

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“VIABILIDAD DE IMPLEMENTAR TELEVISION EN REDES DE  
COBRE MEDIANTE EL PROTOCOLO IP EN ECUADOR”**

### **EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)**

Previa a la obtención del grado de:

### **INGENIERA EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**KERLY EVELYN ERIQUE CRUZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2016**

## AGRADECIMIENTO

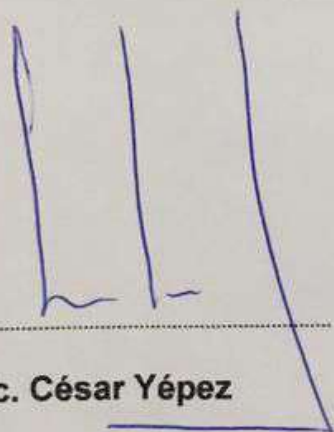
Mis más sinceros agradecimientos a Dios que me dio una nueva oportunidad, fuerza y fe para poder concluir esta etapa que me parecía imposible finalizar. A mi hija, mis padres y mis amigos por su apoyo incondicional, quienes con sus palabras de aliento y cariño han hecho que lo complicado se vuelva un poco sencillo. De igual manera agradecer al Máster César Yépez, por la paciencia y dirección de este trabajo.

## DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico con todo mi cariño y sacrificio a Dios, mi madre y mi hija por ser el principal pilar en mi vida. A mi hermano y mi padre por su apoyo constante.

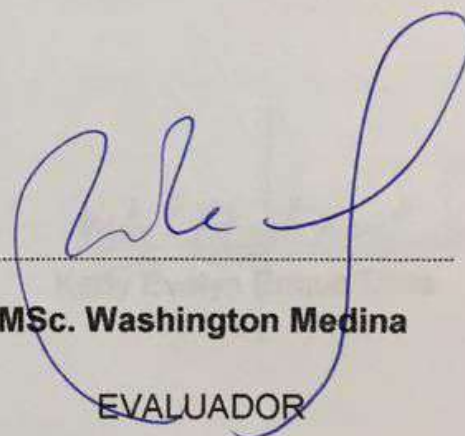
A mis tíos Marisol y Miguel quienes con su cariño y palabras de aliento al estar a mi lado en la realización de una de mis más anheladas metas.

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in blue ink, consisting of three vertical strokes of varying heights and a horizontal base line.

**MSc. César Yépez**

EVALUADOR

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'W' followed by a cursive 'Medina'.

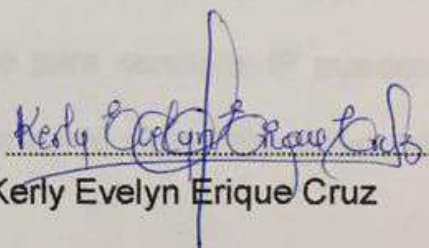
**MSc. Washington Medina**

EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

  
Kerly Evelyn Erique Cruz

## RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo consiste en el estudio de las condiciones técnicas necesarias para brindar televisión mediante el formato IP para la entrega de señales de televisión.

Internet Protocol Television (IPTV), se ha transformado en la actualidad en la denominación más frecuente para los sistemas de difusión por suscripción de Televisión, video y audio empleando conexiones de banda ancha a través del protocolo IP. Este desarrollo nos dará a conocer de una manera sencilla cómo los hogares que cuentan con el servicio de Internet a través del ADSL bajo los parámetros técnicos referenciales de las redes de cobre para servicios IP puedan contar con una señal completamente digital de un servicio como es la Televisión y el video.

A su vez se realizará una comparativa de las ventajas y desventajas de IPTV con la Televisión Digital Terrestre, Televisión por Cable y Televisión Satelital.

Lo que se busca dar a conocer es la situación de la red de cobre de dos rutas de la ciudad de Guayaquil, una de las cuales abarca 15.800 usuarios y otra ruta que abarca 25.800 usuarios y en base a esta muestra determinar si existen daños capacitivos, resistivos y que su distancia hacia el abonado no supere los 1.600 [m], lo cual restringiría altamente las condiciones de soportar la tecnología DSL y por ende la capacidad de soportar IPTV.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO 1 .....	1
1. IPTV – INTERNET PROTOCOL TELEVISION.....	1
<b>1.1 Definición de IPTV.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Protocolos Empleados por IPTV. ....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.1 IGMP (Internet Group Management Protocol).....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2 Protocolo RTSP .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3 Protocolo RTP Y RTCP .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.4 Protocolo de Transporte UDP .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Elementos del Sistema IPTV .....</b>	<b>7</b>
CAPITULO 2.....	10
2. ARQUITECTURA DE IPTV .....	10
<b>2.1 Fuente de Contenido.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Procesamiento, Codificación y Digitalización del Video .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Paquetización hacia IP.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Nodo de Servicio de IPTV.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Red de Distribución .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Red de Acceso.....</b>	<b>15</b>
<b>2.7 Hardware y Software.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7.1 Equipos a nivel de Hardware .....</b>	<b>16</b>
<b>2.7.2 Software .....</b>	<b>18</b>
CAPITULO 3.....	19

3.	Requerimientos técnicos para que IPTV pueda desarrollarse en Ecuador.	19
3.1	<b>Ancho de Banda Necesario</b>	<b>19</b>
3.2	<b>Parámetros Técnicos Necesarios para IPTV en redes de Acceso (Cobre).</b>	<b>20</b>
3.3	<b>Tecnologías de Cobre Xdsl</b>	<b>22</b>
3.4	<b>Ventajas de IPTV con otros Modelos</b>	<b>25</b>
CAPÍTULO 4		29
4.	ANALISIS DE LA RED DE TELEFONIA FIJA DE ECUADOR	29
4.1	<b>Infraestructura de Planta Externa</b>	<b>29</b>
4.1.1	<b>Red Primaria</b>	29
4.1.2	<b>Red Secundaria</b>	30
4.2	<b>Pruebas Eléctricas Realizadas y Valores Técnicos Referenciales de la Red de Cobre.</b>	<b>31</b>
4.2.1	<b>Resistencia de Lazo</b>	31
4.2.2	<b>Resistencia de Aislamiento</b>	34
4.2.3	<b>Resistencia de Bucle Telefónico</b>	36
4.3	<b>Resultados de Mediciones Red Primaria</b>	<b>36</b>
4.3.1	<b>Mediciones Ruta Corta</b>	36
4.3.2	<b>Mediciones Ruta Larga</b>	39
4.4	<b>Análisis de Resultados</b>	<b>41</b>
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	52



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años las diversas empresas de telecomunicaciones en nuestro país han experimentado grandes desarrollos e inversiones con el fin de brindar más servicios y así incrementar el número de usuarios que puedan acceder a una de las alternativas de servicio como es la televisión a través del protocolo de Internet más conocido como IPTV.

Si bien la integración de los servicios de telefonía, internet y televisión a través de un solo medio de transmisión operada por solo una empresa de telecomunicaciones, vuelve atractivo el tipo de servicio que se trata de brindar a los usuarios, también es cierto que la televisión pagada no ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años en el país por lo cual las empresas de telecomunicaciones pueden optar por brindar el servicio de IPTV como una opción alternativa.

Para poder determinar si la Televisión mediante el protocolo IP como opción viable en el presente documento se analiza la infraestructura necesaria y los valores técnicos referenciales para poder implementarla en el Ecuador.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. IPTV – INTERNET PROTOCOL TELEVISION**

#### **1.1 Definición de IPTV.**

IPTV (Internet Protocol Television), es la transmisión de servicios multimedia como lo es televisión, video y audio mediante las redes IP. IPTV comprende adquisición, procesado y distribución protegida segura del contenido sobre la infraestructura del Protocolo de Internet.

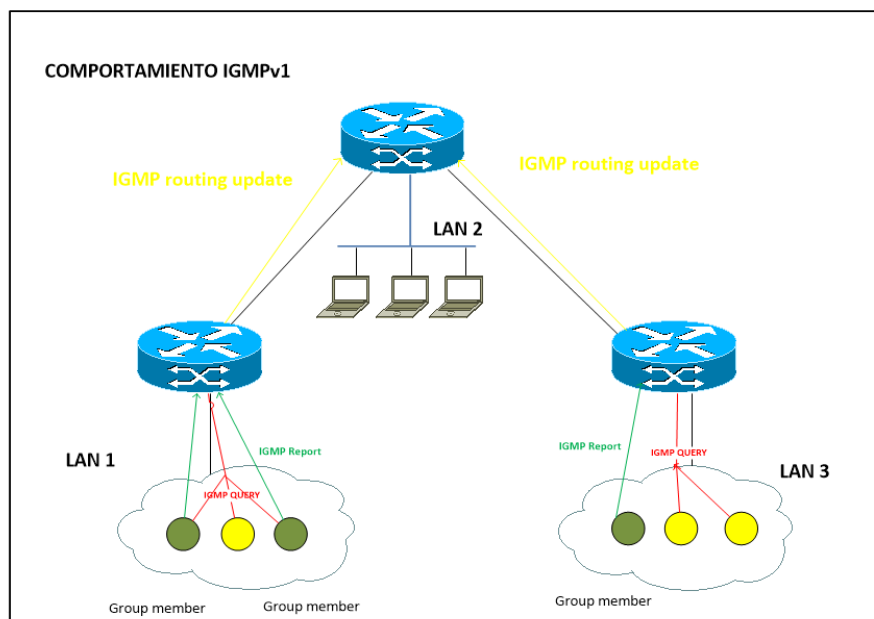
#### **1.2 Protocolos Empleados por IPTV.**

Es importante antes de hablar de los protocolos usados por IPTV mencionar a IP Multicast y IP Unicast. IP Multicast es usado para la televisión en vivo (LiveTV) y IP Unicast para los casos de Video on Demand (VoD).

