-18-08-47&catid=44:principales&Itemid=344)
- [16] Información proporcionada por la Ing. Mónica Carpio Becerra funcionaria de la empresa pública ETAPA EP.
- [17] Carpio Fabián, Manual de procedimientos de aplicación de soluciones de última milla para servicios convergentes en la ciudad de Cuenca, Universidad de Cuenca, Maestría en Telemática, Abril de 2010.

- [18] Proaño Julio, Serrano Xavier, Estudio técnico sobre la implementación de un sistema de monitoreo centralizado para la red de fibra óptica de ETAPA, Universidad Politécnica Salesiana, Febrero de 2008.
  
- [19] Larrea Pedro, Zari Paúl, Levantamiento de la red de transmisiones de la empresa municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de cuenca Etapa, Universidad Politécnica Salesiana, 2007.
  
- [20] Manual de Datos de equipos Huawei Technologies.

## ANEXOS

### ANEXO 1. CERTIFICADO DE APROBACIÓN



2013 – 0024 - DPNT  
Cuenca, 25 de febrero de 2013

Señores:  
Jorge Osmani Ordóñez Ordóñez  
Jorge Luis Inga Lojano  
Ciudad

De mi consideración:

Luego de revisar el documento "Análisis de Ubicación y Normas para Montaje e Instalación de Nodos de Telecomunicaciones", nos permitimos informar que cumple con lo solicitado por la Empresa ETAPA EP y que fue propuesto dentro de los capítulos 3 y 4 de la Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico.

Cabe indicar que este apartado fue entregado el 20 de febrero de 2013 cumpliendo con la fecha indicada en el cronograma presentado a ETAPA EP.

Podrán hacer uso de este documento de acuerdo a sus requerimientos.

Atentamente

Ing. Diego Rodríguez Fernández  
**ADMINISTRADOR DE PLANIFICACION Y NUEVAS TECNOLOGIAS**

Ing. Mónica Carpio Becerra, MgT  
**INGENIERA DE TELECOMUNICACIONES**

Benigno Malo 7-78 y Sucre  
Tel.: (593-7) 283 1900 Fax: (593-7) 2833048  
Cuenca – Ecuador.  
[www.etapa.net.ec](http://www.etapa.net.ec)

**ANEXO 2. CARATULA DE MANUAL ENTREGADO A ETAPA EP.**



**EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES. AGUA POTABLE.  
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA ETAPA EP.**

**ANÁLISIS DE UBICACIÓN Y MANUAL| PARA  
MONTAJE E INSTALACIÓN  
DE NODOS DE TELECOMUNICACIONES**

**AUTORES:**

**JORGE LUIS INGA**

**JORGE OSMANI ORDONEZ**

**SUPERVISIÓN:**

**Ing. MÓNICA CARPIO BECERRA**

**Ing. DIEGO RODRIGUEZ FERNANDEZ**

**Cuenca – 2013**