



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

## Diseño de Red de Planta Externa Adecuado para Tecnología xDSL

Angelo Lucin J. <sup>(1)</sup>; Lissette Herrera T. <sup>(2)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) <sup>(1)(2)(3)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral <sup>(1)(2)(3)</sup>  
Campus Gustavo Galindo Prosperina, Km. 30.5 vía Perimetral,  
Apartado 09015863, Guayaquil, Ecuador  
[amlucin@espol.edu.ec](mailto:amlucin@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>; [lischerr@espol.edu.ec](mailto:lischerr@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>  
Febrero 2013- Febrero 2014  
Guayaquil-Ecuador

Director de Tesis Ing. Miguel Molina, mail [mgmolina@espol.edu.ec](mailto:mgmolina@espol.edu.ec)

### Resumen

*El trabajo de graduación expuesto muestra las consideraciones técnicas a tomar en un diseño de red de planta externa utilizando tecnologías xDSL, nombrando los tipos de xDSL más utilizados, su funcionamiento y sus respectivos estándares basándonos en las ventajas que cada una de estas presta en un diseño de red, así como las falencias que se podrían presentar y cuáles serían las soluciones a tomar. Una de las tecnologías xDSL comúnmente usada es ADSL la que utiliza como medio de transmisión la red de cobre. Para nuestro diseño se ha tomado como referencia una urbanización ubicada al norte de Guayaquil en la cual se tendrán implementados nodos de gran infraestructura con una distancia máxima de 2 Km hacia el abonado final, cada nodo se conectará a la central telefónica mediante fibra óptica monomodo, estos se conectarán hacia los armarios principales con cables de 1800 pares que alimentarán a la red secundaria, la tecnología a implementar es ADSL 2+ permitiéndonos una velocidad de descarga de 24 Mbps y velocidad de subida de 5 Mbps.*

**Palabras claves:** Tecnología xDSL, ADSL, ADSL2+, planta externa, red de cobre.

### Abstract

*The exposed graduation work shows technical considerations to take into a network design of outside plant using xDSL technologies, naming the most commonly used types of xDSL, its functioning and its respective standards based on the advantages provided by each of these in a network design, as well as the flaws that could occur and what are the solutions to take. One of the commonly used xDSL technologies is ADSL that uses the network of copper as a means of transmission. For our design has been taken as reference an urbanization located to the North of Guayaquil in which will be deployed nodes of large infrastructure with a maximum distance of 2 Km to the final subscriber, each node will be connected to the telephone system by means of single-mode optical fiber, these will be connected to the cabinet distribution with 1800 pair that will feed the secondary network the technology to implement is ADSL 2 + allowing a download speed of 24 Mbps and 5 Mbps upload speed.*

**Key words:** technology xDSL, ADSL, ADSL2 +, outside plant, copper network.



## 1. Introducción

El avance de nuevas tecnologías y la necesidad de mantenernos comunicados representa un tema de gran interés a nivel mundial, uno de los primeros medios de telecomunicación más utilizados han sido las redes telefónicas, logrando convertirse en una plataforma de comunicación; estas han permitido implementar nuevas tecnologías de desarrollo que ayudará a cubrir la gran demanda de usuarios interconectados; la red telefónica tiene un rango de frecuencia de 300 Hz a 4 kHz con una atenuación de -8db lo cual limita la transferencia de datos en el medio.

La principal función de la red xDSL está basada en que el ancho de banda del cable de cobre es superior al impuesto por la red telefónica para un canal de voz por lo que es necesario utilizar equipos y una tecnología adecuada que permita alcanzar una mayor velocidad de transmisión.

Las operadoras telefónicas, al tener la oportunidad de brindar un nuevo servicio, como es el Internet, decidieron evaluar sus redes e implementar la tecnología ADSL, siendo la más utilizada en la actualidad, obteniendo resultados favorables para la transmisión de voz y datos, gracias a su fácil implementación permitiéndonos utilizar la infraestructura de las redes telefónicas heredadas.

## 2. Generalidades

### 2.1 Antecedentes

Las empresas de telecomunicaciones utilizan algunas variantes de tecnología xDSL tales como ADSL, ADSL2+, VDSL, etc. para la transmisión de datos utilizando como medio la red de cobre heredada, estas tecnologías con el pasar del tiempo han permitido obtener mayores velocidades y a la vez se ha disminuido el retardo en la transmisión mediante la planta externa.

