

LINEAMIENTOS TÉCNICOS Y REGULATORIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV EN
COLOMBIA



Trabajo de Grado

OSCAR IVÁN SILGADO VERBEL
JORGE LUÍS PADILLA CAVADIA

Director: ESP. JENNY CUATINDIOY IMBACHÍ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
GESTIÓN INTEGRADA DE REDES, SERVICIOS Y ARQUITECTURAS DE
TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN, OCTUBRE DE 2008



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPITULO 1. IPTV Y LA TELEVISIÓN DIGITAL.....	3
1.1 TELEVISIÓN DIGITAL	3
1.1.1 Video Digital.....	4
1.1.2 Audio Digital.....	6
1.1.3 Sistema de Televisión Digital.	7
1.1.4 Sistemas de Distribución Secundaria de la Televisión Digital.	8
1.2 LA TELEVISIÓN IP.....	9
1.2.1 Tipos de Servicios IPTV.....	11
1.2.2 Arquitectura IPTV.....	12
1.2.3 Ventajas de IPTV.....	15
CAPITULO 2. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SERVICIO IPTV	16
2.1 IPTV Y LA ARQUITECTURA TCP/IP.....	16
2.1.1 Aplicación de Usuario.	16
2.1.2 Nivel de Aplicación.....	17
2.1.3 Nivel de Transporte.....	17
2.1.4 Nivel de Red.	18
2.1.5 Nivel de Enlace.....	18
2.2 PROCESOS SOBRE LA SEÑAL DE VIDEO Y AUDIO.	18
2.3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE VIDEO Y AUDIO.	19
2.3.1 Unicast.....	19
2.3.2 Multicast.....	21
2.4 REQUERIMIENTOS DE VIDEO Y AUDIO DIGITAL PARA IPTV.....	23
2.4.1 Difusión de televisión en tiempo real.	24
2.4.2 Servicio de video bajo demanda.	25
2.5 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA DEL CANAL.	25
2.6 REQUERIMIENTOS DE QOS DEL SERVICIO IPTV.	27
2.7 Arquitectura de QoS utilizada por IPTV.	29



CAPITULO 3. ANÁLISIS REGULATORIO DEL SERVICIO IPTV.....	31
3.1 ASPECTOS LEGALES DE LOS SISTEMAS CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION DE TELEVISION EN COLOMBIA.	31
3.1.1 La Televisión Abierta.	31
3.1.2 La Televisión por Suscripción.	32
3.2 ASPECTOS LEGALES DEL SERVICIO IPTV.	32
3.2.1 Regulación a Nivel Internacional.....	32
3.2.2 Tendencia Regulatoria en el Mundo.	35
3.2.3 Estado Actual de la Regulación en Colombia.	36
3.3 LA REGULACION DE IPTV CON RESPECTO A OTROS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE TELEVISION.	42
3.3.1 El Servicio Regulado Bajo la Dirección de la CNTV.	42
3.3.2 El Servicio Regulado Bajo la Dirección del Ministerio.....	42
3.4 PROPUESTA DE LINEAMIENTOS REGULATORIOS PARA IMPLEMENTAR IPTV EN COLOMBIA.....	43
3.4.1 Puntos Críticos de la Regulación en Colombia.....	43
3.4.2 Propuesta de Lineamientos.	45
CAPITULO 4. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO DISPONIBLES PARA IMPLEMENTAR IPTV EN COLOMBIA.	49
4.1 ANÁLISIS DE LAS REDES DE ACCESO.....	49
4.1.1 Red de Acceso de Fibra Óptica PON.	50
4.1.2 Red de Acceso de Cable (HFC).	51
4.1.3 Red de Acceso DSL.....	52
4.1.4 Red de Acceso WIMAX.	52
4.1.5 Distribución por Satélite.....	53
4.2 IMPACTO TECNICO DE LAS TECNOLOGIAS DISPONIBLES.....	53
4.3 MERCADO IPTV.	55
4.3.1 Favorabilidad del Mercado para el Despliegue de IPTV.....	56
4.3.2 Proyección del Mercado IPTV a Nivel Mundial.	57
4.3.3 Proyección del Mercado en Colombia.	58
4.3.4 Despliegue del Servicio en el Mundo.....	59
4.4 COSTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE DISTRIBUCIÓN DISPONIBLES EN EL MERCADO.	62
4.5 CRITERIOS PARA SELECCIONAR LA TECNOLOGÍA MÁS APROPIADA PARA IMPLEMENTAR EL SERVICIO IPTV EN COLOMBIA.....	67
CAPITULO 5. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS TECNICOS PARA IMPLEMENTAR EL SERVICIO IPTV.....	72



