



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA EL DISEÑO E
IMPLEMENTACION DE LA TELEVISIÓN POR
PROTOCOLO DE INTERNET (IPTV), EN LA CIUDA DE
GUAYAQUIL”

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

FRANCISCO XAVIER MORALES GARCÍA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar a este momento de mi vida, logrando convertirme en un profesional.

A mis padres, por ser mi fortaleza y apoyo en todo momento. A mi tía Charito por ser un apoyo incondicional.

A mis profesores, que gracias a ellos, que con sus vastos conocimientos y sabias enseñanzas, me encauzaron académicamente en la profesión que hoy obtengo. A mis compañeros y a todas las persona que de una u otra manera me ayudaron en hacer posible la culminación de mi vida universitaria.

Para la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, formadora de profesionales al servicio de la comunidad

Francisco Xavier Morales García.

DEDICATORIA

De manera especial a mis padres: Francisco y Julia, pilares fundamentales en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y hoy culminar esta etapa de mi vida.

A mi hermana María Inés, por ser ejemplo de hermana y de cual aprendí aciertos y de momentos difíciles y por ser una fortaleza anímica en todo momento de mi vida universitaria.

Francisco Xavier Morales García.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....
Dr. Boris Ramos

PROFESOR EVALUADOR

.....
Ing. César Yépez

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Francisco Xavier Morales García

RESUMEN

La presente investigación de proyecto integrador tiene como fin realizar un estudio: tanto físico, como de redes y técnico para implementar la televisión por protocolo de internet en la ciudad de Guayaquil, mediante un análisis del acceso a internet en la ciudad mencionada, recursos de servidor y de usuario en general y un análisis de costos-beneficios y regulaciones, que permitirán implementar este servicio en esta ciudad.

La propuesta de proyecto surgió de la necesidad de innovar ciertos sistemas de televisión por suscripción en la ciudad de Guayaquil, que en un futuro se prevé que estos sean reemplazados por nuevos implementos físicos, así como del apagón analógico general que existirá en esta ciudad y en toda la República del Ecuador, además de integrar varios servicios por medio del protocolo de internet.

Mediante el análisis de equipos de manera física, de red y técnicas, conociendo las características esenciales, se desea implementar el servicio de manera óptima utilizando el menor recurso posible, llegando a todos los sectores posibles de la ciudad.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	iv
PROFESOR EVALUADOR DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
CAPÍTULO 1.....	10
1. ESTUDIO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Antecedente.	10
1.3.1 La red de cobre	16
1.3.1. La fibra óptica.....	19
1.4. Objetivos	24
1.4.1. Objetivo General	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
1.5. Metodología a emplear y resultados esperados	25
CAPÍTULO 2.....	26
2. LA TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET. CARACTERÍSTICAS, REQUISITOS Y FUNCIONALIDADES.....	26
2.2. Antecedentes históricos para la implementación de la televisión por protocolo de internet.....	28
2.1.1. El inicio de la televisión analógica.	29
2.1.2. La migración a televisión digital.	31
2.1.3. Antecedente histórico en El Ecuador.	32
2.3. Características esenciales y requisitos fundamentales para su implementación.	33
2.4. El protocolo de internet.....	34
2.4.1. Modelo OSI.	34
2.5. Protocolos empleados para la multidifusión.....	36
2.6. Protocolos de calidad de servicio.	40

2.6.1. Protocolo RSVP.....	41
2.6. Arquitectura de un sistema de televisión por protocolo de internet. .	42
2.6.1 Plataforma de video.....	43
.....	43
Figura 2.14 Cabecea de un sistema de	43
Plataforma de video.	43
2.6.2. Red de transporte y agregado.	44
2.6.3. Red de acceso general.....	44
2.6.4. Red de acceso doméstico.	44
2.7. Calidad del servicio de IPTV.....	44
2.7.1. Plataforma de módulos.....	44
2.7.2. Codecs y formatos.....	46
2.7.3. Streaming.	47
CAPÍTULO 3.....	50
3. DISEÑO DEL ESQUEMA DE RED DE LA TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET.	50
3.1 Diseño de la plataforma de video o servidor.	50
3.2.4. Streammer IRD1340 IP	51
3.2.5. Streammer IRD1218 IP	51
3.2.6. Caster T3-28	52
3.2.7. Caster T3-10	53
3.2.8. Conmutador general WS-C4507R-E.	53
3.3. Diseño del acceso al servidor.....	55
3.3.1. Presupuesto de enlace.....	56
3.3.2. Ancho de banda y Tasa de datos.	58
3.3.3. Configuración del Router y decodificador.	60
CAPÍTULO 4.....	61
4. ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO Y REGULACIONES DE ENTES SUPERIORES.	61
4.3 Regulaciones vigentes.....	71

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS	81

CAPÍTULO 1

1. ESTUDIO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Antecedente.

El internet ha ofrecido desde hace muchos años la difusión de múltiples servicios a través de enlace de redes, logrando transmitir datos a través su plataforma, logrando difundir servicios como servicios web, E-mail, y el intercambio interactivo de chats, telefonía, radio y difusión de contenidos de audio y video en el que se incluye la televisión, que en un principio eran aislados del protocolo de internet IP, pero con la mejora constante del mismo, permitió integrar los servicios mencionados, ahorrando recursos físicos y optimizarlos en todo aspecto, sin la necesidad de desplegar redes físicas diferentes para cada uno. La figura 1.1 ilustrará la integración de diferentes servicios por medio de protocolo de internet [1].

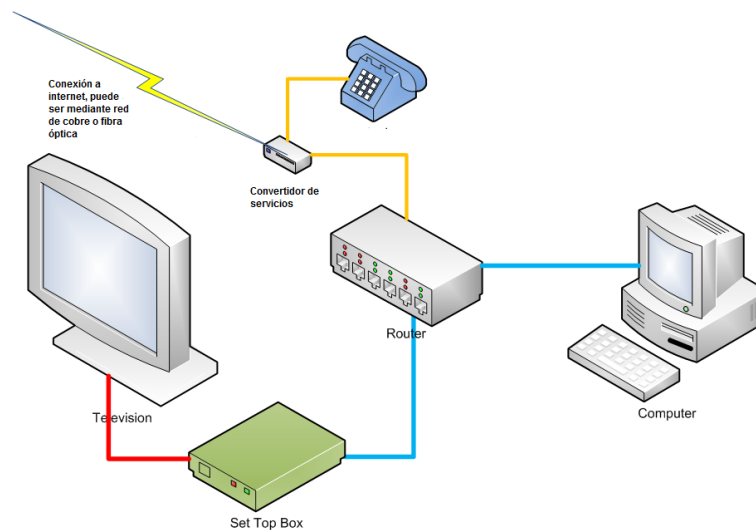


Figura 1.1 Diagrama general de servicios integrados por redes de internet [2]

Uno de los servicios mencionados es la televisión, el cual es un medio de comunicación que ha alcanzado una difusión sin precedentes, utilizado por una gran cantidad de personas, para satisfacer necesidades de información y entretenimiento [3]. Este servicio ha ido innovando constantemente desde su aparición, cambiando su tecnología de difusión en aspectos físicos, de propagación y protocolos de manera constante, incluyendo la migración de televisión analógica a televisión digital [4] .

Los principales sistemas de televisión digital son los siguientes: la televisión digital terrestre, que utiliza el método tradicional de radiodifusión por ondas de radio, que en su característica se requiere tener equipos receptores acorde a áreas geográficas determinadas y su costo es alto en ciertos lugares acorde al formato dado; la televisión por cable, que es un sistema de índole analógico, que al migrar a sistemas digitales llega a tener muchas limitaciones, tornándose obsoleto al soportar mayor capacidad; y por último la televisión satelital directa, que es viable para cualquier área de cobertura pero no es considerado la única alternativa de transmisión, debido a la consideración de banda asignada y consideraciones geográficas especiales.

Con lo anteriormente expuesto, se requiere implementar un sistema de televisión que permita utilizar el menor recurso físico y de red posible, en una plataforma virtual amplia y que llegue a muchos usuarios a nivel global, realizado en la ciudad de Guayaquil, para luego llevar la cobertura a otros poblados de la República Del Ecuador.

1.2. Justificación.

La televisión por protocolo de internet (IPTV) es la alternativa viable a todos los inconvenientes mencionados de los sistemas de televisión mencionados, aprovechando las características amplias del protocolo de internet IP y las innovaciones del mismo, que han permitido tener mayor capacidad y lograr difundir sistemas en tiempo real, generando una alta interactividad con el usuario en tiempo real o cuando él requiera de ellos.

Al no tener un formato específico por área geográfica y siendo el protocolo de internet un sistema general a nivel mundial, permitirá el acceso a la televisión y mucho más, sin importar las dificultades que esta pueda tener [5].

Por tanto, desarrollar un sistema de televisión por suscripción basado en redes de internet IP y ancho de banda en la ciudad de Guayaquil, es la tendencia para mejorar los servicios televisivos en dicha ciudad, tomando en cuenta: características físicas, especificaciones técnicas, software y un análisis costo-beneficio.

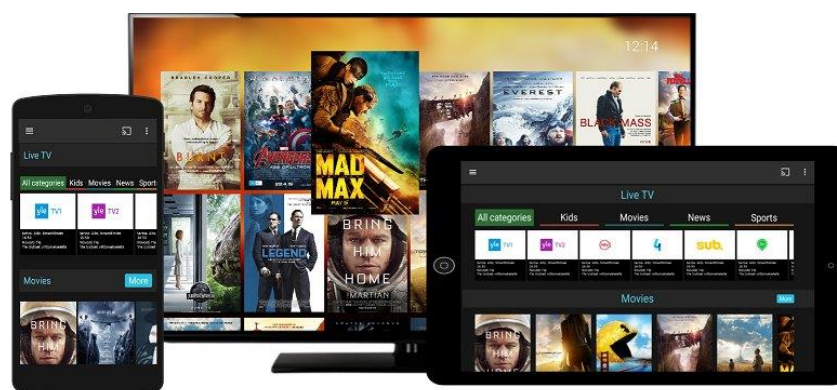


Figura 1.2. Plataforma de receptores de Televisión por protocolo de internet [6].

1.3. Limitaciones

La principal limitación para el presente proyecto, es sin dudas la cobertura de las redes de internet metropolitanas que existen en la ciudad de Guayaquil, la cual, si bien es cierto que estas tienen una gran cobertura en la ciudad mencionada, esta no está totalmente cubierta de la misma, por parte de empresas autorizadas para la difusión.

La red de internet metropolitana de mayor cobertura la posee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), llegando a conectar en su totalidad, al área metropolitana de la ciudad de Guayaquil, siendo el par trenzado de cobre la tecnología fundamental de dicha red, la cual da servicio de telefonía fija

tradicional y de internet de banda ancha [7], al igual que la empresa Claro que también tiene su propia red de internet por cobre extendida por la ciudad, siendo esta de menor cobertura que la empresa CNT, pero en constante expansión [8].

Otras empresas como TVCable y Univisa suministran su servicio de internet, siendo la primera con cobertura específica en ciertos sectores, siendo una red híbrida de fibra óptica-cable coaxial al hogar [9], y la segunda que utiliza radio enlace al hogar para subministrar a lugares estratégicos de la ciudad [10].

Por último, se tiene empresas como Telconet y Puntonet, que suministra el servicio por redes de fibra óptica al hogar, siendo esta tecnología más eficiente.

El acceso a internet en la ciudad de Guayaquil está migrando de tecnología de par trenzado de cobre a fibra óptica, aprovechando las grandes ventajas al transmitir luz en forma de datos [11], como es el caso de la empresa CNT, que espera cubrir en su totalidad sus redes de internet por medio de fibra óptica.

Las figuras 1.3, 1.4 y 1.5 ilustrarán en mapas el acceso a internet de tres empresas, como son CNT, tanto de red de cobre y fibra óptica, como la red de Telconet de fibra óptica.

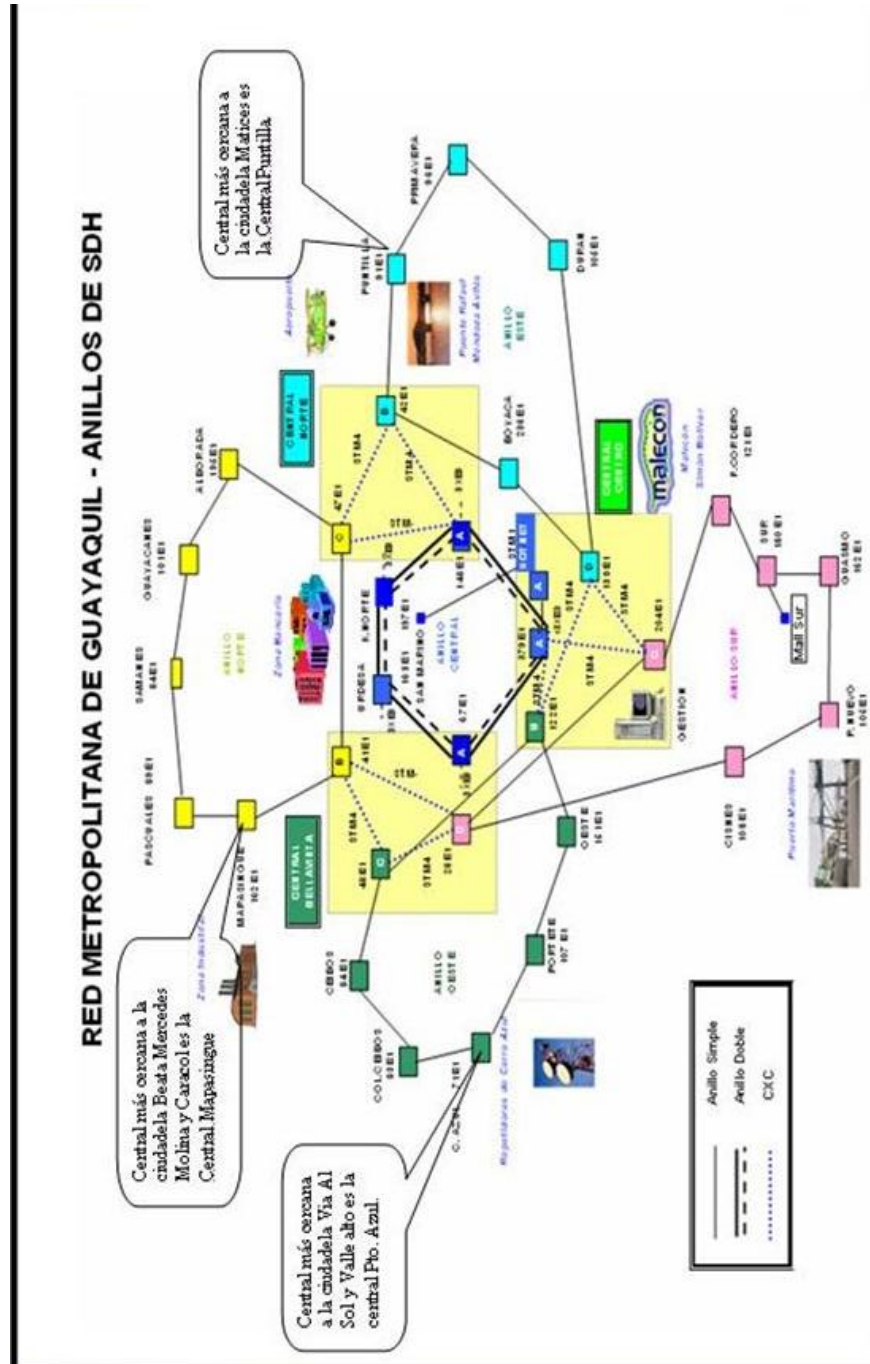


Figura 1.3. Red metropolitana de par trenzado de cobre De la ciudad de Guayaquil. [12]