### 1.2.1 IGMP (Internet Group Management Protocol)

IGMP, es utilizado para un registro dinámico individual de los host en un grupo multicast en una red local en particular. Los host identifican la pertenencia a un grupo mediante el envío de mensajes IGMP a su router multicast local. Bajo IGMP, los routers escuchan los mensajes IGMP y periódicamente envían consultas para descubrir que grupos están activos o inactivos en una subred.

IGMP, cuenta con varias versiones IGMPv1, IGMPv2 y IGMPv3. La versión 1 se encuentra descrita en [RFC-1112], fue la primera versión ampliamente implementada y la primera versión en convertirse en un estándar de Internet, el comportamiento lo podemos observar en la figura 1.1. La versión 2, se especifica en [RFC-2236], la cual ha añadido una mejora en cuanto a la reducción del tiempo que le toma a un router multicast para descubrir que no hay ningún miembro de un grupo particular en una red conectada el cual se conoce como 'low leave latency'. Mientras que la versión 3 incluye soporte para filtrado de fuente es decir que cuenta con la capacidad para reportar al sistema solamente la recepción específica de paquetes de direcciones de origen o todas las direcciones de origen específicas enviadas a una dirección de multidifusión particular.



**Figura 1.1: Comportamiento IGMPv1.**

Es importante mencionar que en la versión IGMP versión 3 los usuarios finales pueden seleccionar para grupo las fuentes de las cuales se necesite recibir tráfico. El formato de la cabecera se puede observar en la Tabla 1.

7	15	31
Tipo=0x11	Tiempo Max. Respuesta	Checksum
Dirección de Grupo		
S I QRV	QQIC	Número de Grupos (N)
Dirección de Grupo [1]		
Dirección de Grupo [2]		
Dirección de Grupo [N]		

**Tabla 1: Cabecera del Protocolo IGMPv3**

### 1.2.2 Protocolo RTSP

El protocolo de transmisión en tiempo real o RTSP, es un protocolo a nivel de la capa de aplicación, el cual realiza el control de la entrega de datos en tiempo real como audio y video. Este protocolo está diseñado para controlar la entrega de datos de múltiples sesiones proporcionando un medio para elegir los canales de distribución, tales como UDP, multicast UDP y TCP, ofreciendo un medio para la elección de entrega de mecanismos basados en RTP (RFC 1889).

“Los mensajes principales de solicitud que se pueden enviar son del siguiente tipo:

**SETUP:** El Servidor asigna recursos para un flujo de inicio y una sesión RTSP.

**PLAY AND RECORD:** Inicia la transmisión de datos

**PAUSE:** Detiene temporalmente una flujo de datos sin liberar los recursos del servidor.

**TEARDOWN:** Libera los recursos asociados al stream. La sesión RTSP deja de existir en el servidor.”[1]

### 1.2.3 Protocolo RTP Y RTCP

**Protocolo RTP (Real –Time Transport Protocol)**, brinda funciones de transporte de red extremo a extremo apropiadas para las aplicaciones que

transmiten datos en tiempo real, tales como audio, video, datos de simulación, sobre servicios de red multicast o Unicast. RTP no garantiza calidad en el servicio para los servicios que son en tiempo real. El transporte de datos se ve aumentado por un protocolo de control (RTCP) para permitir el control de la entrega de datos en una manera escalable para grandes redes de multidifusión con el propósito de poder tener la funcionalidad de control e identificación mínimo.

Las características principales de RTP son:

- En video-streaming se emplea RTP sobre UDP en vez de TCP, debido que una de las características propias del video streaming es recibir información en el momento preciso, de una manera veloz por encima de la confiabilidad del transporte.
- En relación a QoS es muy baja, no brinda garantías pero ofrece entrega de datos multicast.
- RTP entrega un número de secuencias que sirve para la detección de los paquetes perdidos.
- Brinda la capacidad de identificación del emisor y contiene opciones de cifrado.

En RTP los paquetes se encapsulan en datagramas UDP:

**Protocolo RTCP (Real-Time Control Transport Protocol)**, se encuentra asociado con RTP en el empaquetamiento y transporte de datos. Las características principales de RTCP son:

- Trabaja conjuntamente con RTP
- Se encapsula en UDP
- Es empleado para monitorear QoS, en la cual el emisor puede ajustar su transmisión mientras que los participantes envían continuamente cada 5 seg, paquetes RTCP para indicar sobre la recepción de paquetes RTP.

#### **1.2.4 Protocolo de Transporte UDP**

“El protocolo UDP (user datagram protocol, protocolo de datagramas de usuario) es utilizado para conexiones que no precisan de corrección de errores o continuidad en el flujo. La función de UDP se fundamenta en mandar paquetes sueltos (denominados datagramas) al puerto de destino ofreciendo un servicio no fiable y no orientado a conexión”. [2]

Las características principales de este protocolo son:

- No orientado a conexión
- No es fiable, puesto que no emplea un orden ni control de flujo.
- Permite utilizar como IP de destino la dirección de broadcast de la red IP.

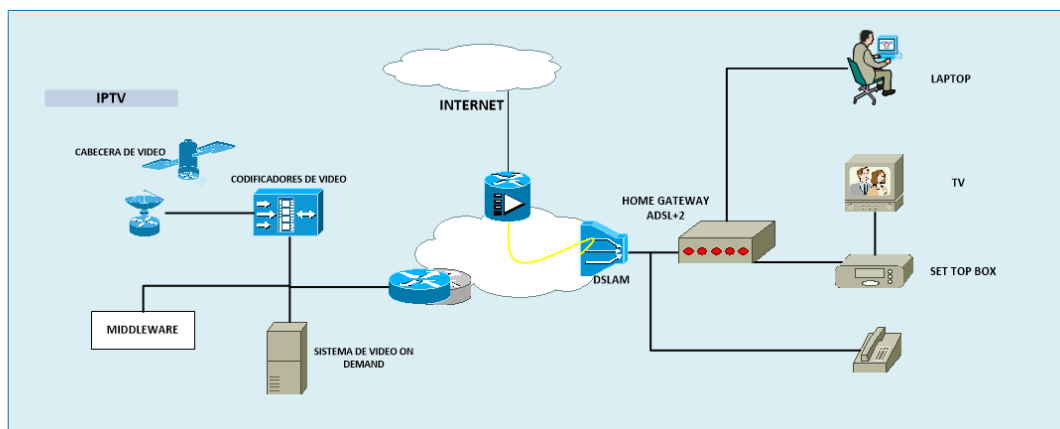
- En la siguiente tabla 2 podemos observar la cabecera UDP:

	Bits 0-15	16-31
0	Puerto Origen	Puerto Destino
32	Longitud del mensaje	Suma de Verificación
64	DATOS	

**Tabla 2: Cabecera UDP**

### 1.3 Elementos del Sistema IPTV

Los elementos claves que conforman el sistema IPTV son el HeadEnd o Cabecera, VoD, Middleware, SDR, STB y Home Gateway. En la siguiente figura 1.2 nos podemos dar cuenta de la topología de una red IPTV:



**Figura 1.2: Elementos de IPTV.**

A continuación detallaremos cada una de las funciones de los elementos que conforman el sistema de IPTV:



**HeadEnd:** Es el corazón de un sistema de Televisión mediante el protocolo IP, ya que es el punto donde todas las señales de contenido son recibidas, amplificadas y moduladas para finalmente ser convertidas al formato necesario para su transmisión en la red. Para digitalizar y comprimir en paquetes MPEG-2 o MPEG-4 en el HeadEnd se encuentran estos codificadores. Es importante mencionar que en la actualidad se utiliza la codificación de MPEG-4 ya que reduce el bitrate a la mitad, estando a solo 2.3 Mbps por canal.

Es en la cabecera donde se reciben todas las peticiones de los usuarios y brinda el contenido a los set-top-boxes.

**Video Bajo Demanda:** Es un servicio en el cual los abonados autorizados desde cualquier TV o PC enganchado a la red pueden elegir el contenido de películas, conferencias ,capacitaciones , etc en cualquier horario y podrán observarlo de forma inmediata previo al pago del mismo.

**Middleware:** Es el software que cuenta con la capacidad de entrelazar a los usuarios de las cajas decodificadoras con la cabecera de IPTV con el propósito de facilitar a interacción entre ellos.

**Set Top Boxes:** Son dispositivos que se convierten en la interfaz del usuario para el servicio de internet, y a su vez bajo su autorización permite recibir y decodificar las señales que cuentan con stream multimedia.

**Home Gateways:** Estos dispositivos se encuentran localizados en la casa del abonado y permite modular las señales digitales para su posterior transmisión por el medio físico.

## **CAPITULO 2**

### **2. ARQUITECTURA DE IPTV**

#### **2.1 Fuente de Contenido**

Se define como los dispositivos que reciben la señal de video analógica o digital las cuales pueden proceder de los proveedores locales de radiodifusión, televisión satélite y/o generador de programación propia del sistema para posteriormente, codificarlos y almacenarlos en una base de datos, adquisición para video bajo demanda (VoD).

Dentro del proceso de la adquisición de la señal de video consta del Procesamiento, Codificación y digitalización de audio-video y transporte.

## 2.2 Procesamiento, Codificación y Digitalización del Video

En redes IP al no estar directamente almacenadas las señales analógicas sobre algún medio digital deben ser procesadas y codificarse de alguna manera para posteriormente ser digitalizadas. Es necesario tener un video de alta resolución en la actualidad por lo cual la codificación y compresión del video se encuentra con el uso de MPEG-2 y MPEG-4.

