

RAE

1. **TIPO DE DOCUMENTO:** Trabajo de grado para optar por el título de INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES
2. **TÍTULO:** PARÁMETROS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV SOBRE LAS REDES DVB-C E INTERNET EN IPV6 CON QoS
3. **AUTORES:** Camilo Andrés Barrera Vargas, Jairo Hernando Puentes Fernández
4. **LUGAR:** Bogotá, D.C.
5. **FECHA:** Noviembre 2013
6. **PALABRAS CLAVE:** Television, IPTV, IPv4, IPv6, DVB-C, QoS, telecomunicaciones, red de transporte.
7. **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:** El objetivo principal de este proyecto es la evaluación de los parámetros técnicos y normativos para la implementación de IPTV sobre redes DVB-Cen IPv6 con Qos, basándose en la elaboración de un diseño de red para este servicio y la previa validación de este diseño con la vida de una aplicación para simular un ambiente de IPTV con el protocolo IPv4 e IPv6 para la demostración de la QoS que nos brinda IPv6.
8. **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Línea de Investigación de la USB: Tecnologías e innovación, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs), Aplicaciones de las telecomunicaciones. Convergencia y gestión en telecomunicaciones.
9. **FUENTES CONSULTADAS:** IPTV Crash Course. Weber, Joseph Editorial McGraw Hill, 2007. Redes de banda Ancha. Barcelona, Caballero, José M. España. Editorial, Marcombo. 1998. IPTV Basics. Harte L. 1era Edición, Editorial Althos Publishing. Estados Unidos. Año 2006. Transmision de Datos y Redes de Comunicaciones. Forouzan, Behrouz, Catherine Coombis, Sophia Chung Fegan. McGraw-Hill/Interamericana de España 2001. Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP. Jesús García Tomás, José Luis Raya Cabrera, Víctor Rodrigo Raya Ra-Ma, Libreria y Editorial Microninfomatica, 2002. La televisión digital Fundamentos y teorías, Manuel Cubero Enrriche, Editorial Marcombo, 2009. IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime LLoret Mauri, Miguel Gacrcia Pineda, Fernando Boronat Segui, Editorial Vertice. 2008. España.

10. CONTENIDOS:

Objetivo General

Establecer los parámetros técnicos y normativos mínimos que se deben tener en Colombia para la implementación de IPTV sobre redes DVB-C en IPv6 y la validación de los parámetros de calidad de servicio mediante el diseño de una red.

Objetivos Específicos

Analizar los parámetros técnicos y normativos para la prestación de televisión IP y para Televisión digital sobre DBV-C en Colombia.

Diseñar y validar el esquema de transmisión IPTV en redes DBV-C para IPv4 e IPv6, mediante el desarrollo de una aplicación que permita la selección y programación de contenido, y a su vez permita la definición de las condiciones técnicas del sistema de transmisión.

Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de servicio sobre redes DVB-C para el esquema propuesto basados en los protocolos IPv4 e IPv6, para definir los requerimientos mínimos y necesarios de una red IPTV.

Desarrollar una guía Técnica que contenga los parámetros técnicos y normativos para la buena prestación del servicio de IPTV sobre redes DVB-C en Colombia. Garantizando QoS. Funcionamiento e Infraestructura bajo el protocolo Internet versión 6–IPV6.

Iptv introducción.

Oferta de iptv en Colombia.

Regulación de iptv a nivel mundial.

Regulacion de iptv en Colombia.

Parametros tecnicos para la prestacion de servicios de iptv en Colombia.

Arquitectura genérica de un sistema IPTV.

Pila de protocolos.

Diseño.

Validacion.

Aplicación.

Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de QoS.

Conclusiones.

Bibliografía.

Glosario.

11. **METODOLOGÍA:** Es de carácter empírico-analítico, con base en el estudio y diseño de una turbina eólica horizontal de bajo costo y versátil.

12. **CONCLUSIONES:**

- La digitalización de la televisión tiene algunas ventajas que involucran la percepción de los televidentes de una excelente calidad de las imágenes y sonidos dada la robustez del sistema y las características técnicas del mismo. Adicionalmente, se crea un entorno apto para la convergencia, donde múltiples servicios adicionales a la televisión, entre los que se destaca la transmisión de datos, aplicaciones de movilidad e interactividad están a disposición de los usuarios.
- Los sistemas IPTV, por sus características físicas y técnicas, permiten a los usuarios disfrutar de una serie de ventajas respecto a los usuarios de TV por cable convencional. Entre estas ventajas se encuentran: televisión interactiva (aplicaciones), personalización, capacidad de cambio de tiempo o pausa en directo, capacidad de cambio de lugar, y facilidad de acceso en múltiples dispositivos.
- Se ha visto cómo la tecnología IPTV se encuentra en una etapa muy avanzada, existiendo actualmente diversas arquitecturas, estándares y propuestas en la industria. Sin embargo, se puede considerar que IPTV aún no es una tecnología madura. Todavía hay mucho trabajo por realizar alrededor de ella, intentando solventar, por ejemplo, algunas de las carencias relacionadas con las redes de nueva generación.

- Un paso importante necesario en la industria IPTV es el de lograr la estandarización total, ya que la diversidad de estándares que existen hoy en día causa que en ocasiones hayan inversiones innecesarias y nuevos servicios que no terminen su proceso para poder servirle a los diferentes clientes.
- IPTV es un servicio que por las altas inversiones que implica, es difícil de introducir como único negocio; su factibilidad crece si se utiliza infraestructura existente en forma compartida y con economías de escala en el acceso al cliente, es decir, utilizar las redes existentes de banda ancha de los diferentes proveedores como CLARO, ETB, entre otras ofreciendo paquetes completos como Triple Play “Internet, Telefonía y Televisión” Todos ellos bajo IP.
- Las redes DVB-C actuales pueden emigrar a la prestación de servicios de IPTV ya que poseen la capacidad de ancho de banda para la prestación de este mismo, se pensaría en el cambio de algunos periféricos que soporten IPv6 para poder garantizar a los usuarios QoS.
- Para efectos de la convergencia y el desarrollo de la Banda Ancha, el concepto tradicional de servicios de telecomunicaciones empiezan a mezclarse con los aplicativos y los contenidos, impactando a la regulación actual, basada en definiciones específicas de los servicios. Ante esta realidad, cada vez más evidente, será necesario revisar y actualizar los modelos regulatorios nacionales vigentes, así como la normativa comunitaria en materia de comercio de servicios de telecomunicaciones encargándose de esto la CRC y la ANTV claramente de cabeza el Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones de Colombia.
- Para transmitir un solo canal de televisión en SD se requiere de un ancho de banda de 2.5Mb, es decir, que para un hogar colombiano promedio que cuente con tres televisores en casa esta cantidad de aumenta a 7.5Mb; ahora, a eso hay que sumar el ancho de banda necesario para la conexión a Internet, lo que en resumidas cuentas deja el requerimiento de ancho de banda aproximadamente en los 10Mb. Si se hacen los cálculos con un servicio de alta definición (HD), este cálculo nos muestra que la mayoría de proveedores están en la capacidad de ofrecer este servicio ya que cuentan con redes que soportan este ancho de banda.
- Las redes actuales al soportar el ancho de banda necesario para el servicio de IPTV, se debe pensar en aspectos como la cabecera y el set top box, donde la cabecera debe contar con los servidores capaces de soportar el número de peticiones de los abonados y al mismo tiempo el almacenamiento del contenido para que el usuario acceda a él en el momento que lo deseen desde sus periféricos, adicional a esto si se cuenta con una red donde la cabecera como el terminal están configurados y soportan IPv6 se garantizara la QoS.
- Los proveedores de servicios de Telecomunicaciones en Colombia para que puedan prestar el servicio de IPTV tienen que hacer su gran inversión en su cabecera esto debido a que los equipos necesarios por sus características técnicas son robustos y así mismo su precio se incrementa.
- La velocidad de transmisión fue gran variante durante las pruebas por las diferentes configuraciones que se pueden adaptar a los router desde sus puertos a los cables

con que se conectan esto mismo pasaría en una red metropolitana para la distribución del servicio ya que se usaría las redes actuales las cuales son de fibra óptica se concluye que no sería un aspecto preocupante.

- El uso de protocolos como UDP, RTP, SIP/SDP, dan la versatilidad para brindar una buena funcionalidad e interoperabilidad en redes de datos permitiendo la convergencia de servicios, así como calidad de servicio y experiencia para el usuario. Además del protocolo IGMP, el cual brinda gran sostenibilidad en cuanto al despliegue de contenido tanto unicast como multicast.
- El uso de la tecnología y arquitectura IPTV, es una excelente opción en el mercado actual de las telecomunicaciones por la convergencia que brinda hacia otras tecnologías (VoIP, Internet), dando como resultado una menor cantidad de equipo, así como el uso de una única red de datos (IP).
- Los enlaces que se realizaron para la validación del diseño están fuertemente supeditado desde los puertos que se usen y los cables a usar, llevando esto a la estructura de IPTV general la red de transporte esta enlazada con fibra óptica la cual garantiza desde las distancias como el ancho de banda, requeridos para la prestación del servicio de IPTV. Por esta razón también es pertinente que este servicio sea prestado por estándar DVB-C.

**PARÁMETROS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV
SOBRE LAS REDES DVB-C E INTERNET EN IPV6 CON QoS**

**CAMILO ANDRES BARRERA VARGAS
JAIRO HERNANDO PUENTES FERNÁNDEZ**



**UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
SEDE BOGOTÁ**

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTA D.C.**

2013

**PARÁMETROS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV
SOBRE LAS REDES DVB-C E INTERNET EN IPV6 CON QoS**

**CAMILO ANDRES BARRERA VARGAS
JAIRO HERNANDO PUENTES FERNÁNDEZ**

**Proyecto de Grado como requisito para optar por el título de Ingeniero de
Telecomunicaciones**

**Asesor:
ING. MARTHA LILIANA QUEVEDO**



**UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
SEDE BOGOTÁ**

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C.
2013**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado-

Bogotá, Noviembre 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios fuente de sabiduría por iluminar mi razón mi voluntad y mi inteligencia para lograr esta gran meta. A mis padres Luis Ignacio Puentes, mi madre Soledad Fernández, y hermanas Mónica Puentes y Diana Puentes (Q.E.P.D) y mi sobrino David López Puentes por el sí generoso y constante en mi proceso de formación, Al rector de la Universidad de San Buenaventura, Seccional Medellín Fray José Wilson Téllez Casa o.f.m por la compañía es esta gran etapa de mi vida profesional. A Fray Fernando Garzón o.f.m (Q.E.P.D) quien fue amigo y compañero y confidente en mi etapa universitaria, Al grupo de Ingenieros que desde su conocimientos orientaron el día a día de mis interés de conocer y aprender esta disciplina y resaltando al Ing. Luis Carlos Gil, Ing. Diana Contreras, Ing. Gustavo Quiroga (Q.E.P.D), por aportar de gran manera sus conocimientos para motivarme y querer mas esta profesión. A la brújula de este proyecto la Ing. Martha Liliana Quevedo la cual guio y oriento este trabajo. A Camilo Barrera compañero de este trabajo por la cooperación y trabajo en equipo que ayudo a la culminación de la misma. A Paola Ramírez siempre me ha acompañado y apoyado en mis dos carreras, también ha sido fuente de inspiración para salir adelante en momentos difíciles. A la familia Ramírez López por acogerme en cada momento en el seno de su hogar. A todos mis colegas amigo Ing. Jonathan Orjuela, Ing. Julio Bolaño, Ing. Luis Téllez, Ing. Andrés Téllez, y amigos Oscar Téllez, Sergio Gómez y Alejandro Núñez que siempre aportaron e intervinieron en mi proceso de formación.

ING. JAIRO HERNANDO PUENTES FERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTOS

A las personas que representaron siempre apoyo afectivo como mi esposa Laura, mis papas Marisol y Carlos que también son razón de mi formación personal y mi hermana Maryann. A todos los profesores quienes aportaron para mi formación profesional, en especial a la Ing. Diana Contreras, a la Ing. Gilma Angel, al Ing. Luis Carlos Gil y por supuesto la Ing. Martha Quevedo. Pero mayormente al Ing. Jairo Puentes por llevar a cabo esta tesis e irla desarrollando en momentos que no podía dar apoyo presencial, pero que por cualquier medio de comunicación la fuimos evolucionando.

CAMILO ANDRES BARRERA VARGAS

CONTENIDO

Índice De Figures	viii
Índice de Tablas	x
INTRODUCCIÓN.....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2 PROBLEMA	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 Objetivo General	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	18
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	18
2. MARCO DE REFERENCIA	20
2.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	20
2.1.1 Televisión Digital.....	20
2.1.2 DVB.....	21
2.1.3 IPTV.....	22
2.1.4 IPv6	23
2.1.5 Calidad de Servicio.....	25
2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	28
2.2.1 DVB.....	29
2.2.2 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)	29
2.2.3 IETF (The Internet Engineering Task Force)	29
2.2.4 OIPF	30
2.2.5 UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).....	30
2.2.6 MINTIC.....	30
2.2.7 ANTV (Autoridad Nacional Televisión de Colombia)	30
3. METODOLOGIA	32
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.....	32
3.2 LINEA DE INVESTIGACION	32
4. DESARROLLO INGENIERIL	33
4.1 IPTV INTRODUCCIÓN.....	33
4.2 OFERTA DE IPTV EN COLOMBIA	36

4.3 REGULACIÓN DE IPTV A NIVEL MUNDIAL	39
4.3.1 UIT	39
4.3.2 <i>Estados Unidos de América</i>	44
4.3.3 <i>Unión Europea</i>	45
4.3.4 <i>Asia</i>	47
4.3.5 <i>Latinoamérica</i>	48
4.4 REGULACION DE IPTV EN COLOMBIA	53
4.5 PARAMETROS TECNICOS PARA LA PRESTACION DE SERVICIOS DE IPTV EN COLOMBIA	56
4.5.1 La topología de red de IPTV es una red jerárquica de 5 capas.	58
4.6 ARQUITECTURA GENÉRICA DE UN SISTEMA IPTV	59
4.7 PILA DE PROTOCOLOS	60
5. DISEÑO Y VALIDACIÓN DE ESQUEMA DE TRASNMIÓN DE IPTV	58
5.1 DISEÑO	62
5.2 VALIDACION.	63
5.3 APLICACIÓN	68
5.3.1 Diagramas de flujo de la APP:	68
5.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SERVIDOR	69
5.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE CLIENTE	70
5.3.4 Características de la aplicación:	72
5.3.5 <i>PARAMETROS TECNICOS</i>	73
6. Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de servicio sobre redes DVB-C para el esquema propuesto basados en los protocolos IPv4 e IPv6, para definir los requerimientos mínimos y necesarios de una red IPTV.	79
6.1 Escenario 1.	79
6.2 Escenario 2	85
6.3 Escenario 3	88
6.4 Escenario 4	90
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFIA	98
GLOSARIO	104

Índice de Figures

Figure 1 Datagrama IPV6	24
Figure 2 Formato de un datagrama IPV6	25
Figure 3 Elementos Básicos de Internet.....	26
Figure 4 Jerarquía de ISP	27
Figure 5 Conceptos Genéricos de QoS	28
Figure 6 Principales ofertas de IPTV del mundo	36
Figure 7 Cobertura de IPTV en Colombia	38
Figure 8 Menu de IPTV de EPM-UNE.....	38
Figure 9 Uso de IPTV a nivel mundial.....	39
Figure 10 SUITE COMÚN DE INTERACTIVIDAD IPTV ITU-T H.760 SERIE [37].....	40
Figure 11 Arquitectura Middleware Ginga – Servicios Y Aplicaciones Para IPTV	41
Figure 12 Pruebas De Transmisión Isdb-T En Broadcast E Ip Multicasting.....	42
Figure 13 Pila de protocolos basado en IPTV para el sistema de retransmisión	42
Figure 14 Estructura del Plan General para la actualización de la Reglamentación de las Telecomunicaciones en Brasil.	52
Figure 15 Arquitectura de IPTV Basica.	57
Figure 16 Topología de IPTV.....	57
Figure 17 Arquitectura genérica de un sistema IPTV	60
Figure 18 Pila de protocolos IPTV.....	61
Figure 19 Diseño Propuesto	62
Figure 20 Red de IPTV Propuesta	63
Figure 21 Router cisco 1941	64
Figure 22 Switch 3 com	64
Figure 23 Cables serial, UTP y Consola.	65
Figure 24 Topología direccionamiento IPV4	66
Figure 25 Topología de Direccionamiento IPV6.....	67
Figure 26 Diagrama de flujo de la APP	68
Figure 27 Diagrama de flujo del servidor.....	69
Figure 28 Diagrama de flujo de terminal o Cliente	70
Figure 29 Inicio de la aplicación.....	71
Figure 30 Interfaz de la Aplicación.....	71
Figure 31 Reproducción de contenido en la APP.....	71
Figure 32 QoS en IPTV.....	73
Figure 33 Aspectos Técnicos Cabecera.....	73
Figure 34 <i>DVB to IP gateway 4x de NetUP, un servidor de flujo IPTV. Vista posterior.....</i>	74
Figure 35 Aplicativo de Contenido de TV Asincrona	75
Figure 36 Ejemplo de servidor TVoD, Tv asíncrona y VoD	75
Figure 37 Ejemplo de Transcodificador.....	76
Figure 38 <i>Android STB IP con un ratón inalámbrico, teclado del dispositivo</i>	78
Figure 39 MX 1 HD 1080p IP Set Top Box.....	78
Figure 40 Escenario 1.....	79
Figure 41 resultados de conectividad de los nodos.....	80
Figure 42 Resultados de conectividad de los nodos 2	80

Figure 43 Velocidad de los Enlaces	81
Figure 44 Servidor Ejecutado.....	81
Figure 45 Enlace al Servidor desde Explorador	82
Figure 46 Captura WireShark V6.1, del host 200.200.0.3	82
Figure 47 Grafica de análisis de WireShark	83
Figure 48 Escenario 2.....	86
Figure 49 Configuración AccesPoint.....	86
Figure 50 Configuración ip fija iPad	87
Figure 51 Aplicación ejecutada en el iPad	87
Figure 52 navegando por el contenido desde el iPad.....	87
<i>Figure 53. Escenario 3.....</i>	<i>88</i>
Figure 54 resultados conectividad IPv6.....	89
Figure 55 resultados de conectividad de nodos IPv6 2.	89
Figure 56 Captura de Wireshark	90
Figure 57 Grafica de Wireshark del análisis de IPv6.....	90
Figure 58 Escenario 4.....	91
Figure 59 Prueba de conectividad.....	91
Figure 60 Dirección de Comprobación de Conexión desde el Servidor.....	92
Figure 61 Versus de la diferencia entre conexión con cable Serial y UTP cruzado.	92

Índice de Tablas

Tabla 1 Características de servicios convergentes de TV	35
Tabla 2 Regulación Europa	46
Tabla 3 Regulación Asia	48
Tabla 4 Servidor	63
Tabla 5 Terminales.....	63
Tabla 6 Router	63
Tabla 7 Switch.....	64
Tabla 8 Enlaces	64
Tabla 9 Direccionamiento IP en versión 4 con Serial entre routers.	65
Tabla 10 Direccionamiento IP en versión 4 con UTP Cruzado entre routers	65
Tabla 11 Direccionamiento IP en versión 6 con serial entre Routers	66
Tabla 12 Direccionamiento IP en versión 6 con UTP Cruzado entre Routers.....	66
Tabla 13 Valores de referencia para la medición de parámetros de QoS	94
Tabla 14 Resultados del Proyecto.....	94

PARÁMETROS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV SOBRE LAS REDES DVB-C E INTERNET EN IPV6 CON QoS

INTRODUCCIÓN

Como se sabe la tecnología desde las últimas décadas viene creciendo a pasos agigantados, y una que no se tilda de excepción es la difusión televisiva, donde en la última década han ido evolucionando los medios, lenguajes y protocolos de comunicación, para ofrecer nuevos servicios y mejorando los existentes.

En Colombia la CNTV(Comisión Nacional de Televisión “En liquidación”) reemplazada por la ANTV(Autoridad Nacional de Televisión), CRC (Comision de Regulacion Nacional de Comunicaciones) y el MINTIC (Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones de Colombia), viene preparando al país desde hace unos años para la transición hacia la difusión de televisión pública digital y consecuente el apagón analógico en televisión, por tanto se definieron unos estándares que dan pautas generales para conseguir una correcta migración al estándar DVB (Digital Video BroadCast) Europeo.

Además de la televisión digital, a nivel mundial también ha incursionado la televisión IP (Protocolo de Internet) o IPTV (Televisión por protocolo de Internet), en la cual se realizan transmisiones sobre el protocolo de internet, ofreciendo grandes ventajas de ancho de banda e interactividad del usuario. Actualmente en los planes de la ANTV y del MINTIC (*órganos encargados de definir las estrategias de implementación de TV digital en Colombia*), no se ha previsto la forma como articular estas dos tecnologías en el país.

En el presente proyecto se pretende solucionar el punto antes mencionado, determinando consideraciones o aspectos técnicos y normativos que aclaren y definan un proceso de transición hacia una mejor tecnología como lo es la IPTV, acoplándola o anticipándola cuanto antes a los cambios estructurales e informáticos, para que al momento de su estandarización en Colombia no hayan que dar pasos hacia atrás.

Por tanto se trata de prever una “involución”, esto haciendo un análisis de las comparaciones de los diferentes sistemas, especificaciones y recomendaciones que se tienen actualmente para estas tecnologías, detectando que comparten y en que discrepan, concluyendo como comenzar a articularlas, dónde, tanto se puede llegar a determinar que se tienen que realizar ciertos cambios o adicionales implementaciones y como se acoplan perfectamente para el estándar que se adoptó actualmente y no requiera hacer modificación alguna.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En un primer ámbito local se han realizado varias investigaciones. Una de ellas de la Universidad de los Andes titulada “Consideraciones Técnicas para la Implementación de TV Digital sobre IP en Colombia” del 2008 [1], nos habla de difusión sobre IPTV para ADSL (Línea de abonado digital asimétrica) en redes de cobre y fibra óptica, donde concluye con aspectos técnicos a considerar como lograr transmisión con calidad de experiencia, con umbrales aceptables de jitter y pérdida de paquetes que obviamente recaerían sobre la calidad de servicio. Adicionalmente comentan que la estructura para una adecuada prestación del servicio es recomendable sobre una combinación de redes GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) y EPON (Ethernet sobre redes ópticas pasivas).

De la Universidad Don Bosco se encuentra una tesis del 2007 titulada “Estudio de IP/TV Multicasting para la Universidad Don Bosco”[2]. En esta se realiza un análisis de la estructuración de una red Multicasting IPTV sobre IPv4 (Internet Protocol Version 4) en una red con características de infraestructura específica, acoplada a la red Sudamericana CLARO. Una importante conclusión de esta investigación son las configuraciones necesarias para cada servicio como el broadcast streaming, como también de algunos equipos incluidos en la red, encoders, servers. Se nombran los protocolos para el encaminamiento Multicasting.

En un ámbito Nacional, más específicamente en Santander se tomaron como antecedentes 2 investigaciones, “Análisis Comparativo de Tecnologías para Televisión Digital en el Entorno Colombiano” del 2007 [6], Universidad Industrial de Santander, realizan una descripción de los aspectos técnicos de los tres estándares actuales de transmisión de TDT (Televisión Digital Terrestre) y también se tomo “Estudio de IP/TV Multicasting para la Universidad Don Bosco” de la Universidad de Don Bosco, partiendo de una revisión teórica de sus características y resaltando las ventajas y desventajas que presentan. Además se efectuó una recopilación de información sobre dispositivos disponibles en el mercado, que tendrán efecto en el cambio de infraestructura para la red de televisión digital, describiendo características y ofertas de fabricantes según requisitos de cada estándar.

Internacionalmente en el artículo investigativo “Planificación y Optimización de Redes DVB-T (Difusión de Video Digital - Terrestre) para la Provisión de Servicios Locales y Móviles en Colombia” del 2009 [3] también en la Universidad de Valencia, se destaca la reutilización de la infraestructura de la red analógica de televisión y la utilización de la red satelital actualmente desplegada en Colombia que permitirá llevar todos los beneficios de la nueva televisión digital de una forma casi inmediata a todas las zonas del país, y principalmente a aquellas donde la red terrestre DVB-T no diera cobertura.

El artículo investigativo “IPv6 (Internet Protocol Version 6)over DVB-C(Difusion de Video Digital- Cableada): Mobility Issues and Challenges”[4], trabajo en conjunto de la Universidad de Versalles, Francia y DEMOKRITOS Instituto de Informática y

Telecomunicaciones de Atenas, Grecia, comentan de dos mecanismos eficientes para el transporte IP sobre DVB-T, el MPE (*Encapsulación Multi-Protocolo*) y una nueva propuesta ULE (*Encapsulación Ultra Ligera*). Igualmente se propone una arquitectura base a un CBP (Central Broadcasting Point) el cual trasmite y regenera el flujo y un CMN (Cell Main Nodes) que agrupan redes de acceso fijas e inalámbricas que permitirán a los usuarios estar interconectados y recibir servicios.

Las investigaciones sobre televisión digital terrestre concluyen que las ventajas de estándar Europeo como lo son su recepción móvil que convierte a este estándar en una tecnología capaz de proporcionar servicios multimedia a equipos portables en todo momento y en cualquier lugar, empleando una única estructura de red DVB-T y evitando la inmediata construcción de una red dedicada DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld) o similar para brindar servicios a terminales en movimiento [5].

1.2 PROBLEMA

Mientras se avanza hacia la televisión digital se hace prudente desarrollar un sistema que sea escalable hacia IPTV tanto desde redes DVB como desde redes IPv6, considerando un tema prioritario como lo es la Calidad del Servicio (QoS), con el ánimo de facilitar su rápido y eficiente acoplamiento.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, surge la siguiente pregunta de investigación

¿Cuáles son los parámetros técnicos y normativos requeridos en Colombia, para la implementación del IPTV sobre redes DVB-C e IPv6 orientados a garantizar calidad de servicio?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente para que un sistema de telecomunicaciones este correctamente diseñado y enfocado tiene que tener una característica casi que indispensable, tiene que ser escalable, para poder acondicionarlo a los cambios y actualizaciones que por lo menos en el ámbito de las telecomunicaciones es algo inevitable. Y hablando de la radiodifusión de televisión podríamos enfrentarnos en un futuro cercano a la articulación de dos tecnologías de gran acogida y desarrollo. IPTV y televisión digital.

Por tanto se hace importante analizar que tan bien encaminados nos encontramos en Colombia para el acoplamiento en algún momento de ambas, y qué medidas se tienen que tomar para estar preparados técnica y normativamente para este proceso. Teniendo en cuenta varias investigaciones que presentan especificaciones técnicas para robustos servicios de IPTV en DVB-C (Digital Video Broadcast Cableada) sobre redes HFC.

Esta investigación se hace a partir de estándares y especificaciones que se han realizado para la implementación de los mismos servicios en otros países bajo estándares similares, de los cuales se puede partir para realizar una comparación de la infraestructura técnica que se tiene actualmente y la que estamos acoplando para los servicios de televisión digital en el territorio Colombiano.

Al finalizar la investigación se puede tomar este documento como un modelo a seguir en los próximos pasos a tomar para la estructuración de nuevos y mejores servicios de televisión con calidad de servicio en Colombia, el cual tenga implícitos los estándares que se han tomado para instaurar el actual sistema de propagación digital.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Establecer los parámetros técnicos y normativos mínimos que se deben tener en Colombia para la implementación de IPTV sobre redes DVB-C en IPv6 y la validación de los parámetros de calidad de servicio mediante el diseño de una red.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Analizar los parámetros técnicos y normativos para la prestación de televisión IP y para Televisión digital sobre DBV-C en Colombia.
2. Diseñar y validar el esquema de transmisión IPTV en redes DBV-C para IPv4 e IPv6, mediante el desarrollo de una aplicación que permita la selección y programación de contenido, y a su vez permita la definición de las condiciones técnicas del sistema de transmisión.
3. Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de servicio sobre redes DVB-C para el esquema propuesto basados en los protocolos IPv4 e IPv6, para definir los requerimientos mínimos y necesarios de una red IPTV.
4. Desarrollar una guía Técnica que contenga los parámetros técnicos y normativos para la buena prestación del servicio de IPTV sobre redes DVB-C en Colombia garantizando QoS, funcionamiento e infraestructura bajo el protocolo Internet versión 6 IPV6.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Al finalizar la investigación y seguido el desarrollo se presentarán, a partir de los análisis y comparaciones pertinentes, los parámetros técnicos mínimos y normativos, necesarios para la implementación de redes bajo el estándar DVB-C las cuales presentan escalabilidad hacia la difusión sobre IPTV que presentan calidad de servicio.

Se presentará el diseño de un esquema de transmisión IPTV sobre redes DVB-C y con protocolos de comunicación IPV4 e IPV6.

Durante la ejecución de este proyecto se analizará la infraestructura de la televisión digital en Colombia, los parámetros técnicos y su escalabilidad hacia IPTV.

La prueba final del estudio se realizará el diseño de una red y este se validará mediante el desarrollo de una aplicación que permita la selección y programación de contenido.

Seguidamente verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de Servicio sobre redes DBV-C para el esquema ya propuesto.

Se entregará una Guía técnica que contenga los parámetros técnicos y normativos para la prestación de IPTV en Colombia.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

Entre los principales conceptos que forman parte de la transmisión de televisión, empezamos con los conceptos básicos de televisión digital, el estándar europeo DVB, IPTV y posteriormente IPv6 y calidad de servicio.

2.1.1 Televisión Digital: Es la que se representa por señales digitales no importa el medio por el que llegue esta señal, el proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor analógico/digital, el cual se encarga de comprimir la señal, almacenarla y transportarla con un mínimo uso de recursos sin degradar la calidad de la señal [7].

Los canales radioeléctricos de la Televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición "HDTV" (Televisión de Alta Definición) a cuatro programas con calidad técnica similar a la actual "SDTV" (televisión Definición Estándar).[1]

La televisión digital brinda una serie de beneficios, entre los cuales se puede mencionar: [8]

- Recepción de alta calidad.
- Incremento de oferta de programas y servicios multimedia.
- Mejora de la calidad de la imagen y del sonido
- Permite visualizar un formato panorámico de 16:9
- Se puede ofrecer un sonido multicanal, con calidad de disco compacto.
- El televisor es un terminal multimedia el cual se podrá usar para diferentes servicios de valor agregado.
- Facilita los servicios de ámbito Nacional, Regional y Local.