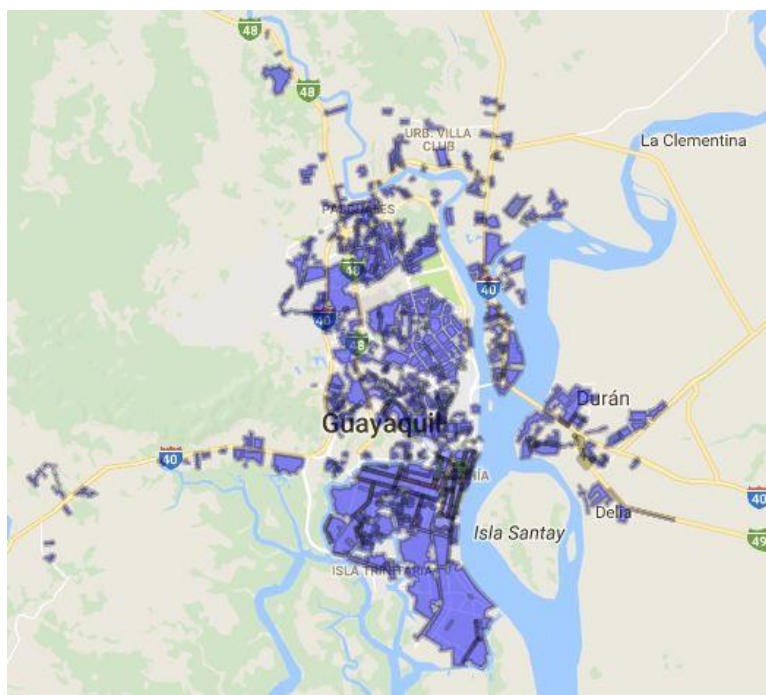


Figura 1.4. Red metropolitana de fibra óptica ciudad De Guayaquil empresa Telconet [13]

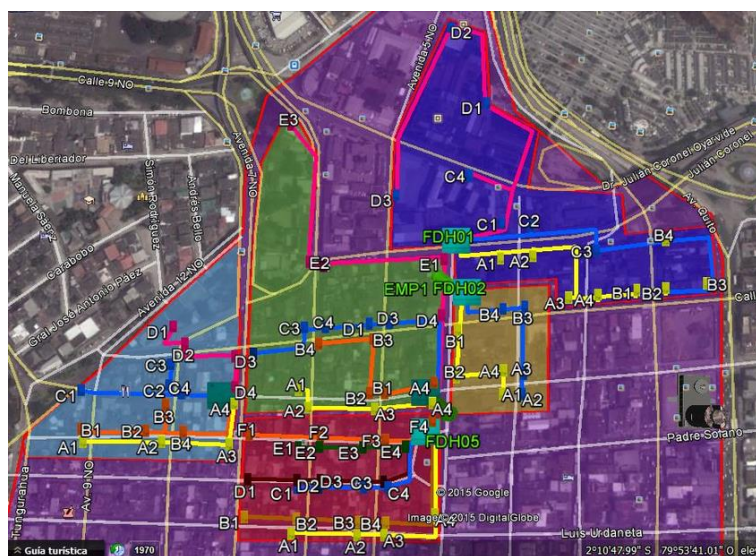


Figura 1.5. Migración de red de cobre a Fibra óptica de la empresa CNT EP [14].

Como se puede ver, el alcance de redes de cobre es muy alto, pero se prevé que las redes de fibra óptica sobrepasen a las redes de cobre. Esto se debe a que la segunda tiene enormes ventajas y proyecciones que la primeramente mencionada en características físicas y de velocidad red. Un estudio de las características de las tecnologías mencionadas, permitirán determinar cuál es la más viable para el servicio de televisión por protocolo de internet, para su posterior diseño e implementación.

1.3.1 La red de cobre

La red de cobre es la tecnología que generó los sistemas de telefonía tradicional, iniciándose con la unión de dos terminales a través de pares trenzados de cobre, la cual ha sido desarrollada y mejorada totalmente por medio de conmutadores e implementos especiales, permitiendo soportar transmisión de datos en la misma [15]. El esquema fundamental de una red de par trenzado de cobre se muestra en la siguiente figura [15].

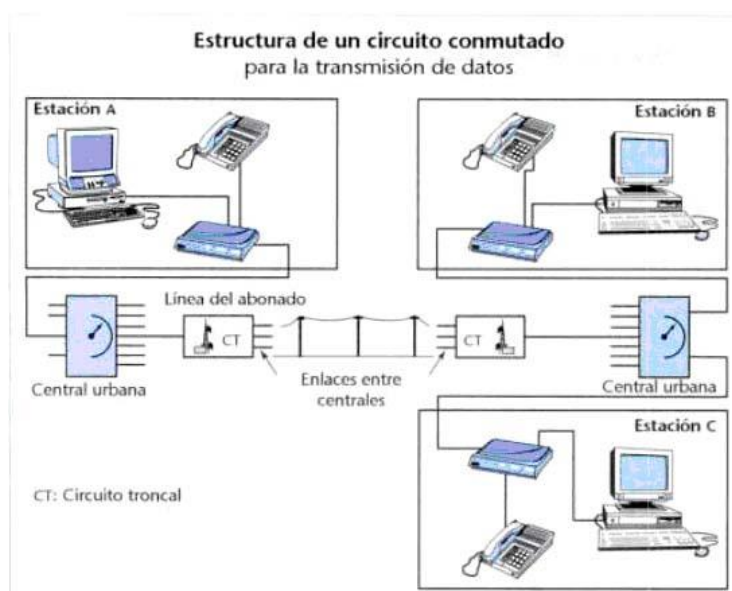


Figura 1.6 Esquema general de una red De cobre de telefonía tradicional [16].

Los circuitos troncales son donde se administran las llamadas y datos con multimedia, los cuales están conectados por medio de enlaces centrales, donde al final serán transportados a todos los suscriptores de la línea telefónica. Al usuario llega un divisor para línea telefónica y datos, y un conmutador para datos.

La tecnología XDSL permite transmitir datos por medio de esta red, la cual por sus siglas en inglés, "X" Digital Subscriber Line", es el acceso digital al suscriptor, que dependiendo de la velocidad puede ser: ADSL, Asincronic Digital Subscriber Line y VDSL, Very High Subscriber Line.

La red ADSL, fue la inicial para la transmisión de datos por medio de red de cobre, siendo esta asimétrica en la velocidad de subida como de bajada, donde radica el nombre de asimétrico.

El esquema general de la red ADSL se muestra en la figura 1.6:

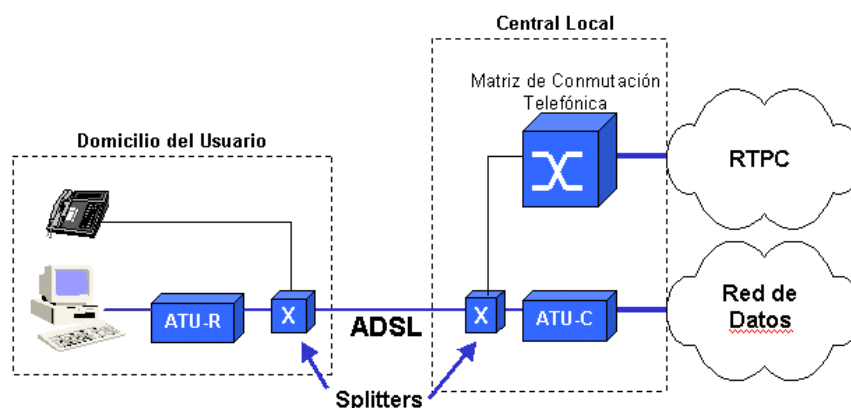


Figura 1.7 Red de acceso ADSL [17].

La primera versión de la red ADSL fue la ADSL1, que después de desarrollar e innovar esta misma, se desarrolló permitiendo llegar a la versión 2, VDSL2 y la versión 2+, VDSL2+, las cuales las dos últimas son versiones mejoradas recomendadas por la ITU.

La tabla 1 explicará las características de cada versión de la red ADSL y sus mejoras.

Características de red/ tecnología	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de la red	0.5Mhz	1.1 Mhz	2.2Mhz
Velocidad de subida	8MBPS	12MBPS	24MBPS
Velocidad de bajada	1MBPS	2MBPS	5MBPS
Cobertura máximo	2.0KM	2.5KM	2.5KM
Tiempo de sincronización	10 A 1000S	3S	3S
Corrección de errores	NO	SI	SI

Tabla 1. Características de las versiones de La red ADSL.

Aunque con las mejoras recomendadas por la ITU, surgió la idea de la red VDSL, que por sus siglas, Very High Digital Subscriber Line, tiene mejoras tanto en lo físico como en capacidad, duplicando el par trenzado de cobre, teniendo un par de subida y un par de bajada.

AL igual que ADSL, VDSL tuvo su primera versión, la VDSL1, que después se mejoró para tener la versión VDSL2 [18].

La tabla 2 ilustrará las características de la red VDSL en sus versiones uno y dos.

CARACTERISTICA DE RED/TECNOLOGIA	VDSL	VDSL2
Ancho de Banda	12MHZ	12MHZ
Velocidad de subida	12Mbps	40Mbps
Velocidad de bajada	60Mbps	250Mbps
Cobertura máximo	2.5Km	2.5Km

Tabla 2. Características de red VDSL.

La tecnología VDSL permitió llevar tecnologías de Voip y servicios de streaming en tiempo real.

La segunda tecnología que se desarrolló y que está en constante expansión es la red de fibra óptica, la cual se anunciará a continuación.

1.3.1. La fibra óptica

Es un medio de comunicación muy utilizado en la actualidad para largas y cortas distancias. Este material está formado de plástico o vidrio, en forma de hilo fino que envía ondas de luz a través del mismo. Esta fuente de luz puede ser LED o laser [19].



Figura 1.8 Fibra óptica, tendencia de Telecomunicaciones [19].

Dependiendo de la cobertura y de las aplicaciones puede esta ser monomodo o de un solo rayo de luz, o multimodo, de diferentes rayos enviados por la misma. Los rayos de luz que se envían están sujetos a las leyes de la óptica de manera general, por lo que el tratamiento de la información que se envía en forma de luz, está sujeta a estas condiciones [19].

Esta tecnología se ha desarrollado para largas distancias, permitiendo conectar de manera global al mundo, aunque con el gran avance que se le ha dado, ha permitido tener acceso hasta los usuarios.

Ciertas ventajas que puede dar la fibra óptica serán detalladas a continuación:

- Manejo de gran ancho de banda y alta tasa de datos.
- Inmune a interferencias electromagnéticas.
- Largo cobertura, permitiendo el uso mínimo pero óptimo de repetidores.
- Bajas pérdidas.
- Es liviano y sencillo el material.

La red al usuario que permite llegar al mismo por redes de fibra óptica se denomina como la red GPON-FTTH.

La red GPON, (por sus siglas en inglés, Gigabyte Pasive Optical Network), es una red de acceso punto a punto, que utiliza elementos pasivos, sin la necesidad de uso de elementos adicionales de alimentación [21], permitiendo soportar varios servicios integrados en una sola red como son VoIP, Datos, Video y audio y más; tener mayor cobertura y generar tasas de datos de más de 1 Gbps.

La arquitectura de una red GPON general está dada por figura 1.8:

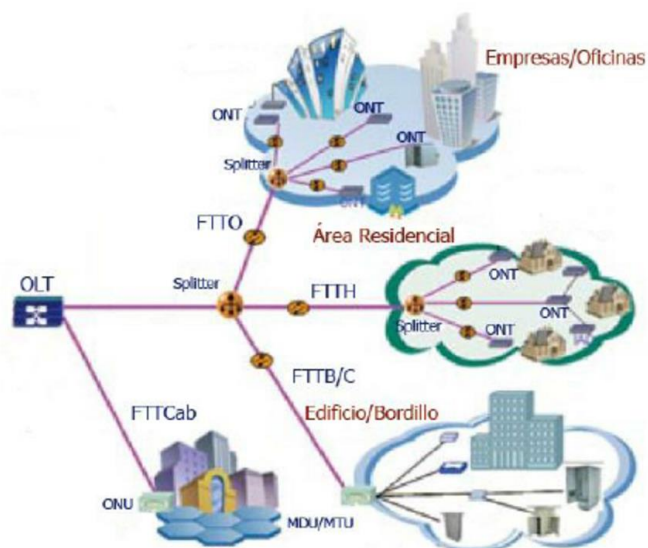


Figura 1.9 Arquitectura de una red GPON general [22].

Los componentes de una red GPON se dividen en dos clases:

- Elementos Activos, que son elementos que dependen uno del otro para su funcionamiento óptimo.
- Elementos Pasivos, elementos que no dependen de otro elemento para su operación [22].

Los elementos activos presentes en una red GPON son los siguientes:

- ONT, Optical Network Terminal, donde el usuario interactúa con la fibra óptica.
- ONU, Optical Network Unit, donde se transforma las señales ópticas en eléctricas, dependiendo de la cobertura.
- OLT, Optical Lite Terminal, donde se administra la información enviada a los componentes anteriormente mencionados, garantizando confiabilidad y seguridad.

Los elementos pasivos presentes en una red GPON son los siguientes:

- Empalmes ópticos.
- Divisores ópticos.
- Fibra óptica donde se propaga el medio.
- ODN, Optical Distribution network, donde se esquematiza la conexión entre los elementos pasivos con los elementos anteriormente mencionados [23].

Dependiendo de la cobertura de la fibra óptica, la terminología FTTX, por sus siglas en inglés, Fiber to the X Place, indica hasta que "X" lugar llega la misma, donde se tienen las siguientes terminologías:

- Fiber to the node (FTTN), donde llega hasta 300 metros de los usuarios y la ONU transforma la señal después de dicha distancia.
- Fiber to the Curb (FTTC), donde pasado los 300 metros, pero no mayor al lugar de residencia llega la fibra, con la ONU ubicada en dicha distancia.
- Fiber to the Building (FTTB), donde la fibra llega a un conjunto de hogares, donde la ONU transforma la señal y la distribuye a diferentes usuarios.
- Fiber to the Home (FTTH), donde la fibra llega al hogar directo del abonado, con la ONU interactuando directamente con él [24].

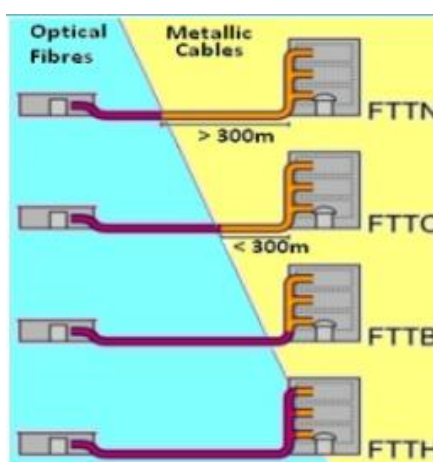


Figura 1.10 Cobertura Fibra óptica [24].

Con lo anteriormente mencionado, la tecnología GPON-FTTH es aquella que permite llevar fibra óptica hasta el hogar con elementos pasivos generando tasas mayores a 1Gbps.