CAPITULO 6. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SERVICIO IPTV EN UN OPERADOR NACIONAL. . .	83
6.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO IPTV DE UNE – EPM TELECOMUNICACIONES.....	83
6.2 FASES DE DESARROLLO DEL SERVICIO	84
6.2.1 Fase I del Proyecto:	84
6.2.2 Fase II del Proyecto:	84
6.2.3 Fase III del Proyecto:	85
6.3 ARQUITECTURA	85
6.3.1 Fuentes de Contenido.....	86
6.3.2 Proveedor del Servicio.....	86
6.3.3 Proveedor de Red.....	87
6.3.4 Red del Suscriptor.	88
6.4 PARAMETROS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO	88
6.5 ANALISIS DE LOS PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO	89
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS	96
ANEXOS.....	101



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Formatos del Video Digital	6
Tabla 1.2	Comparación de IPTV con Televisión por Internet	11
Tabla 2.1	Recomendación de Mínima Velocidad Binaria para un Canal SDTV y HDTV para Emisión Tiempo Real	24
Tabla 2.2	Recomendación de Mínima Velocidad Binaria del Audio para Canal SDTV y HDTV Emitido en Tiempo Real	25
Tabla 2.3	Recomendación de Mínima Velocidad Binaria para un Canal SDTV para Contenidos de VoD.	25
Tabla 2.4	Recomendación de Mínima Velocidad Binaria del Audio para Canal SDTV y Emisión Premium o VoD	25
Tabla 2.5	Requerimientos Mínimos de Parámetros Objetivos en la Red de Transporte	29
Tabla 4.1	Impacto técnico de las diferentes tecnologías de acceso.	54
Tabla 4.2	Proyección de la Penetración de IPTV en el Mundo	57
Tabla 4.3	Despliegue de IPTV en Diferentes Países del Mundo	59
Tabla 4.4	Velocidades de Transmisión para Distintos Requerimientos del Número de Canales a Nivel de Enlace de Acuerdo con la Arquitectura TCP/IP.	63
Tabla 4.5	Incremento de Costos por Aumento de la Distancia en Porcentaje.	66
Tabla 4.6	Síntesis de las Tecnologías de Acceso con Base en Criterios Técnicos, de Mercado y Económicos.	71
Tabla 5.1	Ancho de banda mínimo requerido en la red de acceso de acuerdo al número de canales	74
Tabla 5.2	Configuración de los parámetros de los formatos de video	79
Tabla 5.3	Parámetros mínimos para las pruebas de QoS del servicio IPTV	80
Tabla 5.4	Parámetros y puntos de monitoreo para asegurar la calidad del servicio IPTV	82
Tabla 6.1	Confrontación de los datos obtenidos en la visita a UNE con la recomendación de la UIT para el servicio IPTV	89