2.1.1.1 Características de la televisión digital

a. Robustez vs ruido: Una señal digital necesita identificarse solamente como "1" o "0" haciendo que las transmisiones digitales sean más inmunes al ruido comparadas con las transmisiones analógicas.[9]

b. Compresión de señales de video y audio en banda ancha: ITU-R (Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) recomienda la misma técnica de compresión para las señales de video y las señales de audio, denominada MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group 2) [9].

c. Técnicas de corrección de errores que no son posibles aplicar en señales análogas: En las transmisiones digitales es posible corregir errores de bit ocasionados por distorsiones en la transmisión usando técnicas de corrección de errores. [9]

d. Método idéntico para el manejo de señales de video, audio, datos y control: Las señales digitales consisten en señales de "0" y "1" bitio que se transmiten en grupos denominados paquetes dentro de los tipos de señal digital indicados. Como resultado de ello, todos los tipos de señales se pueden manejar de la misma manera. [9]

2.1.2 DVB: El DVB (*Digital Video Broadcasting*) es un organismo encargado de regular y proponer los procedimientos para la transmisión de señales de televisión digitales compatibles. Está constituido por más de 220 instituciones y empresas de todo el mundo y los estándares propuestos han sido ampliamente aceptados en Europa y casi todos los continentes, con la excepción de Estados Unidos y Japón donde coexisten con otros sistemas propietarios. Una vez definida la trama de transporte es necesario definir los sistemas de modulación de señal que se utilizarán para los distintos tipos de radiodifusión (satélite, cable y terrena), los tipos de códigos de protección frente a errores y los mecanismos de acceso condicional a los servicios y programas.¹

El DVB ha elaborado distintos estándares en función de las características del sistema de radiodifusión. Los estándares más ampliamente utilizados en la actualidad son el DVB-S y el DVB-C que contemplan las transmisiones de señales de televisión digital mediante redes de distribución por satélite y cable respectivamente. La transmisión de televisión digital a través de redes de distribución terrestres utilizando los canales VHF convencionales se contempla en el estándar DVB-T.

2.1.2.1 DVB-C: El estándar de transmisión de televisión digital por cable está basado en el DVB-S y comparte muchos aspectos comunes. Las diferencias fundamentales entre ambos estándares son que en la transmisión por cable se sustituye la modulación QPSK por una modulación 64-QAM y que no se utilizan los códigos de corrección internos. La supresión de estos códigos de protección se debe a que la relación señal a ruido que se obtiene en un sistema por cable es muy superior a la de un sistema por satélite de modo que, es suficiente con los códigos externos para garantizar una correcta recepción, exenta de errores, de los datos.

Para canales de 8MHz de ancho de banda (equivalentes a los canales cable analógicos) puede obtenerse una capacidad de unos 38.5 Mbps (usando modulaciones del tipo 64 QAM). El estándar también contempla el uso de modulaciones digitales con tasas de datos superiores 128 QAM y 256 QAM, así como modulaciones con menores tasas (16 QAM. 32 QAM).²

¹ <http://www.dvb.org/standards>

² <http://www.dvb.org/standards/dvb-c>

2.1.2.2 DVB-T: El estándar DVB-T comparte el mismo proceso de aleatorización, protección externa e interna de datos y códigos convolucionales de entrelazado que el DVB-S. La diferencia fundamental es que, en éste caso, se utiliza una modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency División Multiplexing) con un total de 1705 (modo 2K) o 8817 portadoras (modo 8K). Esta modulación permite, mediante el uso de múltiples portadoras que dispersan los datos de la trama a transmitir, operar en escenarios con un elevado índice de serial multicamino. La protección frente a este tipo de interferencias se consigue insertando intervalos de guarda entre los datos que, eventualmente, reducen la capacidad del canal. Esta reducción de la capacidad es tanto menor cuanto mayor es el número de portadoras utilizadas. No obstante, el aumento del número de portadoras incrementa la complejidad del receptor.

2.1.3 IPTV: Existen muchas definiciones de IPTV en el mundo, cada una es factible y en muchos casos, depende de puntos de vista comerciales, pero para el asunto que compete al tema de estudio de este proyecto, la definición de IPTV que se adopta es la recomendada por la ITU: "*IPTV es la denominación para los servicios multimedia de distribución de señales de televisión, video, audio, texto, gráficos y datos sobre redes basadas en el protocolo de internet (o IP por sus siglas en inglés Internet Protocol) que proveen el nivel requerido de calidad de servicio o calidad de experiencia, seguridad, interactividad y contabilidad*"³. Esta definición incluye servicios de video sobre demanda y televisión por difusión en formato digital, ya sea de definición estándar o de alta definición, que usa el protocolo de internet (IP) para su distribución al usuario final.

Otras definiciones son más amplias y agregan más servicios a los antes mencionados, como servicios de Voz sobre IP, triple play y muchos más, pero estos servicios agregados no son tema de estudio en este proyecto debido a que se concentra solo en IPTV. A continuación se describen algunas de las características más importantes de IPTV y los servicios que contienen cada una de éstas.[6]

2.1.3.1 Servicios Típicos de IPTV: El servicio IPTV plantea la utilización del protocolo IP para la entrega de video y televisión mediante redes de acceso de alta velocidad; esta implementación provee un canal de retorno hacia el operador, lo cual crea nuevas características que la televisión tradicional no posee, como interactividad y comunicación. De esta manera, IPTV integra tres grandes características: comunicación, interactividad y contenido en un solo paquete. Las características anteriormente nombradas hacen de los servicios ofrecidos por IPTV una alternativa viable y atractiva tanto para operadores como para usuarios.[10]

2.1.3.2 *Arquitectura de una red IPTV*: En términos generales, una topología de red IPTV está conformada por los siguientes elementos: en la cabecera del backbone, se instala un conjunto de servidores y equipos que conforman el "Super Head End" (ó SHE), que se encarga de recoger todo el contenido de programas y

³ AD-HOC GROUP ON DEFINITION OF IPTV. Proposed Definition of IPTV v.03. Malta: ITU, 2007. http://ties.itu.int/ftp/public/itu-t/fqiptv/readonly/20071211_Malta/Contributions/

convertirlos en el formato admisible para la transmisión por la red backbone a cada uno de los VHO's. En la cabecera de la red metropolitana, se ubican los equipos necesarios para implementar un "Video Hub Office" (VHO, por sus siglas en inglés), cuyo funcionamiento es recolectar el contenido regional de programación y convertirlo en el formato apto para su distribución a cada uno de los VSO's en una red metropolitana.

Finalmente, el "Video Serving Office" (VSO por sus siglas), que se ubica en las centrales ya determinadas por el operador tradicional dentro de toda la ciudad, es el encargado de transmitir las señales de televisión de difusión y video sobre demanda, a los equipos terminal de usuario. Estas señales son decodificadas en el domicilio por un equipo llamado Set Top Box (más conocido como STB, por sus siglas en inglés), el cual cuenta con un buffer de jitter y una capacidad de almacenamiento de contenido necesaria para las funciones TsT (Time ShiftingTV).

2.1.3.3 SHE – Super Head End: Es la primera fuente de contenido del servicio IPTV, se encarga de tomar todo el contenido de las fuentes de programación de TV, convertirlo en el formato para ser distribuido en la red IPTV y transmitirlo a los VHO [11].

2.1.3.4 VHO – Video Hub Office: El VHO es una red de nodos que agrega contenido regional o local de una antena aérea, proporcionando este contenido a una región o área geográfica que comparten preferencias en la parrilla de programación. Además, aquí se encuentran localizados los servidores de VoD y los equipos que operan los servicios de facturación, servicio al cliente, entre otros [11].

2.1.3.5 VSO – Video Serving Office: La ubicación del VSO está establecida por los operadores tradicionales para reutilizar las centrales donde operan sus redes. Su distribución se hace por toda la ciudad, de tal manera que llega a todos los usuarios posibles, replicando en forma de difusión los flujos de video que le llegan desde el VHO [11].

2.1.3.6 Set-Top Box: Es el terminal final del usuario, cumple con la función principal de decodificar el flujo de video proveniente del VSO y convertirlo en un formato visible en el televisor del usuario. Además, cuenta con el software que sirve como guía del usuario para acceder a todos los servicios IPTV, por lo tanto, se asegura de enviar las solicitudes de servicio cifradas, blindando el flujo de cualquier inseguridad, hasta llegar al SHE ó VSO dependiendo de la solicitud requerida. [11].

2.1.4 IPv6: IPv6 (Protocolo entre redes, versión 6), también conocido como IPng (Protocolo entre redes, siguiente generación) se ha propuesto y es ahora un estándar. En IPv6, el protocolo Internet se ha modificado para hacer frente al gran crecimiento de Internet. El formato y la longitud de las direcciones IP se ha cambiado junto con el formato del paquete. Los protocolos relacionados, como ICMP, también se han modificado. Otros protocolos en el nivel de red, como ARP, RARP y ICMP, o han sido borrados o se han incluido en el protocolo ICMP. [12]

2.1.4.1 Ventajas: *Espacio de direcciones mayor. Una dirección en IPv6 tiene 128 bits. Comparado con la dirección de 32 bits de IPv4, se ha incrementado cuatro veces el espacio de direcciones.*

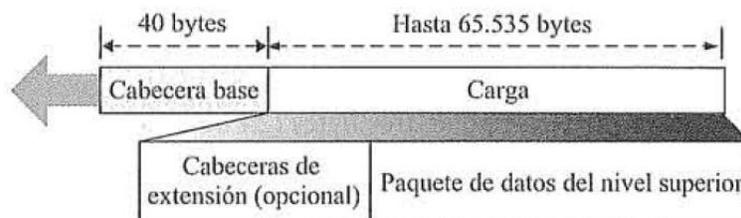
Formato de cabecera mejorado. IPv6 utiliza una nueva cabecera en la que las opciones se encuentran separadas de la cabecera base y se insertan cuando son necesarias, entre la cabecera base y los datos de nivel superior. Esto simplifica y acelera el proceso de encaminamiento debido a que la mayoría de las opciones no necesitan ser verificadas por los encaminadores.

En IPv6, el campo de tipo de servicio se ha eliminado, pero se ha añadido un mecanismo (denominado etiqueta de flujo) para que el origen pueda solicitar la gestión especial de los paquetes. Este mecanismo se puede utilizar para transmitir tráfico como sonido y vídeo en tiempo real. Más seguridad. Las opciones de cifrado y autenticación en IPv6 ofrecen confidencialidad e integridad de los paquetes [13] [16].

2.1.4.2 Formato del paquete IPv6:

El paquete en IPv6 se muestra en la Figure 1.

Figure 1 Datagrama IPV6



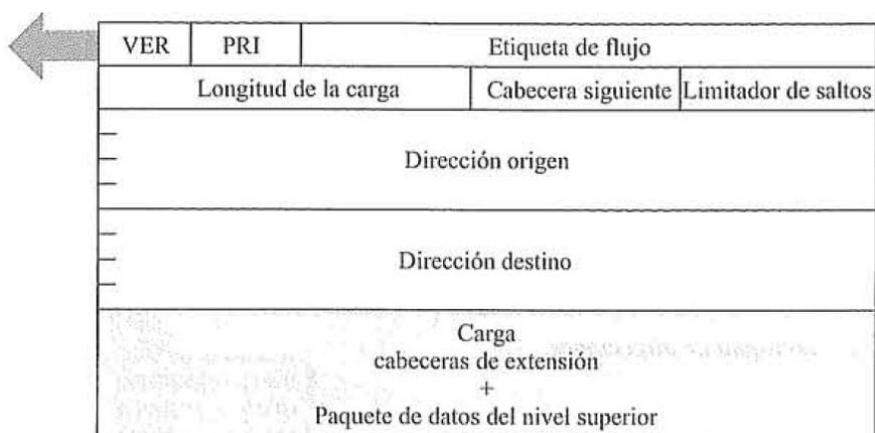
Fuente: http://pegaso.ls.fi.upm.es/arquitectura_redes/transparencias/APDO_11_14/sld016.htm

Cada paquete se compone de una cabecera base obligatoria seguida por la carga. La carga consta de dos partes: cabeceras de ampliación opcionales y datos del nivel superior. La cabecera base ocupa 40 bytes, mientras que las cabeceras de ampliación y los datos del nivel superior normalmente contienen hasta 65.536 bytes de información. Figure 1.

Cabecera Base:

La cabecera base se compone de 8 campos mostrados en la siguiente figure 2: [13].

Figure 2 Formato de un datagrama IPV6



Fuente: http://pegaso.ls.fi.upm.es/arquitectura_redes/transparencias/APDO_11_14/sld016.htm

Versión. Este campo de cuatro bits define el número de versión de IR Para IPv6, el valor es 6.

Prioridad. Este campo de cuatro bits define la prioridad del paquete con relación a la congestión de tráfico. Este campo se tratará más adelante.

Etiqueta de flujo. Este campo de tres bytes (24 bits) que se ha diseñado para ofrecer tratamiento especial para un flujo de datos concreto. Se tratará más adelante.

Longitud de la carga. Este campo de dos bytes define la longitud total del datagrama IP excluyendo la cabecera base.

Cabecera siguiente. La cabecera siguiente es un campo de ocho bits que define la cabecera que sigue a la cabecera base en el datagrama

Límite de salto. Este campo sirve para lo mismo que el campo TTL en IPv4.

Dirección origen. La dirección origen es un campo de 16 bytes (128 bits) que identifica la dirección del emisor del datagrama.

Dirección destino. El campo con la dirección destino es una dirección Internet de 16 bytes (128 bits) que normalmente identifica al destino final del datagrama. Sin embargo, si se utiliza encaminamiento desde el origen, este campo contiene la dirección del siguiente encaminado.

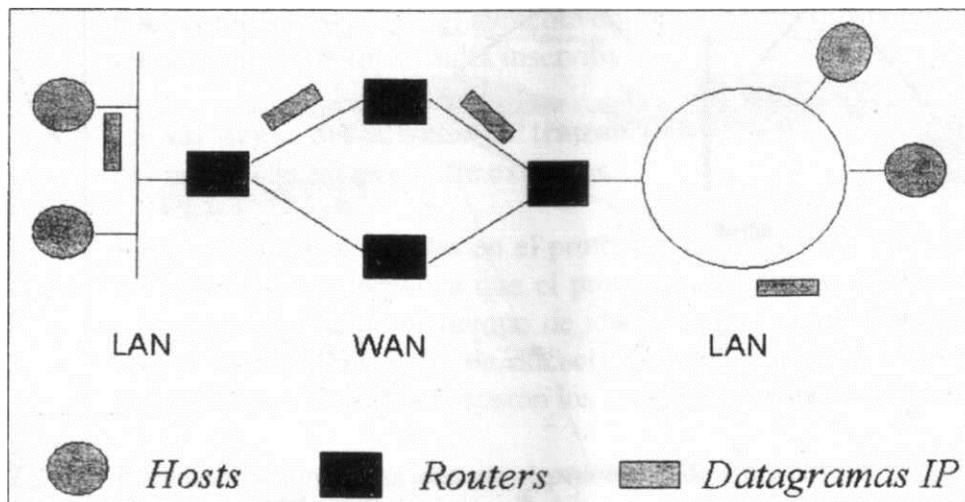
2.1.5 Calidad de Servicio: Es bien conocido el hecho de que Internet ha ofrecido y ofrece solamente un nivel de servicio: el famoso Best Effort, es decir, lo mejor que se pueda, en castellano. La demanda de servicios garantizados y controlables, así como el despliegue de las aplicaciones multimedia y de las aplicaciones con flujos isócronos, como vídeo o audio en tiempo real, entre otras, conllevan la necesidad de definir y establecer Calidad de Servicio (CdS o QoS, según se desee en castellano o inglés) en los flujos generados por dichas aplicaciones. [12].

Para los usuarios, calidad de servicio implica obtener un nivel de conexión y de servicio, en términos de rapidez, fiabilidad, rendimiento y disponibilidad, de acuerdo con las tarifas del proveedor, así como disponer de un servicio de atención al cliente, con una respuesta ágil y eficaz a sus problemas [14].

En términos generales, puede definirse la *Calidad de Servicio (QoS)* como la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico, en términos de perfil y ancho de banda, para un flujo de información dado. Más específicamente, para el caso de proveedores de dominio de red, se establece, en la *RFC 2475 (An Architecture for Differentiated Services)* que un Servicio define algunas características significativas de la transmisión de un paquete en una dirección, a través de un conjunto de una o más rutas dentro de la red. [15] [17].

En la Figure 3 se representan los elementos básicos de *Internet*: los datagramas que fluyen de forma individual entre sistemas terminales (*hosts*), encaminados por los sistemas intermedios (*routers*) y soportados sobre diferentes *redes LAN/WAN*.

Figure 3 Elementos Básicos de Internet

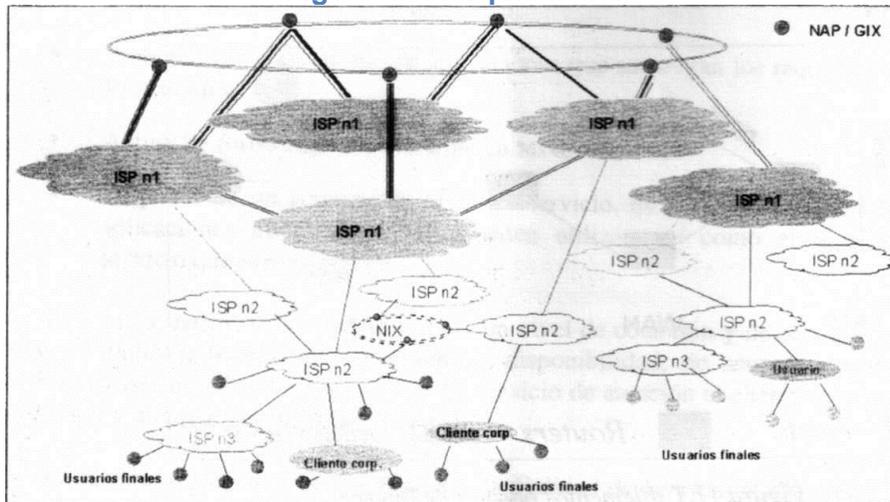


Fuente: <http://www.booki.cc/manual-diseno-web-por-gp2b/que-es-una-red/>

Los proveedores de servicio (*PSI*) son, como su nombre indica, los sistemas que proporcionan los servicios de *Internet*. Cada *PSI* tiene su red propia que cubre una determinada zona geográfica según el tipo y tamaño del mismo, formando una organización jerárquica de *PSIs* [18].

En la Figure 4 se representa esquemáticamente esta organización jerárquica y la interconexión entre los distintos proveedores.

Figure 4 Jerarquía de ISP



Fuente: <http://upcjerome.wordpress.com/>

NAP: Network Access
Point GIX: Global
Internet Exchange

2.1.5.1 Parámetros de Calidad de Servicio: En términos cualitativos la QoS está directamente relacionada con la respuesta percibida por los usuarios finales cuando acceden a la red y por el grado de satisfacción de los mismos. Si la respuesta de la red no es buena es porque hay deficiencias que impiden acomodar elevadas cargas de tráfico, puntuales o permanentes.[14]

En términos cuantitativos, la QoS se refleja, como se ha indicado, en una serie de parámetros o factores que se pueden medir y ajustar convenientemente para proporcionar un grado de servicio satisfactorio En las redes *IP*, los factores que determinan la calidad del servicio son:

- Para aplicaciones basadas en el protocolo de transporte *TCP*, cuanto mayor sea el retardo, mayor será el esfuerzo del protocolo para funcionar eficazmente, ya que la red tiene que *soportar* más datos *en tránsito*, lo que afecta así mismo a los contadores y temporizadores asociados con el protocolo. Para aplicaciones basadas en el protocolo *UDP* (típicas en tiempo real), tales como voz y vídeo, el aumento del retardo hace que la respuesta de la red sea tan pobre que resulta inservible.[14][15].
- La **variación del retardo de transmisión** (*jitter*) que es la fluctuación del retardo de tránsito entre extremos.
- El **ancho de banda** que es la máxima velocidad de transferencia de datos entre dos extremos de la red. El límite lo impone la infraestructura física de los enlaces (ésta sería la cota superior), y los flujos procedentes de otros nodos origen-destino que comparten alguno(s) de los enlaces de la ruta en cuestión.

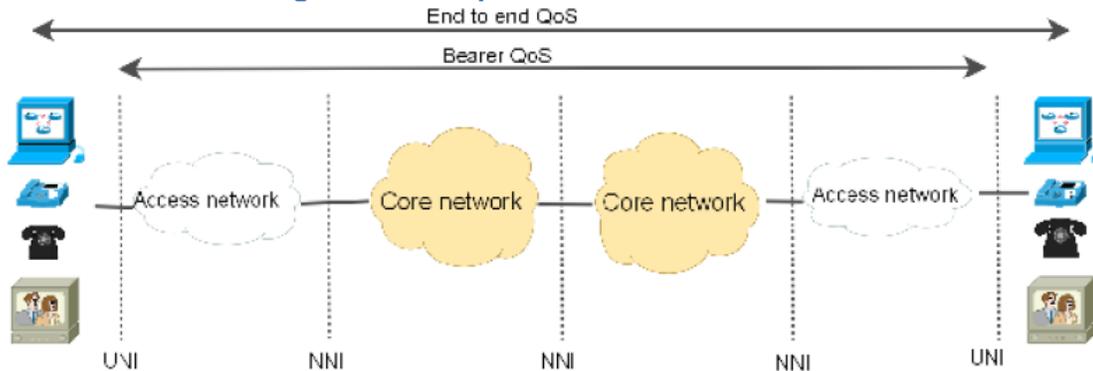
- La fiabilidad es aquella que se concibe como una propiedad del sistema de transmisión en su conjunto. En nuestro caso, se puede considerar como la *tasa media de error* de la red.

2.1.5.2 Conceptos de QoS en Redes NGN

Las redes NGN pueden soportar el desarrollo de los dos siguientes modelos [14]:

- QoS garantizada: Es el servicio de entrega de tráfico con límites numéricos en algunos o todos los parámetros de QoS.
 - QoS relativa: Es el servicio de entrega de tráfico sin límites absolutos en la administración de ancho de banda, retardo de paquetes o pérdida de paquetes.
- Existen dos tipos de definiciones de calidad de servicio en esta norma:
- QoS extremo a extremo -end to end QoS
 - QoS en el portador (red de transmisión y distribución).

Figure 5 Conceptos Genéricos de QoS



Fuente: ETSI TS 185 001 V.1.1.1 (2005-11)

Como se muestra en la figura 5, la norma TS 185 001 indica que la calidad de servicio puede ser medida ya sea de extremo a extremo o de UNI a UNI (red de transmisión y distribución).

2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

Para el desarrollo de este proyecto se deben tener en cuenta la siguiente normatividad o recomendaciones, desarrolladas por organizaciones y entes de control, tanto Nacionales como Internacionales, creadas para parametrizar el desarrollo e implementación de tecnologías y servicios concernientes en este caso a la difusión de video digital, televisión sobre IP y protocolos de internet IPv6. Los entes a tener en cuenta son los siguientes:

Internacionales:

- DVB (Digital Video Broadcasting)
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
- IETF (The Internet Engineering Task Force)
- OIPF (Open IPTV Forum)
- 6DEPLOY
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones)

Nacionales:

- MINTIC (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones)
- SIC (Superintendencias industria y comercio)
- CNTV (Comisión Nacional de Televisión) En Liquidación.
- Comisión sexta del senado
- ANTV (Autoridad Nacional de Televisión)

2.2.1 DVB (Digital Video Broadcasting): DVB-IP in the context of ETSI TISPAN NGN Este informe describe los temas relacionados con el uso de los sistemas de la Fase DVB-IP 1.3 en el contexto de ETSI TISPAN NGN Release 2. La versión 2 de las NGN ETSI TISPAN incluye el apoyo de los servicios IPTV utilizando dos enfoques - uno con un subsistema IPTV dedicado y otro basado en el uso de IMS. Se hace una comparación de DVB y las arquitecturas TISPAN y los procedimientos para la inicialización de los dispositivos de red doméstica de finalización, descubrimiento y selección de servicios y, el control de contenidos a la carta y servicios de difusión multimedia en directo [19].

2.2.2 ETSI (European Telecommunications Standards Institute): *La norma TR 102 033 V1.1.1 Marco de referencia para la entrega de servicios DVB sobre redes IP.*

Se muestra una amplia gama de especificaciones básicas con el fin de definir el uso y la aplicación de servicios DVB basados en IP. Teniendo en cuenta que DVB especifica sólo las interfaces necesarias, dejando a la industria la implementación y componentes de los sistemas, este marco arquitectónico tiene como objetivo explicar cómo diversos grupos de interfaces trabajan juntas para permitir diferentes clases de servicio [20].

La norma TS 102 685 V1.1.1 **Requerimientos de alto nivel técnico para la QoS en servicios DVB en Home Networks.** Presenta los requisitos de calidad de servicio de alto nivel para una red doméstica (HN) para la prestación de servicios bajo DVB [20].

2.2.3 IETF (The Internet Engineering Task Force): Especificación del Protocolo de Internet, Versión 6. Este documento especifica un conjunto de normas del protocolo de Internet para la misma comunidad de Internet, y solicita discusiones y sugerencias para mejorarlo. Adicionalmente se refiere a la edición actual de "Estándares de Protocolos Oficiales de Internet" (STD 1) para el estado de estandarización y estado de este protocolo. [21].

2.2.4 OIPF (Open IPTV Forum): El Open IPTV Forum ha desarrollado una solución de extremo a extremo (end-to-end) para permitir que cualquier dispositivo final, sea compatible con las especificaciones de Open IPTV Forum, para enriquecer y personalizar el acceso a los servicios de IPTV, ya sea o no en una red administrada. [22]

2.2.5 UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones): IPTV – GSI. Normatividad basada en contribuciones técnicas aportadas por importantes proveedores de servicios y fabricantes del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Estas normas han sido elaboradas por el Grupo Temático sobre IPTV, GT TVIP, del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT. ⁴

Entre los documentos elaborados por el Grupo Temático cabe señalar los que versan sobre la arquitectura y los marcos de alto nivel que necesitan los proveedores para implantar servicios de IPTV [23]. La siguiente fase de los trabajos de la UIT al respecto, la iniciativa de normalización mundial de la IPTV, IPTV-GSI, tendrá por objeto elaborar rápidamente normas sobre la base de los documentos preparados por el GT TVIP y los protocolos detallados necesarios.

Veintidós documentos relativos a distintos aspectos de la IPTV (requisitos, arquitectura, calidad de servicio (QoS)).

2.2.6 MINTIC (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones): “El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, según la Ley 1341 o Ley de TIC, es la entidad que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.” ⁵

Dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio Nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a sus beneficios. [24]

2.2.7 ANTV (Autoridad Nacional Televisión de Colombia): “A ley 1507 de 2012 crean la Autoridad Nacional de Televisión como una Agencia Nacional Estatal de Naturaleza Especial, del Orden Nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa, patrimonial, presupuestal y técnica la cual forma parte del sector de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones”. ⁶

La ANTV está conformado por una Junta Nacional de Televisión, que es apoyada por el Fondo para el Desarrollo de la Televisión _-FONTV-

⁴ <http://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>

⁵ <http://www.mintic.gov.co/index.php/ministerio-tic/entidad/nuestra-entidad>

⁶ <http://www.antv.gov.co/FAQ/QuienesSomos.html>

Su función principal es ser el principal interlocutor con los usuarios del servicio de televisión y la opinión pública en relación con la difusión, protección y defensa de los intereses de los televidentes. [25]

3. METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Es empírico analítico puesto que se utilizarán conocimientos teóricos para llevar a cabo conocimientos prácticos.

3.2 LINEA DE INVESTIGACION

Tecnologías e innovación

Sublinea: Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs)

NUCLEO PROBLEMICO

Aplicaciones de las telecomunicaciones.
Convergencia y gestión en telecomunicaciones.

4. DESARROLLO INGENIERIL

Analizar los parámetros técnicos y normativos para la prestación de televisión IP y para Televisión digital sobre DBV-C en Colombia.

4.1 IPTV INTRODUCCIÓN

Hoy en día se observa que en ocasiones se utiliza indistintamente el término IPTV con Internet Video o TV por Internet, pero son servicios diferentes, tal como se expone a continuación.

El **Video por Internet** es un servicio administrado de streaming [26] de vídeo a través de la red pública de Internet, en este segmento se encuentra YouTube, donde los usuarios pueden subir y ver vídeos de otros usuarios, persona o empresas. Estos servicios no hacen seguimiento a la producción del contenido y tienen condiciones limitadas de calidad de servicio dado que están soportadas en Internet como red de mejor esfuerzo [16].

En cuanto a **Internet TV** se tiene que es una oferta de contenido con video de alta calidad a través de Internet, y tiende a operar en la tecnología peer-to-peer. Proveedores como Joost (EEUU), ofrecen vídeo a la carta, los usuarios pueden retroceder y avanzar rápidamente vídeos de forma similar a IPTV, Joost inició con el uso de tecnología peer-to-peer y actualmente es una plataforma utilizada vía web para hosting de video de productoras de contenido; o proveedores como “Hulu” (EEUU) en el cual se pueden observar de manera gratuita series de TV y eventos especiales, como torneos deportivos ya pasados; o el caso de Zattoo (Europa) que hace streaming de TV en vivo. En estos casos hay acuerdo sobre Digital Rights Management (DRM), que previene que los usuarios finales copien o conviertan materiales con derechos de autor.

Finalmente, **IPTV** propiamente dicha corresponde según la UIT-T a “Servicios multimedia” [27] tales como televisión/video/audio/texto/gráficas/datos entregados sobre redes basadas en IP, gestionadas [28] para soportar el nivel requerido de calidad de servicio (QoS)/calidad de experiencia (QoE), seguridad, interactividad y confiabilidad”[16]. Es decir la TV lineal es una de las opciones de contenido que puede ofrecer IPTV, pero allí no radica su atractivo de cara al usuario sino precisamente en la oferta personalizada e interactiva por lo que los prestadores de servicios eligen IPTV para una amplia oferta de servicios.

Como se observa en la citada definición, el concepto de IPTV involucra diferentes servicios que se apoyan en una arquitectura funcional de red que hace uso del protocolo IP, permitiendo condiciones particulares de calidad de servicio, que ofrecen al usuario diferentes facilidades, en condiciones especificadas, entre otras, la de interactividad. Es así como a través de los servicios IPTV se pueden entregar servicios personalizados a usuarios individuales o a grupos de usuarios, los cuales son solicitados por estos últimos a voluntad propia con la posibilidad de controlar la visualización de sus contenidos (pull-content), y no porque el proveedor de servicios sea quien determine que todos los servicios IPTV que ofrece deben ser entregados a todos sus suscriptores de manera

simultánea (push-content). Este es un esquema de servicio que se soporta en redes de comunicaciones de banda ancha que permiten entregar los contenidos gestionando la experiencia del usuario, así que a nivel físico puede soportarse en redes de cobre con tecnología xDSL o en redes de fibra óptica, e incluso redes HFC que puedan entregar altos anchos de banda al usuario final.