Las diferencias entre tecnologías de Cobre y de Fibra óptica, se detallan en la tabla 3, con características esenciales:

CARACTERÍSTICAS	REDES DE COBRE	REDES DE FIBRA OPTICA
Pérdidas	Se hacen notables los dos kilómetros se hacen notables, y los recursos de amplificación son mayores.	Se hacen notables pasando los 40 Km, y los recursos de amplificación son pocos pero eficientes.
Ancho de banda y velocidad	Su máxima velocidad es de 100Mbps, limitado por el material de cobre y equipos conectados.	Se pueden tener velocidades de Tbps, no muy limitada por el material de fibra y permitiendo mayor cantidad de equipos conectados
Calidad de servicios	La máxima velocidad limita la calidad de servicios, generando intermitencias en los mismos, como son Video, Audio y voz en vivo.	Al soportar velocidades muy altas los servicios poseen una alta calidad e incluyendo mejor calidad.

Tabla 3. Diferencias entre tecnología de cobre y fibra óptica.

Por ende, este proyecto se desarrollará en base a redes de fibra óptica y la denominada para llevar la calidad, será la red GPON-FTTH.

En este apartado radica la cobertura de las redes de fibra óptica en la ciudad de Guayaquil, que a pesar de tener un alto despliegue, estas están en constante crecimiento, acorde a las siguientes expectativas:

- Las redes de Claro y CNT están migrando a tecnologías de fibra óptica para tener un cobertura macro de las mismas.
- Telconet y Puntonet están en constante expansión y abastecerían a proveedores como Univisa y TVCable para generar servicios adicionales, pudiendo lograr una fusión entre las empresas mencionadas, tal como pasó en Argentina con la unión entre la empresa Cablevisión y Fibertel.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la viabilidad de la televisión por protocolo de internet, desde puntos de vista físicos, alcance, cobertura, de red, costos, beneficios y regulaciones para implementar su diseño.

1.4.2. Objetivos específicos

- Conocer la cobertura de las redes de internet en la ciudad de Guayaquil, para determinar la cobertura total del servicio de televisión por protocolo de internet en la ciudad de Guayaquil.
- Conocer los implementos necesarios, tanto físicos como de software, mediante un análisis de ingeniería para la implementación de la televisión por protocolo de internet en la ciudad de Guayaquil.
- Conocer las ventajas y desventajas, costos y regulaciones importantes acorde a elementos y recursos para desarrollar el proyecto.
- Establecer conclusiones y recomendaciones para determinar la viabilidad y efectividad del desarrollo del proyecto en la ciudad de Guayaquil.

1.5. Metodología a emplear y resultados esperados

La metodología a emplear será el estudio de la arquitectura general de un sistema de televisión por protocolo de internet, desde el servidor de video hasta al acceso al usuario, conociendo los equipos necesarios, sus características físicas y los protocolos de red para garantizar su óptimo servicio, mediante un análisis de ingeniería acorde a la tecnología utilizada, como de un análisis de costos y beneficios que ilustrará el soporte que se le dará a la red, como su ganancia. La metodología finaliza conociendo la regulación de entes superiores que permitirá con facilidad difundir el servicio.

Los resultados esperados están en mediante cálculos, valores que permitirán tener garantía de servicio por medio de los equipos, protocolos y estándares que manejan, un costo óptimo del servicio y que se debe tener disponible para implementar y difundir el servicio.

CAPÍTULO 2

2. LA TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET. CARACTERÍSTICAS, REQUISITOS Y FUNCIONALIDADES.

2.1. Definición de televisión por protocolo de internet, IPTV.

La televisión por protocolo de internet, por sus siglas en inglés IPTV, es el sistema por el cual, se difunde la televisión digital en plataforma de redes de banda ancha a través del protocolo de internet [25], mediante redes bidireccionales establecidas entre punto a punto, logrando una alta interactividad de contenidos preferidos hacia el suscriptor del servicio, combinando los elementos primordiales del internet como es el video-streaming y la plataforma televisiva general, incluyendo no solo señales en vivo, si no también acceso a contenidos preferidos por el suscriptor que él desee acceder [26]. La figura 2.1 muestra un esquema general de un sistema de IPTV:

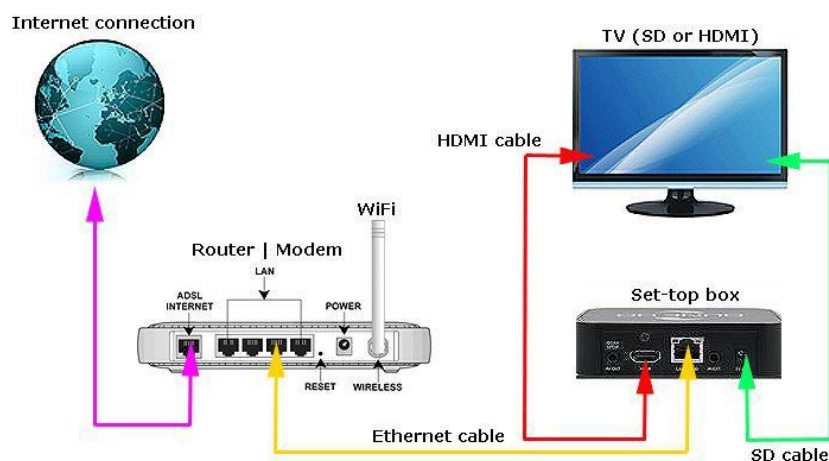


Figura 2.1 Diagrama general de acceso de un sistema de IPTV [27].

La alta interactividad de la televisión por protocolo de internet permite incluir no solo servicios en vivo como se mencionó anteriormente, si no también múltiples servicios los cuales se detallarán a continuación [29]:

- Video Bajo Demanda (VOD), servicio que permite acceder a contenidos almacenados en el servidor, disponibles a cualquier hora, siendo estos de tipo series o películas. Algunos de estos servidores se mencionan en la figura 2.2:



Figura 2.2 Servidores más conocidos de video bajo demanda [28].

- Modalidad Pague Por Ver (PPV), servicio que permite acceder a contenidos almacenados en el servidor, disponibles a cualquier hora, siendo estos de tipo series o películas. Algunos de estos servidores se mencionan en la siguiente figura.
- E-Learning, servicio interactivo de educación personal.
- Guía electrónica de programación (EGP), Plataforma para interactuar con programación de diversos contenidos.

- Time Shifting TV (TVS), plataforma que permite pausar el servicio sin alterar los contenidos.
- Televisión móvil, plataforma de acceso a contenidos sin importar situación geográfica.



Figura 2.3. Servicios de televisión móvil Ofrecidos por cablevisión flow [29].

- Grabador de video Personal (PVR), donde el usuario puede grabar contenidos especiales para una futura reproducción del mismo.

2.2. Antecedentes históricos para la implementación de la televisión por protocolo de internet.

Para comprender el porqué de la implementación del servicio de IPTV, es necesario hacer un recuento del antecedente de la televisión a lo largo de la historia y luego en El Ecuador.

2.1.1. El inicio de la televisión analógica.

La televisión en sus inicios fue puramente analógica, difundándose por medio de ondas de radio en bandas VHF y UHF, con receptores televisivos sencillos, generadas desde un estudio de televisión en una determinada área geográfica en señal abierta. La ambición de querer tener mayor cobertura geográfica, permitió desarrollar con más equipamiento las bandas mencionadas, tales como repetidores a larga distancia, que generaron mayor costo [30].

La cobertura traspasó los límites geográficos y la cantidad de señales era más alta, llegando a la necesidad de innovar, como fue la implementación de la televisión por cable, que permite multiplexar señales televisivas, siendo transmitidas por redes de cable coaxial o radioenlaces punto a punto al usuario, dando el nacimiento de multinacionales de señales de televisión, volviéndose esta en modalidad pagada, debido a los costos de implementación y derechos de contenidos [30].

Por último, debido a que las redes de televisión y los radioenlaces eran limitados en aspectos de cobertura, surgió la idea de la televisión satelital, donde se accede mediante enlace satelital al usuario, teniendo receptores de esta característica al inmueble del suscriptor [30].



Figura 2.4. Televisión analógica por ondas de radio, bandas VHF y UHF [30].

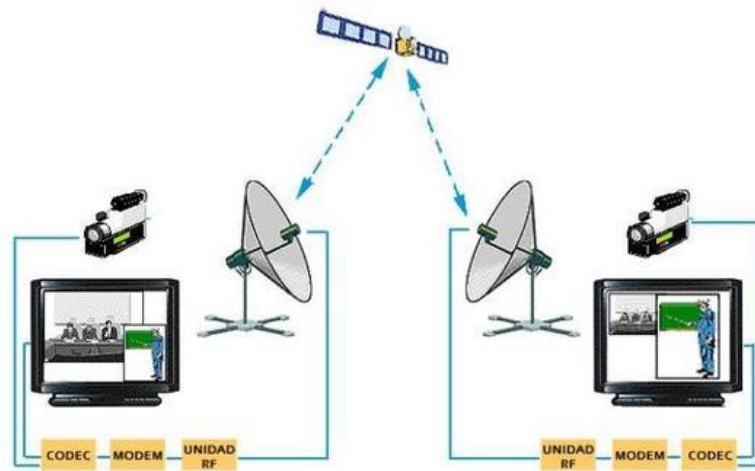


Figura 2.5 Televisión satelital [31].

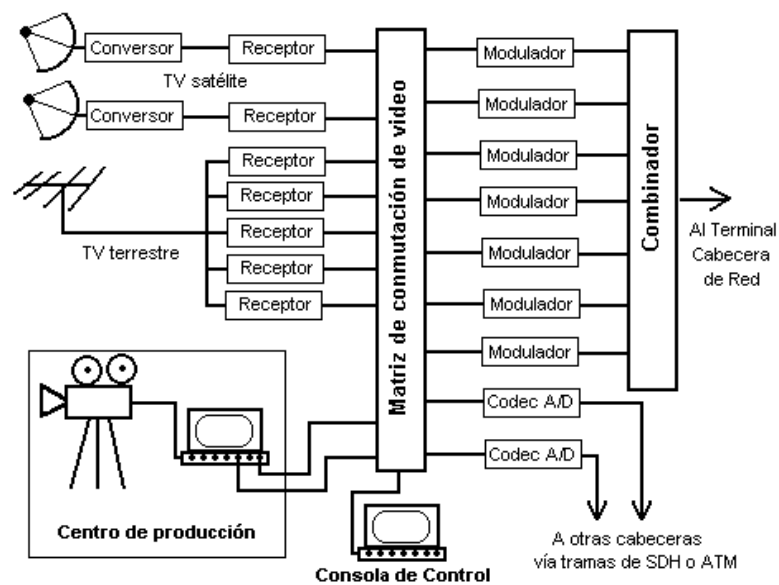


Figura 2.6. Diagrama de una red de Televisión por cable [32].

2.1.2. La migración a televisión digital.

Debido a las dificultades de todos los sistemas analógicos en su emisión y recepción, todos los servicios de este formato fueron migrando a mejor formato, llegando a los sistemas digitales de codificación binaria suplió todos los inconvenientes de los sistemas analógicos, donde la televisión también se adaptó al cambio.

Los métodos de difusión de la televisión analógicos fueron migrando, pero la propagación de los mismos se mantenía, logrando difundir en comunicaciones digitales este servicio [30].

Para la difusión por ondas de radio se dio origen a la televisión digital terrestre, expandiéndose y con formato acorde a determinada área geográfica global.



Figura 2.7 Transmisión de televisión digital terrestre [30].

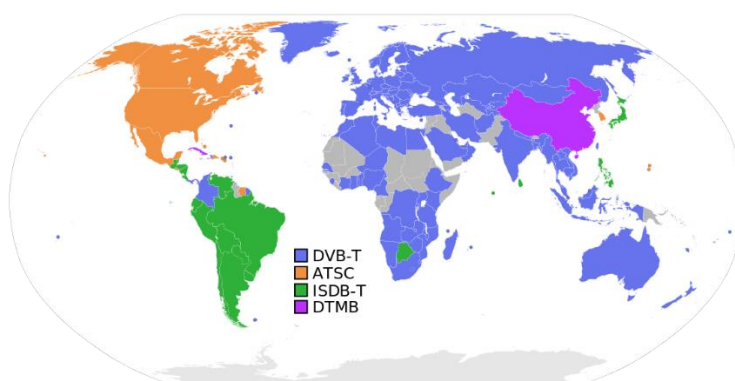


Figura 2.8 Mapa geográfico mundial de formatos de TDT [33].

La televisión satelital también migró a codificaciones binarias, logrando soportar a todos los usuarios a nivel global y mundial, sin importar el área geográfica.

La televisión por cable también migró a sistemas digitales, teniendo muchas falencias, debido a que esta fue un sistema de índole analógico.

El desarrollo del protocolo de internet ha permitido integrar varios servicios mediante redes físicas desplegadas, permitiendo llevar diferentes servicios incluyendo la televisión, sin necesidad de formatos específicos por área geográfica y menor pero óptimo recurso físico [30].

La televisión por protocolo de internet, IPTV, se volverá la alternativa a reemplazar a la televisión por cable por su gran nivel de difusión, permitiendo ahorrar recursos pero con gran optimización.

2.1.3. Antecedente histórico en El Ecuador.

La televisión en el Ecuador empezó en el año 1960 con canales en bandas VHF desarrollados en la ciudad de Guayaquil, luego estos sistemas fueron difundidos por bandas UHF en formato analógico. En Quito, en los años 1970 también empezó la televisión con sus canales televisivos al igual que la ciudad de Guayaquil. La expansión televisiva se consolidó a nivel nacional en modalidad abierta [35].

Para los años 90, llegaría la televisión por suscripción por la modalidad de televisión por cable, la cual sigue en pie hasta la actualidad en el Ecuador.

La televisión satelital empezó a difundirse en el nuevo milenio, con empresas que suscribieron convenios estatales y sigue en difusión hasta la actualidad.

Aunque en Ecuador, la mayoría de sistemas de televisión en modalidad abierta son analógicos, se espera que hasta finales del año 2020, se dé por declarado al Ecuador como país de televisión digital, cuya migración

empezará en las principales ciudades del Ecuador como son: Quito y Guayaquil.

La televisión por protocolo de internet en el Ecuador está siendo ofrecida de manera inicial con la reserva del ancho de banda de los servicios de internet desde el año 2012, se espera que empresas en convenio legal con el estado ecuatoriano, ofrezcan el servicio de manera más eficiente con estudio de redes de internet en el país. En el presente proyecto se estudiará todo lo necesario y suficiente para la viabilidad del servicio en la ciudad de Guayaquil, con todos los recursos y elementos empleados.

2.3. Características esenciales y requisitos fundamentales para su implementación.

Este servicio de televisión digital sobre banda ancha en el protocolo de internet tiene las siguientes características [29]:

- No tiene formato y calidad específica acorde a un área geográfica específica.
- Posee proveedores exclusivos distribuidos hacia todos los usuarios.
- Facilidad de llevar contenido a cualquier lugar.
- La alta interactividad televisiva.
- La reserva de ancho de banda permitiendo la garantía del servicio [37].

Los requisitos fundamentales para poder llevar un servicio de televisión por protocolo de internet radican en los siguientes apartados:

- Una conexión de internet fundamental de garantía al servicio.
- Un ancho de banda y tasa de datos fundamentales.
- Implementos físicos acorde a la tecnología de red, basados en estándares y reglamentos para dar confiabilidad del mismo.