**MPEG-2 (Moving Picture Experts Group)**, es un conjunto de estándares para la codificación y el proceso del video digital. En los sistemas MPEG las señales multimedia de video y audio se adaptan, trasladan, se admiten, se diferencian, sincronizan y se transforman nuevamente en un formato multimedia.

MPEG-2, fue aprobado en 1994 como estándar para video digital de alta calidad (DVD), TV digital de alta definición.

En la figura 2.1 se muestra el funcionamiento de una codificación MPEG, donde se obtiene el audio y el video por separado, estos se codifican, comprimen, sincronizan y se multiplexan en un solo grupo de datos.

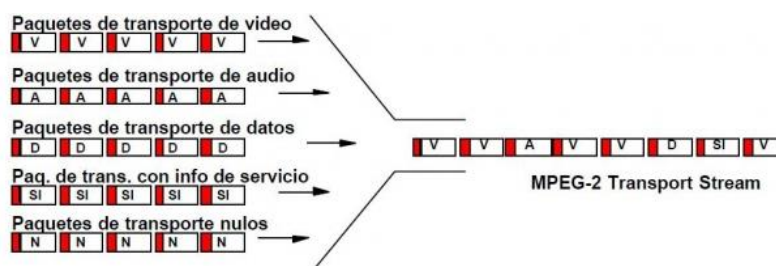


Figura 2.1 Flujo de Transporte MPEG-2

**MPEG-4**, es un método para la compresión digital de audio y video fue introducido a finales de 1998 y designado como estándar para un grupo de formatos de codificación de audio y video. “Los usos de MPEG-4 incluyen la compresión de datos audiovisuales para la web, (streaming) y distribución de CD, voz (teléfono, video conferencia) y difusión de aplicaciones de televisión.”[3]

MPEG-4 cuenta con varias funciones, entre las que podemos mencionar la de multiplexación y sincronización de datos, incorporados con los objetos del medio que pueden ser eficazmente transportados a través de la red.

### **Digitalización y Codificación de Audio y Video**

La digitalización del video, está constituida por una sucesión de imágenes representadas por bits, que detallan los niveles de color como los de brillo. Cada imagen de video está integrada por pixeles que contienen el brillo y el color.

En los videos existen las redundancias espaciales y temporales, “las cuales ocurren porque los valores de los pixeles no son completamente independientes si no que están correlacionados con los valores de los pixeles vecinos, tanto en espacio como en tiempo.

La redundancia psicovisual es en relación a las restricciones físicas del ojo humano, que tiene condicionado la respuesta para fijarse en los detalles espaciales y es menos sensitivo al distinguir detalles en las esquinas o los campos rápidos.”[4]

La compresión digital de video es la disminución en la porción de los bits digitales necesarios para representar una señal de video, todo mediante técnicas de codificación. En la siguiente tabla 3, se detalla un resumen de capacidades que brinda cada sistema de codificación.

	MPEG-2	MPEG-4
SD(Definición Estándar)	3.8 Mbps	1.8 Mbps
HD(Definición Alta)	19 Mbps	6-8 Mbps

**Tabla 3: Comparación entre las compresiones de video MPEG**

### 2.3 Paquetización hacia IP

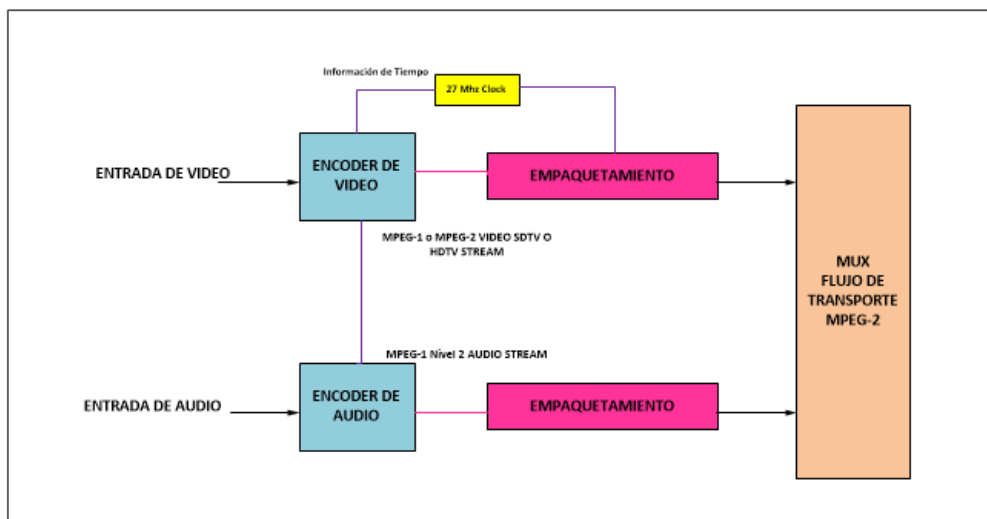
El proceso de división de los paquetes de video y audio se lo conoce con el nombre de paquetización, así un stream elemental ya sea de video o audio se lo conoce como PES.

Existen 2 métodos de multiplexación de audio y video

- Program Streams o conocidos como MPEG-PS
- Transport Streams o conocidos como MPEG-TS

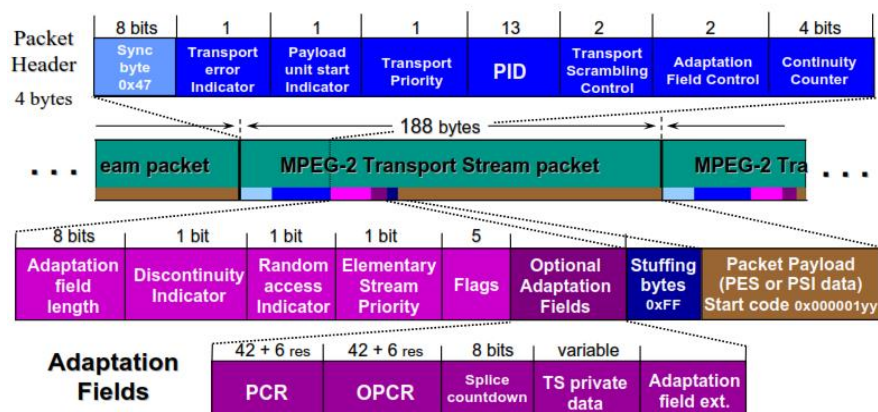
La diferencia entre el MPEG-PS y el MPEG-TS radica en que el Program Streams permite transportar un único canal en cambio el Transport Streams permite varios simultáneamente. El MPEG-TS, permite a combinar los stream de audio y video con el propósito de difundirlos por la red en forma conjunta esto es varios PES,

en el cual la información de control se transmite en formato de listas. En la siguiente figura 2.2 podemos darnos cuenta del flujo de transporte MPEG-TS:



**Figura 2.2 Flujo de Transporte MPEG-TS**

Los paquetes de un TS tienen un tamaño fijo de 188 bytes, a continuación se pretende dar a conocer mediante la figura 2.3 el detalle del Flujo de transporte MPEG-TS:



**Figura 2.3 Detalles del Flujo de Transporte MPEG-TS [5]**

## **2.4 Nodo de Servicio de IPTV**

Debido a que los flujos de video son recibidos en diferentes formatos, estos flujos de video se vuelven a formatear y se encapsulan para su transmisión con calidad de servicio (QoS). Estos nodos hacen posible la distribución de video hacia los clientes. Para llevar a cabo la gestión del servicio, los nodos de servicio se comunican con el Equipo local del cliente (CPE).

## **2.5 Red de Distribución**

La red de distribución se encuentra formada por dos redes las cuales definiremos como la red núcleo y la red de acceso. La red del núcleo se encuentra entre la parte troncal que existe entre el dominio del proveedor de servicio la cual cuenta con conexiones de gran ancho de banda entre los diferentes lugares. Usualmente la red núcleo se compone de enlaces ópticos y varios multiplexores de acceso de línea de suscripción digital (DSLAMs). La red de acceso es la conexión final hasta la casa del usuario.

## **2.6 Red de Acceso**

Las líneas de acceso hacia el cliente requieren tecnologías DSL de alta velocidad como ADSL+2 y VDSL. Gracias a estas tecnologías el usuario puede recibir IPTV con la implementación existente y a través de líneas telefónicas. Es importante indicar que existen otras opciones disponibles como la combinación de Fibra hacia el usuario conocido como Fiber-to-the curb (FTTC) y las tecnologías DSL o por su defecto Fiber-to-home.



Es muy importante indicar que dentro de la red de Acceso a nivel de usuario se encuentra el modem, set top Box y receptor de señales.