Se ha realizado un breve estudio, tomando como referencia diversos escenarios, llegando a la conclusión que en ciertos lugares el cliente no está satisfecho con el servicio brindado, esto conlleva a que las operadoras de telefonía analicen cada uno de las partes de la planta externa y poder determinar los puntos de falla con los que cuenta la red.

Al implementar una tecnología ADSL sobre una red telefónica antigua se debe conocer los posibles problemas que afectarían al medio de transmisión, entre las cuales tenemos: la diafonía, relación señal a ruido, impedancia, ruido, atenuación, entre otras, estaremos detallando cada uno de estos problemas en los siguientes capítulos.

El diseño de la red de planta externa es de gran importancia en los sistemas de telecomunicaciones, por tal motivo el presente proyecto se basa en analizar el diseño de la red de planta externa, sus normas técnicas, posibles puntos de fallas, afectación del servicio y mejora del mismo.

### 2.2 Objetivos Generales

Detallar la implementación de una red de planta externa utilizando tecnologías xDSL, estudiando beneficios y debilidades que este diseño de red puede presentar.

### 2.3 Objetivos Específicos

- Estudiar el diseño de una red telefónica evaluando sus características y desempeño.
- Identificar los elementos de una red de planta externa en la tecnología ADSL.

## 3. Aspectos Teóricos

### 3.1 xDSL (Línea Digital de Abonado)

Es un conjunto de tecnologías que proveen una conexión digital sobre las líneas de abonados de la red telefónica básica, con un ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin la necesidad de amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado que consta entre la conexión del abonado final y la central de conmutación telefónica, trabajan convirtiendo las señales de líneas analógicas convencionales en señales digitales de alta velocidad.

xDSL trabaja sobre 3 canales para la transmisión de sus servicios los cuales se encuentran divididos de la siguiente manera

- 2 canales de alta velocidad para el envío y recepción de datos
- 1 canal de baja velocidad para envío y recepción de voz.

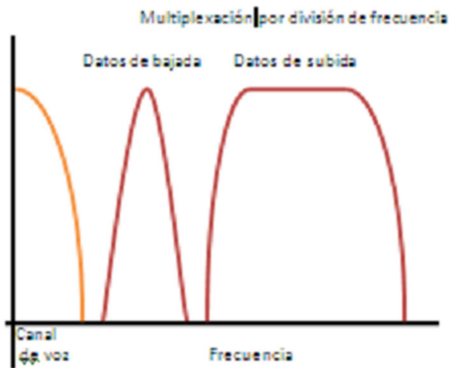


Figura 1 Multiplexación por división de frecuencia

### 3.1.1 Tipos de Tecnologías xDSL

Existen 2 tipos de tecnologías xDSL y estos a su vez se dividen en varias tecnologías, y estos son:

**xDSL Simétrico:** igual valor de velocidad de descarga y subida.

Tabla 1 Tecnología xDSL Simétrico

TECNOLOGÍA	VELOCIDAD MÁXIMA DE RECEPCIÓN	VELOCIDAD MÁXIMA DE ENVÍO	DISTANCIA
SDSL	2,3 MBPS	2,3 MBPS	3000 - 5000
HDSL	1,54 Mbps 2 pares y 2,048 Mbps en 3 pares	1,54 Mbps 2 pares y 2,048 Mbps en 3 pares	4500 m
SHDSL	un par a 2.312 Mbps y sobre dos pares a 4.624 Mbps,	un par a 2.312 Mbps y sobre dos pares a 4.624 Mbps,	3500
IDSL	144 kbps	144 kbps	5500 m

**xDSL Asimétrico:** diferente valor de velocidad de descarga y subida, posee mayor valor de descarga.

Tabla 2 Tecnologías xDSL Asimétrico

TECNOLOGÍA	VELOCIDAD MÁXIMA DE RECEPCIÓN	VELOCIDAD MÁXIMA DE ENVÍO	DISTANCIA
ADSL	1,5 - 8 Mbps	16 a 640 Kbps	3000 - 5500 m
UDSL	1Mbps	16 a 640 Kbps	3600 m
RADSL	7 Mbps	1 Mbps	5500 m
VDSL	2,3 - 52 Mbps	1,6 - 26 Mbps	1371 m
CDSL	1 Mbps	128 kbps	5000 m

## 3.2 ADSL Línea Digital de Abonado Asíncrona

La tecnología ADSL es una forma de transmisión asíncrona, es decir la velocidad de subida y bajada son diferentes, para poder realizar este proceso ADSL utiliza distintos módems uno situado en la central telefónica ATU-C y el otro en la casa del abonado ATU-R y a su vez entre ambos módems se han integrado splitters.