Con todo el análisis preliminar explicado anteriormente, es importante realizar un estudio de todos los implementos necesarios, tanto como físicos como de red y protocolos para poder determinar los elementos importantes para la implementación del servicio. Los siguientes puntos a tratar son:

- El protocolo de internet, generales y específicos para la confiabilidad del servicio.
- La arquitectura de un sistema de IPTV.
- Formatos de video, plataformas de red y sistemas de transmisión para servicios de IPTV.

2.4. El protocolo de internet.

El protocolo de internet es la parte fundamental para el desarrollo de los servidores de internet. La difusión de este servicio se realiza por medio de redes virtuales empleando dicho protocolo, el cual es no orientado a conexiones, desarrollado de manera virtual, permitiendo tener una plataforma muy amplia, enviando paquetes de datagramas entre la fuente de los mismos y el usuario, siendo fragmentados en caso de que estos sean muy grandes.

Al ser manejados los paquetes de manera independiente, viajan en diferentes trayectorias, generando que estos no lleguen al destino deseado en ciertos casos, donde direcciona redes de computadoras, en el cual radica su característica elemental.

El modelo OSI permitirá conocer la conexión entre dispositivos en una red de internet, por medio del protocolo de internet [38].

2.4.1. Modelo OSI.

Este modelo permite especificar mediante capas de red de manera real y virtual el protocolo de internet, mostrando la arquitectura de la red por medio de capas [39].

Las 7 capas del Modelo OSI se pueden apreciar en la siguiente figura:

Las 7 capas del modelo OSI



Figura 2.9 Capas Modelo OSI protocolo de internet [40].

Las 7 capas físicas se detallarán a continuación [39]:

- Capa física, donde se representan las características eléctricas, físicas y mecánicas de la red, representadas en voltajes, corrientes, entre otros.
- Capa de Enlace de datos, donde por medio de un enlace físico, se permite la transmisión del servicio, a través de una topología de red y flujo de datos.
- Capa de red, permitiendo conectividad y enrutamiento entre dos sistemas host con indiferente ubicación geográfica.
- Capa de transporte, permitiendo el transporte de servicio entre el host servidor y el host receptor, ensamblando y reensamblando los mismos. Tiene dos protocolos específicos: UDP no orientado a conexiones y TCP orientado a conexiones.
- La capa de sesión, proporciona los servicios a la capa de presentación, estableciendo inicio y fin de la conexión.
- La capa de presentación, Encargada de la garantía de los datos que llegan a la capa de aplicación.
- La capa de aplicación, donde radica el servicio que el usuario disfruta, siendo este la televisión por protocolo de internet.

El modelo OSI radica los elementos físicos y de red, donde la capa física y de enlace se encuentran las redes GPON-FTTH para la difusión del servicio y los otros protocolos son orientados a servicio de manera virtual. Para el siguiente apartado se estudiarán protocolos específicos para la difusión de la televisión por protocolo de internet, en el cuál radican dos tipos de protocolos:

Para la televisión por protocolo de internet se tienen dos tipos de protocolos:

- Protocolos empleados para la multidifusión.
- Protocolos de calidad de servicio.

2.5. Protocolos empleados para la multidifusión.

En estos están incluidos los siguientes protocolos:

- Internet Group Management Protocol (IGMP).
- Real-Time Streaming Protocol (RTSP) y Session description Protocol (SDP)
- Real-Time Transport Protocol (RTP) y Real-Time transport control Protocol (RTCP).

2.5.1. Protocolo IGMP

El protocolo IGMP, por sus siglas en inglés, Internet Group Management Protocol, es un protocolo que permite a los usuarios registrarse en grupos multicast, cuyo funcionamiento está dado al enviar una trama IP a todos aquellos que demanden el servicio deseado [41].

Al momento que una aplicación de un host desea suscribirse, el servidor responde con un mensaje de informe llamado "Membership Report", indicando la suscripción al servicio. Esta solicitud de registro la realiza un router específico, para tener registrado los miembros suscritos e iniciar la sesión en aquellos [41].

Mediante la figura 2.9 se demostrará como es el funcionamiento general del protocolo IGMP:

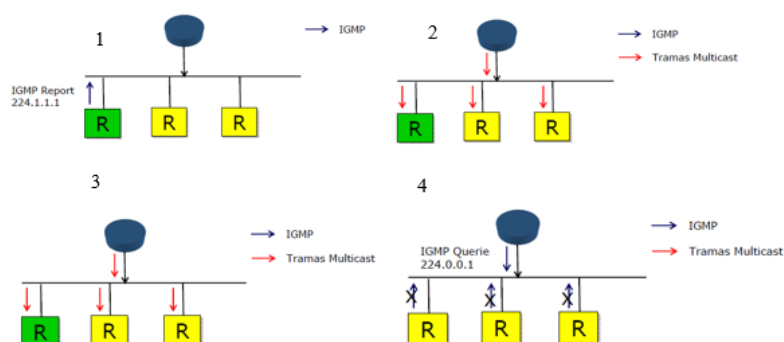


Figura 2.10 Esquema de funcionamiento protocolo IGMP [41].

El protocolo IGMP posee tres versiones: la versión uno, dos y tres. La inicial es la versión uno, la dos y tres son mejoras de las versiones antecesoras.

La versión uno posee dos paquetes básicos:

- IGMP Membership Querier, quien desea conocer usuarios que desean participar en los grupos multicast, mediante mensaje a la dirección 224.0.0.1. [41].
- IGMP Membership Report, quien envía desde los grupos host que desean participar del servicio multicast [41].

La versión se agregó el paquete denominado "IGMP leaving Group", permitiendo indicar que usuario host abandonó el grupo multicast, detalle que en la versión uno no se sabía que usuario host abandonaba el mismo [41].

La versión tres permitió conocer el origen y trayectoria del usuario y el host servidor de los grupos multicast, detalle que se mejoró de la versión dos [41].

Dado que la versión 3 es la más empleada en la actualidad, los pasos que utiliza el protocolo IGMPv3 son los siguientes:

- Se envía un “Membership Querier desde el router asociado al grupo multicast, preguntando quienes desean participar del mismo.
- Se envía un “Membership Report” hacia el router asociado, indicando que quiere participar del grupo multicast.
- Una vez recibido los “Membership Report”, el router asociado al grupo multicast envía el servicio hacia los usuarios, conociendo el origen y trayectoria del mismo.
- En caso de que un usuario host abandone el grupo, se activará el “IGMP Leaving group”, indicando que el usuario abandonó el grupo [41].

Debido a que son muchos host usuarios que desean participar del grupo multicast, el router asociado al servidor host, utiliza el sistema de IGMP Snooping, que utiliza un switch conmutador interactivo con las solicitudes de registro y abandono de grupo solo enviando mensajes a los usuarios solicitantes.

Este sistema envía una sola trama eficiente a los usuarios, permitiendo ahorrar ancho de banda por medio de la conmutación efectiva.

El esquema general de un sistema de IGMP Snooping se muestra a continuación en la figura 2.10:

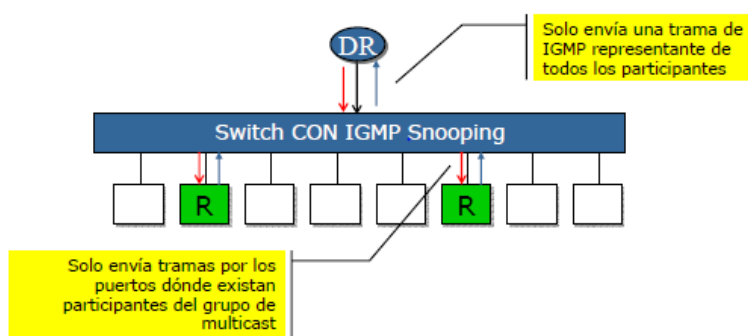


Figura 2.11 Esquema IGMP Snooping [41].

Para la televisión por protocolo de internet, los usuarios que deseen registrarse y al momento de registro emplea protocolo IGMP, generando un ancho de banda y una tasa de datos específica para el usuario.

2.5.2. Los protocolos RTSP y SDP

El protocolo RTSP, por sus siglas en inglés, Real Time Streaming Protocol, es un protocolo de capa 5 del modelo OSI de sesión, utilizado para aplicaciones de envío de datos en tiempo real [42].

Las aplicaciones en tiempo real más comunes enviados por medio de este protocolo son de Audio y Video en vivo y en directo.

Las principales funciones que este protocolo emplea son las siguientes:

- Adquirir contenidos del servidor y notificación de los mismos.
- Invitación a grupos multicast.
- No es encargada de transporte de información, solo inicio y fin de sesión.

El protocolo SDP, por sus siglas en inglés, Session Description Protocol, es un protocolo de información de capa 5 de sesión y 6 de presentación del modelo OSI, indicando la información de la red tales como son: Ancho de banda, tipo de contenido, flujo de datos, duración, entre otros, que en conjunto trabajan con las capas de sesión y presentación del modelo OSI [43].

El protocolo SDP es exclusivo para el usuario de IPTV, permitiendo interactuar al usuario de los contenidos televisivos, además del estado de la red tanto de ancho de banda, flujo de datos, entre otros.

2.5.3. Los protocolos RTP Y RTCP

El protocolo RTP, por sus siglas en inglés, Real Time Protocol, es un protocolo de transporte capa 4 del modelo OSI, aplicado a la capa de aplicación, permitiendo la difusión en tiempo real, para redes de extremo a extremo y en aplicaciones de tiempo real de audio y video Streaming en grupos unicast y multicast [44], proporcionando la entrega del servicio, mas no de su confiabilidad, por medio de protocolo UDP en Streaming, sobre TCP y utiliza secuencias para detecta pérdidas de paquetes [44].

EL protocolo RTCP, por sus siglas en inglés, Real Time Control Protocol, es un protocolo que trabaja en conjunto con el protocolo RTP, que da confiabilidad del servicio entregado [44].

Para el servicio de IPTV estos protocolos juegan un papel importante, ya que estos protocolos garantizan el servicio al usuario acorde a lo suscrito con el mismo.

2.6. Protocolos de calidad de servicio.

Los siguientes protocolos garantizan el servicio en plataforma de protocolo de internet. En este apartado radican dos tipos de servicios:

- Servicios diferenciados, donde el usuario hace la reserva de paquetes de contenidos para dar prioridad sobre otros mismos.
- Servicios integrados, donde el usuario hace reserva de recursos a adquirir. Esto lo hace el router por medio de protocolo IGMP, reservando lo deseado.

La principal diferencia radica en que un servicio es de selección de paquetes de un contenido específico y el otro servicio es de solicitud de reserva para un contenido deseado. En un servicio integrado se puede realizar un servicio diferenciado, pero en un servicio diferenciado no se puede realizar un servicio integrado. Independientemente de los servicios, el fin común es la reserva y calidad del contenido hacia los usuarios

Para poder realizar esto, existe un protocolo específico, que permite hacer la reserva exclusiva inclinada hacia la calidad de los servicios difundidos en el protocolo de internet.

2.6.1. Protocolo RSVP

El protocolo RSVP, por sus siglas en inglés, Resource Reservation Protocol, es un protocolo destinado a la reserva del ancho de banda de un servidor, para un fin específico, cuya finalidad es establecer el contacto entre emisor, receptor y plataforma de red para la reserva de los recursos de los servicios integrados entre host usuario y host servidor [44].

Su funcionamiento radica en los siguientes apartados y características:

- Reservar y especificar recursos acorde a las necesidades de aplicaciones y servicios, para el transporte de elementos necesarios.
- Empleado para servicios unicast y multicast.
- Dar calidad de servicio.
- Orientado a receptor, alojando diferentes tipos de reservas.

Al momento de hacer la reserva, el host usuario genera la petición al router asociado al host servidor, repartiéndolo este último las peticiones de los solicitantes, como se muestra en la figura siguiente:

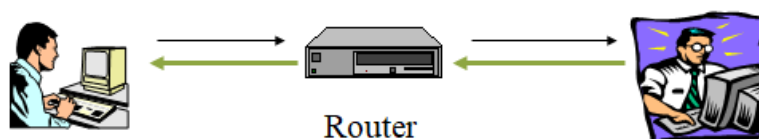


Figura 2.12 Esquema general protocolo RSVP [45].

Para la televisión por protocolo de internet, la reserva juega un papel importante, dependiendo de la calidad del servicio suscrito.

2.6. Arquitectura de un sistema de televisión por protocolo de internet.

Como se mencionó anteriormente, los protocolos de internet estudiados permiten el transporte responsable y la calidad del servicio en proyecto. Esto está dado de manera virtual en redes de confiabilidad.

En este apartado se analizará la parte física y técnica del servicio, que permitirá desarrollar la IPTV.

La figura 2.12 ilustra la arquitectura general de un sistema de IPTV.

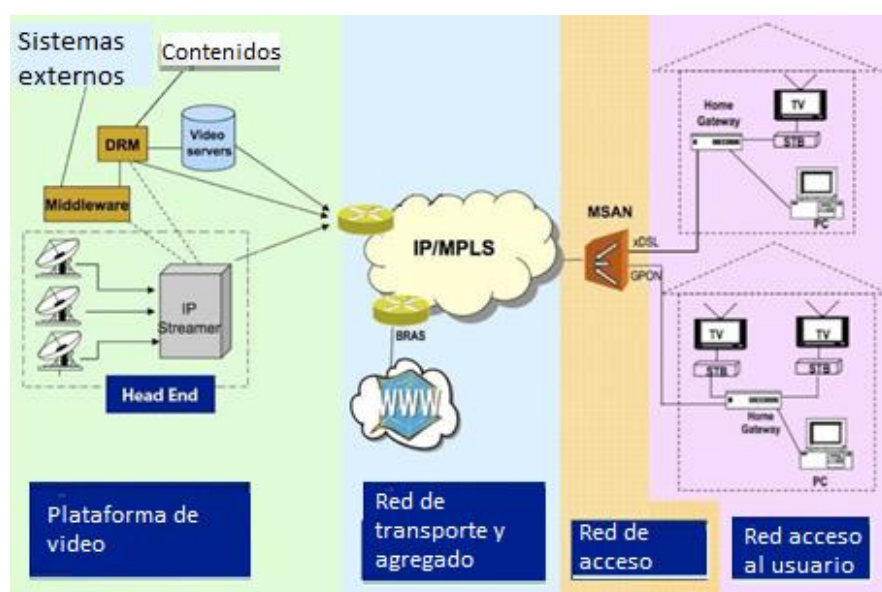


Figura 2.13 Arquitectura general sistema de IPTV.

En la arquitectura mostrada se presentan cuatro etapas de la misma, las cuales son:

- Plataforma de video.
- Red de transporte y agregado.
- Red de acceso.
- Red acceso al usuario.