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Representación de la Relación de Aspecto.....	5
Figura 1.2	Diferencia Entre el Tamaño de una Imagen SDTV de 640x480 y una HDTV de 1920x1080.....	6
Figura 1.3	Contribución y Distribución en Redes de Televisión Digital	7
Figura 1.4	Arquitectura del Sistema IPTV	13
Figura 2.1	Arquitectura TCP/IP.....	17
Figura 2.2	Procesos sobre la señal de video audio para la transmisión de televisión sobre redes IP	19
Figura 2.3	Reparto del Video Unicast	20
Figura 2.4	Caso de Uso para Acceder al Canal Unicast	21
Figura 2.5	Reparto Multicast	21
Figura 2.6	Reparto Multicast de Televisión Digital.....	22
Figura 2.7	Caso de Uso para Acceder al Canal Multicast	23
Figura 2.8	Ancho de Banda Requerido por el Servicio IPTV - Varios Escenarios.	27
Figura 3.1	Esquema de Regulación Horizontal Entre las Redes y los Contenidos	35
Figura 3.2	Esquema de Regulación Bajo la Iniciativa de Concesión Única Convergente	36
Figura 3.3	Servicios de Telecomunicaciones en Colombia. Decreto 1900.	36
Figura 3.4	Organismos Regulatorios en Colombia.....	37
Figura 4.1	Arquitectura del servicio IPTV sobre una red PON	50
Figura 4.2	Arquitectura del servicio IPTV utilizando como red de acceso la tecnología HFC	51
Figura 4.3	Arquitectura del servicio IPTV utilizando una red de acceso DSL	52
Figura 4.4	Arquitectura del servicio IPTV sobre una red WIMAX	53
Figura 4.5	Parámetros que impactan las diferentes tecnologías de acceso.	53
Figura 4.6	Mercado de Banda Ancha en el Mundo	56
Figura 4.7	Mercado de Banda Ancha en Colombia	56
Figura 4.8	Proyección del Número de Suscriptores IPTV por Región en el Mundo	58
Figura 4.9	Proyecciones de Mercado IPTV en Colombia	58
Figura 4.10	Proyección del Nivel de Ingresos de IPTV en Colombia	59
Figura 4.11	Comparación de los Costos de las Tecnologías Utilizadas en la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, una Distancia de 1 Km.	64



Figura 4.12 Comparación de los Costos por Suscriptor de las Diferentes Tecnologías de la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, a una Distancia de 1 Km..... 65

Figura 4.13 Comparación de los Costos de las Tecnologías Utilizadas en la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, una Distancia de 3 Km 65

Figura 4.14 Comparación de los Costos por Suscriptor de las Diferentes Tecnologías de la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, a una Distancia de 3 Km..... 66

Figura 5.1 Proceso para implementar IPTV por parte de una operador constituido y uno nuevo..... 72

Figura 5.2 Creación de Múltiples VLAN para Comunicación con los Equipos de la Red de Acceso..... 77

Figura 5.3 Puntos de monitoreo y diagnostico del servicio IPTV..... 81

Figura 6.1 Arquitectura de la Implementación del Servicio IPTV – UNE EPM Telecomunicaciones..... 85



RESUMEN

Por medio del presente trabajo de grado se aclara el panorama legal que trae consigo la implantación del servicio de Televisión IP (IPTV: *IP Television*) en Colombia para generar lineamientos regulatorios claros, también se proponen lineamientos técnicos que permitan el despliegue del servicio en el país, por parte de un operador de telecomunicaciones constituido y por constituirse.

En el primer capítulo se describe el contexto de la televisión digital teniendo en cuenta los parámetros generales que caracterizan a los contenidos de video y audio digital, el sistema de televisión para identificar la forma en que se distribuye el servicio IPTV y demás servicios de televisión por cable, satélite y terrestre. También se hace referencia a los elementos involucrados en la prestación del servicio de televisión IP.

En el segundo capítulo, se realiza un análisis técnico del servicio IPTV donde se presentan los procesos aplicados sobre la señal de televisión, la forma de distribución, los requerimientos de video y audio digital, así como los parámetros que determinan la calidad de servicio (QoS: *Quality of Service*).

El tercer capítulo contiene el análisis regulatorio del servicio IPTV en el contexto Colombiano, para determinar qué implicaciones legales trae consigo la implantación de la televisión IP en relación con los sistemas de distribución de televisión por cable, satélite y terrestre, además se formulan lineamientos regulatorios claros con el fin de facilitar la implementación del servicio en el país.