UIT-T Rec. J.700 numeral 6.1.

La interactividad de IPTV implica la existencia de una comunicación bidireccional, de manera que el usuario pueda navegar entre menús de opciones para adquirir contenidos seleccionados por éste, así como también acceder a otras funcionalidades relativas a entretenimiento, hacer compras y obtener información específica, entre otros. Algunas de las características generales asociadas a la arquitectura funcional de IPTV [29], incluyen entre otros, los siguientes aspectos:

- Ofrecer Video, Voz y servicios de Datos a través de una infraestructura de red común, donde la arquitectura IPTV puede apoyar la entrega de múltiples servicios sobre el transporte de IP común con Calidad de Servicio (QoS); los servicios pueden ser entregados desde múltiples proveedores de servicio o de un solo proveedor.
- Ofrecer servicios de acceso en una amplia variedad de dispositivos de suscriptor (alámbricos e inalámbricos): La arquitectura IPTV debe permitir la entrega del servicio de IPTV a cualquier clase de dispositivo IPTV habilitado. Diagnóstico del sector de televisión de Colombia y consulta pública para una agenda convergente
Fecha actualización: 23/03/2012 Página 45 de 134 Revisado por Regulación de Mercados Fecha revisión: 23/03/2012 Revisión No. 3 Aprobado por: Director Ejecutivo Fecha de vigencia: 01/06/11
- Integrar múltiples servicios juntos en una interfaz común personalizada por dispositivo: Existen algunos servicios desarrollados (maduros) en las redes, tales como telefonía, video conferencia, etcétera. Se espera que el servicio IPTV se integre con los servicios existentes y se requiere que todos esos servicios sean proporcionados a través de una plataforma unificada.

En la tabla 1. Se muestra en resumen las principales características de diferentes servicios que ofrecen contenido audiovisual a usuarios, ya sea a través de Internet o de redes (xDSL o HFC) según lo expuesto por Hernández y De La Torre (2008).[30]

Tabla 1 Características de servicios convergentes de TV

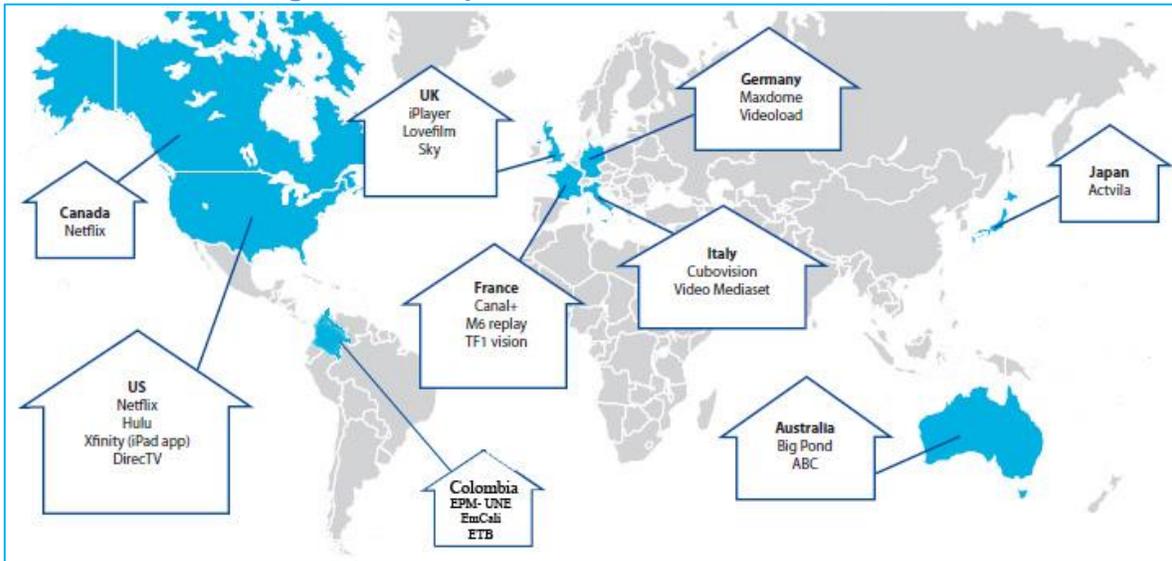
	IPTV	Internet TV	Internet Video
Examples of Operators	U-verse (AT&T) Opzioni TV (Fastweb) Orange TV (France Telecom) Imagenio (Telefonica) Now TV (PCCW)	Joost Zattoo Babelgum Akimbo	Youtube Metacafe
Users	Subscribers only; closed network	Free, ad-based service	Free, ad-based service
Services (Live TV, VOD, Interactive services)	Live TV VOD Interactive services	VOD and/or live TV and Internet in multi-task environment	Video clips only
Network	IP-based platform; Managed network	Public Internet; Peer-to-Peer	Public Internet
Video Production	Professional video only	Professional video only	Amateur/user-generated video only
Video Quality	Managed QoS MPEG 2 to MPEG 4, MSVCI	Managed QoS High – MPEG 4	Unmanaged QoS Low, but improving
Receiver device	STB with TV or PC	PC	PC
Resolution	Full TV display	Near full TV display	QCIF/CIF
Copyright	Content is protected through DRM	Content is protected through DRM	No copyright protections

Fuente: Hernández y De La Torre (2008)

IPTV resulta como una evolución natural de los Proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que tienen redes de xDSL, principalmente VDSL, sobre la cual puede desplegar ofertas con una alta calidad de servicio.

A nivel Mundial se encuentran operadores como France Telecom, Telefónica, Verizon, AT&T. De otro lado están los proveedores entrantes al mercado como Fastweb en Italia, Hanaro en Korea, e Iliad en Francia. La oferta de IPTV generalmente consiste en más de 100 canales de TV, VoD, Alta definición (HD), y opción de grabación personal (PVR). Adicionalmente se ofrecer soluciones conjuntas como la de “BT Vision” en la que el proveedor incumbente del Reino Unido ofrece de manera combinada IPTV/TDT incluyendo los canales abiertos de TV digital y contenido especializado sobre la conexión IP [31].

Figure 6 Principales ofertas de IPTV del mundo



Fuente: Informa Telecoms & media (2011) y modificada por autores con información de Colombia.

Este tipo de ofertas pueden verse como competencia directa de la distribución de TV tradicional vía cable, aunque los proveedores de redes HFC también pueden implementar plataformas de IPTV para su oferta de servicios.

Informa Telecoms & Media calcula que IPTV llegará en 2016 a 76,5 millones de hogares, más del doble de los registrados a finales de 2011 (34,3 millones). El crecimiento será posible en gran medida gracias a EEUU y la región de Asia-Pacífico. La IPTV tendrá en EEUU en 2016 el país con mayor desarrollo, con 14 millones de suscriptores. La buena penetración se deberá principalmente a la acogida de los paquetes de "triple play" que están ofreciendo los operadores de telecomunicaciones en EEUU, ello como respuesta competitiva frente a los proveedores de cable que antes dominaban el segmento de TV en dicho país.

Se proyecta que Asia-Pacífico será el territorio donde habrá más IPTV dentro de cinco años, con 25,4 millones de familias, siete millones de ellas en China, 6,4 en Japón y 4,5 en Corea del Sur. Hong Kong tendrá el mayor nivel de penetración poblacional, con un 55%, seguido por Singapur y Eslovenia, con el 54% y 45%, respectivamente [31].

En cuanto a Europa, Francia seguirá como mercado líder, con 5,1 millones de abonados frente a los 3,7 actuales. El crecimiento se ralentizará en el próximo quinquenio porque los operadores ya han aprovechado y agotado las áreas de alto crecimiento urbano.

4.2 OFERTA DE IPTV EN COLOMBIA

En el caso Colombiano se puede mencionar la oferta de IPTV de UNE EPM Telecomunicaciones, proveedor que dio inicio a la prestación de este servicio en el país en julio de 2008. Posteriormente, otro proveedor que ha incursionado en la prestación de

servicios IPTV es CLARO y a mediados del 2013 la empresa Bogotana ETB piensa en lanzar este servicio. En dichas ofertas el usuario tiene la posibilidad de contar con la guía electrónica de programación, elección de películas o programas por demanda, opción de grabación digital PVR y control de las imágenes al visualizarlas [32].

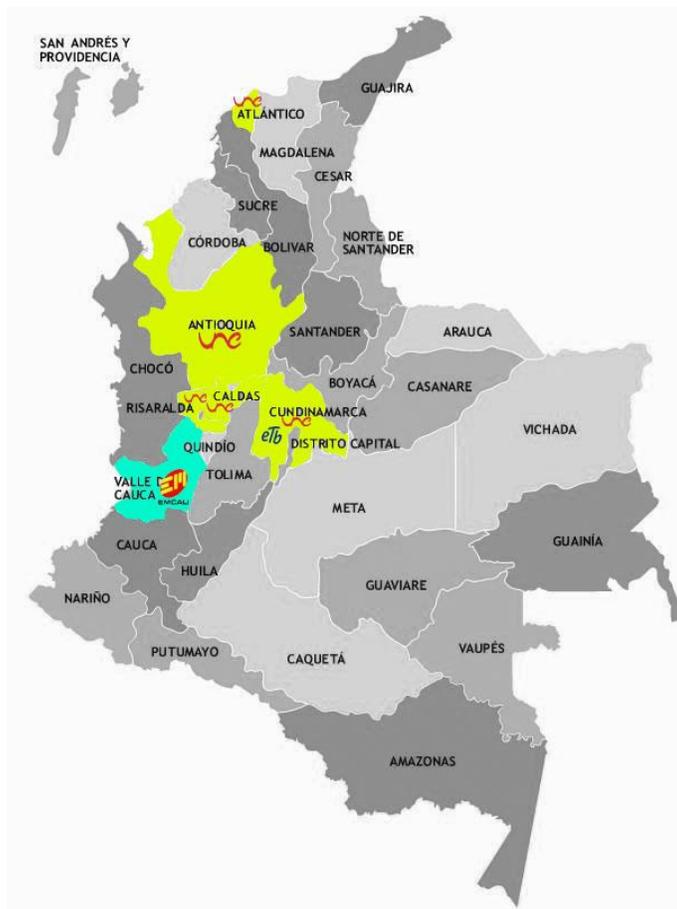
En la actualidad los operadores han mezclado las plataformas de acceso a contenidos para llegar de una mejor forma al usuario y buscar su fidelización, práctica que se conoce como "Acceso multiplataforma". En Estados Unidos en junio de 2009, COMCAST y TIME WARNER anunciaron el desarrollo de una plataforma alternativa de contenido denominada como "TV everywhere", a través del cual se puede ver contenido gratuito siempre y cuando, el usuario sea un suscriptor de TV por cable de los operadores afiliados a dicho servicio, alejándose del modelo planteado por "Hulu" para tener mayor control respecto de los contenidos distribuidos a través de sus redes de TV por cable.

Este nuevo modelo toma en cuenta que los suscriptores se han vuelto independientes del modo de acceso a los contenidos y que, por lo tanto, buscan un servicio que pagando un abono mensual pueda ser accedido desde diferentes tipos de dispositivos. En definitiva, sería una extensión natural de los servicios de televisión paga. La idea detrás de TV Everywhere es no perder a los abonados de los servicios de televisión paga, a manos de toda una nueva gama de servicios competidores [33] [34].

Un ejemplo es HBO GO, que en una primera etapa en el año 2012 estará disponible sólo para PCs, y luego se trasladará a dispositivos móviles. HBO GO estará disponible sólo para los abonados de los canales Premium del grupo, en operaciones de TV paga de la región asociadas al proyecto. Así, podrán verse a través de esa plataforma películas, eventos deportivos y series del canal. HBO GO competirá con otras opciones como Netflix y Terra TV Video Store; esta última está disponible en Brasil, Chile y Colombia pero se extenderá a otros países antes de fin de año.

La figure 7 muestra la actualidad Colombiana de las empresas prestadoras del servicio de IPTV con su cobertura por capitales de los departamentos mencionados. En este caso Une tiene la mayoría con Bogotá D.C., Medellín, Pereira, Manizales y Barranquilla. La empresa EMCALI en Cali y como lo ya mencionado ETB en Bogotá D.C en su proyecto para el 2013.

Figure 7 Cobertura de IPTV en Colombia



Fuente: Autores.

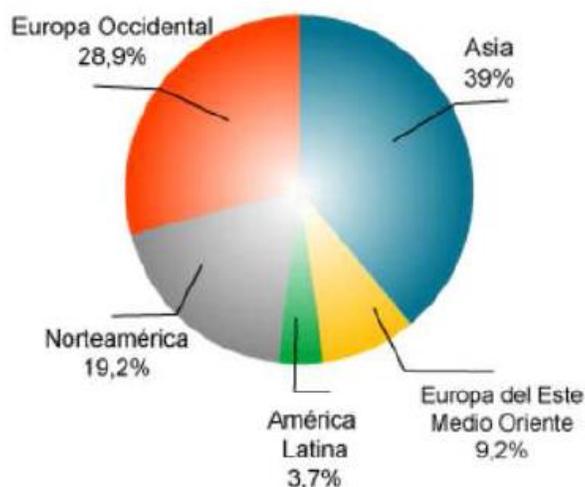
Figure 8 Menu de IPTV de EPM-UNE



Fuente: <http://www.une.com.co/hogares>

4.3 REGULACIÓN DE IPTV A NIVEL MUNDIAL

Figure 9 Uso de IPTV a nivel mundial.



Fuente: http://www.prensario.tv/Noticias/Informe_IPTV_Latinoamerica.htm

4.3.1 UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones): La UIT en sus recomendaciones UIT-T (sector de la normalización) de la serie H-200 nos presentan varias normas para la implementación de IPTV.

En 1984, el Study Group XV del CCITT ahora UIT-T estableció un grupo de especialistas en codificación de videotelefonía para desarrollar recomendaciones para transmisión de video a velocidades múltiplo de 384 kbps ($n \times 384$, con $n=1-5$). Más adelante cuando la tecnología de compresión mejoró e hizo posible transmitir video a menores tasas, se incluyeron tasas de múltiplos de 64kbps ($p \times 64$, $p=1-30$).

Las recomendaciones que surgieron se reconocieron como “infraestructuras para servicios audiovisuales”.

4.3.1.1 H.264: Se trata de una norma que define un códec de video de alta compresión, desarrollada conjuntamente por la UIT-T como Video Coding Experts Group (VCEG) y el ISO/IEC MovingPicture Experts Group (MPEG), los cuales formaron el denominado Join video Team (JVT). A pesar de que H.264 es el nombre más utilizado para esta tecnología a menudo se utilizan nombres como H26L, AVC, JVT. la UIT-T planeó adoptar el estándar bajo el nombre de UIT-T H.261 y ISO/IEC bajo el nombre de MPEG-4 parte 10 Codec de video avanzado (AVC) y de que surgió el nombre híbrido de H.264/MPEG-4 AVC.

Constituye la tecnología de compresión de nueva generación en el estándar MPEG-4, este puede alcanzar la mayor calidad posible en MPEG-2 pero la mitad de tasa binaria y sin aumentar la complejidad de diseño, H.264 permite distribuir

calidad de video excelente a través de todo el espectro posible comprendido entre 3G y la HD (desde 40kbps hasta más de 10Mbps) [35].

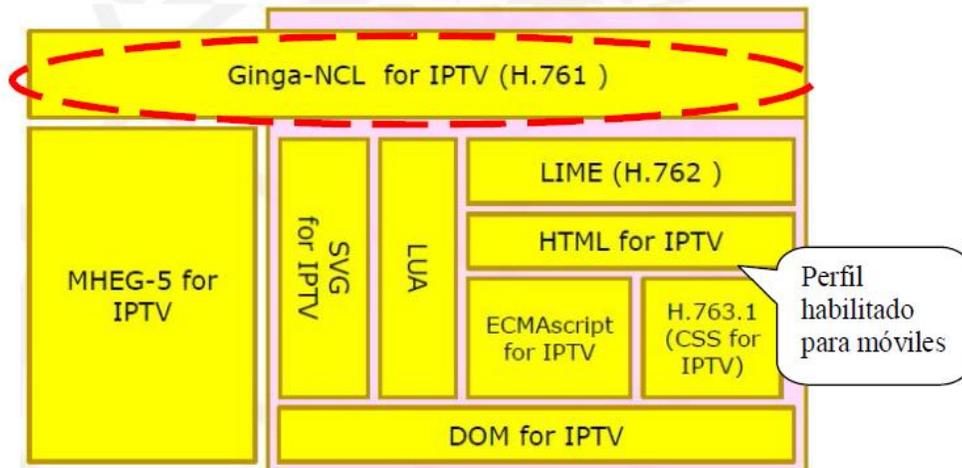
4.3.1.2 *H.760: Framework para Aplicaciones multimedia en IPTV.* Las aplicaciones multimedia destinados a un terminal que se ejecutan en una red IPTV, deben ser independientes de la plataforma, ya que los creadores de contenido y proveedores de servicio de contenidos no deberían desarrollar una aplicación específica para cada tipo de plataforma ejecutados en los dispositivos para IPTV [36].

La armonización es la clave fundamental para el desarrollo de aplicaciones y el acuerdo de normas técnicas que permitan la interoperabilidad. La MAFR(Multimedia Application Framework Recommendation) ITU-T H.760 Series, es un esfuerzo por la UIT-T para identificar y armonizar los diferentes frameworks para aplicaciones multimedia que mejor se adapten en los servicios de IPTV, del mismo modo es necesario tratar de armonizar con otras tecnologías como broadcasting, cable, internet utilizando el mismo framework. Tal es el caso del middleware GINGA que es utilizado en la Televisión Digital Terrestre y que también parte de su arquitectura es una recomendación GINGA-NCL para IPTV.

A continuación se listan las recomendaciones dentro de ITU-T H.760 Series

- H.761 – Ginga-NCL Nested Context Language
- H.762 – LIME Lightweight Multimedia Environment
- H.763.1 – CSS Cascaded Stylesheets – Perfil para móviles.
- MAFR.6 – ECMAScript para IPTV
- MAFR.10 – SVG Scalable Vector Graphics
- MAFR.14 – Lua scripting language

Figure 10 SUITE COMÚN DE INTERACTIVIDAD IPTV ITU-T H.760 SERIE [37]

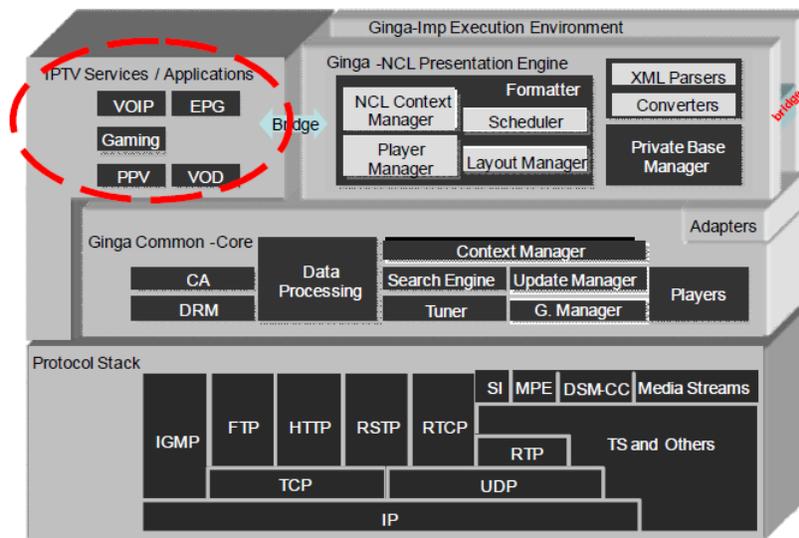


Fuente: “NCL and ITU-T's Standardization Effort on Multimedia Application Frameworks for IPTV” [ITU2011]

4.3.1.3 H.761: (Ginga-NCL), es la primera recomendación para el desarrollo de aplicaciones en los servicios de IPTV, en este caso utiliza el lenguaje NCL (Nested Context Language) como herramienta declarativa y de presentación que sintácticamente está basado en XML y LUA (lenguaje script), con el objetivo inicialmente previsto para documentos hipermedia con especificaciones web, debido al perfil habilitado para móviles su flexibilidad, reutilización y múltiples dispositivos, sobretodo la capacidad intrínseca del lenguaje para definir fácilmente la sincronización espacio-temporal entre los recursos de multimedia utilizadas.

En la figura 11 se presenta la arquitectura del middleware GINGA con una parte que es utilizado para los servicios de IPTV.

Figure 11 Arquitectura Middleware Ginga – Servicios Y Aplicaciones Para IPTV

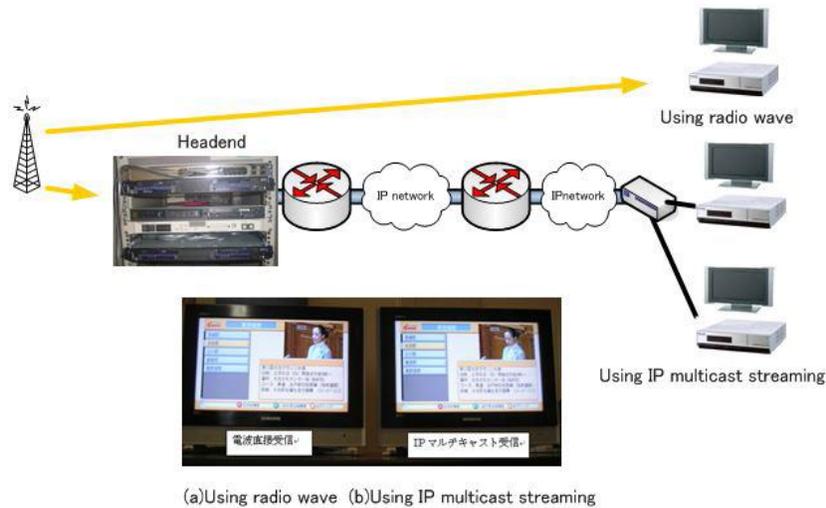


Fuente: "IPTV ITU-T". [ITU2011]

4.3.1.4 Esquema del sistema IPTV: **Desarrollada para retransmisión del estándar ISDB-T**

Según la recomendación UIT-T Rec J821, proporciona la transmisión de la señal multicanal en redes basadas en IP como FFTH (Fiber From The Home). NHK ha desarrollado una plataforma de retransmisión IPTV del estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-T. [38]

Figure 12 Pruebas De Transmisión Isdb-T En Broadcast E Ip Multicasting

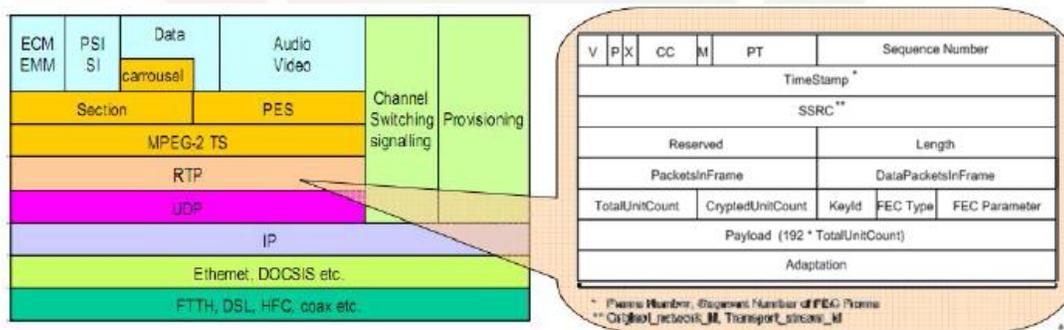


Fuente: Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T". [NHK2006].

Este Sistema IPTV adopta una pila de protocolos descritos en la recomendación UIT-T J.281 y se divide en dos partes:

1. Un grupo de capas debajo de la capa RTP (Real Time Protocol) que son los responsables de la transmisión.
2. El grupo encima de la capa de MPEG-2 TS que es el principal responsable de los servicios.

Figure 13 Pila de protocolos basado en IPTV para el sistema de retransmisión



Fuente: Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T". [NHK2006].

Se pueden observar que la cabecera RTP (Real Time Protocol) y la carga útil, utiliza FEC (Forward Error Correction), para limitar efectos de pérdidas de paquetes. En este sistema ofrece en la capa de MPEG-2 TS información redundante, por lo tanto el paquete RTP lleva no sólo la información básica de transmisión, sino también la información de FEC. [38]

- Características:
 - Incremento de retraso: alrededor de 400-600msec.
 - Integridad del servicio: Totalmente compatible con HDTV, CAS (Sistema de Acceso Condicional), Internet, subtítulo entre otros servicios.
 - Seguridad: CAS: Multi-2 64bit.

4.2.1.5 J.83: *“Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution (Sistemas multi-programa para la televisión digital, servicios de sonido y datos de distribución por cable), Recomendación UIT-T J.83 cubre la definición de la estructura de trama, codificación de canal y modulación de las señales de múltiples programas digitales para servicios de televisión, sonido y datos distribuida por redes de cable.”*⁷

La presente Recomendación tiene cuatro anexos (Anexos A, B, C y D) que proporcionan las Especificaciones para los cuatro sistemas de cable televisión digital enviadas a la UIT-T. Esto refleja el hecho de que un número de los sistemas de televisión digital por cable se había desarrollado y aplicado provisionalmente antes de que esta normalización fuera realizada por UIT.

ANEXO A de J.83

En este anexo se deriva del trabajo realizado por el Proyecto de Difusión de vídeo digital (DVB), un consorcio de más de 260 organismos de radiodifusión, fabricantes, operadores de redes, desarrolladores de software, organismos reguladores y otras personas en más de 35 países de todo el mundo se comprometieron a diseñar normas mundiales para la distribución global de la televisión digital y servicios de datos. Ha sido adoptado por el Comité Técnico Conjunto (JTC) de la Unión Europea de Radiodifusión (UER), Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) y el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) como norma europea (EN).

En él se describe la estructura de encuadre, la codificación de canal y modulación para una distribución de televisión de varios programas digitales por cable. El Sistema se puede utilizar de forma transparente con el sistema de codificación de modulación / canal utilizado para multiprograma digitales de televisión por satélite.

El sistema está basado en MPEG-2 en cuanto a codificación de la fuente y el transporte multiplexar con la adición de Forward Error Correction apropiado (FEC). Se basa en Quadrature Amplitude Modulation (QAM). Permite 16 -, 32 -, 64 -, 128-, o 256-QAM constelaciones.

⁷ UIT-T j.83 (12/2007) SERIES J: cable networks and transmission of television, sound programme and other multimedia signals Digital transmission of television signals

El Sistema de FEC está diseñado para mejorar la tasa de errores de bit (BER) de 10^{-4} y una gama de 10^{-10} a 10^{-11} , asegurando (FEC) Operación "Quasi Error Free" con aproximadamente un evento de error no corregido por hora de transmisión.

4.3.2 Estados Unidos de América: La agencia reguladora Estadounidense (Federal Communications Commission FCC) se ocupa, sin que existan a la fecha resultados consolidados, de determinar si IIPTV debe ser catalogada como un servicio de telecomunicaciones o como un servicio de información, asunto de fundamental trascendencia puesto que si se cataloga a los servicios soportados en IP como servicios de información, los prestadores de los mismos tendrían que soportar cargas regulatorias livianas, comparadas con las que se imponen a los servicios de telecomunicaciones [39].

De acuerdo con el Telecommunications Act 29 (1996) [40], los servicios de información son aquellos que ofrecen la capacidad para generar, adquirir, almacenar, transformar, procesar, recuperar, utilizar o hacer disponible información a través de las telecomunicaciones, categoría que comprende el procesamiento de datos, la interacción entre consumidores y proveedores de información, la interacción con información almacenada, el correo de voz, el correo electrónico, los programas de bases de datos y el acceso a Internet. En los servicios de información quedan comprendidos la creación, procesamiento, almacenamiento, envío, transmisión y recepción de datos entendidos como información digitalizada; lo cual incluye los servicios de acceso a Internet, correo electrónico, correo de voz, interacción entre usuarios y operador del servicio, entre otros.

Por otro lado, el Telecommunications Act establece una línea divisoria entre los servicios de telecomunicaciones y los de información, aclarando que los primeros son aquellos que comprenden la simple transmisión de señales, esto es, sin que exista un canal de retorno que permita al usuario opciones de interactividad entre éste y el operador u otros usuarios del servicio.

Dentro de este marco legal, las diferentes discusiones vigentes en los Estados Unidos respecto a la categoría bajo la cual debe enmarcarse la IPTV, evidencian que la definición de este asunto es polémica y enfrenta dos posiciones que se replican en diferentes latitudes mundiales y en sus órganos reguladores.

Por un lado, la que sostienen los cableoperadores para quienes la IPTV debe sujetarse a la misma regulación que les es aplicable y, por otro, la de las empresas de telecomunicaciones que reclaman la obsolescencia de las disposiciones del Telecommunications Act de 1996 y abogan por una regulación actualizada, dinámica y que reconozca las necesidades de los servicios que permiten las nuevas tecnologías [41].

En ese orden de ideas, desde el año 2005 y ante la necesidad de contar con seguridad jurídica y condiciones óptimas para posicionar en el mercado sus ofertas de IPTV, los operadores de telecomunicaciones de los Estados Unidos han solicitado al unísono una revisión del marco de autorizaciones vigente desde 1996, de tal forma que la regulación responda a las características propias de la IPTV, que hacen de ella una tecnología

comparable al servicio desregulado de Internet ya que llega al usuario final a través de un sistema de comunicaciones IP de doble vía, permitiendo interactividad entre el operador y el usuario e incluso entre varios usuarios del servicio.

El sistema de autorización para los servicios de video se encuentra estructurado en dos fases, pues está regulado tanto a nivel federal como a nivel municipal. De este modo, los operadores deben registrarse ante la FCC pero, adicionalmente, deben solicitar una autorización local para operar en las diferentes ciudades en las que ofrezcan el servicio. Este doble esquema de autorizaciones, bajo el cual se equiparó los servicios de video con los de televisión por suscripción, ha generado algunas ineficiencias y ha retrasado la entrada de nuevos competidores al mercado, razón por la cual ha sido sujeto a revisión por el ente regulador la FCC.

Por otro lado, es relevante recordar que respecto al servicio VoIP, la FCC ha adelantado estudios y consultas cuyos resultados arrojan una clara tendencia a considerar los servicios soportados sobre tecnología IP como servicios de información no sujetos a regulación o, al menos, a una muy liviana que permita la flexibilidad y dinámicas propias de este tipo de mercados emergentes, tendencia que representa un fuerte antecedente y sugiere una salida regulatoria a la polémica que actualmente suscita la regulación de IPTV. [41]

4.3.3 Unión Europea: La Comunidad Europea, lo primero que debe resaltarse es que existe una clara separación entre el ente regulatorio de las habilitaciones para la prestación del servicio y la regulación del contenido de los servicios audiovisuales, la cual se rige por las disposiciones de la Directiva 1989/552/CE, modificada posteriormente por las Directivas 1997/36/CE y 2007/65/CE, que, en conjunto, estructuran el marco regulatorio de las actividades de radiodifusión televisiva para los Estados miembro de la Comunidad Europea.