2.6.1 Plataforma de video.

En esta etapa, tanto señales de televisión como contenidos bajo demanda son procesados, para luego ser enviados a la red de acceso y agregado, la cual está compuesta de:

- Cabecea o Headend, donde todas las señales televisivas legalmente acordadas son procesadas antes de ser enviadas a la red de transporte, que son de carácter analógico, digital terrestre, por cable, satelital o generadas en internet. El diagrama general se muestra en la siguiente figura:

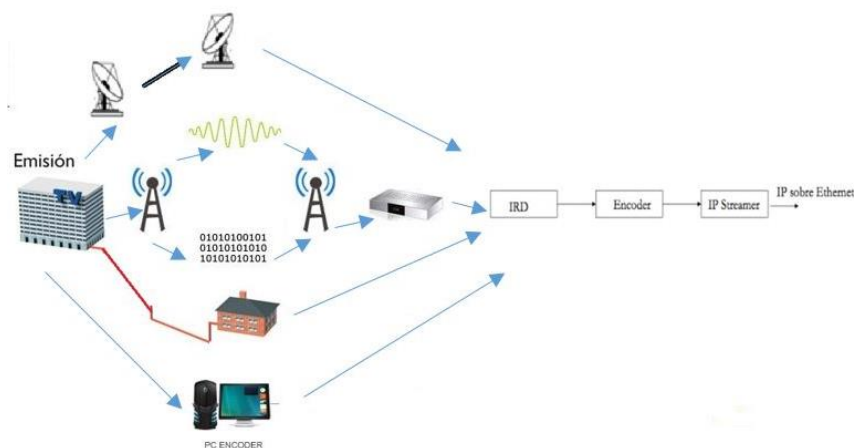


Figura 2.14 Cabecea de un sistema de Plataforma de video.

- Video servidor, donde se procesa los contenidos bajo demanda.
- Gestor de derechos digitales (DRM), visualiza contenido que al llegar a la STB, sean legalmente visualizados.
- Middleware, que gestiona todos los contenidos de manera general para luego de ser enviadas a la red de transporte y acceso.

2.6.2. Red de transporte y agregado.

En esta etapa recibe los paquetes IP generados en la plataforma, que luego serán direccionados a la red general, donde la calidad es primordial para que se transporten de manera eficiente a la nube de red.

2.6.3. Red de acceso general.

En esta etapa, se enlaza la red general con el usuario, que es de enlace y física, pasando por un dispositivo llamado MSAN (Multiservice Access Node). La red física puede ser de diferente tecnología, como son la red de cobre XDSL o redes de fibra óptica GPON.

2.6.4. Red de acceso doméstico.

En esta parte de la red, la señal llega al usuario, mediante el uso de equipos específicos accede al mismo.

Esta red puede ser acceso de cobre, híbrido o fibra óptica hacia el inmueble de suscriptor, mediante un router específico, más un decodificador para el servicio.

2.7. Calidad del servicio de IPTV.

La calidad del servicio de IPTV radica en tres aspectos:

- Plataforma de módulos.
- Codecs y formatos de la señal
- El Streaming.

2.7.1. Plataforma de módulos.

La plataforma de módulos son etapas donde cada una siguen un fin específico, —interconectadas con una secuencia propia.

Las 3 plataformas de módulos principales son las siguientes:

- Adquisición de la señal de video. La señal es aquí adquirida en formato de audio y video, siendo procesada para su futuro tratamiento. La señal tiene dos formatos especiales en aspecto de calidad, los cuales son: Definición Estándar SDTV y Alta definición HDTV [46].

La tabla 4 ilustrará los requisitos de red para desarrollar estos formatos de señal, además de algunas características fundamentales [46].

Formato de señal	Tasa de datos
Señal estándar SDTV	Mínimo: 2Mbps Recomendable: 5Mbps
Alta definición HDTV	Mínimo: 8Mbps Recomendable: 10Mbps

**Tabla 4. Requisitos de red para
Formatos de señal de televisión**

Los formatos explicados son de manera general, formatos específicos se detallarán después.

- Almacenamiento y servidores de contenidos. Empleando grupos multicast, almacena los contenidos que después serán enviados a los contenidos [46].
- Distribución de contenidos a los usuarios.
- Red de acceso al suscriptor, donde se emplean los equipos al usuario, siendo el principal el set-to-box o decodificador.
- Software de manejo del usuario para su alta interactividad.
- Desarrollo de guías electrónicas [46].

La siguiente imagen ilustrará un esquema general de la plataforma de formatos de televisión por protocolo de internet.



Figura 2.15 Plataforma de módulos para el usuario de cablevisión flow, Argentina [46].

2.7.2. Codecs y formatos.

La codificación y decodificación de formatos permiten llevar el servicio adecuado acorde a la etapa en que se encuentra. Empleando hardware y software con técnicas de modulación, la señal se garantiza desde el servidor hasta llega al usuario [46]. Las modulaciones más importantes para codificar y decodificar la señal están la modulación M-QAM y Q-PSK, característicos del formato de televisión digital [46].

La codificación y decodificación permite ahorrar ancho de banda y utilizar el menor espacio de memoria. Los inconvenientes radican en el tiempo que se da la codificación y decodificación que genera latencia en el servicio, la pérdida de paquetes y la afectación a la señal debido al proceso [46].

Los principales codecs que son utilizados para los formatos de IPTV se ilustrarán en la tabla 5 [46].

Codec de formato	de Tasa de datos Mínima	Formato de señal	de Comparación
MPEG-1	1.5Mbps	SDTV	VCD, video compact Disc
MPEG-2 SD	3 Mbps	SDTV	DVD, Digital Video Disc
MPEG-2 HD	12Mbps	HDTV	Blue Ray
MPEG-4 H.264 SD	1.6 Mbps	SDTV	AVC, Advanced Video Coding
MPEG-4 H.264 HD	6 Mbps	HDTV	AVC, Advanced Video Coding

Tabla 5. Codecs de formatos y sus características.

Estos formatos son acordes a los equipos del usuario empleados.

2.7.3. Streaming.

El streaming es el formato de software de difusión de contenidos especial en que radican los servicios en tiempo real. Para la televisión por protocolo de internet, es fundamental que los servicios utilicen steaming y así evitar sobrecarga al funcionamiento de los dispositivos del usuario.

La principal característica del Streaming radica en la transmisión de servicios de audio y video sin generar almacenamiento en la memoria de los dispositivos, siendo punto de enlace entre usuario y servido,

recibiendo paquetes de dato que al final son eliminados, logrando descartar las descargas a la memoria interna, y utilizando la paquetización de datos por medio de formatos anteriormente mencionados [48].

La figura 2.16 muestra el diagrama de bloques de un sistema de streaming ante el sistema de descarga clásica [48].

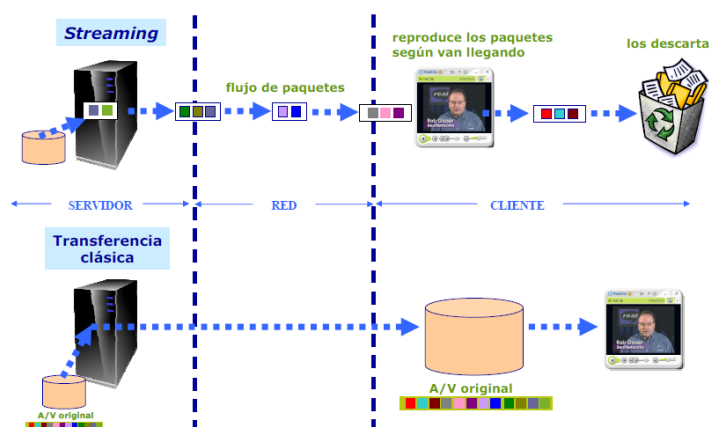


Figura 2.16 Diagrama de bloques de un sistema de Streaming ante un sistema de descarga tradicional [48].

La arquitectura de un sistema de Streaming está presente en la figura 2.17:

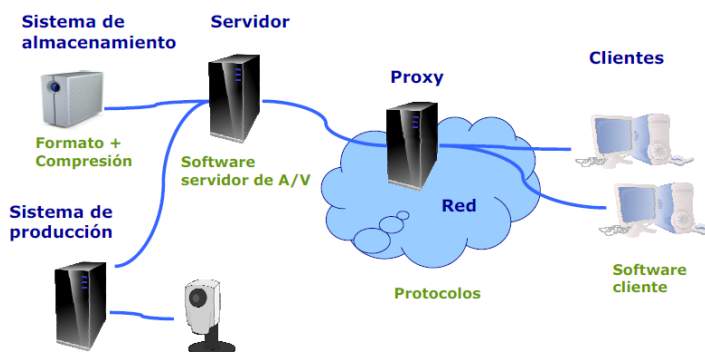


Figura 2.17. Arquitectura de un sistema de Streaming [48].

El sistema de almacenamiento radica para los sistemas de video bajo demanda, que permite la interactividad del usuario, y la producción que radica para sistemas de televisión en vivo, que no permite interactividad con el usuario. El proceso de difusión está sujeto a codificación y decodificación anteriormente mencionadas [48].

La figura 2.18 ilustrará la interfaz bajo demanda ante los sistemas en vivo que realiza el sistema de Streaming [48].

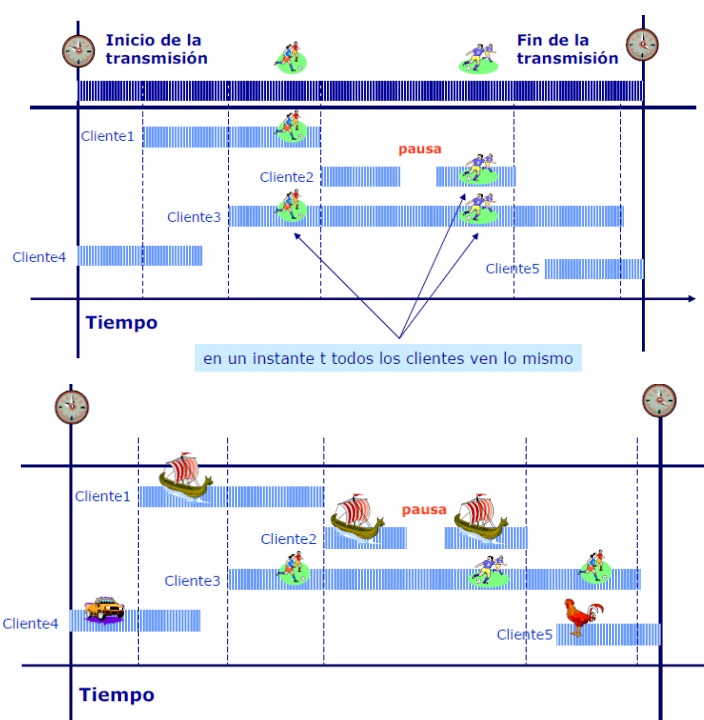


Figura 2.18 Servicio en vivo ante video bajo demanda. En el primero no permite la interactividad, en el segundo si por parte del usuario [48].

Terminado todo el análisis sobre equipos físicos, protocolos de red y calidad del servicio para la televisión por protocolo de internet, el desarrollo del siguiente capítulo consistirá en el diseño de la red, acorde a todos los apartados mencionados en los capítulos uno y dos, con análisis de resultados acorde a implementos de ingeniería.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL ESQUEMA DE RED DE LA TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET.

Como se mencionó anteriormente, el diseño del servicio se basará en dos partes:

- El diseño de la plataforma de video o servidor
- El diseño de la red hacia el usuario, donde se utilizará redes de fibra óptica GPON-FTTH. Para este apartado se asumirá que las redes metropolitanas de fibra óptica están desarrolladas totalmente en la ciudad de Guayaquil, para luego llegar al usuario con la tecnología indicada anteriormente

3.1 Diseño de la plataforma de video o servidor.

El servidor de contenidos es donde se procesan las señales de televisión y video bajo demanda antes de ser enviadas a la red de transporte e integrada.

Acorde a la figura 2.12, tomando en cuenta la arquitectura de los sistemas de televisión por protocolo de internet, se tiene la siguiente sección de la etapa mencionada:

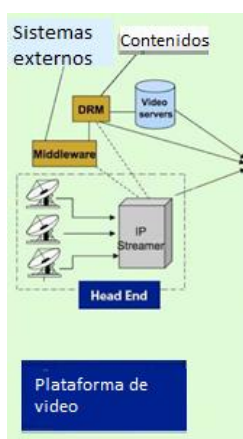


Figura 3.1 Plataforma de video del servidor.

El procesamiento de las señales y contenidos se detallarán acorde a los apartados mencionados a continuación.

3.1.1. Streammer IRD1340 IP

Permite procesar señales en vivo de canales de televisión de formato satelital, a través de las siguientes características de ingeniería:

- Permite procesa cuatro señales diferentes, codificando las mismas en formatos MPEG, tanto para SDTV y HDTV.
- Su ancho de banda por canal está ente los 6 y 8 MHz, permitiendo tasas de datos de 72 Mbps.
- Frecuencia de trabajo entre 950 a 2150 MHz, modulando señales a modulación Q-PSK entre 5 a 45 Msps.



Figura 3.2 IP Streammer ID1340 [49].

3.1.2. Streammer IRD1218 IP

Permite procesar señales en vivo de canales de televisión de formato satelital, terrestre y de cable, a través de las siguientes características de ingeniería:

- Permite procesar ocho señales diferentes, codificando las mismas en formatos MPEG, tanto para SDTV y HDTV.
- Su ancho de banda por canal está ente los 6 y 8 MHz, permitiendo tasas de datos de 100 Mbps.
- Frecuencia de trabajo entre 950 a 2150 MHz, modulando señales a modulación Q-PSK y M-QAM, teniendo hasta 200Msps.



Figura 3.3 IP Streammer IRD1218 [50].

3.1.3. Caster T3-28

Permite transcodificar las señales a formatos más específicos de los equipos anteriormente mencionados, con las siguientes características:

- Codificación específica en formatos MPEG-2, MPEG-4, H.263 y H.264, transformando a SDTV y HDTV.
- Soporta entre 25 a 200 canales de codificación, a tasas de datos de entre 32Kbps a 10 Mbps para video y 8 a 384Kbps para audio.



Figura 3.4 Caster T3-28 [51].

3.1.4. Caster T3-10

Codifica contenidos para video bajo demanda, con las siguientes características:

- Codifica en formatos MPEG-2 y H.264 a tasas de datos de 1.5 Mbps en SD y 5 Mbps para HD.
- Multiplexación por división de tiempo, TMDT, diversos contenidos adquiridos satelitalmente o almacenados en un ordenado de alta capacidad.



Figura 3.5 Caster T3-10 [52].

3.1.5. Conmutador general WS-C4507R-E.

Es la parte final del servidor, que mediante un ordenador realiza la función de Middleware y de DRW. Conmuta las señales que se generan con los equipos anteriormente mencionados acorde a las siguientes características:

- Comunicación Full Duplex y Half Duplex, a tasas de datos de entre 100 a 1000 Mbps.
- Tasas de datos de conmutación de 48 Gbps.



Figura 3.6 Conmutador general WS-C4507R-E [53].

La red final del servidor con los equipos mencionados quedará de la siguiente manera:

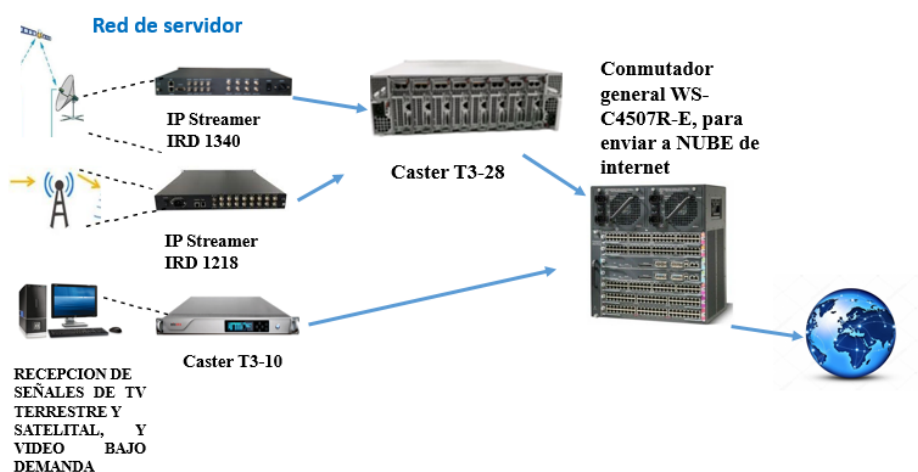


Figura 3.7 Red final del servidor.