## 2.7 Hardware y Software

### 2.7.1 Equipos a nivel de Hardware

**Servidor de Flujo DVB a IP**, es poder recibir canales de televisión mediante antenas parabólicas (DVB-S DVB-S2), antenas (DVB-T) o cable (DVB-C), que en este caso nuestro estudio es sobre cable de cobre. En la siguiente figura 2.4 observamos el equipo para el servidor de Flujo:



**FIGURA 2.4 Servidor de Flujo [6]**

**Servidores de VoD, (Video por demanda)** funciona en una plataforma estándar de la industria y soporta hasta 100 stream concurrentes (1000 suscriptores a tarifas de picos VoD normales), con tasa de compresión MPEG-2 de 4 Mbps por flujo. Tiene soporte para módulos de flujo Unicast y multicast. Adicionalmente se encarga del control de acceso, manejo de requisiciones, entrega de información y encriptación de la misma. En la siguiente figura 2.5 podemos visualizar el servidor de VoD:

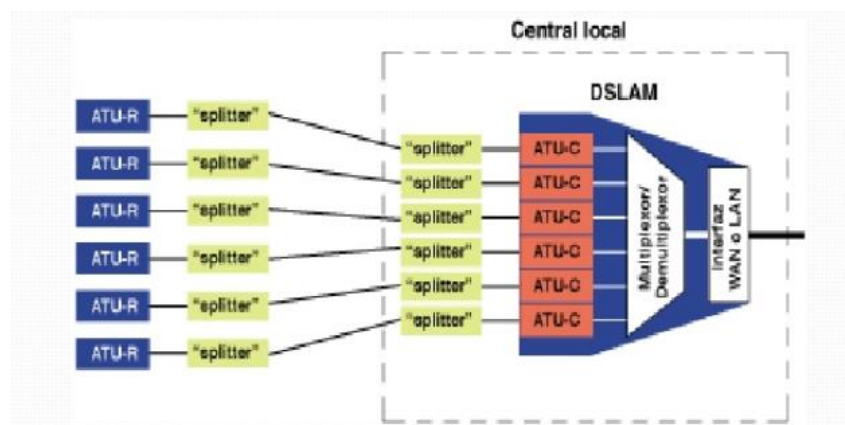


**FIGURA 2.5 Servidor de VoD [7]**

El servidor consta con un módulo para re-codificar los DVD que se requiera en el disco duro del servidor. La información completa y detallada del contenido multimedia se encuentra en la base de datos.

**Servidores de TVoD y TV Asíncrona**, El servicio de Tv por demanda está dirigido a ver programas de Televisión recientes. En IPTV se tiene la capacidad de pausar o rebobinar programas de televisión (programación retardada) llamada TV asíncrona. En el servidor se graba cada canal que se recibe desde un satélite o estación de emisión. Cuando se analiza los contenidos grabados desde la caja decodificadora se puede ver la información del programa.

**DSLAM**, es un multiplexor que se encuentra localizado en los nodos de la central telefónica brindando a los usuarios acceso a los servicios DSL mediante le par trenzado de cobre. Mediante la figura 2.6 podemos darnos cuenta del gran número de tarjetas con el que cuenta el DSLAM y cada una de ellas consta de varios módems ATU-C:



**FIGURA 2.6 DSLAM [8]**

### 2.7.2 Software

Que la interacción con el usuario final sea exitosa depende del software, el cual brinda mediante gráficos funcionalidades del servicio de manera amigable.

En esta etapa es importante mencionar las siguientes subetapas como la Administración del Contenido, Facturación y Administración de Sesiones de la cual el encargado es el Middleware.

La información se ira almacenando en una o varias bases de datos y debe adjuntar datos administrativos del suscriptor. Para la administración de sesiones de debe incluir una interfaz por software y manual para:

- Elaborar el aprovisionamiento de los suscriptores.
- Permitir cantidad de STB por cada suscriptor.

## **CAPITULO 3**

### **3. Requerimientos técnicos para que IPTV pueda desarrollarse en Ecuador.**

#### **3.1 Ancho de Banda Necesario**

Para un cliente que desee acceder a los servicios de IPTV es necesario que cuente con más ancho de banda del que emplee para el tráfico de datos. El tráfico de IPTV aumenta debido a que ha sido desarrollado en base al video streaming lo cual quiere decir que los flujos continuos se transmiten hacia el Set top box. Es la imagen quien determina la tarifa de cantidad de bits por tramas y quien controla la imagen es el Proveedor del Servicio.

En la siguiente tabla 4 podemos darnos cuenta del Ancho de Banda versus el tipo de canal:

Tipo de Estándar	Ancho de Banda
HDTV	4-6 Mbps
SDTV	1,5 Mbps

**Tabla 4: Ancho de Banda vs Tipo de Canal**

Si trabajamos con un estándar de compresión de MPEG-2 , entonces se requieren entre 4Mbps y 6Mbps para transmitir servicios de video de un canal SDTV, pero con el nuevo estándar de compresion,MPEG-4, para un canal SDTV sería necesario tener una conexión de 1.5 Mbps.

Necesitaremos más ancho de banda si tenemos de manera recurrente varios canales. Es primordial indicar que el ancho de banda que necesitaríamos para IPTV deberíamos sumar el que necesitaríamos para internet, lo cual sería de 4.5 Mbps para 3 canales de SDTV o si el usuario desea un canal de HDTV se requeriría 11 Mbps y dos de SDTV.

### **3.2 Parámetros Técnicos Necesarios para IPTV en redes de Acceso (Cobre).**

Los parámetros técnicos necesarios para que no existan cortes en la transmisión son:

**SNR:** Para garantizar la continuidad en la transmisión la señal-ruido debe ser mayor a 13dB, por lo tanto mientras más alto el valor de mayor calidad será el servicio.

**Atenuación:** debe ser menor que 40 dB ya que si es demasiado alto, pueden existir interrupciones en el servicio.

**Distancia al DSLAM:** En la siguiente tabla 5 podemos observar el caudal y la distancia desde el abonado al DSLAM. En un par de cobre la atenuación por unidad de longitud se incrementa a medida que aumenta la frecuencia de las señales que se propagan.

Caudal [Mbit/s]	Distancia [m]
25 Mbit/s	300 m
24 Mbit/s	600 m
23 Mbit/s	900 m
22 Mbit/s	1,2 Km
21 Mbit/s	1,5 Km
19 Mbit/s	1,8 Km
16 Mbit/s	2,1 Km
1,5 Mbit/s	4,5 Km
800 kbit/s	5,2 Km

**Tabla 5: Caudal vs Distancia Abonado Central [9]**

Tomando una distancia desde la central hacia el abonado de 2600 m en presencia de ruido obtendríamos un canal 2Mbps ascendente y 0.9 Mbps en sentido descendente. “Teniendo en cuenta la longitud media del bucle de abonado en las zonas urbanas, la mayor parte de los usuarios están en condiciones de recibir por medio del ADSL un caudal superior a los 2 Mbps. Este caudal es suficiente para muchos servicios de banda ancha, y desde luego puede satisfacer las necesidades de cualquier internauta, tele-trabajador, así como de muchas empresas pequeñas y medianas”. [9]

### 3.3 Tecnologías de Cobre xDSL

La familia de tecnologías xDSL pueden transportar información ya sea de voz, datos, video a mayores velocidades dependiendo de la tecnología xDSL.

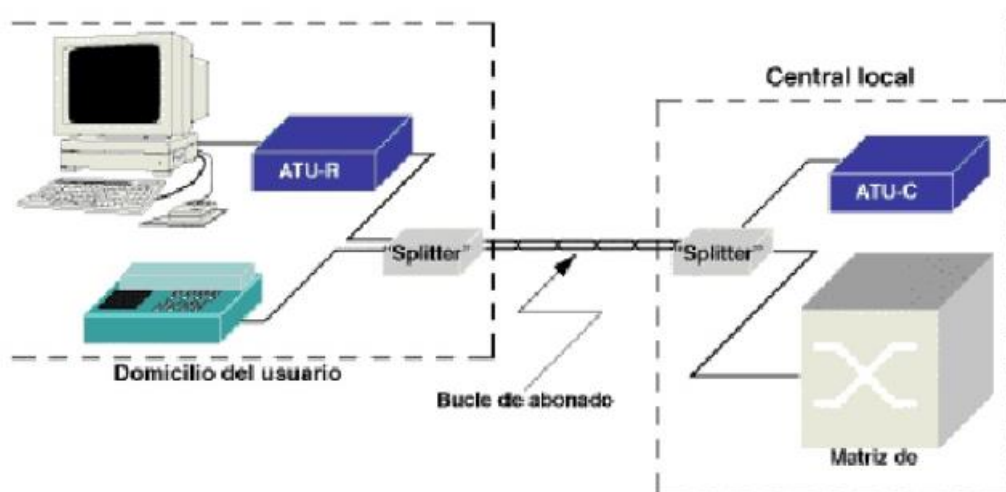
“El término xDSL es un grupo de tecnologías similares de DSL, incluyendo ADSL (Asymmetric DSL), SDSL (Symmetric DSL), VDSL (Very high bit-rate DSL) y RADSL (Rate Adaptative DSL). Estas tecnologías se diferencian por su velocidad, codificación de línea, número de líneas de cobre que requieren y la distancia que alcanzan en la transmisión de datos” [10] .

En la Tabla 6 se presenta una comparativa de las tecnologías DSL en la cual se podrá verificar su velocidad y la aplicación de cada una de ellas:

TECNOLOGÍA	DESCRIPCION	VELOCIDAD	DISTANCIAS	APLICACIÓN
IDSL	ISDN de Línea de Suscriptor Digital	128 Kbps	5.5 Km	Similar al ISDN (Pero no puede transmitir voz)
G.SHDSL	G.SHDSL	Entre 192 kbps y 2.3 Mbps sobre par de Cobre	3.952 m	Compatible con otras variantes de DSL.
HDSL	Línea de abonado digital de índice alto de datos	1,544 Mbps, 2,048 Mbps, (Full Dúplex)	3.6 Km	Compatible con otras variantes de DSL.
SDSL	Línea de abonado digital simétrica	1,544 Mbps (Full Dúplex) Para USA y Canadá, 2048 Mbps Europa	3.6 Km	Sustitución de varios canales T1/E1 Agregados, servicios interactivos y LAN's
RADSL	Línea de abonado digital de tasa ajustable	De 640 a 7Mbps de bajada y 128 Kbps a 1.088 Mbps de Subida	De manera dinámica se ajusta a las condiciones de la línea y su longitud	Es espectralmente compatible con voz y otras tecnologías DSL
VDSL	Línea de abonado digital de tasa muy alta	6 a 51 Mbps de bajada y 16 a 640 Kbps de subida	305 a 1371 m	Igual a ADSL más Tv de alta definición (IPTV)

Tabla 6: Comparativa xDSL [11]

**ADSL: (Digital Subscriber Line)**, aprovechan las líneas telefónicas de cobre para poder transportar voz, datos y video a alta velocidad de forma conjunta, lo que posibilita sobre la misma línea, mantener un audio telefónico mientras se navega por el Internet. En la siguiente figura 3.1 nos damos cuenta de una conexión ADSL en la cual consta de 2 dispositivos módems y un elemento conocido como splitter, el cual conforma un filtro pasa alto y pasa bajo cuyo objetivo principal es separar en dos señales alta frecuencia (Datos) y baja frecuencia (Voz).