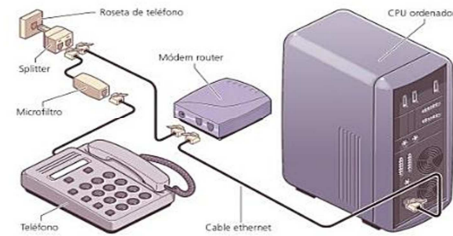


Figura 2 Conexión ADSL

### 3.2.1 Mejoras de ADSL

Tabla 3 Tipos de ADSL

CARACTERÍSTICAS	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de descarga	0,5 MHz	1,1 MHz	2,2 MHz
Velocidad máxima de descarga	8Mbps	12Mbps	24Mbps
Velocidad máxima de subida	1Mbps	2 Mbps	5 Mbps
Distancia	2,0 Km	2,5 Km	2,5 Km
Tiempo de sincronización	10 a 1000s	3s	3s
Corrección de errores	No	Si	Si

### 3.2.2 Técnicas de Modulación para ADSL

- CAP (Modulación de Fase y Amplitud sin Portadora) almacena partes de la señal del mensaje a modular en memoria y luego reemplaza esta señal en una onda ya modulada acortando la frecuencia máxima empleada.
- DMT (Modulación Multitono Discreta) se fundamenta en dividir el espectro de frecuencias de la línea telefónica en subcanales discretos, cada uno de ellos se modula independientemente con un ancho de banda de 4.3125 KHz; estos subcanales discretos se los conoce también como tono, cada tono tiene una portadora modulada.

#### 4. Diseño de Red de Planta Externa usando Tecnología ADSL2+

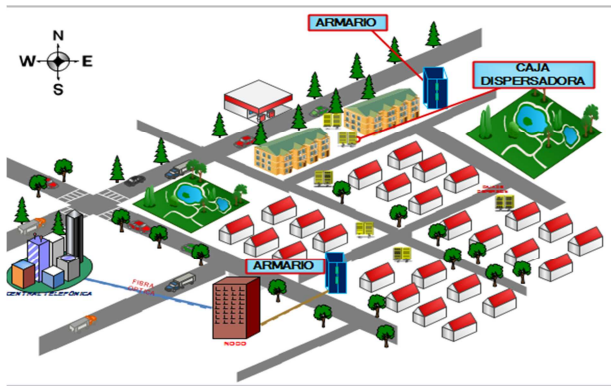


Figura 3 Diseño de Planta Externa en Urbanización

En el diseño de red de Planta Externa se propone ubicar nodos con buenas infraestructuras que tengan una distancia máxima de 2 km hacia el abonado final, siendo muchas de ellas hasta de 1 Km disminuyendo así problemas de intermitencia, baja velocidad, en el servicio.

Se sugiere utilizar Fibra Óptica Monomodo desde la Central Telefónica hasta el nodo y con un cable 1800 pares conectar el nodo hasta los diferentes armarios localizados dentro de la urbanización, estos armarios alimentaran mediante una canalización subterránea a las cajas de dispersión, y estas llegaran al usuario final canalizado mediante cable de cobre, con esta nueva instalación aseguramos que el medio sea disponible en un mayor porcentaje. Hemos implementado Fibra Monomodo porque pueden guiar y transmitir en un solo modo de propagación y tiene un ancho de banda elevado; esta fibra es empleada en enlaces de larga distancia y posee gran velocidad de flujo

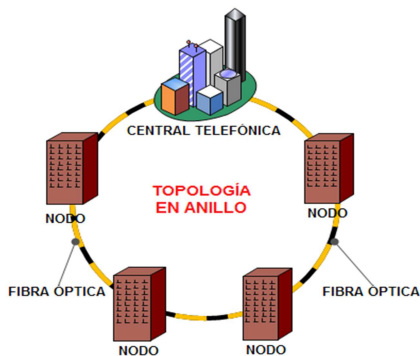


Figura 4 Red Telefónica -Topología Anillo

La red de Planta Externa está constituida por la Red Primaria, Red Secundaria y la Red de Dispersión.