Cabe recalcar que los equipos mencionados trabajan con protocolos RSVP, RTCP, RCP, RDP y RTDP.

3.2. Diseño del acceso al servidor.

El acceso al servidor llegará a través de la red GPON-FTTH, donde se hará un análisis de equipos que llegarán al servidor. Se partirá que en la ciudad de Guayaquil, la red de fibra óptica está desarrollada con OLTs desplegados en las áreas de cobertura de la ciudad y que se harán compartimientos de una red a cuatro usuarios.

Los equipos para la red GPON-FTTH con sus respectivas características son los siguientes [55]:

- OLT, ubicado en sector estratégico para desplegar la fibra óptica.
- Splitter óptico 4:1.
- Empalmes de fusión y mecánicos.
- Conector SC/APC.
- Roseta óptica con pigtail de fibra óptica monomodo G.652 acorde a la norma ITU-657 A para fusiones con fibras externas.
- Cable de fibra óptica monomodo G.657 que llegará al hogar del usuario.
- ONT Huawei HG8240, que cumple con la norma ITU-G.984 para la difusión de servicios digitales como son VoIP e IPTV, soportando además protocolos IGMPv3 e IGMP Snooping.
- Router Comtrend VG850
- Decodificador Arrys DCX-4220.

El despliegue de la red empieza desde la OLT con conectores al splitter óptico. De ahí se conecta con la fibra monomodo G.657 que llega hasta el hogar, para luego fusionarse con el pigtail de fibra óptica monomodo G.652, sin olvidar los empalmes mecánicos y de fusión [55] [56]. La conexión de la roseta al ONT y al final este último se conecta al router, que por medio de cable Ethernet, abastece el servicio al decodificador Arrys [56].

3.2.1. Presupuesto de enlace

El presupuesto de enlace óptico permitirá obtener resultados en términos de potencia para el acceso de la red GPON-FTTH al hogar, que garantizará el servicio de televisión por protocolo de internet [58]. Para que el servicio de IPTV sea garantizado en magnitud de potencias, debe cumplirse los siguientes puntos:

- La pérdida en el medio no debe ser mayor a 40 dB.
- La relación Señal-Ruido SNR no debe ser mayor a 13 dB.

La tabla 6 indicará los valores de los elementos de acceso al hogar, indicando sus valores de potencias y pérdidas de los elementos de la red GPON-FTTH mencionados anteriormente:

Elemento red GPON-FTTH	Potencia de transmisión	Cantidad de elemento	de	Pérdida del elemento
Cajetín OLT	-18 dBm	1		0 dB
Splitter óptico 4:1	0 dB	1		6 dB
Empalmes ópticos: uno de fusión y uno mecánico	0 dB	2		0.3 dB
Conector SC/APC	0 dB	2		0.3 dB
Roseta fibra óptica con Pigtail de fibra G.652	0 dB	1		Despreciable por corta distancia
Cable de fibra óptica G.657	0 dB	200 metros máximo a hogar, 1 Km efectos de resultados		0.35 dB/Km
ONT Huawei VG850	Sensibilidad -27 dBm	1		0 dB

Tabla 6. Valores de potencia para elementos red GPON-FTTH

Las siguientes ecuaciones mostrarán resultados importantes para tomar decisiones acorde al servicio implementado en la red GPON-FTTH:

La pérdida total en el medio está dada por la ecuación 3.1:

$$L_{total} = \alpha * L + n_c * L_{conectores} + n_e * L_{empalmes} + L_{splitter} \quad (3.1)$$

Dónde:

- α es la atenuación en el cable de fibra óptica G.657 por longitud y L es la longitud del cable. Para efectos de cálculos se considerará un kilómetro de fibra óptica.
- n_c , número de conectores y $L_{conectores}$ la pérdida por cada conector, teniendo uno en el Splitter óptico y otro en la roseta óptica.
- n_e , número de empalmes y $L_{empalmes}$ la pérdida por cada empalme, teniendo uno mecánico y de fusión.
- $L_{splitter}$ es la pérdida del splitter óptico 4:1.

Acorde a los valores de la tabla anterior y considerando la ecuación anterior se tiene el siguiente resultado:

$$L_{total} = (0.35dB/Km) * 1Km + 2 * 0.03dB + 2 * 0.03 + 6dB = 6,47dB$$

La potencia de recepción al ONT está dada por:

$$Pr = Pt - Lt \quad (3.2)$$

Donde Pr es la potencia de transmisión de la OLT y Lt es la pérdida total en el medio. Con los valores obtenidos en el cálculo de la pérdida del medio y la potencia de transmisión denotada en la tabla 6, se tiene el siguiente resultado:

$$Pr = -18dBm - 6,47db = -24,47dBm$$

El margen de enlace es el valor de sensibilidad de umbral del receptor y la potencia de recepción, el cual indica que tan sensible es la ONT ante

la señal recibida. En la ecuación 3.3 se muestra el margen de enlace de la ONT:

$$ME = Pr - Sr \quad (3.3)$$

Acorde a los valores obtenidos de la potencia de recepción y con la sensibilidad del receptor, se tiene el siguiente resultado de margen de enlace:

$$ME = 24,47dBm - (-27dBm) = 2.53dBm$$

Los resultados obtenidos dan testimonio de lo siguiente:

- La pérdida total en el medio tiene un resultado de 6.57 dB, muy inferior a la pérdida mínima de 40 dB, donde se garantiza el servicio de IPTV.
- La relación señal-ruido al considerarse la fibra óptica un medio de bajo ruido, este último se considera despreciable, teniendo una SNR de -13 dBm, que es la diferencia entre la potencia de recepción y el ruido, siendo muy inferior al valor mínimo, garantizando el servicio de IPTV.

3.2.2. Ancho de banda y Tasa de datos.

Para determinar el ancho de banda y tasa de datos, se debe considerar que la fibra óptica que llega al hogar G.657 es monomodo y trabaja a longitudes de onda de 1550 nm acorde a la dispersión cromática y operación por sistema, en este caso IPTV [59]. Al ser de un solo rayo de luz que incide en ella, se maneja por medio de multiplexación por longitud de onda y demultiplexación. Cada rayo de luz es un servicio ofrecido que se multiplexa acorde a la longitud de onda de la luz y demultiplexado al hogar por el ONT y el Router. En esto se incluye la IPTV. La siguiente figura denotará la multiplexación y demultiplexación de los servicios al hogar

La siguiente figura explicará la multiplexación por longitud de onda en redes GPON-FTTH para servicios al hogar, incluido IPTV.

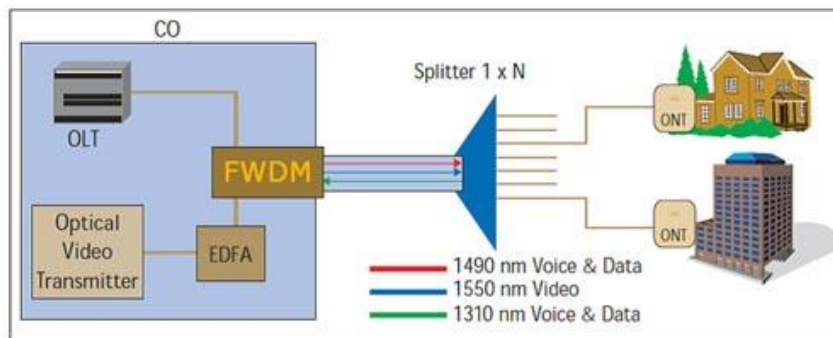


Figura 3.8 Multiplexación por longitud de onda de la fibra Óptica Para servicios al hogar. Para IPTV trabaja a 1550nm [59].

La fibra óptica monomodo empleada, posee dispersión cromática. Para determinar la dispersión total de la fibra óptica se emplea la ecuación 3.4:

$$\Delta t = (Dc)(\Delta\lambda)(d) \quad (3.4)$$

Donde se tiene que Dc es la dispersión cromática de la fibra y cuyo valor es de $Dc = 18ps/km * nm$, $\Delta\lambda$ es el ancho espectral de la fuente de luz, en este caso un diodo led de 2nm y la longitud del cable d , siendo para efectos de cálculos un kilómetro [61].

Acorde a los valores dados, se tiene el siguiente resultado:

$$\Delta t = (18ps */Km * nm) * 2nm * 1km = 90 ps.$$

El ancho de banda acorde a la dispersión total está dado por la ecuación 3.5:

$$B_{optico} = \frac{0.44}{\Delta t} \quad (3.5)$$

Cuyo valor obtenido se tiene de 1.2Ghz.

La tasa de datos se tiene multiplicando el ancho de banda por dos, cuyo valor está dado por 2.4Gbps.

Dicho valor de tasa de datos radica el funcionamiento de múltiples servicios en una red GPON-FTTH. Con todo lo analizado, los resultados

permitieron demostrar el motivo del uso de fibra óptica para garantizar el servicio de IPTV, multiplexando la señal, demultiplexandola y garantizando por medio de análisis de potencia.

El diseño general de la red estará denotado por la figura 3.8:



Figura 3.9 red acceso usuario GPON-FTTH IPTV

3.2.3. Configuración del Router y decodificador.

El router como el decodificador funciona con los protocolos IGMP, RSVP, RTP, RTCP, SDP, RTDP y streaming, lo que permite tener garantía de la señal. La configuración de valores en el router debe ser igual a la del decodificador, para así direccionarse y enrutar al servidor, el servicio al hogar. Para la configuración revisar anexos.

CAPÍTULO 4

4. ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO Y REGULACIONES DE ENTES SUPERIORES.

Acorde al análisis de los equipos empleados en el capítulo anterior, el presente capítulo tratará del presupuesto que se empleará para desarrollar el servicio, analizando acorde a un estudio de mercado, el acceso a servicio de televisión pagada, además de la regulación vigente que permitirá difundir el servicio dado.

4.1 Análisis costo beneficio.

Para el análisis del costo se tiene tanto el servidor de televisión, como el acceso al usuario.

Los costos de los equipos en dólares del servidor se muestran en la tabla 7:

Equipo	Costo Individual
Streammer IP IRD-1340	\$ 500 USD.
Streammer IP IRD-1218	\$ 500 USD.
Caster T3-28	\$ 600 USD.
Trascodificador Caster T310	\$ 10 USD.
Conmutador General WS-C4507R-E	\$ 6500 USD.
Total	\$ 8110 USD.

Tabla 7. Costos individuales de los equipos del servidor.

La suma total de los equipos es de \$8.110 USD. Cabe recalcar que la cantidad de Streammers depende de la cantidad de señales adquiridas por la empresa mediante convenio. Si se considera un promedio total de 200 canales de televisión adquiridos, en promedio se tendría 8 streammers de 8 canales y 10 streammers de 4 canales, teniendo en total 200 señales de televisión en vivo.

El precio total de los equipos será detallado en la tabla 8:

Equipo	Costo Individual	Número de equipos	Costo total
Streammer IP IRD-1340	500 dólares	4	2000.00
Streammer IP IRD-1218	500 dólares	8	4000.00
Caster T3-28	600 dólares	1	600.00
Trascodificador Caster T310	10 dólares	1	10.00
Conmutador General WS-C4507R-E	6500 dólares	1	6500.00
Total	8110 dólares	15	13100.00

Tabla 8. Costo total de los equipos del servidor.

Para la tarifación al abonado se considerarán dos aspectos:

- El usuario instala equipos por primera vez, incluyendo el servicio de internet más el servicio de IPTV.
- El usuario ya posee servicio de internet con los equipos instalados, solo se instala el decodificador y se provee el servicio.

Los equipos al usuario con la red GPON-FTTH tienen los siguientes valores:

Equipo y elemento	Precio Individual (USD).
Metro de cable de fibra óptica G.657 Monomodo	\$0.10 el metro de cable, considerando promedio de 100 metros, \$10.
Roseta óptica	\$5.00
Conector SC/APC	\$2.00
ONT Huawei HG248	\$24.00
Splitter óptico 4:1	\$24.00
Pigtail de fibra óptica G.652 Monomodo	\$2.00
Router VG850	\$45.00
Decodificador Arris DCX-442	\$17.00
Total	\$129.00

Tabla 9. Precio total de equipos al hogar.

Para la tarificación mensual se requiere hacer un estudio de los precios de servicio de internet y de televisión por suscripción que existen en la ciudad de Guayaquil. Este estudio permitirá realizar un costo de tarificación de los equipos. Cabe recalcar que no estarán incluidos impuestos adicionales.

Los servicios de internet ofrecidos en la ciudad de Guayaquil por medio de la red de fibra óptica GPON-FTTH están dados acorde a la tabla 10:

Tasa da detos/Empresa	Netlife- Telconet (USD).	Celerity- Puntonet (USD)
5Mbps	No existe dicho plan	\$24.00
10Mbps	\$30.00	\$30.00
20Mbps	\$35.00	\$35.00
50Mbps	\$65.00	\$60.00
75Mbps	\$74.00	\$80.00

Tabla 10. Precios servicio de internet fibra óptica.

Los servidores de internet recaudan sus servicios acorde a la tasa de datos. En promedio un servicio de internet recauda a un dólar el megabit por segundo. Dependiendo de la velocidad se recauda sobre este rubro y el restante el costo del servidor.

Los servicios de televisión por suscripción presentes en Guayaquil y sus costos serán acorde a la tabla 11:

Plan de televisión/Empresa	Directv (USD).	Univisa (USD).	Claro (USD).	CNT (USD).	TvCable (USD).
Plan Básico SD promedio 70 canales	No difunde planes en señal SD exclusivo	\$14.90	No difunde planes en señal SD exclusivo	\$18.00	\$18.49
Plan Básico HD, promedio 30 canales	\$28.94 USD.	\$6.99	\$27 USD.	\$26.50	\$12.00
Plan Adicional, plan básico SD más canales adicionales SD	No difunde planes en señal SD exclusivo	\$19.90	No difunde planes en señal SD exclusivo	\$28.00	\$30.99
Plan Adicional HD, plan básico más canales adicionales HD	\$34,76	\$10.99	\$39.00	No posee plan	No posee plan
Plan canales Premium SD y HD	Entre \$10, a \$15 dependiendo si es SD o HD	\$10.00	\$12.00	\$10.00	\$10.00 SD y \$15.00 HD

Tabla 11. Precio de servicio de televisión por suscripción en la ciudad de Guayaquil.

Acorde a la tabla anterior, en promedio se tiene los siguientes costos:

- Plan Básico señal estándar 15.93 dólares
- Plan Básico Canales HD 23.94 dólares
- Plan adicional canales más plan básico 24.82 dólares
- Plan adicional canales HD más plan básico HD 29.2 dólares
- Plan canales Premium SD 10.65 dólares y HD 12.11 dólares.