**FIGURA 2.7 Conexión ADSL [12]**

Las velocidades que se consiguen con ADSL, desde la central hasta el abonado son de 1 a más de 9Mbps y desde el usuario al proveedor van desde 16kbps a 800kbps pero depende de la calidad y el largo del cable que se emplea para la transmisión.

ADSL, ha sufrido muchos cambios debido a la necesidad de aplicaciones que demandan mayor ancho de banda, por lo cual los estándares más utilizados son



ADSL2 y ADSL2+. En la siguiente tabla 7 se podrá ver con mayor detalle la comparativa de ADSL.

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
<b>Ancho de Banda de descarga</b>	0,5 MHz	1,1 MHz	2,2 MHz
<b>Velocidad Máxima de descarga</b>	8Mbps	12Mbps	24Mbps
<b>Velocidad Máxima de Subida</b>	1Mbps	2Mbps	5Mbps
<b>Distancia</b>	2000[m]	2500[m]	2500[m]
<b>Tiempo de Sincronizacion</b>	10 a 1000s	3s	32
<b>Corrección de Errores</b>	No	Si	Si

**Tabla 7: Comparativa ADSL**

#### **SDSL (Symetric Digital Subscriber Line)**

Esta tecnología ofrece el mismo ancho de banda para bajada como para subida de datos. Normalmente SDSL es utilizado por las empresas con presencia en la Web, las necesidades de VPN e intranet. El ancho de banda en SDSL puede ser tan alto como 7 Mbps en ambas direcciones.

#### **VDSL (Very High-Data-Rate Digital Subscriber Line)**

Esta tecnología es una de las más rápidas en cuanto se refiere a xDSL .Las velocidades de red-usuario se encuentran dentro del rango de los 13-52Mbps y en el sentido usuario-red es de 15-2.3Mbps. Es muy importante que en esta tecnología la distancia máxima en la que puede operar es tan solo 1500 mts.

**RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line)**, Las velocidades de transmisión de RADSL son las mismas que las de ADSL, con la diferencia que se adapta a las variaciones de longitud y demás parámetros de las líneas de pares trenzados.

### **3.4 Ventajas de IPTV con otros Modelos**

**IPTV vs Tv Online**, Internet Protocol Televisión o IPTV, es un servicio de Televisión Digital que llega a sus abonos mediante el protocolo IP a través de una infraestructura de red cerrada y privada entre el usuario y el proveedor, mientras que por Televisión Online la transmisión de televisión es a través del servicio de Internet. Comprendamos que al igual que IPTV la Televisión online posee una relación directa entre el usuario y el proveedor pero no de una comunicación del proveedor con el usuario es decir la comunicación no es bidireccional.

Al hablar de calidad de Servicio entre IPTV y TV online existe una gran diferencia debido a que en la TV online no es posible brindar garantías de calidad de lo que se está emitiendo debido a que los paquetes que se están viajando a través del Internet, son vulnerables a pérdidas o colisiones en la red haciendo imposible la interpretación del contenido.

En cuanto a las tarifas de Usuarios tomando en cuenta la TV online existen contenidos de videos que son emitidos en forma gratuita para los usuarios. Mientras que los servicios de IPTV son emitidos de acuerdo a la tarifa a la cual el usuario se haya suscrito, la cual también puede incluir otros paquetes con diferentes ofertas.

En relación al contenido de los Medios IPTV siempre ha distribuido espacios de TV tradicionales y películas que son suministradas por medios masivos de comunicación. Ahora en la TV online el contenido brindado por los usuarios se agrupa bajo el término Web TV.

**IPTV vs TDT**, La nueva técnica de propagación de las señales que sustituirá a la televisión analógica conocida como Televisión Digital Terrestre ofrece mejor calidad en Audio y Video, Interactividad, Movilidad, Portabilidad, Beneficios Sociales y Cooperación Internacional.

La TDT posee varias ventajas entre ellas:

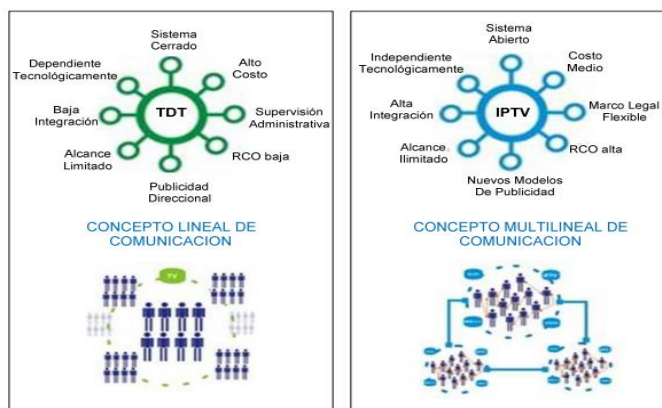
- Acceso a nuevos servicios digitales
- Multiplica la oferta de canales disponibles, esto significa que habrán 4 canales digitales donde existía uno analógico, se aprovecha mejor el ancho de banda.
- Mejor Calidad de imagen y sonido
- Interactividad

En la actualidad IPTV está obteniendo más popularidad en los principales países del mundo. Este servicio es ofrecido por un proveedor de Internet y es transmitido a través del enlace de banda ancha en los hogares.

Entre las ventajas más importantes de la IPTV en comparación con la TDT son:

- VOD (Video on Demand), consiste en que el proveedor solo podrá brindar los contenidos que el usuario solicite, gracias a esto se podrá implementar y desarrollar más el PPV (Pay Per View) o pago por evento.
- El usuario tendrá la oportunidad de rebobinar o detener la emisión en el formato VOD el cual deberá tener un dispositivo receptor que debe conectarse a su PC o a su televisión y es mediante una guía que podrá seleccionar los contenidos que desee ver, guardar o almacenar en el receptor para luego poderlos ver tantas veces como desee, rebobinar la información o por su defecto darle el rastreo que desee.
- Bidireccionalidad, es decir que el usuario puede interactuar con el proveedor y el proveedor con el usuario respecto al envío de la información.

En la siguiente Figura 3.1 indica la comparación entre la tecnología TDT con IPTV.



**FIGURA 3.1 Comparación TDT vs IPTV [13]**

**IPTV vs Tv por Cable**, en la tecnología CATV, la mayor parte de la señal de televisión entra en los sistemas de distribución en la cabecera nacional de la compañía, donde se recogen de los satélites las emisiones de las distintas cadenas. Esta señal se distribuye a través de la red troncal de fibra óptica del operador y posteriormente, mediante la red de distribución y la red de acometida cable coaxial, la señal es entregada a los usuarios. Para sistemas por cable el tipo de emisión es Broadcast, y los canales que están a distintas frecuencias están presentes para el usuario.

“En CATV, la transmisión es unidireccional y va desde la cabecera al usuario, por el contrario, en IPTV, las aplicaciones son dinámicas gracias a las técnicas multicast, permiten brindar servicios personalizados como video por demanda y, además, su transmisión es bidireccional lo que permite mayor interactividad”. [14]

Una gran diferencia entre CATV e IPTV es que en IPTV solo transmite un solo canal, es decir el abonado tiene mayor control sobre la emisión, ya que este puede rebobinar la emisión, guardarla, etc.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. ANALISIS DE LA RED DE TELEFONIA FIJA DE ECUADOR**

#### **4.1 Infraestructura de Planta Externa**

##### **4.1.1 Red Primaria**

La Red Primaria es la parte que se encuentra formada por cables multipar de alta capacidad que tienen de 200 a 1800 pares telefónicos. Los pares telefónicos están constituidos por un par de hilos de cobre aislados en plástico o papel (Llamados A y B). Los cables de cobre parten desde el distribuidor, hasta los armarios que corresponden a cada distrito, lo cual conforman las rutas. Para realizar el estudio de la red de Cobre, siempre se parte del Levantamiento de las Rutas, para poder verificar que distritos lo conforman e identificar los pares que están en buen estado o no.

Los distritos se identifican con un número y en algunas ocasiones con una letra adicional, por ejemplo:

- Distrito 741
- Distrito 352
- Distrito 227<sup>a</sup>

#### **4.1.2 Red Secundaria**

“La Red Secundaria es la red que une el armario de distribución con cada una de las cajas de dispersión”. [15] Las cajas de dispersión está servida de 10 pares donde se junta el servicio de telefonía de un pequeño sector. Las áreas de dispersión se llaman a la división de los distritos en sectores más pequeños.

Las cajas de dispersión tienen una nomenclatura alfanumérica es decir una letra y un número que va desde el 1 al 5, por ejemplo A1, B2, C3.

Por motivos de flexibilidad y mantenimiento la red secundaria siempre es de mayor capacidad ya que si un par secundario está dañado es preferible cambiarlo por otro que este libre y así poder dar solución al problema.

Existe una relación del 70% entre la red primaria y secundaria, por ejemplo de 100 pares secundarios solamente se tendrá una conexión del 70% con la red primaria.