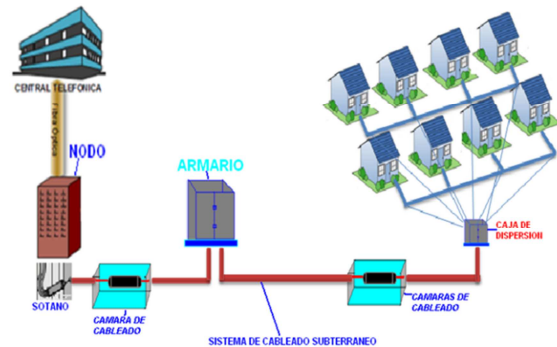


Figura 5 Red de Planta Externa

#### 4.1 Red Primaria

La red Primaria está constituida desde el Nodo o repartidor donde encontraremos los equipos de conmutación o también llamados DSLAMs, los racks de voz y datos, empalmes y el cable Multipar de 1800 pares que se conectara a los Armarios o distritos ubicados dentro de la Urbanización y de esta manera finalizará la Red Primaria.

La instalación dentro del nodo se la efectuara tomando en cuenta el crecimiento de la red, los cables primarios se conectaran a las regletas verticales y los cables de línea se conectaran a las regletas horizontales, en el nodo también se ubicara el sótano de cableado aquí se realiza la instalación del servicio de datos o también conocido como cruzada. La cruzada es la interconexión entre las regletas verticales y las regletas horizontales.

#### 4.2 Red Secundaria

Es la que permitirá la unión entre la red primaria y la red de dispersión. Aquí encontraremos los armarios los cuales deberán tener dimensiones necesarias para alojar las regletas de conexión de entrada y regletas de conexión de salida. Estas regletas de conexión estarán en bloques de 50, 100 pares y regletas de 10 pares, cada una distribuida a una caja de dispersión.



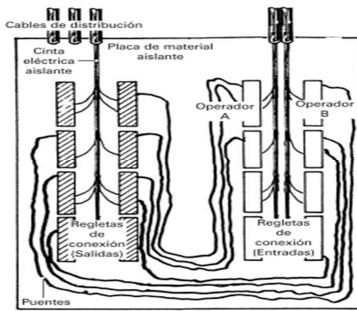


Figura 6 Distribución en Armario

Para poder conectar estas regletas se utilizarán empalmes; los cuales determinarán los puntos donde se ubicarán las cajas de dispersión. La forma correcta de realizar un empalmado será colocando dos puntas de cada cable una sobre otra con una longitud mínima de 60cm, después se desechará 20cm de cada extremo, por el deterioro del cable durante el tendido.

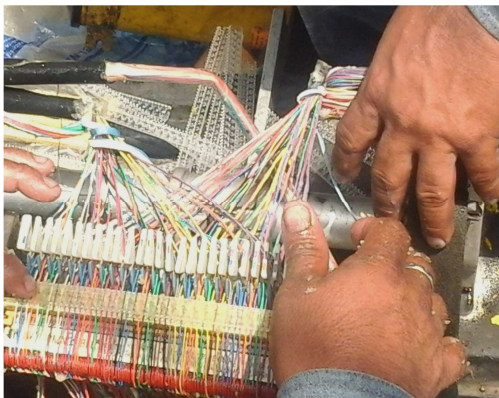


Figura 7 Empalmado

A continuación mostraremos una tabla de cuantificación y ubicación de empalmes que depende de la cantidad de pares del cableado:

Tabla 4 Ubicación de Empalmes

PARES	DISTANCIA
10P A 100 P	1000m
150P A 600P	500m
900P en adelante	250m

### 4.3 Red de Dispersión

La red de dispersión es el punto de interconexión entre la red secundaria y el abonado final. La red de abonados

está constituida por cable 2x20 AWG coppeweld, bloque de conexión de un par, el cable 2x22 AWG ekua y la roseta. El cable 2x20 awg coppeweld es una extensión del cable que se conecta entre la caja de dispersión y la red pública, el bloque de conexión une el cable coppeweld con el cable ekua que es utilizado en la instalación interior del abonado.