Dentro de este marco regulatorio, los servicios de comunicación audiovisual han sido clasificados en dos subcategorías. Por un lado, puede tratarse de un servicio de emisión de radiodifusión televisiva (lineal) que incluye los servicios de radio y televisión tradicionales; y, por otro, de un servicio de comunicación audiovisual a petición (no lineal), es decir, aquella en la que el usuario decide cuándo recibe la transmisión de un programa específico que él mismo selecciona a partir de una serie de contenidos que provee el operador del servicio, como ocurre con el servicio de video bajo demanda. Para estos servicios de comunicación audiovisual no lineal, se establece una menor carga regulatoria en la medida en que su estructura lógica y técnica permite al usuario tener un mayor control sobre los contenidos y la prestación del servicio.

Pese a lo anterior, no existe entre los países de la Unión Europea un consenso respecto a cómo aplicar los lineamientos de la Directiva 1989/552/CEE y sus posteriores modificaciones. En ese sentido, pueden observarse claras diferencias en las conclusiones a las que han llegado los diferentes organismos reguladores, a pesar de encontrarse todos vinculados por un mismo marco normativo de alcance Europeo.

Para ilustrarlo, es importante mencionar que, por ejemplo, mientras por un lado la autoridad reguladora del Reino Unido considera que no es conveniente trasladar las cargas regulatorias de la Directiva Europea a los servicios audiovisuales no lineales, pues estos deben disfrutar de las libertades que permite la Directiva de comercio electrónico; por otro lado, en Francia existe un enfrentamiento entre el Consejo Superior Audiovisual que aboga por extender las restricciones de la Directiva Europea a los servicios no lineales y la Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas y Postales, que sostiene una posición más cercana a la del regulador inglés. En medio de esta discusión, no existe consenso en Francia respecto al cual de las dos autoridades debe regular IPTV a nivel Nacional. [42]

En la tabla 2 se puede ver que pasear de la existencia de un marco normativo Europeo existen diferencias entre los miembros de la Unión Europea con respecto si IPTV es un servicio de radiodifusión u otro tipo de servicio, así como la regulación que le debe ser aplicable. [43]

Tabla 2 Regulación Europa

<p>ALEMANIA</p> 	<p>IPTV es catalogada como un servicio de radiodifusión y se le aplica el marco regulatorio de estos servicios. La definición de radiodifusión es muy amplia. Es definida como (presentación y distribución de señales de audio y video, de cualquier tipo, para ser recibidas por el público en general, usando ondas electromagnéticas, bien con tecnologías inalámbricas o cableadas).</p>
<p>AUSTRIA</p> 	<p>IPTV no recibe el tratamiento de servicio de radiodifusión, debido a que requiere de interacción entre la red y el cliente para establecer el canal de transmisión. Solo las tecnologías en las cuales basta encender un dispositivo para recibir directamente el contenido son consideradas tecnologías de radiotransmisión. Se trata de un servicio de contenidos que se envía a través de un servicio de comunicaciones electrónicas como lo es internet.</p>
<p>BELGICA</p> 	<p>No existe un tratamiento regulatorio específico para IPTV, al cual se le da un tratamiento de servicio de radiodifusión.</p>
<p>DINAMARCA</p> 	<p>No existe un marco regulatorio específico para IPTV.</p>
<p>ESPAÑA</p> 	<p>La regulación en este país examino varios componentes del servicio para IPTV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicios de contenidos e interactividad, que son servicios de comunicación electrónica regulados bajo la Ley General de Telecomunicaciones del 2003. Sin embargo, por ser de mercados emergentes no se impusieron obligaciones específicas. • Televisión digital, la provisión de este servicio está sujeta a la regulación de los servicios de radiodifusión, requiriéndose una licencia específica de distribución. <p>El servicio de IPTV no fue discutido dentro del análisis de mercados llevado a cabo por la CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones).</p>

FINLANDIA 	IPTV no se enmarca dentro del marco regulatorio de servicios de radiodifusión. De acuerdo con el <i>Act on Radio and Television operations de 1998</i> , no se requiere de una licencia individual para la prestación del servicio debido a que la red pública de telecomunicaciones no es equiparable a la red terrestre de comunicaciones masivas, de conformidad con el <i>Communications Market Act del 2003</i> .
FRANCIA 	No se ha establecido un marco regulatorio específico para IPTV. de acuerdo con el Consejo Superior Audiovisual, IPTV es considerado como un servicio de radiodifusión, mientras que para la Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas y postales, se trata de un servicio de telecomunicaciones prestado a través de internet.
IRLANDA 	No existe un marco regulatorio específico para IPTV. Los operadores de IPTV solo requieren una autorización general para prestar el servicio. Si solo se transmite contenidos ya existentes y no existe actividad de producción audiovisual vinculada, no se requiere licencia de radiodifusión.
REINO UNIDO 	OFCOM a expresado su preocupación respecto a la extensión de la regulación de radiodifusión a un mucho más amplio rango de nuevos servicios mediáticos que son muy diferentes al servicio tradicional de televisión tanto en su naturaleza como en la manera en que son consumidos por el usuario.

Fuente: Directiva 2009/140/CE del Parlamento Europeo de 25 de noviembre de 2009, Diario Oficial de la Unión Europea del 18/12/2009

En presencia de regulaciones Nacionales tan disímiles y de la ausencia de un consenso Internacional respecto a qué tipo de servicio se presta a través de la IPTV, el análisis de la experiencia comparada no permite elaborar ninguna conclusión respecto a una clara o por lo menos mayoritaria decisión sobre la categorización de esta tecnología. Sin embargo, lo que sí es posible concluir es que en cada caso la definición de este asunto ha dependido de las condiciones muy particulares de cada país, de las características y estructuras propias de sus mercados y de la voluntad de las diferentes autoridades regulatorias Nacionales para actualizar los aspectos de sus ordenamientos internos que se muestran obsoletos frente a los desarrollos que representan nuevas tecnologías como la IPTV [43].

4.3.4 *Asia*: El panorama regulatorio no es diferente para el continente asiático, en donde las autoridades regulatorias o bien no se han ocupado del tema o también se encuentran debatiendo si IPTV debe regularse como un servicio de radiodifusión o de telecomunicaciones, con las diferentes implicaciones que la impactarían en uno u otro caso. Para ilustrar el gran debate que existe al respecto, en India, por ejemplo, actualmente la industria de IPTV se encuentra desregulada y las empresas de telecomunicaciones solicitan que la prestación de los servicios que permite esta nueva tecnología se autorice bajo el esquema del acuerdo de Licencia Unificada de Acceso al Servicio, mientras que la industria de televisión por suscripción sostiene que el marco regulatorio de IPTV debería ser el que aplica a los servicios de televisión cableada cerrada (Cable Television Networks Act). La autoridad reguladora India no ha asumido aún ninguna postura al respecto [44].

Tabla 3 Regulación Asia

<p>COREA DEL SUR</p> 	<p>Aún no se permite a los operadores de servicios de telecomunicaciones lanzar ofertas de servicios IPTV y sólo han sido autorizados para la prestación del servicio de video bajo demanda. Entre tanto, las autoridades de regulación aún discuten acerca de a quién es competente para regular los servicios que se prestan a través de IPTV.</p>
<p>CHINA</p> 	<p>El desarrollo de IPTV en China también se ha situado en el campo de la discusión entre la industria de las telecomunicaciones y la de audiovisuales. Para evitar esta confusión, el Consejo de Estado Chino expidió un decreto en 1999 que mantenía estas dos áreas separadas prohibiendo su convergencia. Sin embargo, la presión de los operadores y los usuarios permitió que se extendieran las licencias de algunos operadores de servicios de telecomunicaciones para permitirles la prestación de servicios a través de IPTV.</p> <p>El esquema regulatorio Chino se ha mostrado bastante ineficiente y costoso para los operadores y usuarios finales, puesto que el operador interesado en prestar servicios IPTV debe obtener varias licencias ante las autoridades estatales. Por un lado, requiere la autorización de la Agencia Estatal para Radio, Cine y Televisión y, adicionalmente, debe solicitar también licencia al Ministerio de la Industria de la Información, debido a que IPTV no es considerado únicamente como un servicio audiovisual, sino también como un servicio de valor agregado.</p>
<p>JAPON</p> 	<p>Es relevante mencionar la experiencia de Japón, en donde existe una separación regulatoria entre las actividades de transporte de señal y provisión de contenidos. Dentro de este marco, la transmisión de contenidos audiovisuales IP se enmarca en la categoría de servicios de comunicación y no de radiodifusión.</p>

Fuente: Telecom Regulatory Authority of India, Julio 3 de 2009 y IPTV News.

4.3.5 Latinoamérica

A nivel de Latinoamérica, a pesar que los operadores de servicios de telecomunicaciones han hecho públicas sus intenciones de ofrecer servicios IPTV, se observan escasos intentos por establecer un marco regulatorio claro para la prestación de los mismos. Adicionalmente, se replica en los países de Latinoamérica que han iniciado a abordar el asunto, el álgido debate presente internacionalmente respecto a si los servicios que permite la tecnología IPTV deben ser regulados como servicios de telecomunicaciones o de televisión, lo cual conduce a concluir una vez más que, lejos de ser un tema pacífico sobre el cual existan claras directrices, sigue tratándose de un asunto en continua discusión, que debe construirse bajo el marco de las características particulares de cada país, de las condiciones de sus mercados, y de sus propios marcos legales y regulatorios.

4.3.5.1 Argentina: En el caso de Argentina, por ejemplo, la autoridad reguladora no ha hecho público aún ningún lineamiento regulatorio respecto a este tipo de servicios y, de acuerdo con el marco jurídico vigente desde finales de los años sesenta, los operadores de servicios de telecomunicaciones no se encuentran autorizados para prestar servicios de televisión abierta o cerrada.

La Justicia de Argentina suspendió la vigencia de la ley de Servicios de Comunicación Audiovisual que permitía el ingreso de las Cooperativas de servicios públicos al mercado de la TV. La decisión es consecuencia de una denuncia que presentó en diciembre el diputado Enrique Thomas por irregularidades en la sanción de la norma. Desde que se aprobó la Ley varias cooperativas del país dieron a conocer sus intenciones para dar IPTV. Por enumerar sólo algunas: Usina Popular Cooperativa

Sebastián de María, en la localidad balnearia de Necochea; Telviso, cooperativa telefónica de la ciudad de Del Viso; Telpin, de Pinamar; Cotacal, de El Calafate; entre otras.

4.5.5.2 Perú: Otro es el caso de Perú, donde el regulador OSIPTEL anunció que el año 2009 estaría marcado por los retos que imponen las tecnologías en convergencia y entre ellos, señaló la necesidad de definir la política regulatoria aplicable a la VoIP y a IPTV. Al respecto, el órgano regulador adelantó que el marco regulatorio será actualizado con fundamento en la neutralidad tecnológica como principio rector y diseñando esquemas regulatorios flexibles para la promoción de los servicios que se prestan a través del protocolo IP [45]

Bases del principio de neutralidad de Peru:

_ En virtud del cual las entidades explotadoras de telecomunicaciones que sean titulares de concesiones o autorizaciones para prestar dos o más servicios de telecomunicaciones en forma simultánea, están obligadas a llevar contabilidad separada de sus actividades. (artículo 37° del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por D.S. N° 013-93-TCC).

_ Por el cual el concesionario de un servicio de telecomunicaciones, que es soporte de otros servicios o que tiene una posición dominante en el mercado, está obligado a no utilizar tales situaciones para prestar simultáneamente otros servicios de telecomunicaciones en condiciones de mayor ventaja y en detrimento de sus competidores, mediante prácticas restrictivas de la libre y leal competencia, tales como limitar el acceso a la interconexión o afectar la calidad del servicio. (Artículo 9° del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por D.S. N° 006-94-MTC)/ (Artículo 8° del Reglamento de Interconexión, aprobado por la Resolución N° 001-98-CD/OSIPTEL).

_ El OSIPTEL velará por la neutralidad de la operación de las empresas bajo su ámbito de competencia, cuidando que estas no utilicen su condición de tales, directa o indirectamente, para obtener ventajas frente a otras empresas

operadoras de servicios de telecomunicaciones o frente a usuarios, de conformidad con el artículo 38° de la Ley (TUO de la Ley de telecomunicaciones). No obstante ello, el OSIPTEL deberá cuidar que su acción no restrinja innecesariamente los incentivos para competir por inversión, innovación o por precios. (Artículo 4° del Reglamento General de OSIPTEL, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2001- PCM) [46].

-Por la aplicación de este principio, el concesionario de un servicio de telecomunicaciones que es soporte de otros servicios o que tiene una posición dominante en el mercado, está obligado a no utilizar tales situaciones para prestar simultáneamente otros servicios de telecomunicaciones en condiciones de mayor ventaja y en detrimento de sus competidores, mediante prácticas restrictivas de la libre competencia. (Memoria Anual de OSIPTEL, 2001).

-El titular de la infraestructura de uso público debe otorgar al operador de servicios públicos de telecomunicaciones que solicita el acceso y uso compartido a su infraestructura, el mismo tratamiento que se procura a sí mismo, que otorga a su filial o empresa vinculada, en condiciones iguales o equivalentes. (Artículo 7° de la Ley N° 28295, Ley que Regula el Acceso y Uso Compartido de Infraestructura de Uso Público para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones).

°Obligación de interconexión,

Si la empresa concesionaria recibe una solicitud de interconexión de otro prestador de servicio portador o servicio final que tiene una concesión o autorización vigente, la empresa concesionaria estará obligada a interconectar su red telefónica pública con la red de otro operador, de acuerdo con los principios de neutralidad, no discriminación e igualdad de acceso, conforme a los términos y condiciones acordados de buena fe, entre ellos; considerando que la empresa concesionaria quedará relevada de su obligación de negociar o celebrar un contrato de interconexión con el prestador que lo solicite en caso que:

_ Dicho contrato está prohibido por las normas legales vigentes

_ La concesión o autorización otorgada al otro prestador no contemple la interconexión propuesta.

_La interconexión solicitada no sea posible como resultado de las especificaciones técnicas dictadas por el Ministerio u Osiptel.

_ Tal interconexión ponga en peligro la vida, seguridad, lesione o dañe a la propiedad de la empresa concesionaria, o afecte la calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones que presta la empresa concesionaria.

4.3.5.3 Chile: *Por su parte, SUBTEL, la autoridad reguladora de Chile, tampoco ha expedido un marco regulatorio para los servicios que se prestan a través de IPTV y mientras se define si los mismos comparten la naturaleza de servicios de telecomunicaciones o deben asimilarse al servicio de televisión, se observa un claro precedente relevante para la materia que es el documento de política regulatoria para el servicio VoIP, publicado para consulta pública en 2009. Este documento evidencia que en la regulación Chilena existe una clara tendencia a considerar como servicios de telecomunicaciones aquellas situaciones en las que al menos una de las partes de la comunicación usa redes de conmutación de paquetes. Por otro lado, VoIP está siendo regulado desde el año pasado. El regulador Chileno de telecomunicaciones, se convirtió en el primer regulador en Latinoamérica en publicar normativas sobre VoIP debido a que vio la necesidad de formalizar lo que se estaba convirtiendo en un servicio ampliamente utilizado.*

Las regulaciones exigen a los operadores de VoIP postular a una licencia, solicitar numeración, entregar acceso a números de emergencia, estandarizar prácticas de facturación, permitir interconexión técnica con otros operadores y mantener el registro de los llamados por un período para ayudar a las autoridades en investigaciones criminales de ser necesario [46].

4.3.5.4 Brasil: La experiencia regulatoria más avanzada sobre IPTV en Latinoamérica es quizás la de Brasil. ANATEL, su autoridad reguladora, decidió liberalizar la prestación de servicios de IPTV con fundamento en la Ley de la Convergencia de las Comunicaciones Digitales y, actualmente, los operadores de telecomunicaciones no encuentran barreras para estructurar modelos de negocio que incluyan esta nueva tecnología.

En Brasil, como en otros países, la reforma en el sistema trajo innumerables beneficios para el país. La Ley General de Telecomunicaciones, así como las demás Políticas Públicas, crearon una moderna estructura en la organización de los servicios, garantizando su expansión y desarrollo. Además, es destacable que los pilares del modelo Brasileño (competencia y universalización) todavía son observados, no siendo necesaria ninguna alteración en el marco legal en la actual coyuntura. Sin embargo, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) viene estudiando posibles actualizaciones en el marco regulatorio brasileño, de manera a adecuarlo a este nuevo escenario que se vislumbra, basado, sobretudo, en la convergencia tecnológica y en el acceso masivo a la banda ancha.

El escenario pretendido para el sector de las telecomunicaciones en Brasil en los próximos años estará basado en el eje central de las acciones de la Agencia estará en el aumento de la *amplitud y capilaridad del acceso a la banda ancha*, donde la competencia, inclusive en relación con las redes, deberá ser el medio que garantice esta masificación del acceso.

Los estudios llevados a cabo por ANATEL consideraron los Principios Regulatorios, basados en los dispositivos presentes en la Ley General de Telecomunicaciones y en las Políticas Públicas para el sector definidas por el Gobierno, que orientan la actuación de la Agencia y que también canalizarán su actuación en los próximos años. En la figure 14 siguiente está detallado el actual contexto Brasileño de las telecomunicaciones, considerando la perspectiva histórica del sector en su aspecto de evolución de la industria, de las inversiones, de los servicios y del marco regulatorio.

Además, se hizo un análisis comparativo de la situación actual en Brasil y en otros países similares a su realidad, dónde fueron considerados aspectos como la calidad de los servicios, evolución de puestos de trabajo y capacitación profesional, competencia, amplitud de los servicios, incluso de banda ancha y desarrollo industrial y tecnológico [47].

Figure 14 Estructura del Plan General para la actualización de la Reglamentación de las Telecomunicaciones en Brasil.



Fuente: Ley General de Telecomunicaciones Anatel 2010.

Luego fueron realizadas proyecciones para el sector de telecomunicaciones en Brasil en el corto, mediano y largo plazo. Fueron identificados los siguientes diagnósticos y prospectivos:

- Las acciones que orientarán las acciones de ANATEL tienen como principal beneficiario el USUARIO de los servicios de telecomunicaciones, tanto en relación con la calidad percibida como en la reducción de las barreras al acceso y al uso de los servicios, y oferta en áreas rurales a precios módicos.
- La COMPETENCIA es vista como el principal motor del desarrollo de las telecomunicaciones para el periodo próximo. Así, las acciones de la Agencia deberán centrarse en el fortalecimiento de los grupos existentes y también en el incentivo al surgimiento de nuevos grupos, de pequeño, mediano o gran tamaño.
- La masificación de la banda ancha es imprescindible para garantizar acceso al contenido multimedia y, consecuentemente, traer posibilidades de inclusión social y superación de la brecha digital.

Los diferentes gobiernos latinoamericanos y también del resto del mundo aún no tienen bien clara la regulación que en ámbito se le dará a la IPTV, pues cada país debe definir si es un servicio de difusión bajo el concepto de lo que conocemos como televisión o si es contenido por internet.

Una de las regiones que más ha avanzado en la discusión sobre este tema es Europa, aunque no de manera unificada. Algunos países, como Francia, Holanda, Reino Unido y Dinamarca, cada uno con regulación distinta, consideran que es difusión, mientras que Finlandia, al que se suma Australia, considera que IPTV no es televisión, reporta "TV y Video".

En particular, en América Latina, esta discusión apenas comienza a mencionarse, pero sin ningún caso concreto de regulación ni definición. El primer país en proponer una regulación sobre el tema es Colombia. Actualmente, ésta es la discusión que se sostiene entre la Comisión de Regulación en Comunicaciones (CRC) y la Autoridad Nacional de Televisión (ANTV).

En Colombia actualmente la IPTV es considerada video no lineal, se quieren demostrar a nivel mundial que Colombia es un país que pueden liderar estas discusiones en la región. Pero al mismo tiempo se tiene que tomar en cuenta que en diciembre de 2011, se aprobó en Colombia la Ley de neutralidad de internet, que prohíbe la discriminación de contenidos en internet para efectos diferentes a proteger la seguridad en la red, como pasa en Estados Unidos, por lo cual se hace más urgente una discusión al respecto.

4.4 REGULACION DE IPTV EN COLOMBIA

Vale la pena tener en cuenta que en la Ley 1507 de 2012 en la distribución de funciones a la Comisión de Regulación de Comunicaciones de acuerdo al Artículo 12 se le atribuyó la función de Clasificación del servicio de televisión, para mantener el sector actualizado con el desarrollo de los servicios y los avances tecnológicos. Por lo cual se está pendiente de la clasificación que se le realice al servicio de IPTV que no se encuentra mencionado en la Ley 1507, pero que concepto emitido por la CRC en la Resolución 2116 de 2009 al respecto, que también hace parte de las consideraciones y justificación del Acto Legislativo Número 011 de 2010 Senado – 118 de 2010 Cámara *"Por el cual se deroga el artículo 76 y se modifica el artículo 77 de la Constitución Política de Colombia"*⁸

La CRC, conceptualiza el servicio de IPTV, donde se indica que: "(...) Las Funciones de Entrega de Contenido (FEC) antes referenciadas, hacen que los contenidos no lleguen de manera directa a los suscriptores que están conectados a la red, sino solo cuando son solicitados explícitamente a voluntad del usuario. Es aquí donde las funciones de aplicación y control de servicio, permiten la personalización del contenido para cada cliente a través del uso de una base de datos, de manera que el usuario pueda seleccionar los contenidos que desea ver, descargar, grabar o publicar [48].

⁸ Ministerio de Comunicaciones. Documento "Alcance de los servicios de valor agregado y telemáticos respecto de los servicios básicos y en particular de los servicios de TBPC". Abril 2006.

El envío de los contenidos se realiza a través de técnicas de streaming en las que se tiene la posibilidad de controlar la visualización de sus contenidos (reproducir, detener, adelantar, etcétera), es decir, los contenidos se entregan previa demanda del usuario y este puede controlar la forma y oportunidad de recibirlos. Existen por lo tanto grandes diferencias desde el punto de vista técnico y operativo entre el servicio de televisión por suscripción y los servicios que involucra el concepto de IPTV. En el caso del servicio de televisión por suscripción los contenidos se distribuyen a través de tecnologías que permiten que el contenido se transmita en forma directa y por solo una vez a través de una red de difusión para que este pueda ser recibido de manera simultánea por todas las estaciones de usuario y este, no tiene control sobre la manera de recibirlo (reproducir, detener, adelantar, etcétera). Por el contrario en el caso de los contenidos de video bajo demanda, se utilizan técnicas de enrutamiento *unicast*, es decir, no es posible compartir el mismo flujo entre diferentes usuarios, dado que es el usuario final quien ejerce el control sobre la solicitud y la reproducción del contenido a través de la comunicación bidireccional con la red. Es de anotar que aunque dentro de los servicios de IPTV pueden llegar a tenerse aplicativos que utilizan enrutamiento *multicast*, los mismos en todo caso continuarán siendo solicitados y controlados por el usuario final a través de las Funciones de Entrega de Contenido (FEC) antes indicadas.

Ahora bien, de acuerdo con las definiciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones o UIT en la materia, se tiene que la teledifusión y la radiodifusión implican una forma de telecomunicación unidireccional, destinada a un gran número de usuarios, condición que a su vez es contemplada en la definición de servicios de difusión de la normatividad Colombiana, la cual especifica que la comunicación se realiza en un solo sentido a varios puntos de recepción en forma simultánea. Por lo tanto, al tomar como referencia las funciones que debe cumplir la arquitectura de red de servicios IPTV descrita previamente, resulta claro que las características de estos últimos no se ajustan a la unidireccionalidad inherente a los servicios de difusión y, por lo tanto, los servicios IPTV no se ajustan al alcance definido por la Ley para los servicios de televisión en Colombia.

Esta situación resulta concordante con los argumentos expuestos en el escrito de revocatoria parcial en relación con la “Televisión por Internet”, según el cual, al ser el usuario quien determina la transmisión del contenido desde un portal y no el proveedor de contenido, no se encuentra frente a un servicio de televisión dado que no realiza teledifusión en los términos de la Ley 182 de 1995 y de las definiciones de la UIT. Este planteamiento se contradice con la afirmación hecha por la solicitante, cuando indica que “IPTV constituye una nueva tecnología de telecomunicaciones y teledifusión”, pues como se deduce del análisis adelantado, los servicios IPTV tienen características distintas a las de los servicios de difusión. [48]

(...) Así las cosas, tal como se indicó anteriormente, las funcionalidades que han sido establecidas por la UIT para los servicios que ese organismo incluye dentro del concepto de IPTV, implican que el operador de servicios de telecomunicaciones adelante procesos lógicos sobre los contenidos que posibilitan mejoras, adiciones o cambios en los mismos (tales como reproducción, grabación, publicación, comunicación entre usuarios, entre

otros) que hacen que el servicio claramente brinde a los usuarios facilidades ampliamente diferenciables de servicios básicos como el de portador, e incluso del servicio de televisión. En este sentido, es evidente que las características anteriormente referenciadas asociadas a los servicios de IPTV no se acompañan con la definición de los servicios de difusión contenida en el artículo 29 del Decreto Ley 1900 de 1990, ni en las definiciones vigentes de la UIT en materia, las cuales involucran la transmisión en un solo sentido a varios puntos de recepción de forma simultánea, así como tampoco al concepto de televisión que la Ley 182 de 1995 incluye en el inciso segundo de su artículo 1º. De acuerdo a lo anterior el servicio de IPTV y teniendo en cuenta que nos encontramos en una economía de libre mercado y que uno de los logros más relevantes del Gobierno Nacional fue la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos que empieza a regir a partir del 15 de Mayo del presente año, por tanto nuestro marco regulatorio debe propender por lograr los objetivos trazados por los gobiernos para el caso específico de Estados Unidos la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones).

Televisión Bidireccional, ha considerado que la televisión por suscripción y la IPTV son servicios distintos por tanto la regulación es diferente, en este sentido Colombia debe buscar la homologación con los mercados que marcan la tendencia en contenidos audiovisuales a nivel mundial.

Esta disposición que en el papel puede tener un fin ideológico más que deseable, en la práctica podría representar dificultades en su cumplimiento; considerando la gran barrera de entrada al mercado que constituye, implementar el despliegue de red en zonas remotas o con cubrimiento deficiente; despliegue indudablemente incentivado por la demanda del servicio, por lo que imponer criterios distintos a dicha demanda, asimilaría la televisión por suscripción a un régimen subsidiado más propio de los servicios públicos domiciliarios.

Por otra parte, el proyecto de acuerdo fija el cobro de una compensación equivalente al 7% del total de los ingresos brutos mensuales del operador por la prestación del servicio de televisión por suscripción -actualmente de un 10%- que se deberá reducir hasta un 3% a más tardar al primero de enero del año 2011. Estos ingresos incluyen la prestación de servicios técnicos (afiliaciones, derivaciones, traslados, reinstalaciones, reconexiones), publicidad, cargos básicos, programas especiales, pague por ver, y pagos periódicos o sucesivos asociados al servicio.

Es importante anotar, que de conformidad con el acuerdo 005 de 2009 de la CNTV, cuando se habla de ingresos por publicidad, se deben adicionar los derivados de los comerciales que se incluyan en sus canales de producción propia, o los que inserte directamente el concesionario en cualquiera de los demás canales que distribuya.

Esto de paso finaliza la controversia que existía con respecto a si la norma obligaba a los concesionarios de televisión por suscripción a incluir dentro de sus ingresos brutos las sumas recibidas por los canales internacionales que comercializan pauta publicitaria a los anunciantes nacionales; quedando claro que mientras la pauta no se contrate

directamente con el concesionario, esta no deberá contabilizarse dentro de sus ingresos brutos.

Se puede deducir que la unión de diferentes tecnologías como lo son IPTV, DVB-C e IPV6 es una buena oportunidad para la prestación de un servicio ideal para los Colombianos que buscan una opción de televisión con QoS e interactuar con la misma, para que esto se haga realidad, primero que todo las entidades regulatorias pertenecientes al Ministerio de Telegnologias de la información y las telecomunicaciones tienen que llegar a un acuerdo de cómo se regulara en Colombia ya sea adoptando un modelo internacional o examinando y creando una nueva forma para hacerlo, así los prestadores de servicios sabrán cuáles son los parámetros para la prestación de IPTV, teniendo en cuenta cuál es la infraestructura que hay que tener para soportar dicho servicio ya sea en SDTV o HDTV y así ofrecer la variedad de contenido que el usuario desea en el momento que él lo requiera.

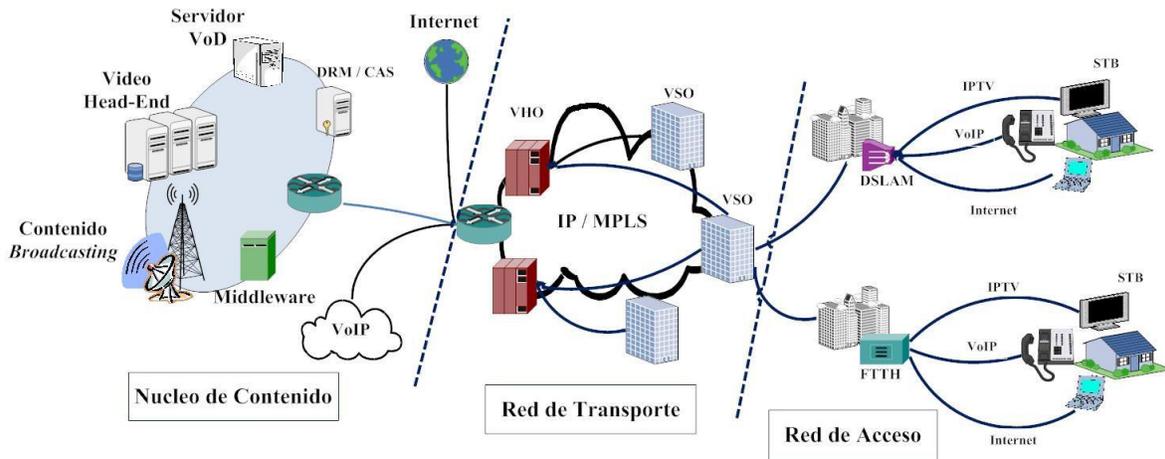
Desafortunadamente en Colombia existe una apatía a la hora de adquirir estos nuevos servicios con nuevas tecnologías ya sea por desconocimiento de ellas o por las empresas prestadoras del servicio. Actualmente podríamos decir que existe un monopolio sobre IPTV el cual tiene UNE ya que es el único prestador de este servicio en las ciudades más grandes de Colombia como Bogotá, Medellín, Barranquilla, Pereira y Manizales. Por ello los usuario prefieren irse por un servicio y una tecnología más conocida como lo es DVB-S en este caso DirecTV que está catalogado en Colombia como costoso y existe otra gran opción como es Claro TelmeX con la prestación de TV por suscripción.