En el cuarto capítulo, a partir del análisis de las tecnologías disponibles en la red de acceso, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos, de costos y del mercado de IPTV, se formulan criterios con el fin de establecer cuál tecnología es la más apropiada para desplegar el servicio IPTV por parte de un operador de telecomunicaciones en Colombia.

En el quinto capítulo, a partir del contexto del servicio IPTV estudiado en capítulos anteriores, se proponen lineamientos técnicos que permitan a los operadores de telecomunicaciones, que dispongan de infraestructura o no, implementar el servicio en el país.

En el sexto capítulo, se presenta un análisis de los parámetros técnicos generales del servicio IPTV en funcionamiento, basándose en la información obtenida en la visita técnica realizada a las instalaciones de prueba del operador UNE-EPM Telecomunicaciones en la ciudad de Medellín, permitiendo confrontar la investigación técnica del servicio desarrollada a lo largo del proyecto con la implementación seleccionada por el operador y validar los lineamientos propuestos anteriormente.

Al final, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de grado.



INTRODUCCIÓN

Es una realidad a nivel mundial que los servicios y las redes que utilizan el protocolo IP han alcanzado un alto grado de “madurez”, lo que abre un panorama muy atractivo para el desarrollo de servicios cada vez más novedosos para los operadores de telecomunicaciones, que deben afrontar nuevos retos ante las exigencias técnicas requeridas para satisfacer las expectativas de los clientes y posicionarse en nuevos mercados. Bajo este contexto, los operadores deben tener presente cómo las tecnologías actuales, en este caso, las tecnologías de la red de acceso y de transporte, afectan el despliegue de nuevos servicios de telecomunicaciones y cómo las leyes existentes pueden facilitar u obstaculizar la implementación de servicios emergentes tanto a nivel local como nacional.

El servicio IPTV aparece como una opción para aquellos operadores de telecomunicaciones que desean incursionar en el mercado audiovisual y así aprovechar la infraestructura existente o migrar a otra tecnología dadas las implicaciones técnicas y condiciones de calidad que se deben garantizar. Por otro lado gracias a las ventajas que ofrece el protocolo IP es posible calificar a IPTV como un servicio que introduce un nuevo concepto de televisión en relación al que se conoce actualmente, que reñirá con la televisión tradicional dado que se enmarca dentro del segmento de entretenimiento y que afectará a gran parte de la población que usa el servicio convencional de televisión.

La digitalización de la información que se distribuye a través del protocolo IP, permite la aparición de nuevos escenarios de prestación de servicios, donde la regulación no asimila en su totalidad el fuerte impacto generado por la entrada servicios convergentes tales como la televisión IP, al revolucionar la televisión y la provisión de contenidos que hace unos diez años no eran contemplados en la legislación del servicio de televisión.

En este contexto, el presente trabajo de grado, plantea el análisis de las diferentes tecnologías de red de acceso y/o distribución existente en nuestro país, que podrían facilitar el suministro del servicio IPTV a los usuarios finales, con los niveles de calidad que éste demanda. Adicionalmente, en un ambiente de competencia y des-regulación, es necesario conocer las reales oportunidades y tropiezos que puede plantear la legislación nacional existente, y cómo ésta afecta la entrada de dicho servicio y a los operadores de servicios similares, como Televisión Digital Terrestre, Televisión Internet, Televisión por Cable, entre otros.



CAPITULO 1. IPTV Y LA TELEVISIÓN DIGITAL

La televisión es un sistema de comunicación donde la información que se transmite se presenta a través de imágenes y sonidos con el objeto de ofrecer educación, cultura y entretenimiento de manera simultánea a muchas personas. Desde su comienzo, la televisión ha experimentado una constante evolución tanto en la forma como es transmitida a los usuarios como en la presentación de los contenidos. Esta continua actualización está marcada por los avances en la tecnología que han permitido pasar por las distintas etapas de la Televisión Analógica, desde sus inicios con la imagen en blanco y negro, luego se le incorporó el audio y el color como se conoce actualmente, hasta llegar a la digitalización de las señales y el desarrollo de técnicas de transmisión sobre diferentes medios, dando origen a la Televisión Digital.