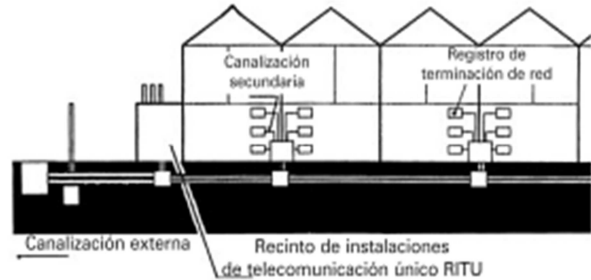


Figura 9 Instalación de las Cajas de Dispersión

#### 4.3.1 Diseño final de la red de Abonado

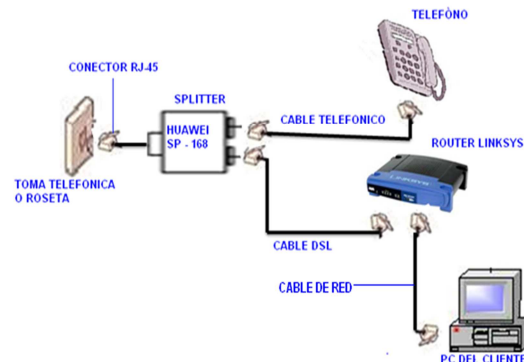


Figura 8 Diseño en el Interior del Abonado

En el interior del abonado se instalarán los equipos terminales para el acceso al servicio, donde encontraremos la toma telefónica que estará ubicada a una distancia entre 30 o 50 cm sobre el nivel del piso, en esta se conectará el Splitter HWSP – 168 con un conector rj-11, uno de los puertos del splitter se conectará hacia el teléfono y el otro puerto conectará al Router ADSL, este equipo será el punto de conexión final a la PC del abonado.

## 5. Equipos de Conmutación y Terminales

Para nuestro diseño hemos utilizado distintos equipos de conmutación y terminales que detallaremos a continuación:

### 5.1 Dslam Huawei MA5600

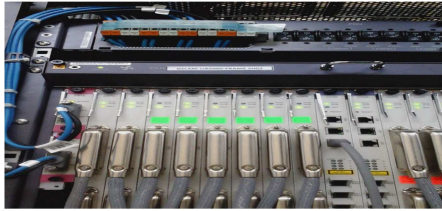


Figura 10 Dslam Huawei MA5600

Es un dispositivo IP de acceso de banda ancha, tiene una potente capacidad de procesamiento, funciones de servicio aceptables y características de línea muy optimizadas, ofrece escalabilidad y gran rendimiento.

Proporciona servicios para hasta 2,688 usuarios, posee 64 puertos ADSL2+ con splitters integrados, admite tarjetas de servicio VDSL2 de 32 puertos con splitters integrados, 32 puertos SHDSL, y tarjetas de servicio SHDSL, soporta tecnologías de acceso múltiple que incluyen VDSL2, ADSL/ADSL2/ADSL2+, y SHDSL.

### 5.2 Dslam Alcatel Lucent 7330



Figura 11 Dslam Alcatel Lucent 7330

Este equipo está diseñado para cubrir la necesidad en medios de acceso como fibra, ADSL y VDSL, tiene una gran capacidad de procesamiento y de ancho de banda. El 7330 es compatible con VDSL2, permite velocidades de ancho de banda de 100 Mb y más, posee 96 puertos, 2 ranuras, 2 Unidad Rack (RU), Módulo de expansión remota (REM) para despliegues remotos y un gabinete de 18 ranuras que admiten hasta 864 líneas de abonado.

### 5.3 ODF 4U Optronics



Figura 12 ODF 4U Optronics

Este dispositivo es un distribuidor de Fibra Óptica el cual contiene las siguientes características:

Posee una protección trasera, cubierta frontal, tiene una máxima capacidad de 144 puertos. Alto de 18 cm, largo de 43 cm; ancho de 35.5 cm y un peso de 8.8 lb, facilita el tiempo y costo de instalación de la fibra óptica y es resistente contra la corrosión

### 5.4 Caja de Dispersión DE 20 PS IDC PT



Figura 13 Caja de Dispersión

Esta caja posee la conexión del cable multipar, además la regleta de conexión esta reforzada con fibra de vidrio, la conexión del lado del abonado es muy segura debido a que contiene dos puntos de contacto en cada par. La caja es resistente a los rayos UV y soporta velocidades de transmisión de categoría 5. Adicional la caja de dispersión estará ubicada en pequeños armarios en zonas seguras dentro de la Urbanización, la conexión hacia el usuario se la realizará en una canalización subterránea.