## 4.2 Pruebas Eléctricas Realizadas y Valores Técnicos Referenciales de la Red

### de Cobre.

#### 4.2.1 Resistencia de Lazo

Es el límite dentro del cual se puede garantizar un servicio de telecomunicaciones a través de la red de cobre, por lo tanto dependiendo de los servicios a brindar se deberá respetar la resistencia de bucle de los cables de acuerdo a los siguientes valores que se muestran en la tabla 8:

Servicios	Resistencia de lazo	Conductor de 0.4mm.	Conductor de 0.5mm.
Servicio de Voz	$\leq 1200 \Omega$	4,28 Km.	6,74 Km.
Servicios xDSL hasta 64 Kbps	$\leq 1200 \Omega$	3.57 Km.	5.61 Km.
Servicios xDSL hasta 512 Kbps	$\leq 900 \Omega$	3.57 Km.	5.61 Km.
Servicios xDSL hasta 2 Mbps	$\leq 600 \Omega$	2.14 Km.	3.37 Km.
Servicios xDSL hasta 8 Mbps	$\leq 400 \Omega$	1.4 Km.	2.2 Km.

**Tabla 8: Resistencia de Lazo [16]**

En función de la ubicación de los abonados y el tipo de servicio a ofrecer se definirá la resistencia máxima de bucle aceptable para la red.

Con lo cual se procederá a definir la distancia alcanzable según el calibre del conductor que se utilice. El conductor de cobre multipar utilizado en el Red primaria es de 0,4mm cubierto de Polietileno. El valor de la resistencia de bucle se obtiene en función de las características eléctricas



del cobre y de la geometría del cable. Como por ejemplo ver la ecuación 4.2:

$$R_b = \rho \frac{L}{S} = \frac{\Omega}{\text{km}} \quad (4.1)$$

En donde:

$\rho$ = Resistividad del cobre ( $0.0174 \text{ mm}^2/m$ )

$L$ = Longitud del bucle (suma de resistencias del par, hilos a –b)

$S$ = Sección transversal del conductor

En la siguiente tabla 9, se indica la resistencia de bucle para conductores estándar utilizados en el mercado:

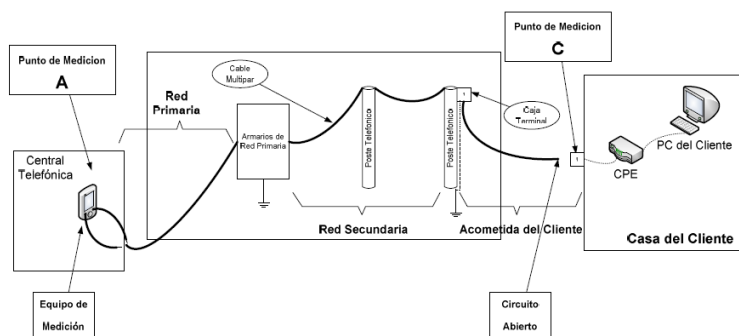
RESISTENCIA DE BUCLE Y ATENUACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE COBRE							
CARACTERÍSTICA	MULTIPAR				NEOPREN 2X20 AWG	EKUA 2X22 AWG	ENTORCHAD O 2 X 17 AWG
	0.4 mm	0.5mm	0.6mm.	0.7mm.	0.8 mm.	0.64 mm.	1.15 mm.
Resistencia de lazo (Ohmios/Kilómetro.par)	280	178	124	92	70	108	30
Atenuación (dB/km.par)	1.6	1.4	1.1	0.9	0.7	1	0.3

**Tabla 9 Resistencia de Bucle y Atenuación [17]**

Con el propósito de garantizar la calidad de los diferentes servicios a ser ofrecidos (Datos, Voz, Video), la red de cobre no debe sobrepasar un radio de 2km.

**Voltaje AC y DC**, las mediciones de voltaje AC y DC en un par de cobre, es uno de las primeras pruebas que se realizan a un par de cobre, la medición se realiza entre los hilos a y b del par de cobre con un extremo en circuito abierto

y se realiza entre los siguientes puntos que se detallan en la siguiente figura 4.1:



**FIGURA 4.1 Voltaje AC y DC[18]**

Los voltajes de DC medidos en un par de cobre con un extremo abierto son resultado típicamente del voltaje de la central telefónica. Esto se debe a un par que este en contacto con otro como resultado de un daño en el cable multipar, agua en el cable o empalmes no sellados adecuadamente, esto provocara ruido en el par de cobre lo que afectara la relación de señal ruido. Un valor menor de 3 Vdc entre hilo ay b, hilo a y tierra, hilo b y tierra son aceptables para que no afecte la señal.

Para el caso de medición de voltajes AC en un par de cobre, una de las principales fuentes de problemas la constituye la inducción debido a las líneas de transmisión de energía eléctrica, este voltaje actúa como una fuente de ruido, degradando la calidad de señal xDSL. Los valores de mediciones de voltajes AC entre hilos a y b de un par de cobre deben ser menores que 3 VAC, entre hilo a y tierra, hilo b y tierra el voltaje debe ser menor que 10Vac.

Los valores de mediciones de voltajes AC entre hilos a y b de un par de cobre deben ser menores que 3 VAC, entre hilo a y tierra, hilo b y tierra el voltaje debe ser menor que 10Vac. Como se detalla en la siguiente Tabla10:

Medición de voltaje	Voltaje AC	Voltaje DC
Entre hilo a y b / circuito abierto	< 3	< 3
Entre hilo a y b / circuito conectado a la central telefónica	< 0.5	de 48 a 52
Entre hilo a y tierra / circuito conectado a la central telefónica	< 10	de -48 a 52
Entre hilo b y tierra / circuito conectado a la central telefónica	< 10	< 3

**Tabla 10 Rango de Voltaje Mínimo [18]**

#### 4.2.2 Resistencia de Aislamiento

Es el valor de la resistencia eléctrica del material con que están revestidos conductores eléctricos.

Debido a que la resistencia eléctrica, es la oposición que presentan los materiales al paso de la corriente eléctrica, es de esperar que este valor sea lo más alto posible. La resistencia de aislamiento para el cable de cobre debe estar en los siguientes rangos para que pueda brindar servicio de voz, datos y video.

Si, el par esta con falla se encuentra dentro del Rango  $0 \Omega$  a  $3 M\Omega$ , es aceptable en el rango de  $3M\Omega$  a  $30 M\Omega$ , es bueno para la implementación de los servicios antes expuestos entre el rango de  $30 M\Omega$  a  $100 M\Omega$ .

A continuación en síntesis describimos en la tabla 11 los valores referenciales tanto de voltaje, resistencia de aislamiento, bucle y distancia que debe tener el par de cobre para su correcto funcionamiento:

Voltaje	2 [V]
Resistencia de Aislamiento	$\geq 30 \Omega$
Bucle de Abonado	280 $\Omega$
Distancia	$x = \frac{\text{bucle telef } [\Omega] * 1 [\text{Km}]}{280 [\Omega]}$

**Tabla11 Rango de Voltaje Mínimo**

En donde:

**VAB:** Voltaje entre los hilos A y B del cable de cobre.

**VAT:** Voltaje entre los hilos A y tierra

**VBT:** Voltaje entre los hilos B y tierra

**LR:** Línea Rota

**AB:** Aislamiento entre los hilos A y B

**AT:** Aislamiento entre los hilos A y tierra

**BT:** Aislamiento entre los hilos A y tierra

Par Invertido: Cuando la polaridad /orden de los conductores del par en un extremo, está invertido en otro extremo del enlace

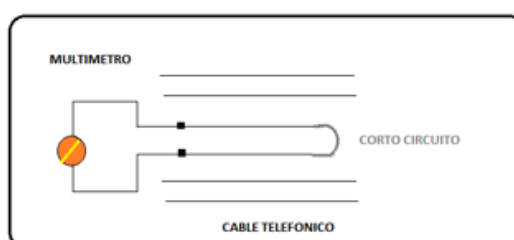
En las mediciones que realizamos existen daños Resistivos y Capacitivos.

Daños Resistivos: Se utiliza para localizar fallas resistiva como corte, tierra, cruce batería. Y se encuentran sombreado con el color rosado los pares que tienen esta falla.

Daños Capacitivos: Se utiliza para verificar si existen fallas de continuidad o capacitivas como Hilos o Pares abiertos, abiertos parcial, etc.

#### 4.2.3 Resistencia de Bucle Telefónico

Las centrales telefónicas deben tener una resistencia de bucle máximo 1800 ohm para su función normal y la medición se la realiza como en la figura 4.2



**Figura 4.2 Medición de la Resistencia de Bucle**

El aparato telefónico posee de 400 a 600 Ohm de impedancia, por lo que la resistencia de bucle debe ser máximo de 1200 Ohm desde la central telefónica hasta el aparato telefónico del usuario.

### 4.3 Resultados de Mediciones Red Primaria

#### 4.3.1 Mediciones Ruta Corta 36

Al igual que en las mediciones anteriores se realizó el mismo procedimiento. La ruta 36 la conforman los siguientes distritos (457, 416, 417, 418, 419, 452). (Ver Anexos). Al igual que en las mediciones anteriores se realizó el mismo procedimiento. La ruta 36 la conforman los siguientes distritos.

A partir del Bucle telefónico obtenemos la distancia la cual debe estar en el rango de  $\pm 10\%$ , la siguiente fórmula 2.1 nos podemos dar cuenta cuales son los pares que están dentro del rango.