Como el servicio de televisión por protocolo de internet se acoge a recaudación del servicio de internet, la recaudación se hará acorde a un servicio de datos, combinando los rubros cobrados por derechos de retransmisión de las empresas de canales de televisión y video bajo demanda. Si se considera un rubro la tasa de datos y los rubros adicionales de derechos de retransmisión y servidor tanto de televisión y video bajo demanda y acorde a los precios promedios mencionados, se tiene lo siguiente:

- Para planes en SD, la tasa de datos es de 5Mbps, teniendo la siguiente tabla de recaudación:

Plan de TV Estándar	Precio de datos (USD).	tasa	Costo de servidor y retransmisión (USD).
Plan Básico SD	\$ 5.00		\$ 8
Plan Adicional SD	Incluido	por	\$ 8
Plan Premium SD	Incluido	por	\$ 8
	plan básico		
	plan básico		

Adicional vídeo bajo demanda	Adicional ganancia especial (USD).	Precio Total general (USD).
\$ 2 USD.	\$ 1	\$ 16
\$ 2 USD.	\$ 1	\$ 11
\$ 2 USD.	\$ 1	\$ 11

Tabla 12. Recaudación promedio de servicio IPTV señal estándar.

- Para planes en HD, la tasa de datos es de 10 Mbps, teniendo la tabla 14 de recaudación:

Plan de TV HD	Precio tasa de datos (USD).	Costo de servidor y retransmisión (USD).
Plan Básico HD	10.00 \$	9\$.
Plan Adicional HD	Incluido por plan básico	9\$.
Plan Premium HD	Incluido por plan básico	9\$.

Adicional vídeo bajo demanda (USD).	Adicional ganancia especial (USD).	Precio total (USD).
2 dólares	1\$.	22\$.
2 dólares	1\$.	12\$.
2 dólares	1\$.	12\$.

**Tabla 13. Recaudación promedio de servicio
De IPTV en Alta definición**

4.2. Análisis CAPEX-OPEX

El presente análisis permitirá determinar el nivel de inversión para generar beneficio y gasto operativo para mantenimiento de mismo. Para esto se hizo una encuesta a personal de tres empresas diferentes de televisión pagada, la cual arrojó los siguientes datos:

CAPEX	Empresa 1		Empresa 2		Empresa 4	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Considera importante invertir en equipos servidor y hogar	x		x		x	
Considera invertir en equipos cada año.		X	x		x	
La inversión permitirá desarrollar servicio con facilidad.	x		x		x	
Los planes de televisión permitirán generar ganancias para mejoras futuras y no invertir en equipos.	x		x		x	
OPEX						
El costo de los planes permite tener ganancias excedentes para inversiones futuras		X	x		x	
Considera que el costo de los planes incluye el costo operativo	x		X		x	

Tabla 14. Encuesta realizada a personal de tres empresas diferentes para servicio de IPTV y opiniones.

Del análisis de Capex, los consultados consideran que:

- El 100% de los consultados considera una inversión inicial de equipos para implementar el servicio
- El 33% de los consultados considera que no es necesario invertir en equipos cada año. El 67% restante considera que si es necesario.
- El 100% de los encuestados considera que la inversión permitirá desarrollar el servicio con facilidad y que los planes de recaudación generarán ganancias para futuras mejoras para nuevos equipos.

Del análisis de Opex, los consultados consideran que:

- El 33% considera que los planes no permitirán tener ganancias para inversiones futuras, contrario al 67% que considera que si las tendrá.
- El total de los consultados considera que los planes si soporta el costo de operación.

La inversión inicial se la considera mediante la homologación de los equipos del servidor en el valor promedio inicial que se espera recuperar a futuro mediante el usuario, donde radica el análisis CAPEX y OPEX del mismo. Este valor se menciona al inicio de los rubros. Está claro que mediante los análisis hechos, la recaudación al usuario juega un papel importante para obtener ganancias a largo plazo que permitirá solventar y tener utilidades, además de mantenimiento y derechos de retransmisión.

Acorde a la última estadística de la Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones, ARCOTEL, en la provincia del Guayas existen 314459 suscriptores a servicios de televisión pagada. Si se considera que de esa muestra, 300000mil usuarios se encuentran en la ciudad de Guayaquil, se va a considerar que estos usuarios acceden de manera inmediata al servicio de IPTV, considerando dos grupos: uno con equipos ya instalados, a excepción del decodificador de televisión, en un número de 200mil usuarios, y 100 mil usuarios con la red GPON-FTTH ya implementada.

Si se considera el valor de la instalación de 130 dólares, adicional de 3 dólares de utilidad y 127 dólares de todos los equipos para los nuevos usuarios, entonces se obtendrá una utilidad de 300.000 dólares, que permitirán financiar gastos a futuro. La diferencia será para reponer los equipos instalados.

Para los 200.000 usuarios presentes con los equipos de red GPON- FTTH, con un decodificador para el servicio, a costo de 20 dólares incluyendo utilidad adicional de 3 dólares, se tendrá una utilidad de 600.000 dólares, que permitirán adicionar costos futuros. Considerando una utilidad total de 900.000 dólares, la inversión inicial de los equipos permitirá tener beneficio a futuro, permitiendo solventar el gasto de equipos del servidor.

Para recaudación mensual, se presentarán los siguientes datos promedios:

- 250.000 suscriptores tienen acceso a planes en definición estándar, de los cuales 200.000 tienen acceso a plan básico,
- 50.000 tienen acceso a plan adicional y 20.000 tienen acceso a planes Premium.
- 50.000 suscriptores tienen acceso a planes en alta definición, de los cuales 30.000 tienen acceso a plan básico, 20.000 tienen acceso a plan adicional y 20.000 tienen acceso a planes Premium.

Considerando los planes vigentes de recaudación y el número de suscriptores se tiene lo siguiente, mostrado en la tabla 15:

Plan acceso	Costo tasa de datos (USD)	Costo servidor, retransmisión y VOD (USD)	Costo Mensual (USD).
Plan Básico SD	\$5.00	\$11.00	\$16.00
Plan Adicional Sd	\$5.00	\$22.00	\$27.00
Plan Premium SD	Incluída por el plan básico	\$11.00	\$11.00
Plan Básico HD	\$10.00	\$12.00	\$22.00
Plan Adicional HD	\$10.00	\$22.00	\$34.00
Plan Premium HD	Incluída por el plan básico	\$12.00	\$12.00
Total Recaudado	\$30.00	\$57.00	\$122.00

Número promedio de Suscriptores (en miles)	Recaudación tasa de datos (en miles)	Recaudación servidor	Recaudación final
200	\$1000.	\$2200	\$3200
50	\$250	\$1100	\$1350
20	Viene incluida por el plan básico	\$220	\$220
30	\$360	\$360	\$720
20	\$240	\$440	\$680
10	Viene incluida por el plan básico	\$120	\$120
300	\$1850	\$4440	\$6250

Tabla 15. Recaudación promedio por usuario.

Dada la siguiente tabla y considerando ganancias acordadas, se puede tener lo siguiente:

- Si de la recaudación se toma un 35% para la tasa de datos, del total de 1850000 dólares, se tienen 647500 dólares destinado a la ganancia. La diferencia de 1202500 dólares se la destinará a mantenimiento y soporte técnico a la empresa.
- Si de la recaudación al servidor se destina un 10% para mantenimiento y red, se recauda 444000 dólares. Si de dicha recaudación un 15% se destina a la ganancia, se tiene 666000 dólares de recaudación. La diferencia entre el total y los porcentajes destinados a mantenimiento y ganancia de 3330000 se destinará a las empresas de televisión pagada acorde a los derechos de retransmisión y al video bajo demanda, permitiendo tener un OPEX de mantenimiento y operación a base de la recaudación por medio de los usuarios.
- La ganancia total en un mes es de 1313500 dólares, que en un año se tiene 15440000 dólares. De ahí se puede financiar el costo del servidor de equipos, indiferente de la inversión inicial,

permitiendo tener un OPEX de mantenimiento y operación a base de la recaudación por medio de los usuarios.

- Cabe recalcar que esto se hizo en base a costos promedios, las empresas están destinadas a realizar sus propias recaudaciones y valores a obtener.
- Si empresas de televisión poseen sus equipos y decide realizar convenios con proveedores de las redes metropolitanas, se puede obtener ganancias por retransmisión de señales por medio de las mismas, y generando una fusión posible entre empresas señaladas y empresas de televisión, o en su caso la fusión de empresas de televisión pagada con empresas de redes metropolitanas de internet.
- Otros rubros adicionales constan de alquiler de más decodificadores para mayor cantidad de usuarios y derechos de eventos pague por ver.

4.3 Regulaciones vigentes.

La regulación del servicio está dado por las resoluciones acordadas por la agencia de regulación y control de las telecomunicaciones ARCOTEL. Las regulaciones acordadas se encuentran:

- Resolución 04-03 ARCOTEL 2016, que permite la habilitación de servicios por parte de la agencia.
- Resolución 05-03 ARCOTEL 2016, que regula los servicios por suscripción generales.

Acorde a la resolución 04-03, los puntos más importantes a considerar son:

- El otorgamiento, modificación, renovación, extinción y garantía de servicio dado. En este apartado mediante solicitud de garantías se permite dar la autorización para empresa pública o permiso a empresa privada para difundir servicio, el cual al ser otorgado

puede ser modificado y renovado, así como sanción a la empresa o extinción en caso de incumplimiento de contrato.

- Debido a que no tiene banda de operación de espectro, no considera rubro adicional.
- Registro autorizado de difusión.
- Fecha de inicio de operación y duración del plazo, para servicios de audio y video por suscripción, en el que radica la televisión por protocolo de internet, se tiene que en un plazo de un año se da permiso de operación, así como una duración de 15 a 20 años de operación con opción a renovación.
- Convenio entre empresas de televisión pagada y de proveedores de internet para facilitar la difusión de contenidos televisivos por medio de sus redes.

Acorde a la resolución 04-03, los puntos más importantes a considerar son:

- Al estar habilitado para dar el servicio, se debe dar constancia del despliegue de la red tanto física como de software.
- La empresa está en derecho al cobro de servicio a los usuarios, así como en obligación de prestar soporte y mantenimiento a la misma y de generar infracciones a aquellos que estén provocando inconvenientes en el servicio.
- El registro legal de los equipos que utilice para difundir servicio dado.
- La difusión legal de contenidos y sus derechos. En caso que alguna empresa difunda contenidos no acordados, recibirá sanción acorde a la ley orgánica de telecomunicaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El estudio de las redes metropolitanas de datos en la ciudad de Guayaquil, tanto físicas y de cobertura permitió concluir que las redes de fibra óptica tienen las características ideales y óptimas para desarrollar un servicio de televisión por protocolo de internet, donde la cobertura de redes de fibra óptica en esta ciudad está en expansión constante.

El análisis de equipos de servidor tanto en ancho de banda, tasa de datos y modulaciones que permitirán generar un servidor de internet especial para soportar diversidad de canales de televisión permitió encontrar equipos como los Streammer IRD-1318 e IRD1220, más los caster t3-10 y t3-18 y conmutador especial para soportar el servidor inicial.

Los equipos esenciales para instalar en el hogar del suscriptor por medio de la tecnología GPON-FTTH para garantizar el servicio deseado, más los estándares ITU y acuerdos fueron los indicados para llevar dicha tecnología al hogar y garantizar totalmente el servicio al usuario, por medio de presupuesto de enlaces y la instalación que el usuario debe tener.

El estudio minucioso del acceso de televisión a televisión por suscripción en la ciudad de Guayaquil para determinar el estudio de mercado y su financiamiento permitió determinar que al ser un servicio transmitido por protocolo de internet se recaudará al mismo formato de servicio de datos combinados por derechos de retransmisión, regulado y habilitado por las normativas legales.

Recomendaciones

Para hacer dicho estudio de redes de internet en Guayaquil, es recomendable conocer la cobertura y proyecciones, además de determinar qué elementos harán del servicio óptimo y fiable.

Cada equipo es necesario conocer sus características principales, por lo que se recomienda estudiar las mismas para optimizar recursos y tener un panorama general y factible del sistema, tanto para servidor y usuario, donde este último se debe generar características acorde a la tecnología usada.

Un estudio de financiamiento de costos de equipos, por lo que antes de realizar un sistema de costos, se recomienda estudiar el acceso para determinar el cobertura global y económico del servicio.

Es importante conocer regulaciones de entes superiores, para así saber cuáles son los apartados necesarios que permitirán difundir el servicio con mucha facilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1 J. L. D. R. G. E. Simón Znaty, «EFORT,» 13 diciembre 2013. [En línea].
] Available: http://efort.com/media_pdf/IMS_ESP.pdf. [Último acceso: 13 noviembre 2017].
- [2 A. Dllsura, 10 Octubre 2014. [En línea]. Available:
] <https://es.wikipedia.org/wiki/IPTV#/media/File:IPTVnet.png>. [Último acceso: 2017 noviembre 20].
- [3 U. México, 6 febrero 2009. [En línea]. Available:
] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/trejo_f_k/capitulo1.pdf.
[Último acceso: 7 noviembre 2017].
- [4 M. A., 14 Noviembre 2016. [En línea]. Available:
] <http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2006&issue=03&ipage=transition>. [Último acceso: 2013 Noviembre 2017].
- [5 S. A., «www.cintel.com,» 14 Enero 2008. [En línea]. Available: <http://cintel.co/wp-content/uploads/2013/05/27.experiencias IPTV.pdf>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [6 E. S., 12 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://expattelevision.com/>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [7 C. N. d. Telecomunicaciones, «CNT EP,» 14 Marzo 2016. [En línea]. Available:
] <https://gis.cnt.gob.ec/appgeportal/?u=-79.94239,-2.18986,12>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [8 C. C. SA., «Claro Ecuador,» 13 Febrero 2017. [En línea]. Available:
] <http://asistencia.claro.com.ec/soporte/servicio-hogar/internet/cuales-son-las-zonas-de-cobertura-de-internet-fijo>. [Último acceso: 26 Enero 2018].
- [9 G. TVcable, «Tvcable,» 12 Febrero 2012. [En línea]. Available:
] <https://www.grupotvcable.com/internet-guayaquil/>. [Último acceso: 25 Enero 2018].
- [1 Univisa, «Univisa,» 12 Febrero 2013. [En línea]. Available:
0] <http://www.univisa.com.ec:8080/Web-Portal-Univisa/>. [Último acceso: 25 Enero 2018].

- [1 Telconet-Netlife, «Netlife,» 20 Enero 2017. [En línea]. Available: 1] <http://www.netlife.ec/atencion-al-cliente/cobertura/>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 C. A., «SlidePlayer,» 12 Marzo 2014. [En línea]. Available: Diseño de red de 2] datos Multimedia, <http://slideplayer.es/slide/1029284>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 Telconet-Netlife, «Netlife,» 18 Febrero 2017. [En línea]. Available: 3] <http://www.netlife.ec/atencion-al-cliente/cobertura/>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 D. D., «Researge Net,» 12 Septiembre 2015. [En línea]. [Último acceso: 26 Enero 4] 2018].
- [1 P. A., «Prezi,» 17 Septiembre 2013. [En línea]. Available: 5] <https://prezi.com/9dc6zbgwygv/red-de-cobre/>. [Último acceso: 27 Enero 2018].
- [1 C. L., «Tiposde.com,» 28 Marzo 2012. [En línea]. Available: 6] <http://www.tiposde.com/tecnologia/conexiones/conexion-rtc.html>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 F. A., «Monografías,» 15 Abril 2012. [En línea]. Available: 7] <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm.shtml>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 Comparaiso, «Comparaiso Net,» 28 Junio 2016. [En línea]. Available: 8] <https://www.comparaiso.es/velocidad-internet-adsl/vdsl-vdsl2-adsl-que-es-diferencias>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].
- [1 S. A., «Hipertextual,» 12 Marzo 2017. [En línea]. Available: 9] <https://hipertextual.com/2017/11/fibra-optica-plastico>. [Último acceso: 13 Noviembre 2013].
- [2 M. R., «ramonmillan,» 29 Abril 2007. [En línea]. Available: 0] <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>. [Último acceso: 17 Noviembre 2017].
- [2 M. R., 10 abril 2017. [En línea]. Available: 1] https://www.researchgate.net/publication/45204646_Estudio_y_diseno_de_una_red_de_ultima_milla_utilizando_la_tecnologia_G-PON_para_el_sector_del_nuevo_aeropuerto_de_Quito. [Último acceso: 13

Noviembre 2017].