### 5.5 Splitter ADSL Huawei SP 168



Figura 14 Splitter Adsl HWSP 168

El splitter es un dispositivo que permite separar la señal de voz y datos, se lo puede instalar con conectores rj11, es de fácil instalación, protege la señal de voz de la señal ADSL.

## 5.6 Router ADSL LinKsys AG241



Figura 15 Router ADSL LinKsys AG241

Un router es un dispositivo electrónico utilizado para enrutar o encaminar datos entre dos tipos de redes, para nuestro diseño utilizaremos un router ADSL de la marca LinKsys, ofrece velocidades de hasta 25 Mbps, proporciona servicios de aplicaciones y alta velocidad como TV de alta definición, contiene 4 puertos 10/100Mbps, compatibilidad con los estándares ADSL, ADSL2 y ADSL 2+, se lo puede utilizar como servidos DHCP, posee firewall para proteger la pc del cliente de ataques, puede soportar hasta 5 sesiones VPN.

## 6. Puntos de Falla

Entre los puntos de falla que se presentan en la red de planta externa tenemos los siguientes:

### 6.1 Atenuación y distorsión

Es la disminución de la señal en factor de la distancia, es decir ambas crecen al aumentarse la longitud de la línea y la frecuencia.

### 6.2 Pares Impulsivo

Señal que interfiere de manera aleatoria, de banda ancha o estrecha, este ruido podría ser una causa de la variedad de dispositivos electrónicos o electromecánicos.

### 6.3 Diafonía

Es un fenómeno de interferencia de las señales, producido generalmente dentro del mismo cable. Existen dos clases de diafonía:

**FEXT:** si la señal interferente viaja en el mismo sentido

**NEXT:** si la señal interferente viaja en sentido contrario.

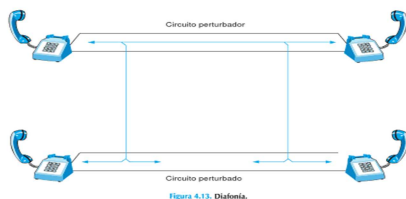


Figura 16 Diafonía

## 6.4 Ruido de Radiofrecuencia

Son señales de banda de radio AM producidas por equipos de radioaficionado, originan interferencias que aparecen como señales de banda estrecha.

## 7. Conclusiones

La finalidad de este proyecto fue determinar y analizar la necesidad de algunos nodos de una Central Telefónica, después de estudios y visita que se realizaron a ciertos sitios de telefonía, se puede concluir lo siguiente:

En sus inicios las redes de planta externa de cobre solo fueron diseñadas para servicios de voz, con los avances de las tecnologías esas redes se las pudo utilizar para otros servicios como es el de la transmisión de datos a altas velocidades usando distintas técnicas de transmisión, aun con estas implementaciones se presentaron limitaciones que afectan al servicio del usuario final.

La capacidad de transmisión de un servicio de datos con tecnología ADSL depende mucho de la distancia de operación del enlace que va desde la central telefónica hasta la red del abonado.

Una de las limitantes del servicio ADSL, es que las líneas de cobre presenten parámetros de atenuación elevados, esto es más común en redes antiguas que tienen una distancia desde el abonado final hasta la central de 4 a 5 km.

La capacidad de transmisión de datos en la tecnología ADSL depende de la relación señal a ruido presente en el medio de transmisión.

La red de Cobre antigua no soporta mayores velocidades para la transmisión de datos debido a la distancia entre la central y el abonado, el deterioro del medio y a los múltiples empalmes que la red presenta, ocasionando problemas de lentitud e intermitencia en el servicio de datos.