Para que Colombia crea en IPTV tiene que conocerlo y esta es una gran oportunidad para que sea mostrada las ventajas de IPTV.

4.5 PARÁMETROS TÉCNICOS PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE IPTV EN COLOMBIA

Como se puede observar en la figura 15, la forma de llevar el contenido hasta el usuario, recorre todo un proceso. Este viene desde un punto donde se puede tener almacenado el contenido, en servidores VoD, o desde contenido que se recibe en vivo por medio de *broadcasting*, hasta llevarlo a la red de agregación. En el primer punto conocido como núcleo, es el cerebro de la arquitectura, donde se maneja la gestión y acceso de los usuarios, se maneja el contenido, también se encuentra la plataforma en la que se controla el servicio IPTV por medio de un *Middleware*. Luego de que el contenido se encuentra listo y empaquetado para ser enviado a través de una red IP, este es transportado sobre una red de agregación, que consiste en equipo que direcciona por medio de MPLS, hacia los distintos nodos o lugares donde se concentra el contenido para su posterior distribución.

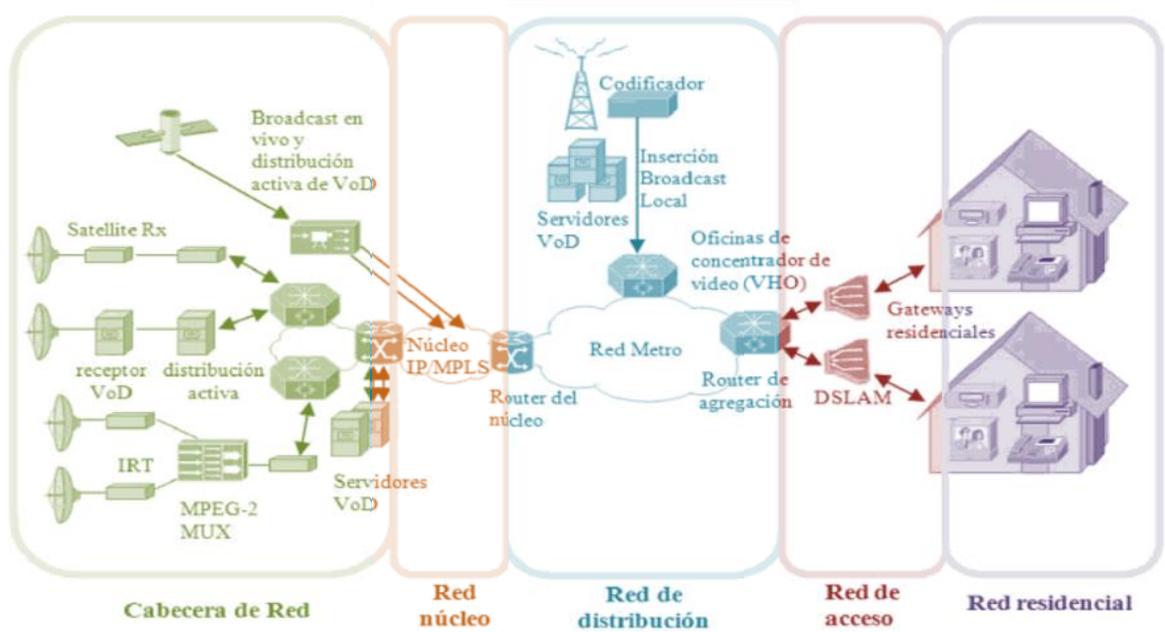
Figure 15 Arquitectura de IPTV Basica.



Fuente: http://telecom2101.comxa.com/1_8_IPTV.html

Finalmente por medio de una red de acceso, que puede ser xDSL o FTTH, el contenido es llevado hasta donde se encuentra el cliente, pero que a su vez necesita un equipo CPE (Customer Premises Equipment), que para la tecnología IPTV es un STB (Set Top Box), un tipo de demodulador de la señal de IPTV para poder se integrada a un televisor convencional y así recibir el servicio.

Figure 16 Topología de IPTV.



Fuente: *IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET*, Jaime Lloret Mauri, Miguel García Pineda, Fernando Boronat Seguí, Editorial Vertice pág:103.

4.5.1 La topología de red de IPTV es una red jerárquica de 5 capas.

- Cabecera de red.
- Red troncal.
- Red de distribución.
- Red de acceso.
- Red residencial.

La figure 15. Muestra un ejemplo con todas las partes. En algunos casos el proveedor de contenido VoD puede poner granjas de servidores secundarios más próximos a las redes de acceso.

El proveedor de servicio es responsable de la QoS IP hasta el Gateway residencial, sin embargo, el transporte TCP o UDP se realiza hasta el Set-top box.

4.5.1.1 Cabecera de red: Es la red de contenido de video del proveedor de servicios. Está formada por diferentes dispositivos que son los que reciben el contenido, lo transforman y lo distribuyen a los abonados.

El contenido puede llegar a la cabecera por diferentes vías.

- Receptores satélite.
- Redes de datos dedicadas
- A través de estudios locales
- Conexión a terceros
- Retransmisiones en vivo
- Información de video local (DVDs, cintas, etc)

Esta información puede llegar en diferentes formatos pero en la cabecera se procesa para ser enviada en flujos de videos codificados en MPEG y enviada en multicast IP.

En la cabecera aparte de encontrar elementos como receptores satelitales, repositorios de video, sistema de gestión de contenidos, servidor de flujos de video/juegos master, pasarela, servidor de flujos de video caché, middleware, sistemas relacionados con el negocio. También se encuentran componentes como servidores DHCP y servidor RADIUS, routers Multicast.

4.5.1.2 La red de Núcleo: Es la parte de la red que distribuye los flujos de video desde la cabecera hasta la red de distribución. Interconecta los proveedores de servicios de contenidos y aplicaciones con los proveedores de servicio de red ISP.

Esta red suele estar compuesta por conmutadores IP de capa 2. El envío de multicast debe ser controlado utilizando el protocolo IGMP para asegurar la distribución de flujos multicast IP solo para oyentes activos.

4.5.1.3 La red de distribución: Va desde el final de la red de núcleo hasta los routers de agregación, a partir de los cuales empieza la red de acceso, tiene como misión principal multiplexar la información proveniente de diferentes proveedores de servicios

o distintos usuarios y adaptar el sistema de transporte a las características específicas del bucle de abonado. Esta red es asociada con la red metropolitana que combina diferentes tecnologías Gigabit Ethernet, SONET/SDH, xWDM y OADM [35] [49].

La red de acceso está formada por todos los elementos encargados de llevar los contenidos multimedia hasta el usuario y atender las peticiones de este por el canal de retorno. La red de acceso incluye aquellos elementos propios de las tecnologías de acceso de la última milla, como xDSL y FTTx, Ethernet/IP DSLAM (Digital Subscriber Line Access), portadores de bucle digital de banda ancha etc.

El primer requisito de una red de acceso es proveer suficiente ancho de banda al abonado para soportar múltiples canales de televisión (SD y HD) sobre IP.

4.5.1.4 La red del cliente: En este caso en la red residencial están distribuidos los servicios de triple play donde un solo puerto de Ethernet debe dar servicio a Voz sobre IP, televisión y datos. Está formada con un conmutador Ethernet de 100Mbit/s conectado al ONT (Optical Network Terminal) que le dará la salida a la red IPTV [35].

Los dispositivos más comunes en esta etapa de la red son:

- Set-top Box (TSP)
- Ordenadores, fijos o portátiles, TDA
- Teléfono IP
- Conmutador y AP.

El Set-top Box no es recomendable que vaya conectado inalámbricamente por problemas de ancho de banda y pérdida de la calidad de la señal. El Set-Top Box debe estar utilizando la VLAN correspondiente a los servicios de VoD e IPTV.

4.6 ARQUITECTURA GENÉRICA DE UN SISTEMA IPTV

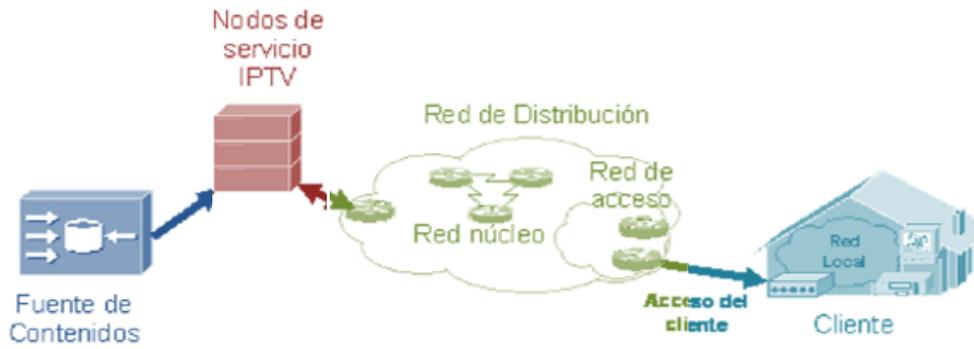
La arquitectura genérica de IPTV está formada básicamente por una fuente de contenidos un nodo de servicio de IPTV, una red de distribución, líneas de acceso al cliente, equipo local y el abonado de IPTV [35] (Ver figure 17).

1. Fuente de contenidos: este es el dispositivo que recibe el contenido de video de los diferentes productores o de otras fuentes, esto con el fin de posteriormente codificarlos y guardarlos en una base de datos adquisición para video bajo demanda (VoD).
2. Nodo de servicio de IPTV: se define como un dispositivo que recibe flujos de video en diferentes formatos. Después estos flujos de video son reformateados y encapsulados para su transmisión con la apropiada QoS. Estos nodos son los que hacen posible la transmisión a los clientes.
3. Red de distribución: es cualquier tipo de red que debe poseer diversas características como capacidad de distribución y calidad de servicio. Además debe ser capaz de implementar otras tecnologías como multicast, que es necesario para la distribución de tramas de datos de IPTV de forma fiable y puntual. Esta red está

compuesta por dos redes: la red de núcleo y la red de acceso. La red de núcleo es la parte troncal que hay dominio del proveedor de servicio y está compuesta por conexiones de gran ancho de banda entre diferentes lugares, esta red puede estar compuesta por enlaces ópticos y varios multiplexores de líneas digitales de acceso de abonados. La red de acceso es la conexión final en el límite de la casa al abonado.

4. Líneas de acceso al cliente: Se requiere tecnologías DSL de alta velocidad como ADSL2 + y VDSL esto es requerimiento para poder ofrecer IPTV en algunas ocasiones esta implementado fibra hasta el acceso de la casa.
5. Equipo local del cliente (CPE): en el contexto de IPTV, el dispositivo se localiza entre la casa y el bucle del abonado. Provee la terminación de la red de banda ancha (B-NT).
6. Abonado IPTV: Es la unidad funcional que está localizada en el lugar donde finaliza el tráfico IPTV. Es solo un dispositivo como un Set-Top-Box, es el que permite el procesamiento funcional. Este dispositivo puede decodificar las tramas de video, las funcionalidades de cambio de contenido y manejo del mismo.

Figure 17 Arquitectura genérica de un sistema IPTV

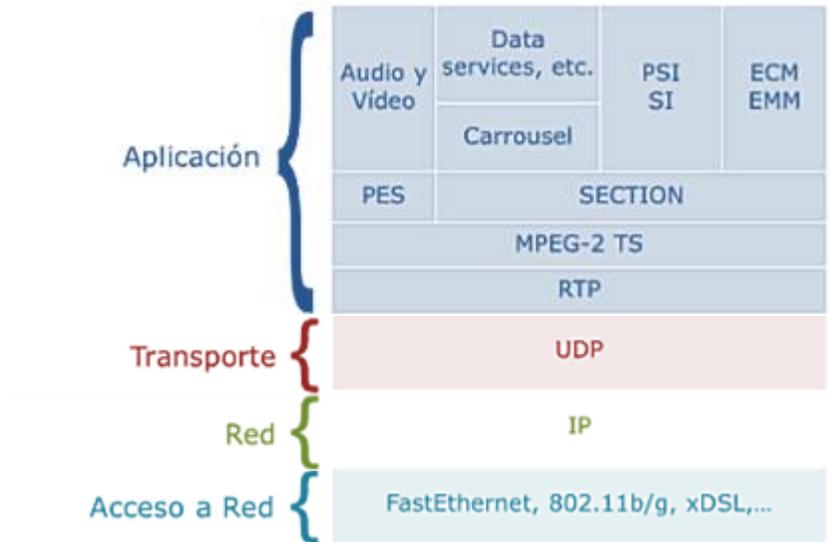


Fuente: IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime Lloret Mauri, Miguel Garcia Pineda, Fernando Boronat Seguí, Editorial Vertice pág:13

4.7 PILA DE PROTOCOLOS

IPTV la multiplexación de los campos Section, PES y Carrousel de MPEG-2 TS viene definido en la recomendación UIT-R Bt.1300 y en la UIT-T Rec. J.183. ECM/EMM vienen definidos en el estándar ARIB STD-B25 sobre el sistema de acceso condicional sobre broadcast digital. PSI/SI viene incluido en la UIT Rec. J.94 y en el estándar ARIB STD-B10 sobre información de servicio para sistemas de broadcast digital. El campo Data Services viene definido en la UIT-T Rec. J.200/201/202 y en el estándar ARIB STD-B24, finalmente el audio y video viene definido en la ISO/IEC 13818. [35]

Figure 18 Pila de protocolos IPTV



Fuente: IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime LLoret Mauri, Miguel Gacrcia Pineda, Fernando Boronat Segui, Editorial Vertice pág: 17

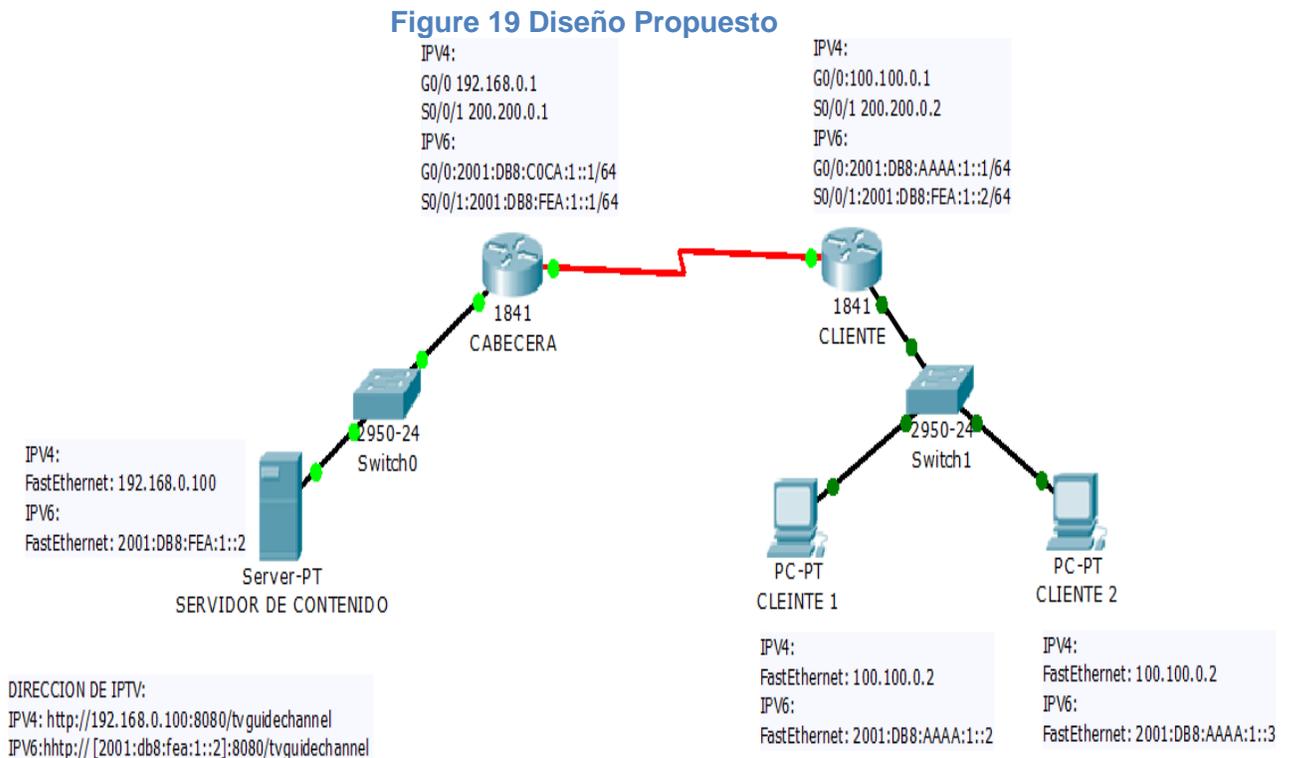
Conclusión del capítulo: Para que Colombia pueda incursionar en el servicio de IPTV de forma correcta es importante establecer los parámetros normativos basándose en la experiencia de otros países donde este servicio ya está completamente desarrollado y el crecimiento de sus abonados es de forma exponencial, para ello la ANTV en Conjunto con la CRC deben acelerar el proceso de cómo se reglamentará a los prestadores de este servicio en Colombia, con esto los proveedores sabrán quién y cómo serán regulados y los usuarios también entenderán por quien serán protegidos.

Para llevar a cabo un servicio como IPTV se debe tener un buen concepto de cuáles son los parámetros técnicos necesarios para ejecutar este servicio, en Colombia con las redes actuales se puede llegar a cubrir este valor agregado, se trabajará en aspectos en la parte de la Cabecera para poder implementarlo.

5. DISEÑO Y VALIDACIÓN DE ESQUEMA DE TRANSMISIÓN DE IPTV

5.1 DISEÑO

El diseño propuesto para evaluar el esquema de IPTV es el que se observa en la siguiente figura.



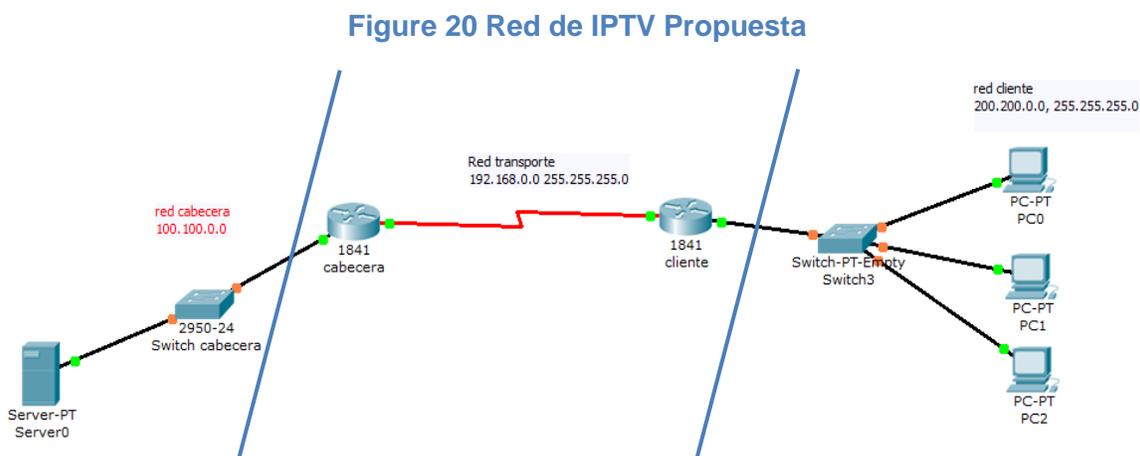
Fuente: Autores

El diseño está basado en la arquitectura de IPTV general, colocando en el mismo los tres aspectos importantes cabecera, transporte y cliente.

El mismo va acompañado con una aplicación para poder validar el mismo, esta aplicación funciona desde cualquier explorador, por ello el análisis desarrollado en el siguiente capítulo tendrá que arrojar un tráfico http y no RTP (Protocolo de Transporte de Tiempo real) el cual es el protocolo común en IPTV como lo muestra la Figure 13 “La pila de protocolos de IPTV”

5.2 VALIDACION.

En este caso para el diseño de la red será implementada y simulada de la siguiente manera:



Fuente: Autores

Los Equipos usando en la simulación de la red propuesta para la evaluación del diseño se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4 Servidor

Equipo	Características
Servidor DELL Optiplex 755	AMD Athlon™ 64 X2 Dual
	2GB RAM
	Microsoft Windows Server 2003 Estándar edition
	Tarjeta de red Broadcom NetXtreme 57x Gigabit controller

Tabla 5 Terminales

Equipo	Características
PC DELL Optiplex	AMD athlon 64 X2 Dual
	2GB RAM
	Microsoft Windows 7 Estandar Edition

Tabla 6 Router

Equipo	Características
Router Cisco 1941, Figure 20	switching Gigabit Ethernet con alimentación por Ethernet

	Cisco IOS® OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, Enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento estático IPv6 Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet Cisco IOS IP Base, protección firewall, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, soporte para Syslog, soporte IPv6, Clase Basada en Weighted Fair Queuing (CBWFQ), ponderado Random Early Detection (WRED)
--	--

Figure 21 Router cisco 1941



Fuente: http://www.cisco.com/en/US/products/ps10545/prod_view_selector.html

Tabla 7 Switch

Equipo	Características
Switch 3com, Figure 21.	24 puertos, superstack 3 switch 4246T

Figure 22 Switch 3 com



Fuente: http://www.powersourceonline.com/buy-equipment/3com_parts-3C17400-cy-en.jsa

Tabla 8 Enlaces

Enlaces	Cable
Router - Switch	UTP cat 5E
Router - Router	Serial Cisco "DCE y DTE" null modem
switch - Servidor	UTP cat 5E
switch – PC	UTP cat 5E
Router-Router	UTP cat 5E Cruzado

Los diferentes cables usados en el montaje de la red se pueden observar en la Figure 22 de derecha a izquierda primero el cables serial Cisco DCE y DTE Null modem seguido del cable UTP Cat 5E y el cable de consola de los routers para la configuración de los mismos.

Figure 23 Cables serial, UTP y Consola.



Fuente: <http://packetbyte.com/Content/Cabling/Cabling.html>

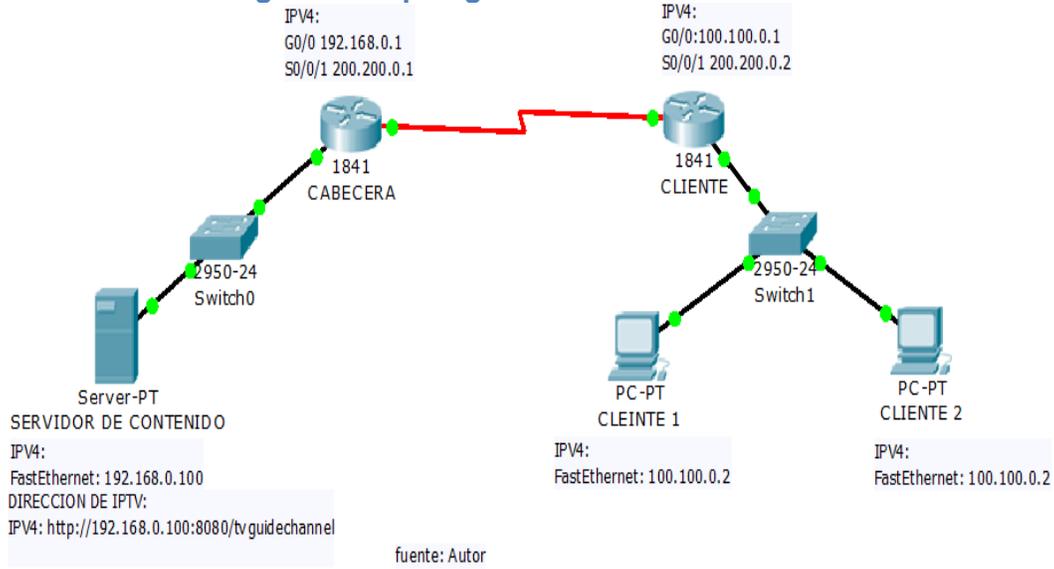
Tabla 9 Direccionamiento IP en versión 4 con Serial entre routers.

Tabla de direccionamiento IPv4			
Dispositivo	Puerto	IPv4	Velocidad
R1	G0/0	192.168.0.1	1 Gbps
R1	S0/0/1	100.100.0.1	128 Kbps
R2	G0/0	200.200.0.1	1 Gbps
R2	S0/0/1	100.100.0.2	128 Kbps
Servidor	Fast Ethernet	192.168.0.100	100 Mbps
PC1	Fast Ethernet	200.200.0.2	100 Mbps
PC2	Fast Ethernet	200.200.0.3	100 Mbps

Tabla 10 Direccionamiento IP en versión 4 con UTP Cruzado entre routers

Tabla de direccionamiento IPv4			
Dispositivo	Puerto	IPv4	Velocidad
R1	G0/0	192.168.0.1	1 Gbps
R1	G 0/1	100.100.0.1	1 Gbps
R2	G0/0	200.200.0.1	1 Gbps
R2	G 0/1	100.100.0.2	128 Kbps
Servidor	Fast Ethernet	192.168.0.100	100 Mbps
PC1	Fast Ethernet	200.200.0.2	100 Mbps
PC2	Fast Ethernet	200.200.0.3	100 Mbps

Figure 24 Topología direccionamiento IPV4



La Figure 24 muestra la topología de la red y las direcciones en IPv4 de cada elemento de la red los host que en este caso simulan los clientes el router de distribución del cliente el router de la cabecera y el servidor.

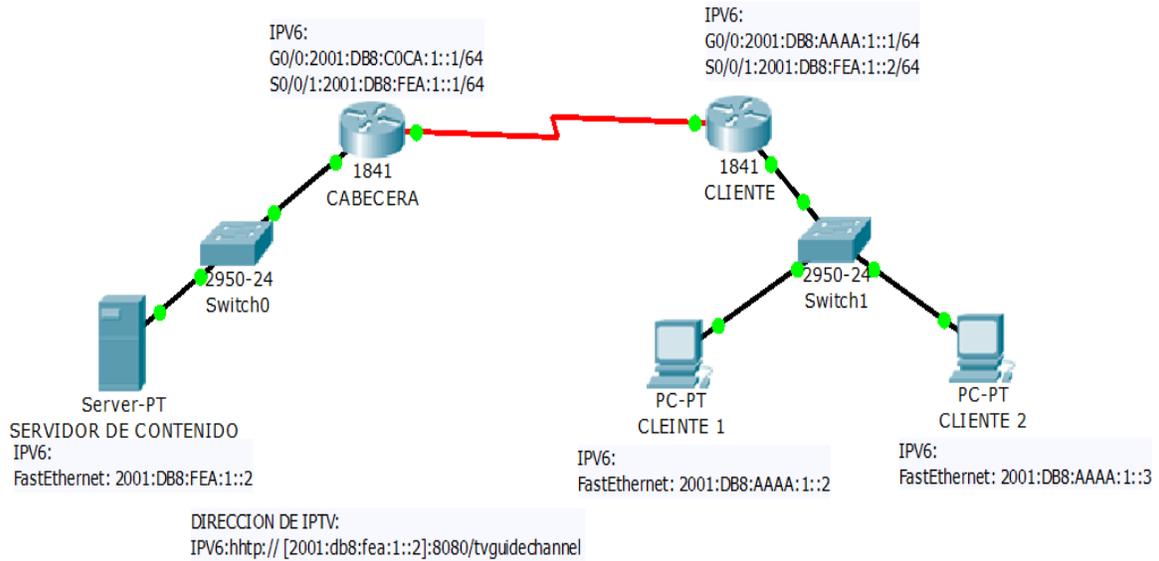
Tabla 11 Direccionamiento IP en versión 6 con serial entre Routers

Tabla de direccionamiento IPV6			
Dispositivo	Puerto	IPv6	Velocidad
R1	G0/0	2001:DB8:FEA:1::1/64	1 Gbps
R1	S0/0/1	2001:DB8:C0CA:1::1/64	128 Kbps
R2	G0/0	2001:DB8:AAAA:1::1/64	1 Gbps
R2	S0/0/1	2001:DB8:C0CA:1::1/64	128 Kbps
Servidor	Fast Ethernet	2001:DB8:FEA:1::2/64	100 Mbps
PC1	Fast Ethernet	2001:DB8:AAAA:1::2/64	100 Mbps
PC2	Fast Ethernet	2001:DB8:AAAA:1::3/64	100 Mbps

Tabla 12 Direccionamiento IP en versión 6 con UTP Cruzado entre Routers

Tabla de direccionamiento IPV6			
Dispositivo	Puerto	IPv6	Velocidad
R1	G0/0	2001:DB8:FEA:1::1/64	1 Gbps
R1	G 0/1	2001:DB8:C0CA:1::1/64	1 Gbps
R2	G0/0	2001:DB8:AAAA:1::1/64	1 Gbps
R2	G 0/1	2001:DB8:C0CA:1::1/64	1 Gbps
Servidor	Fast Ethernet	2001:DB8:FEA:1::2/64	100 Mbps
PC1	Fast Ethernet	2001:DB8:AAAA:1::2/64	100 Mbps
PC2	Fast Ethernet	2001:DB8:AAAA:1::3/64	100 Mbps

Figure 25 Topología de Direccionamiento IPv6



Fuente: Autor

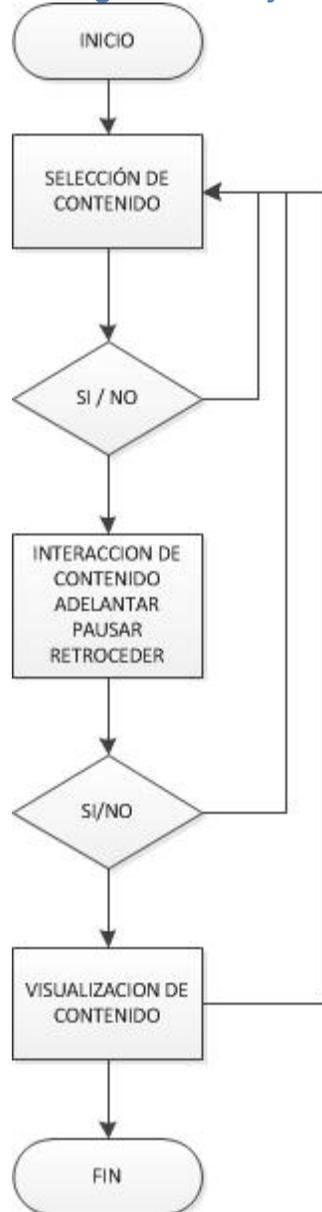
La Figure 25 muestra la topología de la red y las direcciones en IPv6 de cada elemento de la red los host que en este caso simulan los clientes el router de distribución del cliente el router de la cabecera y el servidor.