#### **Distrito 452**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{595[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 2,125 [\text{km}]$$

$$1,913[\text{km}] \leq x \leq 2,337[\text{km}]$$

#### **Distrito 419**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{471[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 1,682 [\text{km}]$$

$$1,514[\text{km}] \leq x \leq 1,850 [\text{km}]$$

#### **Distrito 418**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{414[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

4.

$$x = 1,478 [\text{km}]$$

$$1,478 [\text{km}] \leq x \leq 1,625 [\text{km}]$$

**Distrito 417**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{365[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 1,303 [\text{km}]$$

$$1,173 [\text{km}] \leq x \leq 1,433 [\text{km}]$$

**Distrito 416**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{420[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 1,500 [\text{km}]$$

$$1,350 [\text{km}] \leq x \leq 1,650 [\text{km}]$$

**Distrito 457**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{535[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 1,910 [\text{km}]$$

$$1,719 [\text{km}] \leq x \leq 2,201[\text{km}]$$

### 4.3.2 Mediciones Ruta Larga 10

La ruta 10 se encuentra conformada por 4 distritos (1325, 1326, 1353,1327) y 1 distrito virtual (1300). (Ver Anexos).

Cada uno de estos distritos están conformados por listones y cada uno de estos listones se encuentran conformados por 50 pares telefónicos cada uno. Es muy importante notar que las mediciones que se realizaron fueron solamente en los pares libres dentro de la Ruta 10

#### **Distrito 1353**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{Km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{633[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 2,260 [\text{km}]$$

$$2,034 [\text{km}] \leq x \leq 2,486 [\text{km}]$$

#### **Distrito 1325**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{968[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 3,457\text{km}$$

$$3,111\text{km} \leq x \leq 3,802 \text{ km}$$



**Distrito 1327**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{968[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 3,457\text{km}$$

$$3,111[\text{km}] \leq x \leq 3,802[\text{km}]$$

**Distrito 1326**

$$x = \frac{\text{bucle telef}[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = \frac{827[\Omega] * 1[\text{km}]}{280[\Omega]}$$

$$x = 2,953 [\text{km}]$$

$$3,111[\text{km}] \leq x \leq 3,248[\text{km}]$$

#### 4.4 Análisis de Resultados

En la ruta de 10 se encuentra conformada por 1800 pares telefónicos de los cuales se tomó 765 pares ya que estos estaban libres.

De los 765 pares que se analizaron se verificó que en 524 pares existen daños resistivos y capacitivos, lo cual afecta a las señales de voz, datos y video.

A su vez que la distancia oscila desde los 2.500 m a 5.000m desde la central hasta el usuario

Ya que de los 765 pares medidos, 524 pares se encuentran con daños es decir el 68.5% se encuentra con daños solo de pares libres, sin contar con el resto que están con problemas en su funcionamiento, debido a los constantes reclamos de los usuarios.

Se verificó en las mediciones realizadas que la mayoría de pares superan los 2.000 m, lo cual no permite brindar el servicio ADSL, peor aún se podría brindar el servicio de IPTV, la cual debe estar a una distancia no superior de los 1.600 m.

En la siguiente tabla 12 se muestra un resumen de las mediciones de la Ruta 10:

PARES LIBRES POR DISTRITO		DISTRITO VIRTUAL 1300	
<b>DISRITO 1325</b>		PARES	28
PARES	357	PARES CON SERVICIO	72
DAÑOS RESISTIVOS	188	<b>PARES LIBRES GLOBAL</b>	
DAÑOS CAPACITIVOS	38	<b>RUTA 10 MAPASINGUE</b>	
PARES CRUSADOS	20	LISTON	223 HASTA 258
PARES OK	111	<b>SE NUMERA EL 100% DE LOS PARES</b>	
PARES CON SERVICIO	193	<b>PARES LIBRES GLOBAL</b>	
<b>DISTRITO 1326</b>		PARES LIBRES	765
PARES	300	DAÑOS RESISTIVOS	362
DAÑOS RESISTIVOS	124	DAÑOS CAPACITIVOS	112
DAÑOS CAPACITIVOS	58	PARES CRUSADOS	50
PARES CRUSADOS	19	PARES OK	241
PARES OK	99	CON SERVICIO	1035
PARES CON SERVICIO	150	<b>TOTAL</b>	BUENOS 241
<b>DISTRITO 1353</b>			DAÑADOS 524
PARES	15		<b>CON SERVICIO 1035</b>
DAÑOS RESISTIVOS	7	<b>LISTONES DE LOS DISTRITOS</b>	
DAÑOS CAPASITIVOS	5	<b>DISTRITO 1325</b>	
PARES OK	3	224 - 225 - 226 - 227 - 228 - 241 - 242	
PARES CON SERVICIO	285	247 - 248 - 249 - 250	
<b>DISTRITO 1327</b>		TOTAL 550	
PARES	65	<b>DISTRITO 1326</b>	
DAÑOS RESISTIVOS	15	223 - 229 - 230 - 231 - 232 - 233	
DAÑOS CAPACITIVOS	11	234 - 243 - 244	
DAÑOS PARES CRUSADOS	11	TOTAL 450	
PARES OK	28	<b>DISTRITO 1327</b>	
PARES ON SERVICIO	235	235 - 236 - 237 - 238 - 239 - 240 - 245	
<b>DISTRITO VIRTUAL 1300</b>		246	
PARES	28	TOTAL 400	
PARES CON SERVICIO	72	<b>DISTRITO 1353</b>	
		253 - 254 - 255 - 256 - 257 - 258	
		TOTAL 300	
		<b>DISTRITO VIRTUAL 1300</b>	
		251 - 252	REG. DIRECTA
		TOTAL 100 / ICESA	
OBSERVACIONES. CABE INDICAR QUE SE REALIZAN LAS MEDICIONES A TODOS LOS PARES LIBRES QUE SE ENCUENTRA EN LA ACTUALIDAD A LA FECHA			

Tabla 12 Resumen de Mediciones Ruta 10

La Ruta 36 Atarazana se encuentra conformada por 1800 pares de los cuales se analizaron 442 pares, debido a que en esa ruta de igual manera solo se consideran los pares libres para el análisis

De los 442 pares libres, 228 pares se encuentran con daños tanto resistivos como capacitivos. Es decir el 51% de los pares analizados se encuentran con daños resistivos y capacitivos. A continuación se muestra el resumen de las mediciones de la ruta corta en la tabla 13

PARES LIBRES POR DISTRITO				RUTA 36 NORTE			
<b>DISTRITO 457</b>				LISTON 639 HASTA 674			
PARES 49				<b>SE NUMERA EL 100% DE LOS PARES</b>			
DAÑOS RESISTIVOS 16				<b>PARES LIBRES GLOBAL</b>			
DAÑOS CAPACITIVOS 8				PARES LIBRES 442			
PARES CRUSADOS 4				DAÑOS RESISTIVOS 169			
PARES OK 21				DAÑOS CAPACITIVOS 52			
PARES CON SERVICIO 201				PARES CRUSADOS 7			
<b>DISTRITO 416</b>				PARES OK 214			
PARES 51				CON SERVICIO 1358			
DAÑOS RESISTIVOS 30				<b>TOTAL BUENOS 214</b>			
DAÑOS CAPACITIVOS 7				DAÑADOS 228			
PARES CRUSADOS 3				<b>CON SERVICIO 1358</b>			
PARES OK 11							
PARES CON SERVICIO 399				<b>LISTONES DE LOS DISTRITOS</b>			
<b>DISTRITO 417</b>				<b>DISTRITO 457</b>			
PARES 63				639-645-646-647-648			
DAÑOS RESISTIVOS 26				TOTAL 250 /			
DAÑOS CAPACITIVOS 12				<b>DISTRITO 416</b>			
PARES CRUSADOS 0				663-664-665-666-667-668			
PARES OK 25				649-650			
PARES CON SERVICIO 237				<b>DISTRITO 417</b>			
<b>DISTRITO 418</b>				669-670-671-672-673-674			
PARES 86				<b>DISTRITO 418</b>			
DAÑOS RESISTIVOS 18				657-658-659-660-661-662			
DAÑOS CAPACITIVOS 4				TOTAL 300 /			
DAÑOS PARES CRUSADOS 0							
PARES OK 64							
PARES ON SERVICIO 214							
<b>DISTRITO 419</b>				<b>DISTRITO 419</b>			
PARES 100				651-652-653-654-655-656			
DAÑOS RESISTIVOS 41				TOTAL 300 /			
DAÑOS CAPACITIVOS 5							
DAÑOS PARES CRUSADOS 0							
PARES OK 54							
PARES ON SERVICIO 200							
<b>DISTRITO 452</b>				<b>DISTRITO 452</b>			
PARES 93				641-642-643-644			
DAÑOS RESISTIVOS 38				TOTAL 200 /			
DAÑOS CAPACITIVOS 16							
DAÑOS PARES CRUSADOS 0							
PARES OK 39							
PARES ON SERVICIO 107							

Tabla 13 Resumen de Mediciones Ruta 36

En la siguiente tabla 13 nos podemos dar cuenta de los distritos que se analizaron, tanto de manera independiente como de manera global.

En base a los parámetros técnicos antes indicados es clave darse cuenta que a pesar de la distancia que oscila entre 1000 m a 2000 m, existe un 51% de daños resistivos y capacitivos.

Es claro indicar que si se pudiese instalar el servicio de ADSL, ya que la distancia no supera los 2.000 m, y la resistencia de aislamiento es  $\leq 600\Omega$ , pero el problema radica en que los daños que existen en la red causaron pérdidas constantes en la transmisión de ADSL, es decir no llegaría la totalidad de ancho de banda.

Citando un ejemplo si algunos de los usuarios desean contratar el servicio de ADSL el ancho de banda que pudiese adquirir no sería el suficiente para implementar el servicio de IPTV.