## 8. Recomendaciones

Implementar en las redes telefónicas la tecnología ADSL2+ para la transferencia de datos es de mucha utilidad, pero para ello es necesario de personal técnico altamente capacitado y que tenga conocimientos sobre cómo se maneja ésta tecnología, el tipos de modulación a utilizar, la capacidad de transmisión dependiendo de la distancia entre el abonado y la central telefónica, y que puede llegar a afectar el desempeño de la misma. Tener

un personal técnico capacitado ayudará a la correcta instalación de la red, diagnóstico de red y reparaciones en caso de fallas.

Al momento de diseñar e implementar una red de planta externa es necesario que las personas encargadas de esto elaboren pruebas de medición de los parámetros eléctricos de la red de cobre y poder determinar cuál es la capacidad de transmisión que tiene dicho medio, garantizando que esté en condiciones óptimas para la transmisión de datos con alta calidad y una buena disponibilidad a los usuarios finales.

Si bien es cierto cada departamento está especializado para las respectivas verificaciones, mantenimientos preventivos y correctivos a realizarse en las centrales o nodos, a estos departamentos deben de incluir el proceso de certificación de cableado estructurado y redes de cobre y de esta manera se podría garantizar un proceso más especializado. Es importante cumplir las normas de etiquetado en las regletas, armarios y cableados para así mantener de una manera organizada nuestra red, estas normas de etiquetado nos ayudará al mantenimiento preventivo de la red externa.

Como se pudo verificar en el estudio de este proyecto se recomienda que se utilice la Tecnología ADSL2+ con una distancia no mayor a 2km, y proveer un servicio adecuado al usuario final.

Se recomienda reemplazar el Cable de Cobre por Fibra Óptica desde el extremo de la Central de Telefonía hasta los Nodos vecinos, considerando que la fibra es un excelente medio de transmisión en distancias largas, tipo de fibra recomendada es la Fibra Monomodo y en la última milla utilizaremos el Cable de Cobre.

El mantenimiento en la Red de Planta Externa se lo debe de realizar trimestralmente, y en los equipos del DSLAM semestralmente.

## 9. Referencias

- [1] Blake Ruben, Sistemas Electrónicos de Comunicaciones,
- [2] Boquera M.C, Servicios avanzados de telecomunicacion
- [3] Leyva Cortes Esteban, Sistemas y Aplicaciones Informaticas
- [4] Ginsburg D., Implementing Adsl, Addison Wesley, 1999.
- [5] Caballero J., Redes de banda ancha, Barcelona, España: Marcombo S.A, 1997.
- [6] Balado E., Estrategia para la instalacion de nuevas tecnologias Pymes
- [7] Moya Jose, Redes y Servicio de Telecomunicaciones
- [8] Espinosa Rodrigo, La red telefonica y otras redes para telefonía
- [9] Martinez M., Automatizacion y Telecontrol de sistemas de riego, Barcelona: marcombo, 2010.
- [10] Molina Miguel, *Seminario de Tesis Tecnologia XDSL*, Guayaquil, 2013.
- [11] Huidrovo Moya Jose, Sistema de Telefonía, vol. 5ta Edicion, Madrid: Thomson Editors Spain Paraninfo S.A, 2006.
- [12] Pozo J, INFRAESTRUCTURAS COMUNES TELECO
- [13] Lara Carmen - Ministerio de Industria, Reglamento Regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones
- [14] Gonzalez I., Tecnicas y Procesos en las Instalaciones Singulares en los Edificios
- [15] Huawei, «Carrier Netowrking,» 2012. <http://www.huawei.com/ec/products/fixed-access/dslam/>.
- [16] Alcatel, «Alcatel Lucent,» [En línea]. Available: [ww3.alcatel-lucent.com/wps/portal](http://ww3.alcatel-lucent.com/wps/portal)
- [17] Conmutel, «Conmutel,» 2011 <http://conmutel.wordpress.com/2011/05/31/distribuidores-para-rack/>.
- [18] CNT, «Normas Tecnicas de Planta Externa,» Cuenca, 2009.
- [19] Simelca, «Simelca,» [En línea]. Available: <http://simelca.com.co/new/index.php>
- [20] Aliexpress, «Aliexpress,» [En línea]. Available: <http://es.aliexpress.com/item/Telephone-Phone>
- [21] C. Wireless, «Ciudad Wireless,» [http://www.ciudadwireless.com/linksys\\_ag241](http://www.ciudadwireless.com/linksys_ag241)