5.3 APLICACIÓN

La aplicación que se ejecutará en esta red está hecha en JAVA y se accede a ella desde los host en un navegador al servidor. En ella se puede acceder y navegar por el contenido almacenado en el servidor.

5.3.1 Diagramas de flujo de la APP:

Figure 26 Diagrama de flujo de la APP

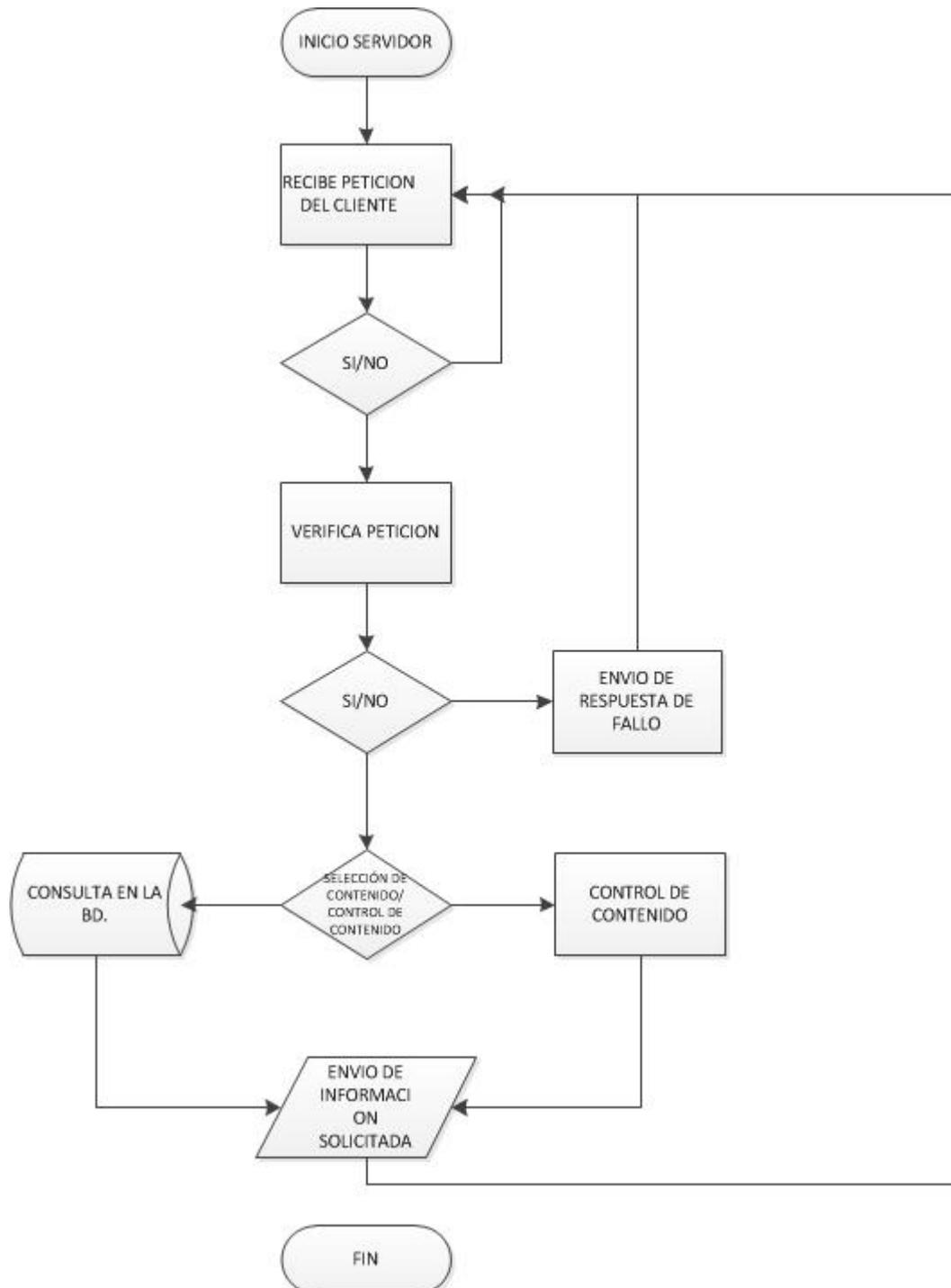


Fuente: Autores

La figure 26, es el diagrama de flujo general de la aplicación, la cual muestra el proceso básico de IPTV con la interacción de un usuario con el servidor.

5.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SERVIDOR

Figure 27 Diagrama de flujo del servidor

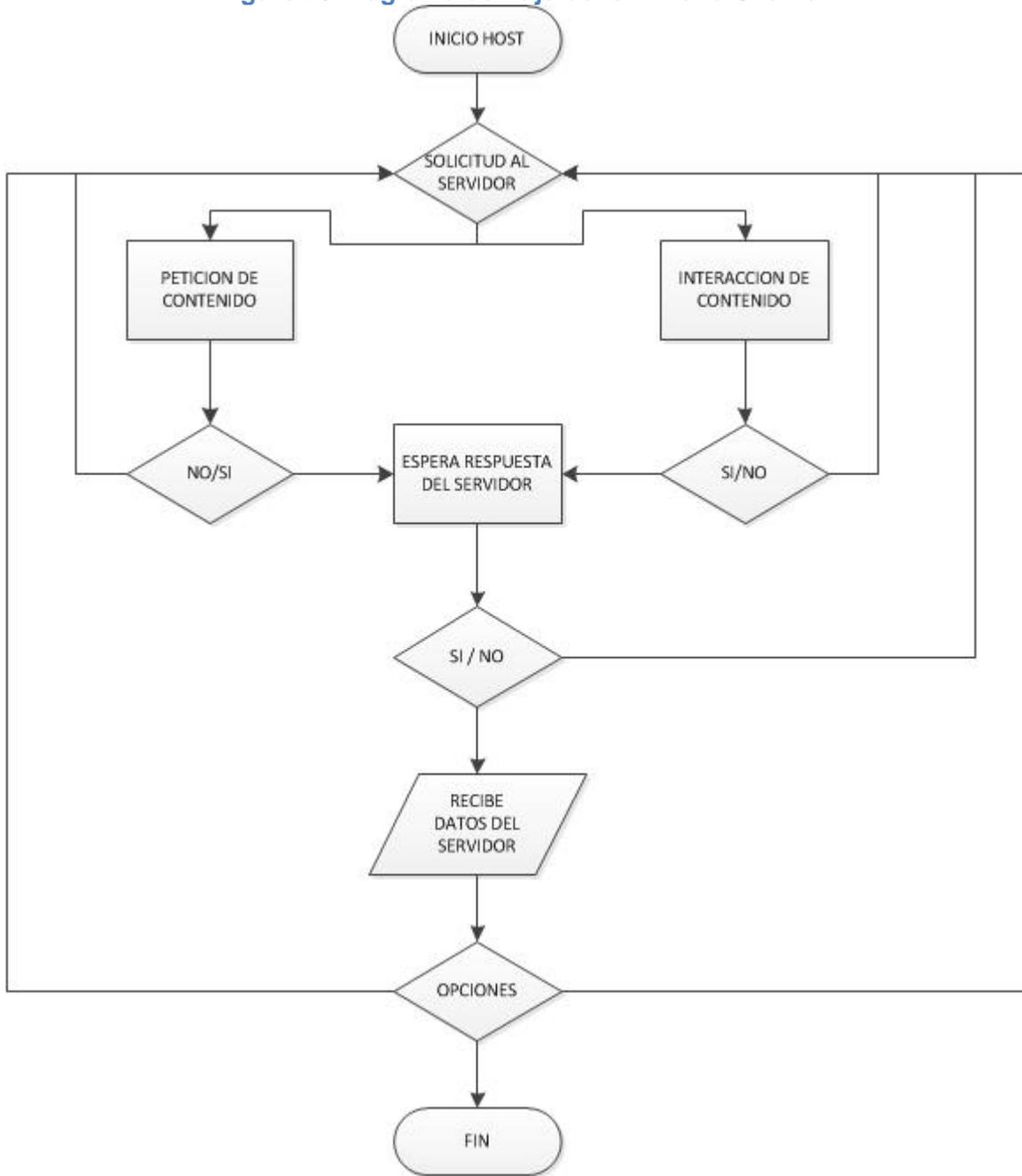


Fuente: Autores

En la Figure 27 muestra los proceso Sa realizar cuando el servidor recibe una o varias solicitudes por parte de los usuarios y como genera las respectivas respuestas.

5.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE CLIENTE

Figure 28 Diagrama de flujo de terminal o Cliente



Fuente: autores.

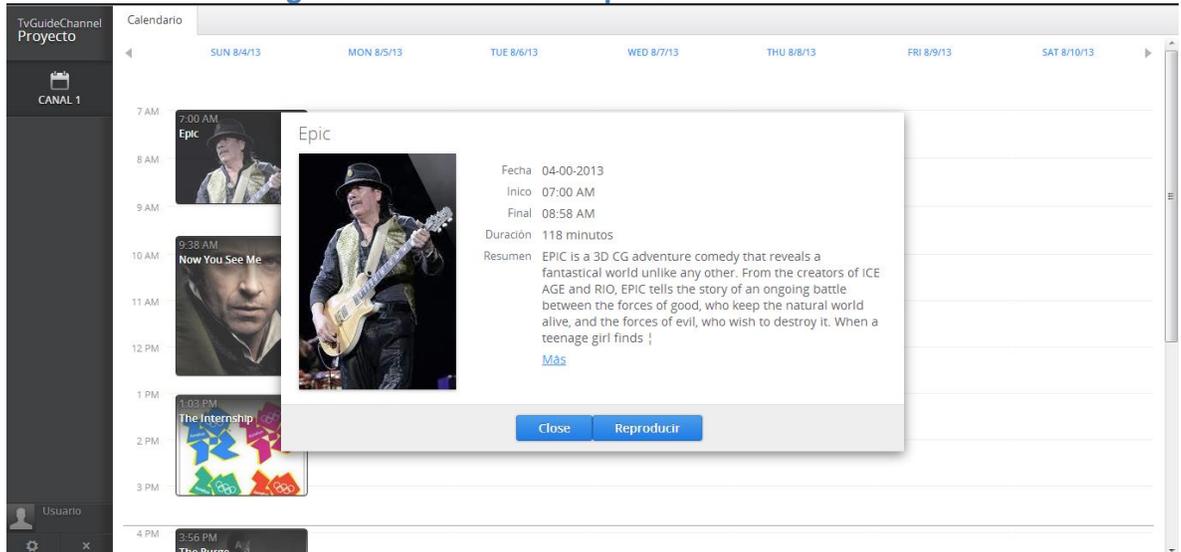
La Figure 28 demuestra cual sería el proceso por parte del usuario para acceder al contenido almacenado en el servidor para la interacción del contenido y poder disfrutar del mismo ya sea retroceder, adelantar, cambiar de contenido y disfrutar de la parrilla de programación.

Figure 29 Inicio de la aplicación.



Fuente: Autores

Figure 30 Interfaz de la Aplicación.



Fuente: Autores.

Figure 31 Reproducción de contenido en la APP



Fuente: Autores

Las Figure 29, 30 y 31 son imágenes capturadas de los diferentes momentos de la aplicación diseñada para este proyecto para la simulación de IPTV. La Figure 29 muestra el acceso a la aplicación la cual se hace mediante un usuario y una contraseña para cargar diferentes perfiles.

5.3.4 Características De La Aplicación: Es una aplicación web desarrollada sobre lenguaje de programación java (versión 1.6) [50]. Se utilizó un framework basado en GWT (Google Web Toolkit) llamado Vaadin [51], el cual traduce código Java en JavaScript y permite ejecutar código del lado del servidor haciendo que la experiencia de usuario sea más fluida.

La aplicación simula una parrilla de programación de contenido web (que se crea de forma aleatoria) para reproducir video en streaming. Vaadin ofrece soporte para HTML5 [52], así que los videos se reproducen utilizando dicho contenedor (Videos con extensión mp4).

Tecnologías utilizadas:

- Eclipse Indigo (IDE de desarrollo)
- Java 1.6 (Lenguaje de programación utilizado)
- Vaadin 7 (Framework de presentación)
- JPA 2.0 (Persistencia en base de datos)
- Maven (Gestión y construcción de proyectos java)
- Apache Tomcat 7 (Servidor web)

Navegadores compatibles:

- Google Chrome 23 o más reciente
- Internet Explorer 8 o más reciente
- Mozilla Firefox 17 o más reciente
- Opera 12 o más reciente
- Safari 6 o más reciente
- Android 2.3 o más reciente
- iOS 5 o más reciente

El formato del video que se transmite es el empleado en IPTV el cual es MPEG4 y se mira el tráfico en la red analizándolo con wireshark.

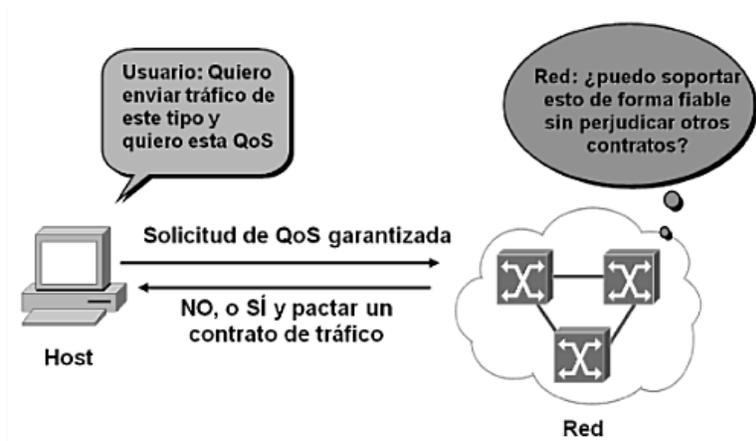
Las condiciones técnicas mínimas que debe tener el sistema de IPTV para un buen funcionamiento, es decir, el control de los requisitos de QoS de IPTV, existen varios niveles de QoS, pueden ser observados en la Figure 32 y explicados a continuación.

Máximo esfuerzo: Conectividad básica sin garantía de entrega (se puede perder paquetes en situaciones de congestión).

Diferenciados (QoS, Clases de servicio, o QoS blando): El tráfico se agrupa en clases basadas en sus requisitos de servicio.

Garantizados: Servicio que requiere reserva de ancho de banda y de recursos de red.

Figure 32 QoS en IPTV

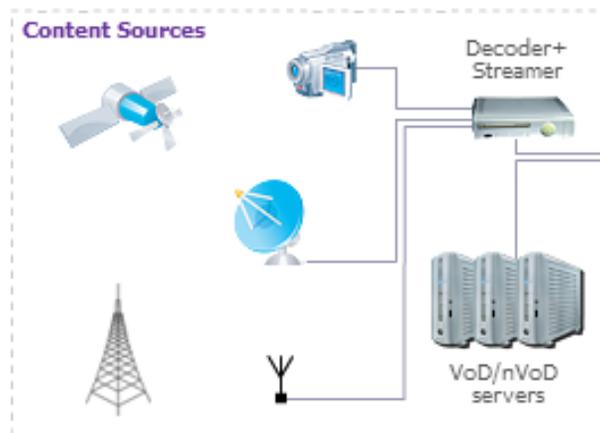


Fuente: IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime Lloret Mauri, Miguel Garcia Pineda, Fernando Boronat Segui, Editorial Vertice pág:126

5.3.5 PARÁMETROS TÉCNICOS: Dentro de los parámetros técnicos para tener en cuenta para la implementación de IPTV en Colombia hay que tener presente los tres segmentos de la red los cuales son la cabecera, la red de transporte y la última milla del cliente.

5.3.5.1 Cabecera Figure 33 En la cabecera los aspectos a tener en cuenta son:

Figure 33 Aspectos Técnicos Cabecera



Fuente: http://www.netup.es/iptv_complex.php

Para la descripción de los parámetros técnicos vamos a basarnos en un equipo marca NETUP, pero independientemente de la marca o distribuidor, queremos hacer referencia

es a las características técnicas que este equipo posee, que lo hace apto para el funcionamiento de redes IPTV y aplicativos de contenido de video y televisión.

Para recepción de la información se puede usar como solución un DVB to IP gateway 4x de NetUP es una solución de flujo IPTV completa. Puede recibir canales de televisión en vivo directamente desde antenas parabólicas (DVB-S, DVB-S2), antenas (DVB-T) o cable (DVB-C), decodificarlos utilizando el módulo de acceso condicional (CAM) y enviarlos por una red IP utilizando multicast (se requiere snooping IGMP de switches Ethernet). Uno DVB-IP gateway 4x puede recibir y enviar canales de televisión de 4 transpondedores DVB o multiplexores que conforman hasta 50 canales IPTV. También es posible codificar 4 canales modulados de televisión analógica (salida RF a IP). El software de flujo IPTV utilizado en el DVB to IP gateway 4x permite una configuración flexible y asegura gran desempeño y confiabilidad. Se hace la aclaración que este dispositivo es un ejemplo lo cual no supedita marca ni referencia. [53]

Figure 34 DVB to IP gateway 4x de NetUP, un servidor de flujo IPTV. Vista posterior



Fuente: http://www.netup.es/iptv_complex.php

Entradas/Salidas

- 6 x Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mb/s
- 4 x DVB-S/DVB-S2 o DVB-T o DVB-C ranuras CI x 4
- 4 x entradas para señal modulada de TV (RF a IP), con codificación MPEG en tiempo real Control y administración
- panel frontal de LCD para configuración inicial e información de sistema
- interfaz web de administración
- consola RS-232

Rendimiento

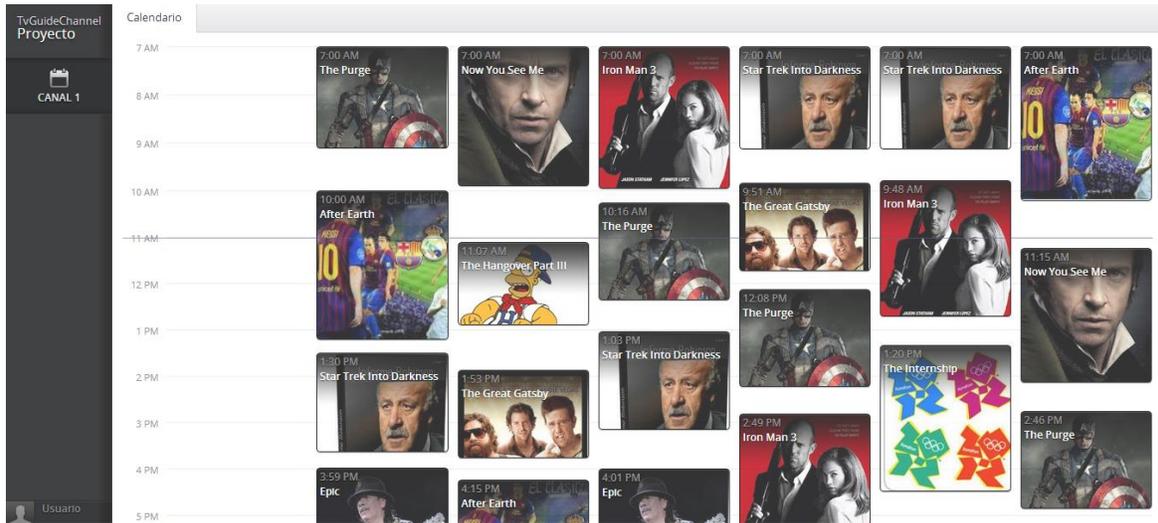
- 4 transpondedores o multiplexores, con un ancho de banda total de 240 Mb/s

Servidores: Es claro saber que en IPTV tenemos varios servidores entre ellos esta el servidor VoD y el Servidor TVoD y TV asíncrona. Figure 36.

El servidor VoD y TVoD [54] en ellos se sabe que la programación retardada de televisión puede ser considerada como el servicio más demandado de televisión interactiva. Solamente la tecnología IPTV ofrece al usuario la posibilidad de pausar o rebobinar programas de televisión. Dicho servicio se conoce por el nombre TV Asíncrona. Además, el servicio de TV por demanda está orientado a ver programas de TV recientes, eligiéndolos de un archivo [55].

Cada canal recibido desde un satélite o estación de emisión es grabado en el servidor. Al analizarse los contenidos grabados desde la caja decodificadora, se puede ver la información sobre la hora de comienzo del programa de televisión. Dicha información es proporcionada al sistema en forma manual o automática desde EPG. Puede navegar por los programas de TV grabados utilizando las marcas de inicio de los programas o eligiendo arbitrariamente fecha y hora.

Figure 35 Aplicativo de Contenido de TV Asincrona



Fuente: Autores

Los servicios de TV por Demanda y TV Asíncrona se implementan en el mismo servidor. El dispositivo es idéntico al servidor VOD como mínimo debe incluir 4 discos duros SATA hot-swappable, de 750 GB cada uno. Esto equivale a aproximadamente 2000 horas grabadas de programación de televisión. Es posible conectar varios servidores TVoD en forma de clúster para proporcionar servicios de TVoD en redes distribuidas.

El plug-in de Acceso Condicional permite encriptar los flujos de salida en el momento de salir para proteger los contenidos contra accesos no autorizados.

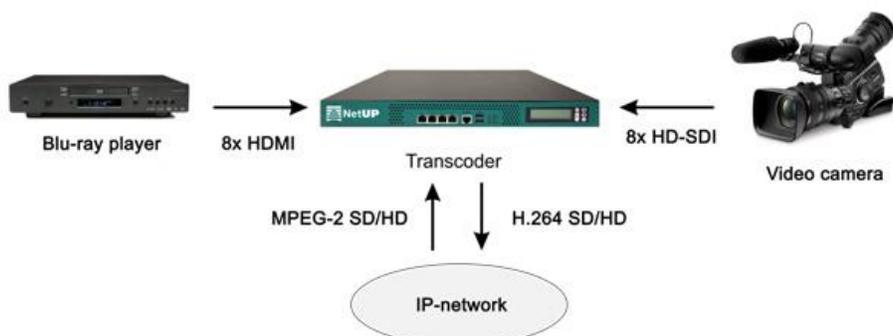
Figure 36 Ejemplo de servidor TVoD, Tv asíncrona y VoD



Fuente: <http://www.netup.es/vod-nvod-server.php>

Otro elemento importante es Transcodificador este es el que nos ayuda a la emisión de programas que son en vivo se puede instalarla en el chasis Streamer estandar 8x que es Un dispositivo de montaje en bastidor 1U. Cuatro transcodificadores instalados en el Streamer pueden procesar 8 HD (hasta 1080i) o 16 flujos SD. Aquí el procesamiento significa codificación en MPEG-2 o H.264, la transcodificación de MPEG-2 a H.264 o viceversa, cambiando la resolución de la imagen, dimensión de la imagen, etc. El resultado puede ser enviada a la red como flujo multicast (UDP) o unicast (HTTP). Figure 37.

Figure 37 Ejemplo de Transcodificador



Fuente: <http://www.netup.es/decoder-streamer.php>

5.3.5.2 Red de transporte En la red de transporte los aspectos a tener en cuenta son:

La red de transporte o de distribución se asocia con la red metropolitana que combina diferentes tecnologías Gigabit Ethernet, SONET/SDH, xWDM y OADM (multiplexores ópticos). Es fundamentalmente de fibra óptica lo cual permite aumentar el radio de cobertura de la red con una disminución de la calidad de la señal muy baja [35] [56]. En el bucle local, el transporte de gigabit Ethernet puede implementarse de diferentes maneras sobre fibra óptica:

- Gigabit Ethernet
- Gigabit Ethernet extendida
- DWDM (Dense Wave Division Multiplexing).
- CWDM (coarse Wave Division Multiplexing).

La red debe estar en la capacidad de gestionar el establecimiento y liberación de las conexiones de banda ancha con los bucles de abonado, además de transportar la información con diferentes tipos de requerimientos en cuestiones de ancho de banda. [35]

La red de distribución está formada por routers de agregación. Estos deben tener las siguientes características:

- Interfaces de agregación Gigabit Ethernet de alta densidad para agregar enlaces de bajada a múltiples DSLAMs.

- Interfaces 10 Gigabit Ethernet para los routers borde que se sientan al lado de los conmutadores de agregación.
- Funcionalidad de conmutación Ethernet
- Funcionalidad de enrutamiento IP
- Calidad de servicio por abonado y servicio.
- Multicast IP
- Traducción SIP-IGMP.
- Control de acceso para conmutación Ethernet.
- Protocolos de señalización VoD.
- Una sola IP por residencia.
- Funcionalidad de servidor de acceso remoto de banda ancha
- Alta disponibilidad
- Transición de IPv4 a IPv6.
- Escalabilidad y rendimiento.

5.3.5.3 En la red de Cliente los aspectos a tener en cuenta son:

Los servicios IPTV y VoD son una parte de los servicios ofertados de “triple play”, donde un solo puerto Ethernet debe dar servicios de Voz sobre IP, TV y datos. La red residencial se puede ver como una red local que puede estar formada por un conmutador Ethernet de 100Mb/s conectada al ONT (optical Network Terminal) que le dará salida a la red de IPTV [35].

La red residencial permite la comunicación entre los ordenadores conectados en ella y el paso de información de unos a otros, así como el acceso a los diferentes recursos disponibles en la red desde diferentes recursos disponibles en la red desde diferentes puestos de trabajo. El medio compartido en la red residencial puede ser cableado o inalámbrico. Cada dispositivo conectado a dicha red podrá disfrutar de los servicios para los que este diseñado a través del Gateway residencial, que actuara de pasarela entre la red residencial y la red del proveedor de servicios [58] .

Los dispositivos más comunes que pueden coexistir simultáneamente en la red residencial ya sea en forma alámbrica o inalámbrica para acceder a servicios de IPTV pueden ser:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| • Set-Top-Box. | Tabletas |
| • Ordenador fijo. | Dispositivos móviles |
| • Ordenador Portátil. | Smart TV, TV para IPTV. |

En este caso el más común sería el Set-Top-Box. Figure 38 y 39.

IP set-top boxes basados en Android: Se basan en la arquitectura ARM el hardware más reciente que utilizan hoy la mayoría de dispositivos incorporados. La arquitectura proporciona muchas características avanzadas incluso aceleración de gráficos que hace la interfaz de usuario muy sensible y rica de efectos y animaciones [57].

Figure 38 Android STB IP con un ratón inalámbrico, teclado del dispositivo



Fuente: <http://www.netup.es/ip-set-top-boxes.php>

Características técnicas STB:

CPU: 1 GHz SAMSUNG S5PV210

Memoria Flash: 1 GB Nand

RAM: 512MB DDR-2 RAM

Interfaces: 2 x USB, SD/MMC lector de tarjetas, HDMI Out, S/PDIF out (5.1), Ethernet 10/100 Mbps, salida RCA (CVBS, Audio derecha / izquierda)

Formatos de vídeo compatibles: H.264/MPEG2 hasta 30fps en 1080p

Apoyado contenedores: RAW/UDP/TS multicast, RTP/RTSP, MP4, AVI

Formatos de audio: MPEG2 audio, AAC, AC-3, MP3

Dispositivos compatibles: Wi-Fi USB, GPS módulo USB

Sistema operativo: Android 2.2

Soporte de IP: IPv4 y IPv6

Figure 39 MX 1 HD 1080p IP Set Top Box



Fuente: <http://www.netup.es/ip-set-top-boxes.php>

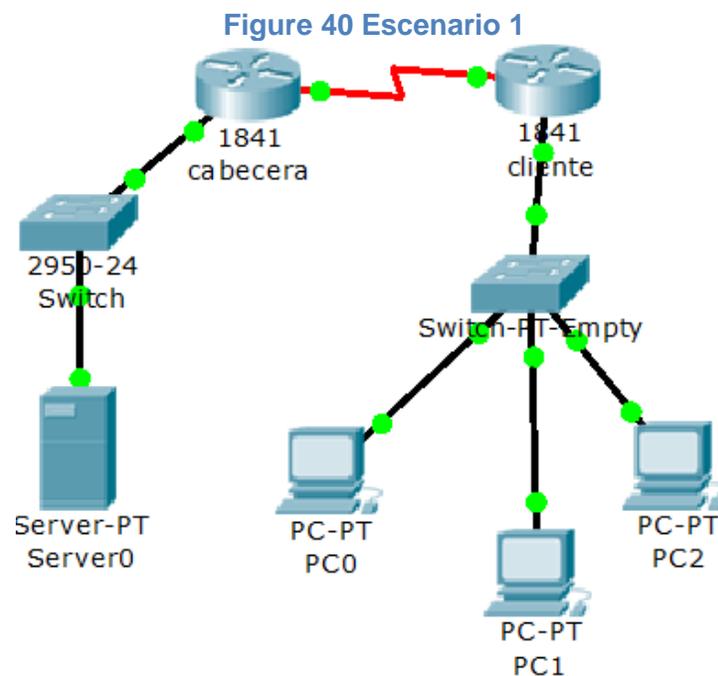
El diseño que se elaboró está basado en la arquitectura de IPTV general, colocando en el mismo los tres aspectos importantes cabecera, transporte y cliente. Este Diseño va acompañado con una aplicación para poder validar el mismo, esta aplicación funciona desde cualquier explorador, por ello el análisis desarrollado en el siguiente capítulo tendrá que arrojar un tráfico http y no RTP (*Protocolo de Transporte de Tiempo real*) el cual es el protocolo común en IPTV como lo muestra la Figure 13 “*La pila de protocolos de IPTV*”

6. Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de servicio sobre redes DVB-C para el esquema propuesto basados en los protocolos IPv4 e IPv6, para definir los requerimientos mínimos y necesarios de una red IPTV.

Para la verificación del diseño planteado se realizaron varias pruebas según las especificaciones de equipos mostrados en el capítulo anterior, y se basa en la topología básica figure 18 para de ahí partir hacia varios escenarios. Todas las pruebas se realizaron en el laboratorio de redes de la Universidad de San Buenaventura.

6.1 Escenario 1. Figure 40

- 2 Routers
- 2 Switchs
- 1 servidor
- 2 Clientes
- Configuración de IP en versión 4.



Fuente: Autores

Se realizó la prueba de los enlaces con el comando PING, desde los diferentes puntos de la red. Para ello tenemos en cuenta la Tabla 7 Direcciónamiento IP en versión 4 en el capítulo anterior. Después de que se comprobó que el enlace respondía perfectamente como lo muestra la Figure 40, se procedió a ejecutar el Servidor.