[2 G. A., «CCapitalia Net,» 15 Mayo 2014. [En línea]. Available: 2] <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].

[2 L. A., «wikispaces,» 15 marzo 2017. [En línea]. Available: [https://sx-de-3\] tx.wikispaces.com/FTTx](https://sx-de-3] tx.wikispaces.com/FTTx). [Último acceso: 25 Noviembre 2017].

[2 C. J., «Researchgate,» 25 Junio 2012. [En línea]. Available: 4] https://www.researchgate.net/publication/270589568_Calidad_de_Servicio_en_Proveedores_de_Servicios_IPTV. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].

[2 S. A., «Cintel Colombia,» 25 Junio 2009. [En línea]. Available: [http://cintel.co/wp-5\] content/uploads/2013/05/27.experiencias_ipTV.pdf](http://cintel.co/wp-5] content/uploads/2013/05/27.experiencias_ipTV.pdf). [Último acceso: 13 Noviembre 2017].

[2 R. V, «Linked In,» 15 Agosto 2017. [En línea]. Available: 6] <https://www.linkedin.com/pulse/projections-given-report-internet-protocol-tv-iptv-market-reddy>. [Último acceso: 13 Noviembre 2017].

[2 P. m., «Mundo Plus,» 28 Agosto 2016. [En línea]. Available: 7] http://www.mundoplus.tv/noticias/?seccion=tv_digital&id=1021710730. [Último acceso: 20 Noviembre 2017].

[2 C. J., «Calidad de servicio en proveedores de servicios de IPTV,» Cali, 2012. 8]

[2 C. Fibertel, «Cablevisión Flow,» 15 Febrero 2017. [En línea]. Available: 9] <https://cablevisionflow.com.ar/>. [Último acceso: 21 Noviembre 2017].

[3 S. A., «Transmisión y redes de datos: La televisión,» Sin Fecha. 0]

[3 A. M., «Teledigitalizados,» 15 Noviembre 2010. [En línea]. Available: 1] http://teledigitalizados.blogspot.com/2010/05/ventajas-y-desventajas-de-la-tdt_08.html. [Último acceso: 25 Noviembre 2017].

[3 A. A., «Optativarous,» 15 Noviembre 2014. [En línea]. Available: 2] <https://optativarous.wikispaces.com/2.TELEVISION+DIGITAL+VIA+SATELITE>. [Último acceso: 25 Noviembre 2017].

[3 CC-BY-SA, «CC-BY-SA.,» 10 Diciembre 2007. [En línea]. Available:

- [3] https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_por_cable#/media/File:Cabecera_CATV.png. [Último acceso: 25 Noviembre 2017].
- [3 M. Net, «Mundo Net,» 03 Noviembre 2014. [En línea]. Available:
- [4] <https://www.mundonets.com/tdt-colombia/cobertura/>. [Último acceso: 25 Noviembre 2017].
- [3 M. F, «Televisión a través de redes IP, análisis costo-beneficio,» 2014.
5]
- [3 T. electrónica, «Tu electrónica España,» 16 Junio 2017. [En línea]. Available:
- [6] <https://tuelectronica.es/iptv-todo-lo-que-debes-saber/>. [Último acceso: 25 Noviembre 2017].
- [3 H. W. p. e. d. d. I. telecomunicaciones, «Neo LCC,» 12 Noviembre 2009. [En
7] línea]. Available: <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/ip.html>. [Último acceso: 25 Noviembre 2012].
- [3 Anónimo, «Universidad exa,» 29 Noviembre 2009. [En línea]. Available:
- [8] <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/ElmodeloOSI.pdf>.
[Último acceso: 15 Noviembre 2017].
- [3 A. J., «Emaze.com,» 29 Marzo 2010. [En línea]. Available:
- [9] <https://www.emaze.com/@AlZZFCQ>. [Último acceso: 28 Noviembre 2017].
- [4 F. J., «CCcapitalia.net,» 19 Diciembre 2003. [En línea]. Available:
- [0] <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2003-multicast-ip-jorgef.pdf>. [Último acceso: 28 Noviembre 2017].
- [4 V. M., «Slideshare,» 15 Diciembre 2006. [En línea]. Available:
- [1] <https://es.slideshare.net/manuelfloresv/analisis-de-los-protocolos-de-tiempo-real-rtp-rtcp-y-rtsp>. [Último acceso: 28 Noviembre 2017].
- [4 A. J., «U Navarra,» 17 Noviembre 2008. [En línea]. Available:
- [2] https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/g_r16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 30 Noviembre 2017].
- [4 G. A., «Protocolos empleados en IPTV,» 2012.
3]
- [4 T. M., «Slideshare,» 10 Agosto 2012. [En línea]. Available:
- [4] <https://www.slideshare.net/XavierMaitepan/rsvp-70171406>. [Último acceso: 28

Noviembre 2017].

[4 C. J., «Diseño de una plataforma para la implementación de la televisión por
5] protocolo de internet en la universidad Andrés Bello,» Santiago de Chile, 2013.

[4 Anónimo, «Television,» 08 Noviembre 2016. [En línea]. Available:
6] <http://television.com.ar/de-que-se-trata-flow-de-cablevision/32032>. [Último
acceso: 10 Diciembre 2017].

[4 S. A., «Tecnologías de Streaming,»
7] <http://www.atc.uniovi.es/teleco/5tm/archives/8streaming.pdf>, 2011.

[4 D. Technologies, «Features IP Streammer ID1340,» 31 Enero 2016.. [En línea].
8] Available: <http://www.dibvisions.com/>. [Último acceso: 29 Enero 2018].

[4 D. Technologies, «Features IP Streammer ID1218,» 29 Enero 2016. [En línea].
9] Available: <http://www.dibvisions.com/>. [Último acceso: 29 Enero 2018].

[5 D. Technologies, «Features Caster T3-28,» 29 Enero 2016. [En línea]. Available:
0] <http://www.dibvisions.com/>. [Último acceso: 29 Enero 2018].

[5 D. Technologies, «Features Caster T3-10,» 29 Enero 2016. [En línea]. Available:
1] <http://www.dibvisions.com/>. [Último acceso: 29 Enero 2018].

[5 C. Technologies, «Cisco Technologies,» 13 Marzo 2017. [En línea]. Available:
2] https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-4500-series-switches/product_data_sheet0900aecd801792b1.html. [Último acceso: 29 Enero 2018].

[5 D. R. E., «Blogspot fibra óptica,» 14 Julio 2014. [En línea]. Available:
3] <http://fibraoptica.blog.tartanga.eus/2014/07/04/analisis-de-los-equipos-utilizados-en-una-instalacion-ftth-de-movistar/>. [Último acceso: 29 Diciembre 2017].

[5 Anónimo, «Soluciones FTTH,» 15 Diciembre 2016. [En línea]. Available:
4] <http://www.keyfibre.com/soluciones-ftth/roseta-optica/>. [Último acceso: 12 Enero 2018].

[5 R. A., «instaladores telecomunicaciones,» 9 Julio 2013. [En línea]. Available:
5] <https://www.instaladoresdetelecomhoy.com/divisores-splitters-para-ftth/>. [Último acceso: 10 Enero 2018].

[5 C. M., «Dspace,» 13 Agosto 2016. [En línea]. Available:
http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26341/1/TICEC_2016_6.pdf.

6] [Último acceso: 10 Enero 2018].

[5 F. d. Perú, «La fibra óptica del Perú,» 24 Abril 2013. [En línea]. Available:
7] <http://lafibraoptica Peru.com/la-dispersion-cromatica-en-la-fibra-optica/>. [Último
acceso: 16 Enero 2018].

[5 Danilopy, «Danilopy,» 09 octubre 2016. [En línea]. Available:
8] <https://danilopy.wordpress.com/category/ftth/>. [Último acceso: 13 Enero 2018].

[5 C. E., «Slideshare,» 23 Abril 2011. [En línea]. Available:
9] <https://es.slideshare.net/edisoncoimbra/82-transmision-de-datos-por-fibra-ptica>.
[Último acceso: 10 Enero 2018].

[6 nmk.
0]

[6 *La guía MetAs*, p. 6, 2010.
1]

[6 U. México, «UDLAP México,» 6 febrero 2009. [En línea]. Available:
2] http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/trejo_f_k/capitulo1.pdf.
[Último acceso: 13 noviembre 2017].

[6 P. S., 15 Marzo 2011. [En línea]. Available:
3] <https://www.xatakaciencia.com/tecnologia/el-cable-que-conecta-europa-con-america>. [Último acceso: 27 Enero 2018].

[6 S. A., «Cinetel Colombia,» 18 Noviembre 2009. [En línea]. Available:
4] http://cintel.co/wp-content/uploads/2013/05/27.experiencias_ip tv.pdf. [Último
acceso: 13 Noviembre 2017].

[6 D. Technologies, «Dybsy Technologies,» 29 enero 2017. [En línea]. Available:
5] <http://www.dibvisions.com/>. [Último acceso: 29 Enero 2017].

ANEXOS

ANEXO A. ABREVIATURAS

IPTV: TELEVISION POR PROTOCOLO DE INTERNET

VOIP: VOZ POR IP.

VHF: VERY HIGH FREQUENCY

UHF: ULTRA HIGH FREQUENCY

M-QAM: QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION

PSK: PHASE SHIFTING KEY

SDTV: STANDARD DEFINITION TV

HDTV: HIGH DEFINITION TV

MPEG: MOVING PICTURES EXPERT GROUP

ANEXO B. CARACTERISTICAS ONT HUAWEI HG8240



GPON features	<ul style="list-style-type: none"> Authentication mode: SN, password, and SN+password Mapping traffic to GEM port according to VLAN, 802.1p, VLAN+802.1p, IP Type of Service (PToS), physical port, physical port+VLAN, physical port+802.1p, or physical port+VLAN+802.1p
Multicast features	<ul style="list-style-type: none"> 255 multicast groups IGMPv2/IGMPv3 snooping Multi-multicast VLANs
Voice features	<ul style="list-style-type: none"> Complies with SIP and H.248 Supports G.711A/μ, G.729A/B, and G.722 codec Supports T.38 and T.30 fax Call waiting, call hold, call transfer, call forwarding unconditional (CFU), Call forwarding-busy, and call forwarding-don't answer Multi-homing of POTS ports to different IMSs/softswitches
Ethernet features	<ul style="list-style-type: none"> Supports two VLAN tags (inner tag used for identifying a specific ISP, and outer tag used for identifying a type of service) VLAN filtering, VLAN N:1 aggregation, and VLAN 1:1 switching Supports rate limit on an Ethernet port or a traffic stream
Maintainability & manageability	<ul style="list-style-type: none"> Local equipment management through Web interface Remote service provisioning, equipment management and software upgrade through OMCI Dual backup of system software Proactive or reactive rogue ONT isolation Backup power supply and backup power supply monitoring Supports OPM features

ANEXO C. CARACTERISTICAS ROUTER CONTREMD VG850



FEATURES

Embedded MediaCipher™ Conditional Access

Configurable front-end, providing dual 1 GHz digital video tuner (QAM 64/256) and 1 GHz DOCSIS tuner capability

Compatible with ARRIS DCT/DCH/DCX legacy software API set

Digital, Dolby Audio™, AAC-LC / HE-AAC, WMA9, MP3, Audio decode of Dolby®

High-definition (HDTV) decode of MPEG-2, MPEG-4 AVC (H.264), HP@L4.1

DOCSIS 3.0+ embedded Cable Modem with support for DSG (up to 16 down, 4 up), with 2 digital video tuners which could be reduced to 8x4

SCTE 55-1 Out-of-band

Video scaling

Video-in-Graphics

Accelerated 2-D and 3-D graphics

512 MB Flash (standard), 1 GB DRAM total (standard) 2GB DRAM optional memory

Panel Power/Standby LED with Backlit Front panel power button

Remote and On-screen diagnostics

KreaTV support with upgrade of Middleware

Rovi®, HDCP, DTCP, and CGMS-A content protection schemes on the respective interfaces

ANEXO B. CARACTERISTICAS ROUTER CONTREMD VG850



- DHCP Server/Client
- DNS Relay
- Supports remote administration
- Configuration backup and restoration
- FTP/TFTP server
- Supports QoS (Quality of Service) for voice
- Supports caller ID display and restriction
- Supports call hold, call waiting, call forwarding, call transfer, 3-way conference
- Supports Direct number dialing
- Supports T.38/ TR-069

1.1 Features

- UPnP
- Integrated 802.11n 2.4GHz AP (Backward compatible with 802.11g/b)
- WPA/WPA2 and 802.1x
- WMM
- RADIUS client
- IP filtering
- Static route routing functions
- Dynamic IP assignment
- Parental Control
- IGMP Proxy
- DHCP Server/Client

ANEXO D. SPLITTER ÓPTICO Y ROSETA ÓPTICA



Figura B.1 Splitter óptico



Figura B.2 Roseta óptica.

ANEXO E. VALORES ESPECIALES DE CONFIGURACIÓN ROUTER Y DECODIFICADOR PARA ACCESO A IPTV.

EN LA CONFIGURACIÓN DEL ROUTER, PARA OBTENER ENLACE AL SERVICIO DE IPTV SE TIENE EL SIGUIENTE ENLACE

#	Activo	WLAN	ip	Release
1	<input checked="" type="checkbox"/>	internet	79.150.49.180	disconnect
2	<input checked="" type="checkbox"/>	voz	19.26.79.139	release
3	<input checked="" type="checkbox"/>	imágenes	15.64.37.9	n/a

vd/priority	encapsulamiento	NAT	modificar
6/1	ppop	enable	<input type="checkbox"/>
3/4	enet-encap	enable	<input type="checkbox"/>
2/4	enet-encap	enable	<input type="checkbox"/>

FIGURA F.1 CONFIGURACIÓN ETHERNET ROUTER Y DECO

EL APARTADO DE IMÁGENES PERMITE DAR VALORES DE IP Y DE ENLACE NAT PARA TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERET. DICHO VALOR DEBE IR TAMBIÉN AL DECODIFICADOR ARRY'S. LA INTERFAZ TIENE MÁS VALORES QUE PARA SERVICIOS AL HOGAR NO SON CONSIDERABLES EN ESTA CONFIGURACIÓN.

EN LA CONFIGURACIÓN LAN TOTAL SE COLOCARÁN VALORES PARA ENLAZARSE AL SERVIDOR DNS, MASCARA DE SUBRED, PUERTA DE ENLACE Y NAT SECUNDARIO. ESTOS VALORES TAMBIÉN DEBEN ENTRAR EN EL DECODIFICADOR ARRY'S

Dirección ip
 obtener una dirección ip automática
 dirección ip estática

dirección ip
 subnet mask
 dirección ip del gateway
 DNS primario
 DNS secundario

NAT
 ninguno
 solo sua
 full feature

FIGURA F.2 CONFIGURACIÓN INTERFACE ENLACE AL SERVICIO