El estudio de la Red de Acceso de Cobre es primordial realizarla debido a que es por esta red de acceso que se transmitirán los servicios de datos y voz.

Por ende, si una red no está en condiciones de soportar tecnología DSL, no estará en la capacidad de soportar IPTV.

En las mediciones de las rutas y en base a los pares libres que se midieron, más de la mitad de los pares que se encuentran libres están con problemas resistivos o capacitivos.

Es importante también recalcar que la empresa de telefonía Fija en el Ecuador, se encuentra realizando Levantamientos catastrales de su red, para el mejoramiento de la misma.

A si mismo las centrales han comenzado a migrar servicios a los nuevos nodos que se están instalando para acortar la distancia hacia los usuarios y poder brindar sus servicios.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. La red telefónica a nivel de acceso de la Empresa de Telefonía Fija a nivel nacional en la cual su infraestructura se basa en Red de Cobre, por el estado de última milla de su red de cobre y las cuales llegan a los usuarios finales no se podría implementar el servicio de IPTV con esas condiciones en Ecuador ya que no se aseguraría una buena calidad en el Servicio final.
2. Una de las dificultades también son las distancias exageradamente grandes desde la central hacia los usuarios de telefonía fija, ya que esto trae a inconvenientes en el servicio de voz lo cual provoca pérdidas constante en la transmisión , atenuaciones y niveles de ruido altos que dificultan implementar las líneas dedicadas xDSL(Internet), lo cual vuelve improbable implementar video (IPTV).



3. En base aquellos obstáculos las Empresas de Telefonía Fija que cuentan con redes de acceso (redes de cobre) hacia el usuario final, han estado en constante mejora. Es así que en algunos casos para acortar distancias, las centrales, se han repartidos en nodos que se encuentran cerca del usuario y así poder acortar las distancias .En la implementación el enlace desde las centrales hacia los nodos son con FO lo cual trae una mejora en la transmisión de la voz y el video
4. En el aspecto económico, si se implementara este servicio no sería al inicio con un acceso masivo en el Ecuador, debido a los costos son altos a nivel del servicio de internet y al requerir un gran ancho de banda para la transmisión del mismo. Posiblemente a nivel empresarial sería accesible pero a nivel de usuarios residenciales los costos deberían disminuir para poder contar con una aceptación masiva del servicio.
5. IPTV es una transformación en el mundo de las telecomunicaciones ya que va existiría una comunicación bidireccional, es decir tanto del abonado al proveedor, como de este al usuario.

## Recomendaciones

1. Es importante señalar que en base a la infraestructura de la red de cobre es indispensable el mantenimiento semestral y anual de las centrales, distribuidores, empalmes, cables que llegan al usuario, etc. para poder garantizar y brindar un mejor servicio ya que lo que se busca es una mejora continua en las redes hacia el usuario final.
2. Por último cabe indicar que la tecnología de IPTV en nuestro país aún no se encuentra desarrollada en otros países en el cual la tecnología y equipos son más avanzados su funcionamiento ha sido exitoso por lo tanto se podría pensar con miras hacia un futuro la inversión para este nuevo modelo de Televisión mediante el protocolo IP con el propósito de alcanzar un desarrollo en el aspecto tecnológico del país.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Schulzrinne, R. Lanphier, RFC 2326 - Real Time Streaming Protocol (RTSP), <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2326.html>, fecha de consulta Abril 2016.
- [2] Francisco Ortiz Zamora, Francisco Candelas Herías, Jorge Pomares Baeza, Prácticas de Redes, Editorial Club Universitario, 2002
- [3] José Lorenzana, Formatos de Video, <https://prezi.com/kwnol4gtyswj/formatos-de-video/>, fecha de consulta Abril 2016.
- [4] Francisco Berrizbeitia, Codificación de Video, <http://es.slideshare.net/fberrizbeitia/compresin-de-video-7639740>, fecha de Consulta Abril 2016.
- [5] Cisco Expo, End to End IPTV Service Architecture, Publication 2007.
- [6] NetUP, DVB to IP Gateway 4x, [http://www.netup.es/dvb-ip\\_gateway\\_4x.php](http://www.netup.es/dvb-ip_gateway_4x.php), fecha de consulta Abril 2016.
- [7] NetUP, Video por demanda y Cine virtual, <http://www.netup.es/vod-nvod-server.php>, fecha de consulta 2016
- [8] Rosset-Vallet, Nuevas Tecnologías WAN, <http://es.slideshare.net/tucho235/dsl-adsl>, fecha de consulta Abril 2016
- [9] Wikipedia, DSLAM, <https://es.wikipedia.org/wiki/DSLAM>, fecha de consulta Abril 2016
- [10] ARTICULOS Ramón Millán, La Tecnología de Acceso ADSL, <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/adsl.php> , fecha de consulta Abril 2016.
- [11] Ramón Millán, La Tecnología de Acceso ADSL, <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/adsl.php> , fecha de consulta Abril 2016
- [12] Pablo Malfer, Daniel Quezada, Seminario de Redes de comunicaciones, <http://es.slideshare.net/danyteleko/xdsl-2775193> , fecha de consulta 2016
- [13] EMIRATV, IPTVvs TDT, <http://emiratv.wordpress.com/2007/11/04/iptv-vs-tdt/>, fecha de consulta Abril 2016.
- [14] Kitdigital, El mercado de la TV por IP, <http://blog.kewego.es/index.php/2011/05/el-mercado-de-la-iptv-crece-a-ritmo-estable-en-europa-central-y-oriental/>, fecha de consulta Enero 2016.
- [15] Ing. Pablo López Merino, "Redes Telefónicas Planta Externa" <http://es.scribd.com/doc/63993538/REDES-TELEFONICAS>, fecha de consulta Febrero 2016

[16] CNT, Normas de diseño de Planta Externa,  
<https://www.scribd.com/doc/97971131/DISENO-DE-PLANTA-EXTERNA>,  
fecha consulta Mayo 2016

[17] UIT-T, Red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL, Noviembre 2003

[18] 3M Dynatel System División, Redes de Planta Externa Pruebas de cables telefónicos y localización de fallas,  
[http://spw.cl/08oct06\\_ra/doc/CABLES%20MULTIPARES%20Cu/CursoPlantaExternaCobreteoriabasica.pdf](http://spw.cl/08oct06_ra/doc/CABLES%20MULTIPARES%20Cu/CursoPlantaExternaCobreteoriabasica.pdf), fecha de consulta Diciembre 2015

## ANEXOS

DISTRITO 1353													
LISTON	PAR	VOLTAJE DC [V]			VOLTAJE AC [V]			AISLAMIENTO $\Omega$			BUCLE[ $\Omega$ ]	DISTANCIA[MT]	
		AB	AT	BT	AB	AT	BT	AB	AT	BT			
253	01 AL 50												
253	28	0.9	1.0	11.9	0	0	0	14.49M	13.20M	1.97M	633 $\Omega$	2349	
253	44	0.2	20.0		0	0	0	65.84M	369.9K	62.5M	633 $\Omega$	2346	
254	49	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR		339	
255	18	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR		2.349	
255	20	0	0.5	3.1	0	0	0	47M	278M	24M	633 $\Omega$	2349	
255	36	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR		812	
256	1	0.0	1.2	3.9	0	0	0	8.18M	7.22M	3.44M	633 $\Omega$	2346	
256	4	-11	0.4	11.9	0	0	0	27.1M	3.5M	1.9M	633 $\Omega$	2346	
256	20	-2	-3	-7	0	0	0	11.17M	1.45M	1.46M	633 $\Omega$	2346	
256	46	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR		2346	
257	12	0.1	7.5	-2	0	0	0	23.8M	2.46M	40.67M	633 $\Omega$	2346	
257	50	0	0	0	0	0	0	45M	78M	60M	633 $\Omega$	2346	



DISTRITO 1327													
LISTON	PAR	VOLTAJE DC[V]			VOLTAJE AC[V]			AISLAMIENTO [Ω]			BUCLE[Ω]	DISTANCIA[MT]	
		AB	AT	BT	AB	AT	BT	AB	AT	BT			
235	01AL50												
235	2	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR			2300
235	3	0.2	0.7	0.3	0	0	0	258.9M	58.29M	94M	723Ω		2634
235	6	0	0	0	0	0.2	450M	102M	234.3M	94M	723Ω		2638
235	11	0.1	0.3	0.3	0	0	38.88M	48.95M	37.8M	94M	723Ω		2810
235	26	0.1	0.3	0.2	0	0	87.71M	41.3M	41.3M	94M	723Ω		2648
235	29	0.0	0.1	0.1	0	0	300.3M	90.31M	109.9M	94M	723Ω		2650
235	30	0.0	0.2	0.2	0	0	61.94M	175.7M	76.3M	94M	723Ω		2624
235	32	0.0	0.1	0.0	0	0	429M	104M	94.56M	94M	723Ω		2634
235	48	0.0	0.1	1.1	0	0	430.7M	85.33M	142.2M	94M	723Ω		2610
235	49	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR			1783
236	3	0.0	0.2	0.1	0	0	297.4M	81.52M	75.79M	94M	723Ω		2646
236	10	0.0	0.2	0.1	0	0	151.4M	48.73M	76.78M	94M	723Ω		2638
236	14	11.8	0.5	18.6	0	0	3.27M	1.27M	1.73M	94M	723Ω		2630
236	17	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR	LR			2047
236	35	INVERTIDO											3500
236	39	0.0	0.2	0.1	0	0	65.4M	58.81M	65.11M	94M	723Ω		2680
236	50	0.2	0.4	0.2	0	0	94.09M	35.66M	87.81M	94M	723Ω		2615