Figure 41 resultados de conectividad de los nodos

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\JAIRO MAN>ping 100.100.0.1

Pinging 100.100.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 100.100.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 100.100.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 192.168.0.3

Pinging 192.168.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=18ms TTL=254

Ping statistics for 192.168.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 18ms, Average = 18ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.1

Pinging 200.200.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.1: bytes=32 time=18ms TTL=254
```

Fuente Autores

Figure 42 Resultados de conectividad de los nodos 2

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

Pinging 200.200.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.1: bytes=32 time=18ms TTL=254

Ping statistics for 200.200.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 18ms, Average = 18ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.2

Pinging 200.200.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=24ms TTL=126

Ping statistics for 200.200.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 24ms, Average = 19ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.3

Pinging 200.200.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.3: bytes=32 time=19ms TTL=126
Reply from 200.200.0.3: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 200.200.0.3: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 200.200.0.3: bytes=32 time=18ms TTL=126

Ping statistics for 200.200.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 19ms, Average = 18ms

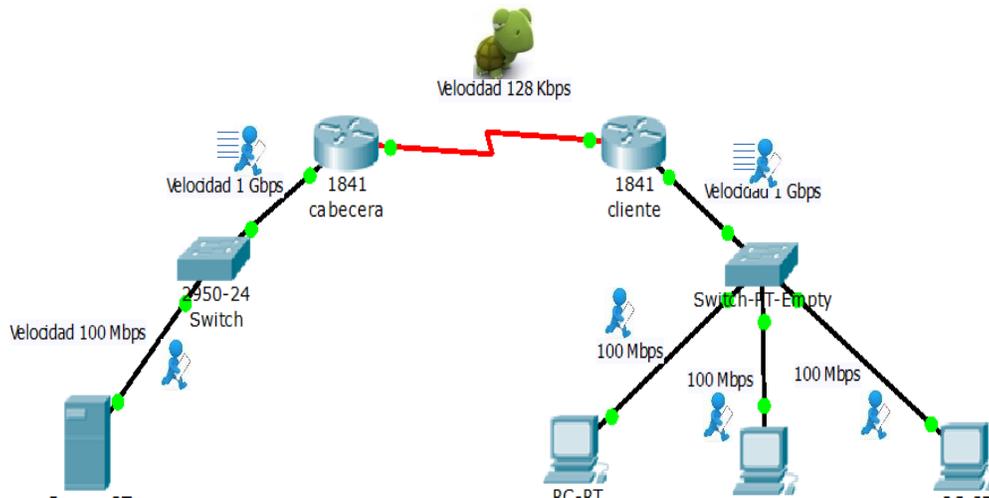
C:\Users\JAIRO MAN>_
```

Fuente: Autores

Con los pines que se realizaron Figure 41 y 42 se puede comprobar tanto la conexión de los nodos como la velocidad de los mismos y se puede determinar que la variación de la

velocidad de conexión entre fragmentos de red se ve reducida cuando los paquetes empiezan a pasar por el cable serial. Esto se explica mejor en la figure 43.

Figure 43 Velocidad de los Enlaces



Fuente Autores

Ejecución del servidor como lo evidencia la Figure 43.

Figure 44 Servidor Ejecutado

```

Tomcat
INFO: Deploying web application directory C:\Users\JAIRO MAN\Documents\U\projecto\APP\apache-tomcat-7.0.40\webapps\host-manager
Nov 08, 2013 4:58:06 PM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deploying web application directory C:\Users\JAIRO MAN\Documents\U\projecto\APP\apache-tomcat-7.0.40\webapps\manager
Nov 08, 2013 4:58:07 PM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deploying web application directory C:\Users\JAIRO MAN\Documents\U\projecto\APP\apache-tomcat-7.0.40\webapps\ROOT
Nov 08, 2013 4:58:07 PM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deploying web application directory C:\Users\JAIRO MAN\Documents\U\projecto\APP\apache-tomcat-7.0.40\webapps\tvguidechannel
Nov 08, 2013 4:58:07 PM org.apache.catalina.loader.WebappClassLoader validateJarFile
INFO: validateJarFile(C:\Users\JAIRO MAN\Documents\U\projecto\APP\apache-tomcat-7.0.40\webapps\tvguidechannel\WEB-INF\lib\servlet-api-2.5-6.1.11.jar) - jar not loaded. See Servlet Spec 2.3, section 9.7.2. Offending class: javax/servlet/Servlet.class
Nov 08, 2013 4:58:14 PM org.apache.coyote.AbstractProtocol start
INFO: Starting ProtocolHandler ["http-bio-8080"]
Nov 08, 2013 4:58:14 PM org.apache.coyote.AbstractProtocol start
INFO: Starting ProtocolHandler ["ajp-bio-8009"]
Nov 08, 2013 4:58:14 PM org.apache.catalina.startup.Catalina start
INFO: Server startup in 10508 ms
    
```

Fuente Autores

Desde los host en este caso representado los Clientes se hace la solicitud al servidor para acceder a la aplicación con la dirección del servidor por el puerto 808, se usa este puerto ya que es el usado por defecto por TOMCAT “Apache Tomcat (también llamado Jakarta Tomcat o simplemente Tomcat) funciona como un contenedor de servlets desarrollado bajo el proyecto Jakarta en la Apache Software Foundation. Tomcat implementa las especificaciones de los servlets y de JavaServer Pages (JSP) de Sun Microsystems.”⁹

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Tomcat>

La *Figure 45* ilustra la forma de cómo se debe acceder al servidor desde el cliente.

Figure 45 Enlace al Servidor desde Explorador

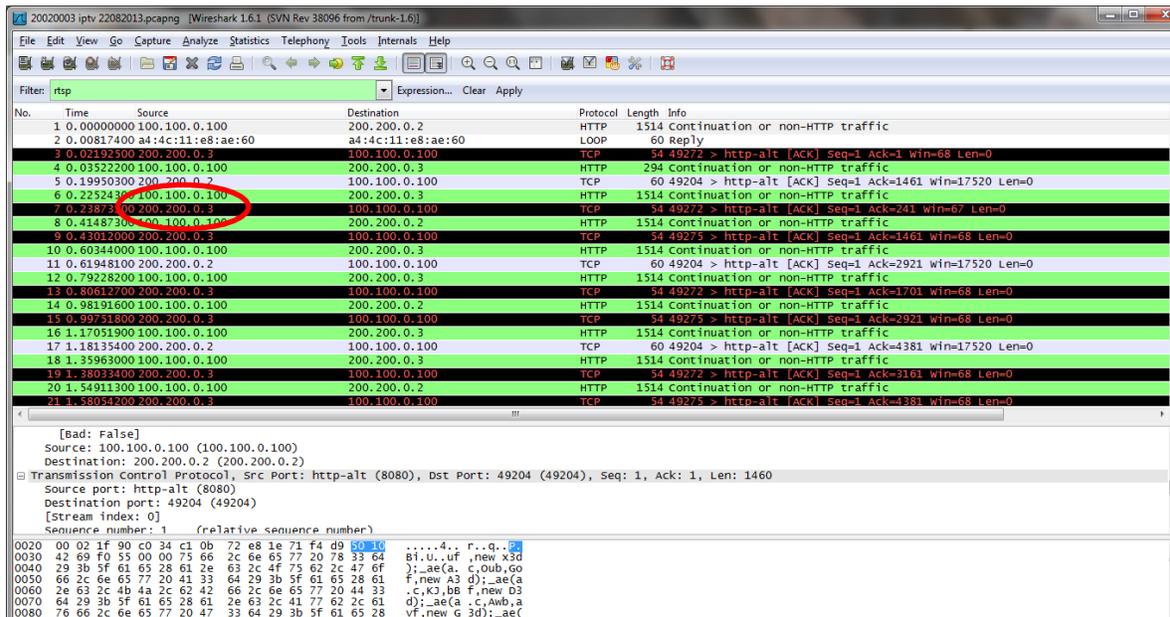


Fuente: Autores

Se puede retomar la *Figure 29* y *28* la cual nos muestra la interfaz de la aplicación.

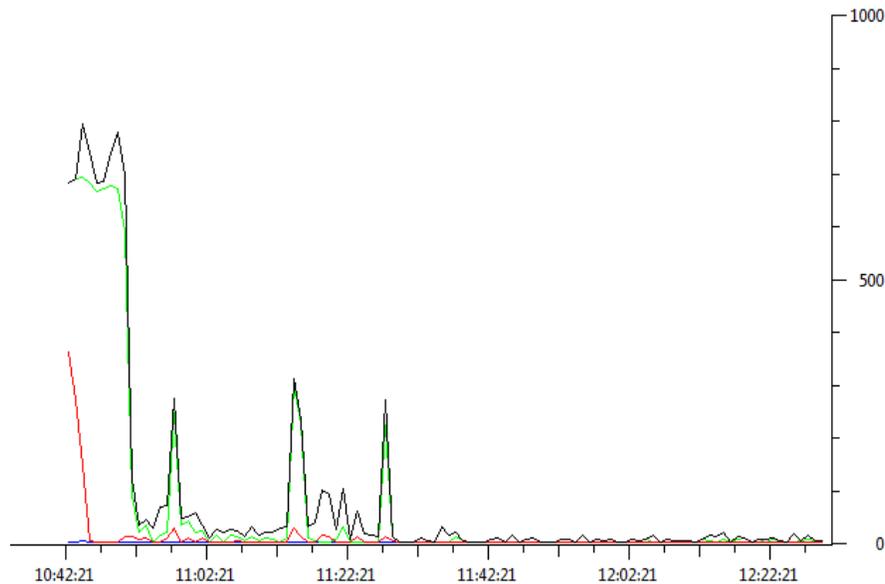
Después de realizar el montaje y la configuración pertinente se consiguieron los siguientes resultados analizados con Wireshark [59]. *Figure 46*

Figure 46 Captura WireShark V6.1, del host 200.200.0.3



Fuente: Autores

Figure 47 Grafica de análisis de WireShark



Fuente Autores

La figure 47 muestra los paquetes vs el tiempo con respecto al host 200.200.0.3 el cual hace la solicitud al servidor para acceder a los servicios de IPTV por medio de HTTP, la gráfica muestra diferentes líneas de colores:

- Negra: Protocolo IPV4
- Roja: Protocolo HTTP
- Verde: TCP
- Azul: TCP por puerto 80

Para hablar del análisis del comportamiento del tráfico en una red, debemos referirnos al concepto de Q.O.S. Calidad del Servicio, la cual se fundamenta en una infraestructura de red como por ejemplo: Internet. Esta calidad se puede analizar para los servicios en tiempo real (voz sobre IP, IPTV, videoconferencia) garantizando una alta calidad.

La calidad de la señal determina el rendimiento de un sistema de comunicaciones. Dentro de sus variables cuantitativas encontramos la relación señal a ruido (S/N), la tasa de bit de error (BER), paquetes (trama o celda) y la tasa de pérdidas. Además, involucra el ancho de banda, la latencia, entre un origen y un destino. Como respuesta, se pueden obtener comportamientos que describen la función de densidad de probabilidad de la tasa de transferencia como una función del tiempo. El Jitter representa la variabilidad del retardo de extremo a extremo.

En sistemas de comunicaciones, definimos la QoS como una medida promedio de la probabilidad de bloqueo. Asumiendo esta, como la capacidad definida por Shannon y que representa el ancho de banda de un canal para la comunicación. Tiene incluido varios parámetros que contribuyen a establecer el ancho de banda disponible para una

Trayectoria. Estos son: velocidad hacia otros dispositivos de la red, la prioridad de la cola de paquetes, el nivel de congestión en cada salto [60].

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) \quad (1)$$

Una señal puede ser degradada por la interferencia de otro sistema de comunicaciones o por la inclusión de ruido electrónico. Usando una transmisión análoga, la variación del retardo se refleja en la longitud del Jitter.

El rendimiento, se define como la tasa promedio de transferencia de una cantidad de información por unidad de tiempo. Usualmente, es el número de paquetes IP (o bytes) enviados por segundo. Se debe cumplir que $T_s > T_f$, donde T_s es el tiempo para enlaces de menor velocidad y T_f es el tiempo para enlaces más rápidos. Este rendimiento es inversamente proporcional al tiempo requerido para transferir la información. Los enlaces más rápidos requieren servidores más rápidos y mecanismos de rendimiento para reducir el retardo intermedio.

Para cargar paquetes se requiere de varios componentes. Estos son:

- Inserción de tiempo
- Tiempo promedio de la cola
- Retardo del proceso en nodos intermedios
- Limitaciones del tamaño del buffer
- Error y control en el diseño del algoritmo

Los mecanismos para garantizar el rendimiento son:

- Uso de técnicas orientadas a conexión
- Gestión de conexiones en tiempo real (mecanismo de admisión)
- Uso de mecanismos de control de congestión (trayectoria)
- Definir varias clases de tráfico y paquetes
- Utilización del tráfico según las necesidades o el servicio
- Uso de enrutamiento inteligente para cumplir con requerimientos
- Uso de paquetes pequeños para no esperar un largo tiempo en la cola
- Uso de paquetes de longitud fija lo cual reduce el retardo

Otro parámetro a tener en cuenta en QoS es el Retardo. Su objetivo es minimizar todo el retardo de las fuentes. Incluye:

- Retardo de la cola
- Retardo de propagación entre la fuente y el destino es proporcional a la distancia entre ellos.
- Retardo de procesamiento
- Retardo de acceso a la capa física

En sí, el retardo es proporcional a la tasa de servicio del nodo y al número de fuentes de tráfico para el servidor. Usa tamaño de paquetes pequeños de acuerdo a la priorización del tráfico, así como también procesadores de mayor capacidad para reducir el retardo.

La Arquitectura de la QoS, presenta el modelo del Mejor Esfuerzo, el cual no tiene especial atención en los paquetes de datos, todo el tráfico y paquete IP es tratado de igual manera. En este modelo, el Jitter y el Retardo son impredecibles y dependen del ancho de banda.

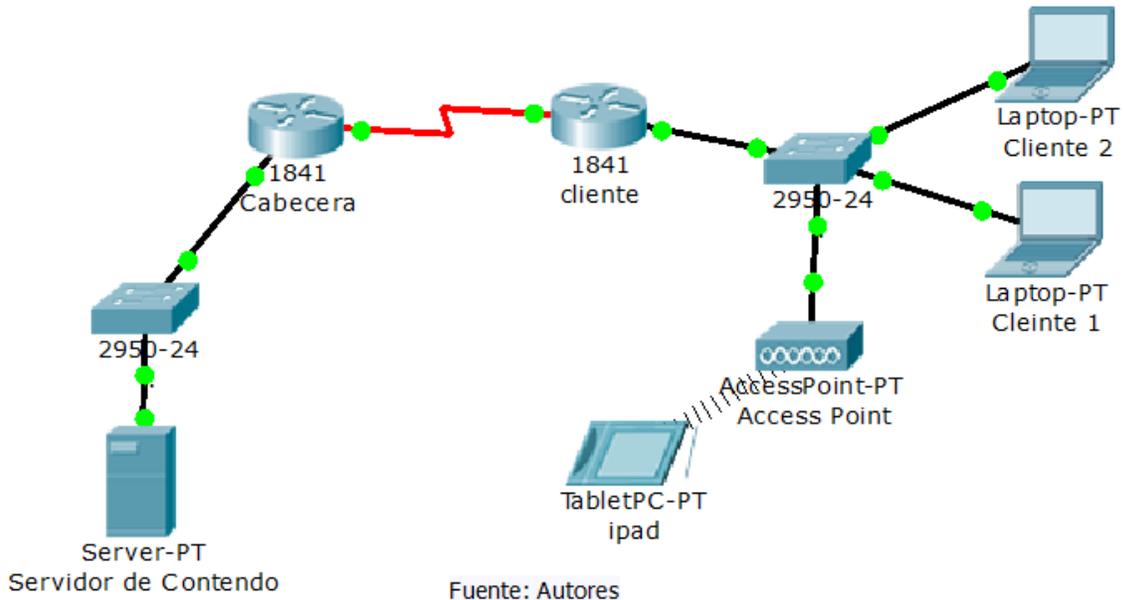
Para establecer un patrón de comportamiento del tráfico en la red (capacidad de uso), se tomaron muestras en tiempo real dadas por el software de Simulación Wireshark durante el tiempo que dura la transmisión. En la figura 46 y 56 se observa el tráfico entrante para paquetes HTTP y TCP (No presentan inconvenientes de convivencia entre IPv4 e IPV6), los cuales presentan un comportamiento promedio constante durante el período de 1 hora y 40 min ocasionando la capacidad de uso en un 98%. Dentro de las variaciones del tiempo de ocupación encontramos un crecimiento lineal que se mantiene durante algunos minutos y luego empieza a decrecer la capacidad de uso del sistema. Esto debido a que los usuarios en esta hora pico ingresan a los equipos de red, y después de establecer la conexión con la aplicación se mantienen visualizando dicho contenido.

En la figure 47 y 57 se muestra el ancho de banda asignado para los diferentes usuarios (conexiones) hacia la aplicación, evidenciando que se requiere un ancho de banda con prioridades debido a que se está usando una aplicación en tiempo real. Adicionalmente, se deben definir algunos límites de utilización del ancho de banda para de esta manera garantizar la calidad del servicio.

6.2 Escenario 2 *Figure 48.*

- 2 Routers
- Switchs
- 1 Servidor
- 3 Clientes “2 PCs y un Ipad”
- 1 Access Point
- Configuración en IP versión 4.

Figure 48 Escenario 2.



Este escenario tiene la misma configuración que el escenario 1 con la adición de un accesPoint para poder acceder al servidor por medio de la aplicación desde dispositivos móviles como lo fue en este caso un Ipad 2. La verificación de la captura de protocolos desde el dispositivo móvil no fue posible ya que el ipad no cuenta con un analizador de protocolos.

Se uso como accesPoint un Router D-link DIR-600 el cual fue conectado al switch con un cable UTP Cat 5E, y el cual tenía como ip 100.100.0.11 y el iPad con 100.100.0.15 *Figure 48*.

Figure 49 Configuración AccesPoint

ROUTER SETTINGS

Use this section to configure the internal network settings of your router. The IP address that is configured here is the IP address that you use to access the Web-based management interface. If you change the IP address here, you may need to adjust your PC's network settings to access the network again.

Router IP Address :

Default Subnet Mask :

Fuente: Autores

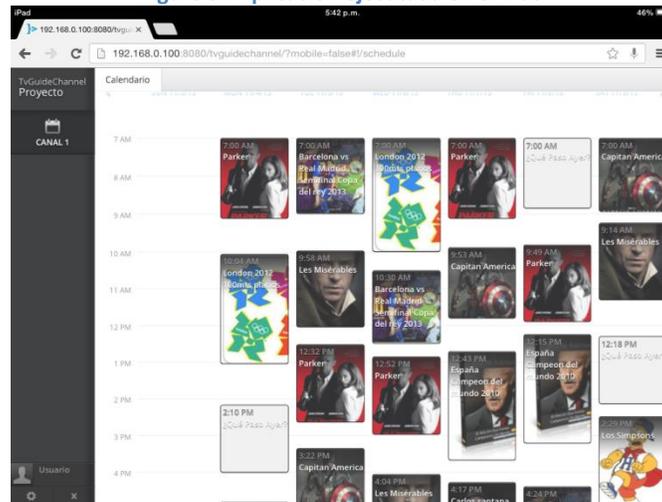
La figure 50 muestra la configuración del protocolo IP en iPad para que ingrese a la red de la validación del diseño de IPTV. Y accediendo a la aplicación *Figure 51 y 52*.

Figure 50 Configuración ip fija iPad



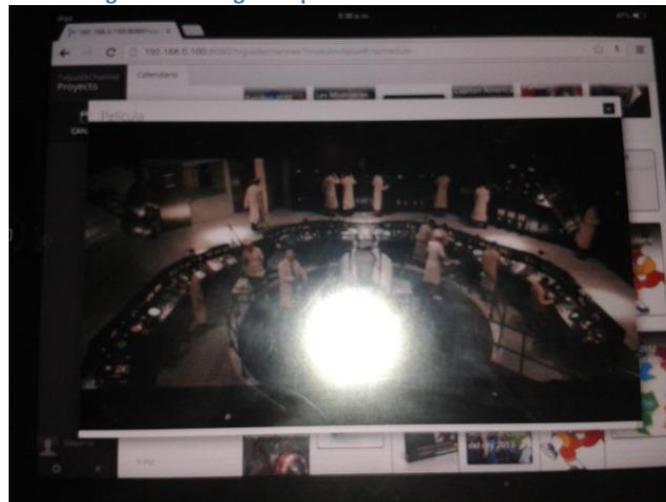
Fuente: Autores

Figure 51 Aplicación ejecutada en el iPad



Fuente Autores

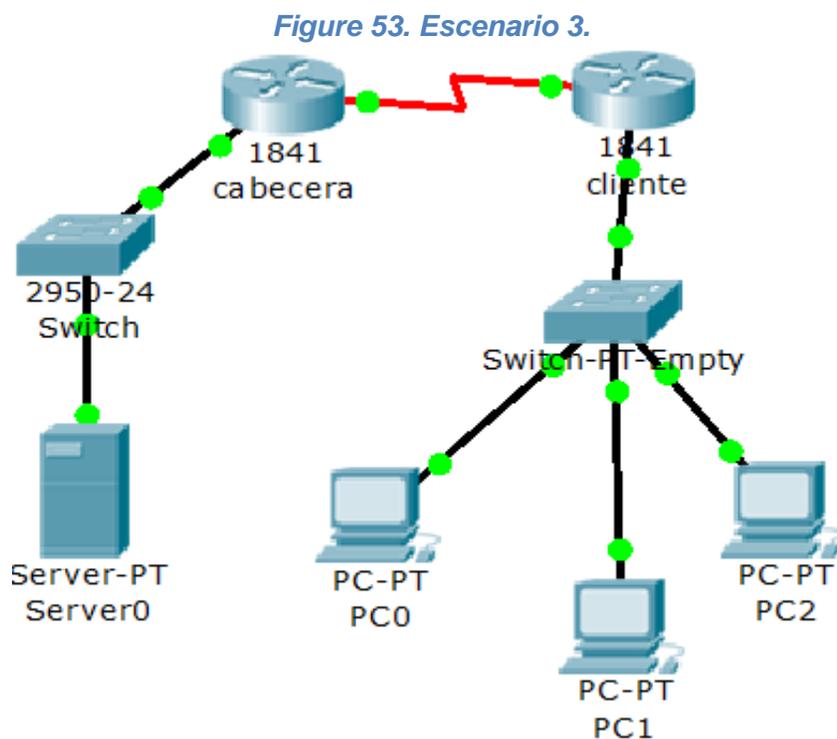
Figure 52 navegando por el contenido desde el iPad



Fuente: Autores

6.3 Escenario 3 *Figure 53.*

- 2 Routers
- 2 Switchs
- 1 servidor
- 2 Clientes
- Configuración de IP en versión 6



Fuente: Autores

Se realiza la conexión de los dispositivos y previa configuración de esta red con el protocolo IPv6 como lo muestra la tabla de direccionamiento, Tabla 11.

Se realizó la prueba de los enlaces con el comando PING, desde los diferentes puntos de la red. Para ello tenemos en cuenta la Tabla 11 Direccionamiento IP en versión 6 en el capítulo anterior.

Después de que se comprobó que el enlace respondía perfectamente como lo muestra la *Figure 54* y *55*, se procedió a ejecutar el Servidor. Y seguir los mismos pasos del escenario 1. Para la verificación y comparación de los dos protocolos.

Posteriormente de realizar el montaje y la configuración pertinente se consiguieron los siguientes resultados analizados con WireShark [60]. *Figure 56.*

Figure 54 resultados conectividad IPv6

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\JAIRO MAN>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . :

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . :
    IPv6 Address . . . . . : 2001:db8:fea:1::2
    Link-local IPv6 Address . . . . : fe80::786c:8b44:eae5:bc78%11
    Default Gateway . . . . . : 2001:db8:fea:1::1

Tunnel adapter Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . :

Tunnel adapter isatap.{A9E1ED35-5F67-4136-ADA9-B5928C526B06}:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . :

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:fea:1::1

Pinging 2001:db8:fea:1::1 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:db8:fea:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:fea:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:fea:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:fea:1::1: time<1ms

Ping statistics for 2001:db8:fea:1::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:c0ca:1::1
Ping request could not find host 2001:db8:c0ca:1::1. Please check the name and
try again.

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:c0ca:1::1

Pinging 2001:db8:c0ca:1::1 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:db8:c0ca:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::1: time<1ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::1: time<1ms

Ping statistics for 2001:db8:c0ca:1::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
```

Fuente: Autores

Figure 55 resultados de conectividad de nodos IPv6 2.

```
Ping statistics for 2001:db8:c0ca:1::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:c0ca:1::2

Pinging 2001:db8:c0ca:1::2 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms

Ping statistics for 2001:db8:c0ca:1::2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 23ms, Maximum = 23ms, Average = 23ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:aaaa:1::1

Pinging 2001:db8:aaaa:1::1 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:db8:aaaa:1::1: time=23ms
Reply from 2001:db8:aaaa:1::1: time=23ms
Reply from 2001:db8:aaaa:1::1: time=23ms
Reply from 2001:db8:aaaa:1::1: time=23ms

Ping statistics for 2001:db8:aaaa:1::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 23ms, Maximum = 23ms, Average = 23ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 2001:db8:c0ca:1::2

Pinging 2001:db8:c0ca:1::2 with 32 bytes of data:
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms
Reply from 2001:db8:c0ca:1::2: time=23ms

Ping statistics for 2001:db8:c0ca:1::2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 23ms, Maximum = 23ms, Average = 23ms
```

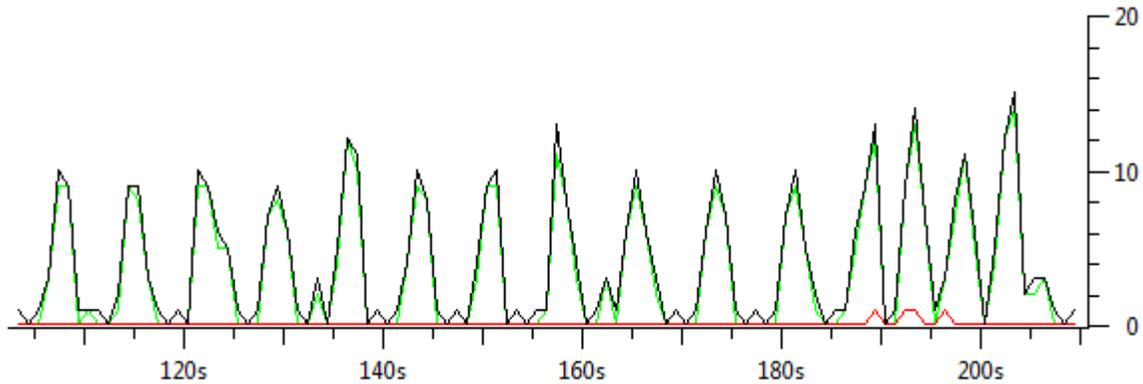
Fuente: Autores.

Figure 56 Captura de Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.00000000	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::3	DNS	97	Standard query AAAA www.wireshark.org
2	0.00031900	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	145	Destination unreachable (no route to destination)
3	0.23398800	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::1	DNS	99	Standard query AAAA clients4.google.com
4	0.23427400	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	147	Destination unreachable (no route to destination)
5	1.09204400	Cisco_e0:db:dd	Spanning-tree-(for-bridges)_00	STP	60	Conf. Root = 32768/0/a4:4c:11:e8:be:83 Cost = 0 Port
6	1.23402700	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::3	DNS	99	Standard query AAAA clients4.google.com
7	1.23436600	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	147	Destination unreachable (no route to destination)
8	2.00002900	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::1	DNS	97	Standard query AAAA www.wireshark.org
9	2.00003900	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::2	DNS	97	Standard query AAAA www.wireshark.org
10	2.00013900	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	fec0:0:0:ffff::3	DNS	97	Standard query AAAA www.wireshark.org
11	2.00049600	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	145	Destination unreachable (no route to destination)
12	2.00057300	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	145	Destination unreachable (no route to destination)
13	2.00057600	2001:db8:aaaa:1:1	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflcMPv6	ICMPv6	145	Destination unreachable (no route to destination)
14	2.28109000	2001:db8:fe8:1:2	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflTCP	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
15	2.47149200	2001:db8:fe8:1:2	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflTCP	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
16	2.47170000	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	2001:db8:fe8:1:2	TCP	74	49218 > http-alt [ACK] Seq=1 Ack=2881 win=258 Len=0
17	2.66123700	2001:db8:fe8:1:2	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflTCP	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
18	2.85124700	2001:db8:fe8:1:2	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflTCP	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
19	2.85144200	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c	2001:db8:fe8:1:2	TCP	74	49218 > http-alt [ACK] Seq=1 Ack=5761 win=258 Len=0
20	3.04120900	2001:db8:fe8:1:2	2001:db8:aaaa:1:1181:628c:8b9c:dflTCP	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
21	3.09227000	Cisco_e0:db:dd	Spanning-tree-(for-bridges)_00	STP	60	Conf. Root = 32768/0/a4:4c:11:e8:be:83 Cost = 0 Port

Fuente: Autores

Figure 57 Grafica de Wireshark del análisis de IPv6



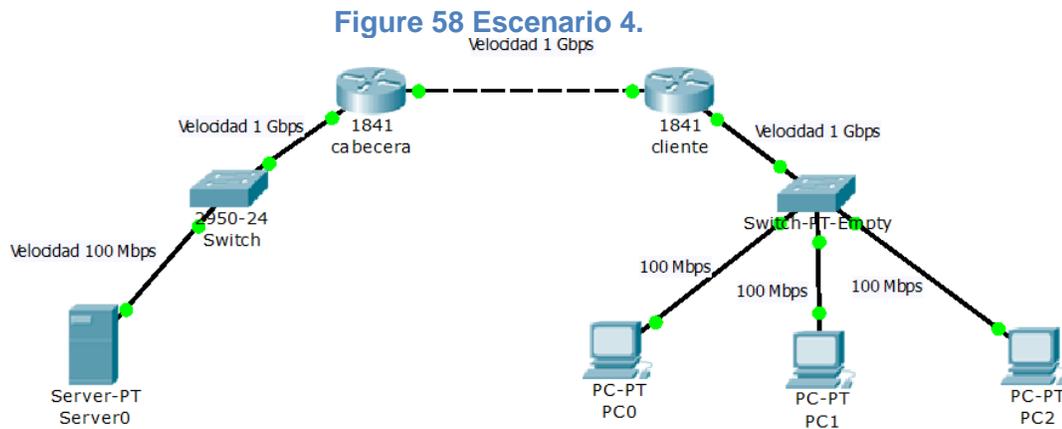
Fuente: Autores

En la figura 57 se puede ver que el tráfico de entrada para paquetes HTTP y TCP (No presentan inconvenientes de convivencia entre IPv4 e IPv6), es tos mismos muestran que hay un comportamiento constante durante el periodo de captura y utilizando el 98 % de la capacidad de uso. Las variaciones del tiempo de ocupación se encuentra un comportamiento variante con picos y valles bruscos y estos es constante durante la captura mostrando picos máximos de 18 paquetes. Esto debido a que los usuarios en esta hora pico ingresan a los equipos de red, y después de establecer la conexión con la aplicación se mantienen visualizando dicho contenido.

6.4 Escenario 4 Figure 58.

- 2 Routers
- 2 Switchs
- 1 servidor
- 2 Clientes
- Configuración de IP en versión 4

En este escenario en comparación al Escenario 1, la conexión entre los routers se hace con un UTP cruzado, se hizo este montaje para incrementar la velocidad entre los dos fragmentos de la red del router de la cabecera hacia el router de los clientes.



Fuente: Autores

Figure 59 Prueba de conectividad.

```

ca: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\JAIRO MAN>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.1

Pinging 200.200.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 200.200.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.2

Pinging 200.200.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 200.200.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=254

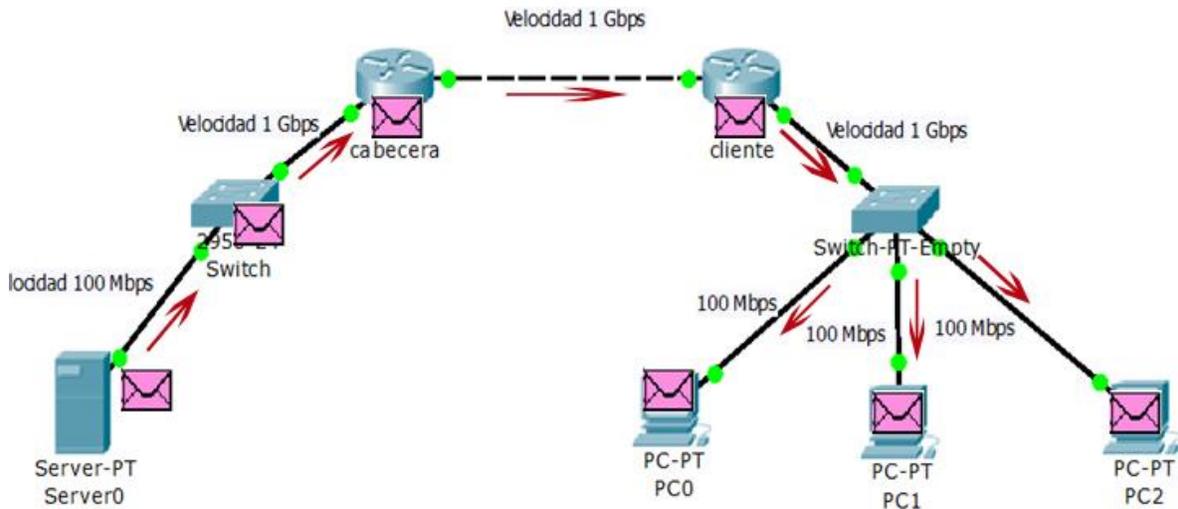
Ping statistics for 200.200.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
  
```

Fuente: autores

La figure 59 que es la comprobación de conectividad fue realizada enviado Pines desde el Servidor ip: 192.168.0.100 hacia los diferentes nodos y como muestra la misma se puede evidenciar el tiempo de respuesta reducido cuando se hacen pines hacia el otro fragmento de red como se evidencia en la figure 60 y al mismo tiempo se puede observar en paralelo las dos imágenes Ping de este comando y la diferencia de tiempos en la figure 61. Se evidencia claramente que el tiempo de respuesta es mucho más bajo cuando se conecta

con el cable UTP. Esto es porque el puerto serial de los routers funciona con una velocidad de 128 Kbps, mientras que el UTP esta conectado en puertos de GigaEthernet.

Figure 60 Dirección de Comprobación de Conexión desde el Servidor



Fuente: Autores

Figure 61 Versus de la diferencia entre conexión con cable Serial y UTP cruzado.

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.1 Serial

```

Pinging 200.200.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.1: bytes=32 time=18ms TTL=254

Ping statistics for 200.200.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 18ms, Average = 18ms
    
```

VS

C:\Users\JAIRO MAN>ping 200.200.0.1 UTP Cruzado

```

Pinging 200.200.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 200.200.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 200.200.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
    
```

Fuente: Autores

Para el análisis de mediciones se requieren realizar pruebas con aplicaciones específicas para el cálculo de los tiempos de salida y llegada de paquetes de bastante exactitud, para poder apreciar mínimos cambios en los tiempos y calcular jitter, el retardo, la probabilidad de pérdidas de paquetes, la probabilidad de erro del canal, etcétera, que adicionando una cantidad considerable de abonados realizando solicitudes tanto de diferentes contenidos como en distintos momentos, nos pueden dar resultados apreciables y determinantes para la regularidad de la transmisión y apreciación del contenido por parte del usuario final.

En un sistema de estas características y dimensiones trabajadas no se puede apreciar estos cambios puesto que los equipos y recursos utilizados como los router Cisco, switch Hewlet Packard, y cableado, pueden soportar transmisiones de bastante carga (Fast Ethernet / Gigabit Ethernet) por tanto podrían estar dando recursos de aproximadamente 40 o 50 host al tiempo sin problema.

Sin embargo como en esta tesis es esencial el tema de la calidad de servicio y los valores referenciales para transmisiones de video e IPTV se muestra en la tabla No. 13 a continuación los requisitos básicos de los parámetros de medición para QoS en la transmisión de estos sistemas, y que los prestadores del servicio deber tener en cuenta para poder cumplir con la satisfacción del usuario.

Tabla 133 Valores de Referencia para la Medición de Parámetros de QoS

PARÁMETRO	CLASE DE QoS	
	CLASE 6 INTERACTIVIDAD	CLASE 7 IPTV
Retardo	100 ms	400 ms
Jitter	50 ms	
Probabilidad pérdida de paquetes	1x10E-5	
Tasa de errores en paquetes recibidos	1x10E-6	
Tasa de fallos en reordenación de paquetes	1x10E-6	

Fuente: “NCL and ITU-T's Network performance objectives for IP-based services” [ITU2011]

7. DESARROLLAR UNA GUÍA TÉCNICA QUE CONTENGA LOS PARÁMETROS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA BUENA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV SOBRE REDES DVB-C EN COLOMBIA. GARANTIZANDO QOS. FUNCIONAMIENTO E INFRAESTRUCTURA BAJO EL PROTOCOLO INTERNET VERSIÓN 6-IPV6.

Este objetivo se cumple con la elaboración de una guía técnica que contenga los parámetros técnicos y normativos para la buena presentación del servicio de IPTV sobre redes DVB-C, como pueden ser la redes de ETB, Claro “Telmex”, Telefónica, EPM, entre otras.

Las recomendaciones dadas en esa guía técnica no supedita alguna marca o referencia de los equipos se tomaran ejemplos para mirar especificaciones técnicas, más no es requisito adquirir o tomar dichas marcas.

Esta misma se hace con fines académicos lo cual no hace parte de ninguna propuesta comercial a ningún ente regulador ni prestador de servicio de telecomunicaciones.

La guía técnica ver **Anexo A.**

Tabla 144 Resultados del Proyecto

OBJETIVO	INDICADOR VERIFICABLE
<p style="text-align: center;">1</p> <p>Analizar los parámetros técnicos y normativos para la prestación de televisión IP y para televisión digital sobre DBV-C en Colombia.</p>	<p>Para el cumplimiento de este objetivo se recolecto la información para poder analizar la actualidad y que proyectos se quieren realizar a nivel mundial y Local en torno a IPTV.</p> <p>Para que Colombia pueda incursionar en el servicio de IPTV de forma correcta es importante establecer los parámetros normativos basándose en la experiencia de otros países donde este servicio ya está completamente desarrollado y el crecimiento de sus abonados es de forma exponencial, para ello la ANTV en Conjunto con la CRC deben acelerar el proceso de cómo se reglamentará a los prestadores de este servicio en Colombia, con esto los proveedores sabrán quién y cómo serán regulados y los usuarios también entenderán por quien serán protegidos. Esto es evidenciado en el capítulo 4 hoja número 29.</p>
<p style="text-align: center;">2</p> <p>Diseñar y validar el esquema de transmisión IPTV en redes DBV-C para IPv4 e IPv6, mediante el desarrollo de una aplicación que</p>	<p>Con el fin de lograr este objetivo se elaboró un diseño el cual está basado en la arquitectura de IPTV general, colocando en el mismo los tres aspectos importantes cabecera, transporte y cliente.</p> <p>Este Diseño va acompañado con una aplicación para poder validar el mismo, esta aplicación</p>

<p>permita la selección y programación de contenido, y a su vez permita la definición de las condiciones técnicas del sistema de transmisión.</p>	<p>funciona desde cualquier explorador, por ello el análisis desarrollado en el siguiente capítulo tendrá que arrojar un tráfico http y no RTP (<i>Protocolo de Transporte de Tiempo real</i>) el cual es el protocolo común en IPTV como lo muestra la Figure 13 “<i>La pila de protocolos de IPTV</i>”. Esto se puede evidenciar en el capítulo 5 hoja número 58.</p>
<p style="text-align: center;">3</p> <p>Verificar los parámetros de funcionamiento, infraestructura y calidad de servicio sobre redes DVB-C para el esquema propuesto basados en los protocolos IPv4 e IPv6, para definir los requerimientos mínimos y necesarios de una red IPTV.</p>	<p>Para dar cumplimiento a este objetivo se realizaron el análisis de varios escenarios los cuales se hizo el montaje en el laboratorio de la Universidad con los equipos facilitados variando el tipo de conexión y los protocolos para la verificación de los parámetros de la infraestructura y QoS del diseño propuesto del anterior objetivo. Esto se puede evidenciar en el capítulo 6 hoja número 75.</p>
<p style="text-align: center;">4</p> <p>Desarrollar una guía técnica que contenga los parámetros técnicos y normativos para la buena prestación del servicio de IPTV sobre redes DVB-C en Colombia, Garantizando QoS. Funcionamiento e infraestructura bajo el protocolo internet versión 6–ipv6.</p>	<p>Este objetivo se cumplió llevando acabo el desarrollo de la guía técnica la cual se puede ver en el Anexo A</p>

CONCLUSIONES

- La digitalización de la televisión tiene algunas ventajas que involucran la percepción de los televidentes de una excelente calidad de las imágenes y sonidos dada la robustez del sistema y las características técnicas del mismo. Adicionalmente, se crea un entorno apto para la convergencia, donde múltiples servicios adicionales a la televisión, entre los que se destaca la transmisión de datos, aplicaciones de movilidad e interactividad están a disposición de los usuarios.
- Los sistemas IPTV, por sus características físicas y técnicas, permiten a los usuarios disfrutar de una serie de ventajas respecto a los usuarios de TV por cable convencional. Entre estas ventajas se encuentran: televisión interactiva (aplicaciones), personalización, capacidad de cambio de tiempo o pausa en directo, capacidad de cambio de lugar, y facilidad de acceso en múltiples dispositivos.
- Se ha visto cómo la tecnología IPTV se encuentra en una etapa muy avanzada, existiendo actualmente diversas arquitecturas, estándares y propuestas en la industria. Sin embargo, se puede considerar que IPTV aún no es una tecnología madura. Todavía hay mucho trabajo por realizar alrededor de ella, intentando solventar, por ejemplo, algunas de las carencias relacionadas con las redes de nueva generación.
- Un paso importante necesario en la industria IPTV es el de lograr la estandarización total, ya que la diversidad de estándares que existen hoy en día causa que en ocasiones hayan inversiones innecesarias y nuevos servicios que no terminen su proceso para poder servirle a los diferentes clientes.
- IPTV es un servicio que por las altas inversiones que implica, es difícil de introducir como único negocio; su factibilidad crece si se utiliza infraestructura existente en forma compartida y con economías de escala en el acceso al cliente, es decir, utilizar las redes existentes de banda ancha de los diferentes proveedores como CLARO, ETB, entre otras ofreciendo paquetes completos como Triple Play “Internet, Telefonía y Televisión” Todos ellos bajo IP.
- Las redes DVB-C actuales pueden emigrar a la prestación de servicios de IPTV ya que poseen la capacidad de ancho de banda para la prestación de este mismo, se pensaría en el cambio de algunos periféricos que soporten IPv6 para poder garantizar a los usuarios QoS.
- Para efectos de la convergencia y el desarrollo de la Banda Ancha, el concepto tradicional de servicios de telecomunicaciones empiezan a mezclarse con los aplicativos y los contenidos, impactando a la regulación actual, basada en definiciones específicas de los servicios. Ante esta realidad, cada vez más evidente, será necesario revisar y actualizar los modelos regulatorios nacionales vigentes, así como la normativa comunitaria en materia de comercio de servicios de telecomunicaciones encargándose de esto la CRC y la ANTV claramente de cabeza el Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones de Colombia.
- Para transmitir un solo canal de televisión en SD se requiere de un ancho de banda de 2.5Mb, es decir, que para un hogar Colombiano promedio que cuente con tres

televisores en casa esta cantidad se aumenta a 7.5Mb; ahora, a eso hay que sumar el ancho de banda necesario para la conexión a Internet, lo que en resumidas cuentas deja el requerimiento de ancho de banda aproximadamente en los 10Mb. Si se hacen los cálculos con un servicio de alta definición (HD), este cálculo nos muestra que la mayoría de proveedores están en la capacidad de ofrecer este servicio ya que cuentan con redes que soportan este ancho de banda.

- Las redes actuales al soportar el ancho de banda necesario para el servicio de IPTV, deben pensar en aspectos como la cabecera y el set top box, donde la cabecera debe contar con los servidores capaces de soportar el número de peticiones de los abonados y al mismo tiempo el almacenamiento del contenido para que el usuario acceda a él en el momento que lo deseen desde sus periféricos, adicional a esto si se cuenta con una red donde la cabecera como el terminal están configurados y soportan IPv6 se garantizara la QoS.
- Los proveedores de servicios de Telecomunicaciones en Colombia para que puedan prestar el servicio de IPTV tienen que hacer su gran inversión en su cabecera esto debido a que los equipos necesarios por sus características técnicas son robustos y así mismo su precio se incrementa.
- La velocidad de transmisión fue gran variante durante las pruebas por las diferentes configuraciones que se pueden adaptar a los router desde sus puertos a los cables con que se conectan, esto mismo pasaría en una red metropolitana para la distribución del servicio ya que se usaría las redes actuales las cuales son de fibra óptica se concluye que no sería un aspecto preocupante.
- El uso de protocolos como UDP, RTP, SIP/SDP, dan la versatilidad para brindar una buena funcionalidad e interoperabilidad en redes de datos permitiendo la convergencia de servicios, así como calidad de servicio y experiencia para el usuario. Además del protocolo IGMP, el cual brinda gran sostenibilidad en cuanto al despliegue de contenido tanto unicast como multicast.
- El uso de la tecnología y arquitectura IPTV, es una excelente opción en el mercado actual de las telecomunicaciones por la convergencia que brinda hacia otras tecnologías (VoIP, Internet), dando como resultado una menor cantidad de equipo, así como el uso de una única red de datos (IP).
- Los enlaces que se realizaron para la validación del diseño están fuertemente supeditado desde los puertos que se usen y los cables a utilizar, llevando esto a la estructura de IPTV general, la red de transporte enlazada con fibra óptica garantizara las diferentes distancias de una distribución metropolitana y el ancho de banda requeridos para la prestación del servicio de IPTV. Por esta razón también es pertinente que este servicio sea prestado por estándar DVB-C.

BIBLIOGRAFIA.

Libros

1. IPTV Crash Course. Weber, Joseph Editorial McGraw Hill, 2007
2. Redes de banda Ancha. Barcelona, Caballero, José M. España. Editorial, Marcombo. 1998.
3. IPTV Basics. Harte L. 1era Edición, Editorial Althos Publishing. Estados Unidos. Año 2006
4. Transmision de Datos y Redes de Comunicaciones. Forouzan, Behrouz, Catherine Coombis, Sophia Chung Fegan. McGraw-Hill/Interamericana de España 2001.
5. Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP. Jesús García Tomás, José Luis Raya Cabrera, Víctor Rodrigo Raya Ra-Ma, Libreria y Editorial Microninfomatica, 2002.
6. La televisión digital Fundamentos y teorías, Manuel Cubero Enrriche, Editorial Marcombo, 2009.
7. IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime LLoret Mauri, Miguel Gacrcia Pineda, Fernando Boronat Segui, Editorial Vertice. 2008. España.

Referencias

- [1] Sistemas Audiovisuales 1-Television analógica y digital. U. Politecnica de Cataluña, España. Tarres, Francesc. 2000. Disponible en <http://www.um.edu.ar/catedras/claroline/backends/download.php>
- [2] AD-HOC GROUP ON DEFINITION OF IPTV. Proposed Definition of IPTV v.03. Malta: ITU, 2007. Disponible en <http://ties.itu.int/ftp/public/itu-t/fqiptv/readonly/20071211Malta/Contributions/>
- [3] Transmision de Datos y Redes de Comunicaciones. Forouzan, Behrouz. 2001.
- [4] Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP. Garcia, Jesus. 2002.
- [5] Grupo de Expertos NGN: Medición y Calidad del Servicio. CINTEL. Blandón, David. Díaz Yoni. 2010. Disponible en http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/01.Libro_NGN_QoS_MEDICION-DE-LA-CALIDAD-DEL-SERVICIO-EN-REDES-NGN.pdf
- [6] Consideraciones Técnicas para la Implementacion de TV Digital sobre IP en Colombia. U. De los Andes, Colombia. Mielles, Fidel. Torres, Sandra. 2008. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/dspace/items-by-subject?subject=Venezuela>
- [7] Televisión Digital Terrestre (TDT), Ramón Jesús Millán Tejedor, Manual Formativo nº 36, ACTA, 2005. Disponible en <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/tdt.php>
- [8] La televisión digital Fundamentos y teorías, Manuel Cubero Enrriche, Editorial Marcombo, 2009. pág 374.
- [9] Transmision de Television Digital Terrestre, DiBeg Digital Broadcasting Experts Group PDF, pág. 2 disponible en http://www.dibeg.org/overview/document/pamphlet_sp_Ver10.pdf
- [10] IPTV La televisión, atraves de internet, Jose Manuel Huidrobo. Disponible en http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/043039.pdf
- [11] IPTV over WiMAX: Key Success Factors, Challenges, and Solutions Advances in Mobile Multimedia Communications Magazine, She, J. IEEE ...> Volume:45 Issue:8, 2007. Disponible en http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4290319&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4290319
- [12] Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP. Garcia, Jesus. 2002.
- [13] Implementacion y ventajas de IPv6, Jordi Palet, 2005. Disponible en <https://lacnic.net/documentos/lacnicviii/flip-6-jordi-palet.pdf>

[14] Medición De La Calidad Del Servicio En Redes NGN. Grupo de Expertos NGN, Cintel, 2008. Disponible en: http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/02.qos_en_ngn_gngn_Redex-NGN-%E2%80%93Medicio%CC%81n-de-la-calidad-del-servicio.pdf

[15] Medición De La Calidad Del Servicio En Redes NGN en Colombia. Grupo de Expertos NGN, Cintel, 2010. Disponible en http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/01.Libro_NGN_QoS_MEDICION-DE-LA-CALIDAD-DEL-SERVICIO-EN-REDES-NGN.pdf

[16] UIT-T; Rec. Y.1901 (2009) num. 13.2.15 y FG IPTV-DOC-0199 “Vocabulario de términos IPTV”, Malta, 2007. Dsponible en [crcom.gov.co/?idcategoria=55463&download=Y](http://www.crcm.gov.co/?idcategoria=55463&download=Y)

[17] Estudio Y Configuración De Calidad De Servicio Para Protocolos Ipv4 E Ipv6 En Una Red De Fibra Óptica Wdm, Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá, vol. 13 No. 3, 2005, pp. 104-113, 24 De Julio De 2005. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-13372005000300015&script=sci_arttext

[18] Global IPTV Equipment Market and Provider Competition Analysis”. FROST & SULLIVAN. 2009. Disponible en www.frost.com/prod/servlet/cio/177371267

[19] DVB-IP Phase 1.3 in the context of ETSI TISPAN NGN, DVB Document A128 September 2008, Disponible en http://www.dvb.org/resources/public/standards/a128.ipi2480r9.DVB-IP1.3_in_ETSI_TISPAN_NGN.pdf

[20] ETSI <http://www.etsi.org/standards>

[21] IETF <http://www.ietf.org/>

[22] OIPF <http://www.oipf.tv/>

[23] UIT <http://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>

[24] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones <http://www.mintic.gov.co/index.php/ministerio-tic/entidad/nuestra-entidad>

[25] ANTV Autoridad Nacional Television de Colombia <http://www.antv.gov.co/FAQ/QuienesSomos.html>

[26] La tecnología de streaming se utiliza para aligerar la descarga y ejecución de audio y vídeo en la web, ya que permite escuchar y visualizar los archivos mientras se están descargando. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/482.php>

[27] UIT Rec. Q.1741.1 (2002), num. 3.24. Servicios multimedia son aquellos servicios que manipulan varios tipos de medios, tales como audio y vídeo de manera sincronizada desde el punto de vista del usuario. Un servicio multimedia puede comprender múltiples

partes, múltiples conexiones y la adición o supresión de recursos y usuarios dentro de una sesión de comunicación. Disponible en www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e...REC-Q.1741.1-200204.

[28] Recomendaciones UIT M.3200 (97), num.3.1 y UIT-T Z.337 (1988), num.4. Disponible en www.itu.int/itudoc/itu-t/circ/circ1/034-es.html

[29] 45 UIT-T Rec. J.700 numeral 6.1. Disponible en www.itu.int/itudoc/itu-t/85097-es.pdf

[30] HERNANDEZ, Janet & DE LA TORRE, Mindel. IPTV and Mobile TV: New regulatory challenges for regulators. ITU Discussion Paper GSR 2008. Disponible en http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR08/discussion_papers/Janet_Hernandez_session7.pdf

[31] Informa Telecoms & media (2011). <http://www.informatandm.com/section/home-page/>

[32] Consideraciones Técnicas para la Implementación de TV Digital sobre IP en Colombia”, Mielles F., Torres S., U. de Los Andes, 2008.

[33] Análisis Comparativo de Tecnologías para Televisión Digital en el Entorno Colombiano”, Talero N., Correa D., U. Industrial de Bucaramanga, 2007. Disponible en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3295/2/125336.pdf>

[34] Las Telecomunicaciones de Banda Ancha en la Región Américas”, DE LEÓN BOCCIA, Omar; GONZÁLEZ SOTO, Oscar.. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT. 2008. Disponible en http://www.itu.int/ITU-D/finance/Work%20on%20Financing/Telecom_Banda_Ancha_Latinoamerica-sp.pdf

[35] IPTV: LA TELEVISION POR INTERNET, Jaime LLoret Mauri, Miguel Gacrcia Pineda, Fernando Boronat Segui, Editorial Vertice pág:42.

[36] Diseño e implementación de una aplicación interactiva para educación a distancia: t-learning a través de un canal tdt universitario y un canal iptv en la ciudad de lima, PUCP, Dennis Joel Zárate Torres. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1525>

[37] NCL and ITU-T's Standardization Effort on Multimedia Application Frameworks for IPTV ". [ITU2011] Disponible en: http://www.telemidia.puc-rio.br/sites/telemidia.puc-rio.br/files/2010_10_moreno.pdf

[38] Desirable feature of IPTV system for DTTB re-transmission platform and an introduction of experimental IPTV system for ISDB-T”. [NHK2006] Disponible en: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/06/16/T06160000070005PDFE.pdf

[39] URREA, Héctor, “Lo retos de la regulación de la voz sobre el protocolo IP”, Universidad de los Andes, GECTI, Agosto de 2009, pg. 218. Disponible en [http://derechoytics.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=80%](http://derechoytics.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=80%20)

3Alos-retos-de-la-regulacion-de-la-voz-sobre-el-protocolo-
ip&catid=6%3A2&Itemid=32&lang=es

[40] <http://transition.fcc.gov/telecom.html>

[41] BOSNJAK, Alexandra, "IPTV regulation in the EU: premature extension of the TVWF Directive"2010. Disponible en <http://reports.ipstechex.com/reports/iptv-regulation-in-the-eu-premature-extension-of-the-tvwf-directive>

[42] IPTV EN SUDAMÉRICA, Javier Eliuth González Vela, Buenos Aires, Argentina Junio 2012, PDF. Disponible en <http://190.220.3.38:8080/jspui/bitstream/10908/789/1/%5BP%5D%5BW%5D%20M.%20Ges%20Javier%20Gonzalez%20Vela.pdf>

[43] Cullen International. Cross-Country Analysis Western Europe. IPTV Commercial Offers. Junio, 2010. Disponible en http://www.itu.int/osg/spu/ni/voice/documents/Background/IPTV_Cullen_International.pdf

[44] Telecom Regulatory Authority of India, Julio 3 de 2009 y IPTV News. Disponible en <http://www.trai.gov.in/>

[45] OSIPTEL, "Los retos del OSIPTEL en una nueva visión de las telecomunicaciones", Guillermo Thornberry, 17 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/dia/OSIPTEL.pdf>

[46] Business News Americas Publicada: Lunes 15, Junio 2009.

[47] Anatel estudia liberar IPTV, VoIP 2011.04.26, Prensario Internacional. Disponible en <http://www.prensario.net/119-Brasil-Anatel-estudia-liberar-IPTV-VoIP.note.aspx>

[48] Ministerio de Comunicaciones. Documento "Alcance de los servicios de valor agregado y Telemáticos respecto de los servicios básicos y en particular de los servicios de TBPC". Abril 2006. Disponible en: archivo.mintic.gov.co/.../root/DocPOLITICAVALORAGREGADO.pdf

[49] IPTV & VoD Market Analysis. Ovum". DAVIES, Charlie; DELANEY, John. 2005. Disponible en: http://www.multimediararchitecture.it/settimanale/rassegna_311208/15_10/iptv.pdf

[50] <http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/index.html>

[51] <https://vaadin.com/home#productivity>

[52] <http://www.w3.org/html/wg/drafts/html/master/introduction.html#html-vs-xhtml>

[53] <http://www.netup.es/decoder-streamer.php>

[54] http://www.itvdictionary.com/definitions/true_video_on_demand_tvod_definition.html

[55] <http://www.netup.es/vod-nvod-server.php>

[56] Johnson I. Agbinya (2010). IP COMMUNICATIONS AND SERVICES FOR NGN. Taylos & Francis Group. Ebooks.org_IP_Communications_and_Services_for_NGN.pdf

[57] <http://www.netup.es/ip-set-top-boxes.php>

[58] Business News Americas Publicada: Lunes 15, Junio 2009.

[59] <http://www.wireshark.org/>

[60] Johnson I. Agbinya (2010). IP COMMUNICATIONS AND SERVICES FOR NGN. Taylos & Francis Group. Ebooks.org_IP_Communications_and_Services_for_NGN.pdf

[61] Cisco 7600 Series Routers Disponible en:
<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/ps368/index.html>

GLOSARIO

ACAP: Advanced Common Application Platform

ADSL: Asymmetric DSL

ANATEL: Agencia Brasileña de Telecomunicaciones

ANTV: Autoridad Nacional de Television

API: Application Programming Interfaces

ARIB: Association of Radio Industries and Businesses

ARP: El Address Resolution Protocol (protocolo de resolución de direcciones)

ASIC: Application Specific Integrated Circuits

ATM: Asynchronous Transfer Mode

ATSC: Advanced Television System Committee

AVC Advanced Video Coder

BML: Broadcast Markup Language

BPL: Broadband over Power Lines

BRAS: Broadband Remote Access Server

BSAC: Bit-Sliced Arithmetic Coding

BST-OFDM: Bandwidth Segmented Orthogonal Frequency Division Multiplexing

CAATEL: Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones

CAN: Comunidad Andina de Naciones

CAS: Control Access Services

CBP: Central Broadcasting Point

CMN: Cell Main Nodes.

CMR: Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones

CNTV: Comisión Nacional de Televisión

COFDM: Codec Orthogonal Frequency Division Multiplexing

CPE: Customer Premises Equipment

CRT: Cathode Ray Tube

DMB: Digital Multimedia Broadcasting

DNS: Domain Name System

DRM: Digital Rights Management

DSL Digital Subscriber Line

DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer

DVB-T/C/S/H: Digital Video Broadcasting –Terrestrial / Cable / Satellite / Handheld

DVB-T2: Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial

DVD: Digital Video Disc

EDTV: Enhanced Definition Television

EHF: Extremely High Frequency

ELF: Extremely Low Frequency

EPG: Electronic Program Guide

EPON: Ethernet sobre redes ópticas pasivas

ETB: Empresas de Telefonos de Bogota

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

EWS: Early Warning System

FTTH: Fiber to the Home

GPON: Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit

HDTV: High Definition Television

HE-ACC: High Efficiency - Advanced Audio Coding

HE-AVC: High Efficiency - Advanced Video Coding

HF: High Frequency

HFC: Fibra híbrida coaxial

HSI: High Speed Internet

ICMP: Internet Control Message Protocol

IETF: The Internet Engineering Task Force

IGMP Internet Group Management Protocol

IMS IP Multimedia Subsystem

IPng: Internet Protocol new generation

IPTV Internet Protocol Television

IPv4: Internet Protocol Version 4

IPv6: Internet Protocol Version 6

IRP: Protocolo de Información de Enrutamiento

ISDB-T/C/S: Integrated Services Digital Broadcastin –Terrestrial /Cable/Stelital

ISO International Standards Organization

LDPC: Low-density parity-check code

LEDTV: Light Emitting Diode

LF: Low Frequency

MAC Media Access Control address

Mbps: Mega Bit por segundo

MF: Medium Frequency

MFN: Multiple Frequency Network

MHP: Multimedia Home Platform

MHZ: Mega Hercio

MINTIC: Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones de Colombia

MPE: *Encapsulación Multi-Protocolo.*

MPEG: Moving Picture Experts Group

MPLS: Multiprotocol Label Switching

MSAN: Multiservice Access Node

NCL: Nested Context Language

NGN: Redes de Nueva generacion.

NTSC: National Television System Committee

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OIPF: Open IPTV Forum

OLT: Optic Line Terminal

ONT: Optic Network Terminal

OSPF: Open Shortest Path First

PAL: Phase Alternating Line

PES: Packetized Elementary Stream

PON: Passive Optical Network

PSI: proveedor de Servicio de internet

PVR: Personal Video Recorder

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

QoS: Quality of Service Calidad de Servicio

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying

RARP: Protocolo de Resolución de Dirección Inversa

RFID: Radio Frequency Identification

RSPG: Radio Spectrum Policy Group

RTCP: Real-Time Transport Control Protocol

RTP: Real-Time Transport Protocol

RTVC: Radio Televisión Nacional de Colombia

SDTV: Standard Definition Television