Desde hace algunos años se planteó la idea de transmitir contenidos de video y audio utilizando los beneficios del protocolo IP, hoy en día es posible implementar este servicio gracias al desarrollo de técnicas de procesamiento digital y de transmisión de señales, utilizando las redes de comunicaciones actuales. Bajo este contexto la Televisión IP aparece como una alternativa de difusión de contenidos frente a la televisión analógica y digital.

De acuerdo a la tendencia a nivel mundial de migrar los sistemas de televisión a formatos digitales, en el documento se hace referencia solo a la televisión digital por ser IPTV un servicio enmarcado dentro de este contexto, aunque actualmente en muchos países, entre ellos Colombia se utilice todavía la presentación de los contenidos y métodos de distribución de televisión en forma analógica.

1.1 TELEVISIÓN DIGITAL

La Televisión Digital (DTV: *Digital Television*) se define como la difusión de los contenidos de televisión basados en modernas tecnologías y estándares de compresión de información que a diferencia de la televisión tradicional, codifica sus señales en forma binaria, permitiendo transmitir video y audio digital además de otros servicios interactivos por cualquiera de sus medios de distribución como cable, satélite, difusión terrestre, fibra óptica y entre otros, habilitando a los operadores para crear nuevos servicios [1] [2].

La transmisión de señales de video digital se caracteriza por dos aspectos fundamentales. En primer lugar están los contenidos y servicios, donde se destacan los paquetes de canales televisivos, el video bajo demanda (VoD: *Video on Demand*), pague por ver (PPV: *Pay per View*), la retransmisión de programas en horarios establecidos por el usuario, menús de programación, entre otros. En segundo lugar está el aspecto tecnológico, donde se observa una disminución considerable del ancho de banda para la difusión de los canales de televisión en comparación con los formatos analógicos; la existencia de mecanismos para la corrección de errores en recepción FEC (*Forward Error Correction*); transmisión de información adicional a la imagen (subtítulos y noticias); sonido estéreo¹ o multicanal (sistemas de 5.1 canales u otra técnica), entre otros. También se destaca que las señales transmitidas digitalmente presentan mayor inmunidad frente al ruido, situación de gran importancia en sistemas de distribución que utilizan como alimentadores de contenidos a medios como televisión terrestre o satelital.

La televisión digital está conformada por la digitalización del video y el audio los cuales son descritos a continuación.

¹ Sistema de reproducción de sonidos que dispone de dos canales de audio.



1.1.1 Video Digital.

Es una secuencia de imágenes digitales que están formadas por un conjunto de píxeles. *Un píxel* se define como la muestra de un punto. Cada muestra se forma de la combinación de niveles de color (Cb y Cr)² y luminosidad (Y), que determinan una mayor o menor definición de la muestra de acuerdo al número de bits que se utilicen para representarla, estos pueden ser 2, 4, 8, 16, 32 bits u otra cantidad. Por ejemplo con 16 bits se tienen 65.536 colores por píxel o muestra de un punto [3] [4].

El video digital se caracteriza por parámetros como la velocidad binaria del video, la velocidad de la imagen, la relación de aspecto y la resolución del video.

La *velocidad binaria del video* es el número de bits que se necesitan para representar un segundo de video y de la cantidad de bits que se utilicen depende la calidad de éste. La velocidad con la cual se reproduce el video, puede ser constante (CBR: *Constant Bit Rate*), en el caso de tener un ancho de banda asegurado para la transmisión o variable (VBR: *Variable Bit Rate*) cuando se necesita optimizar la velocidad de transmisión del video y varía de acuerdo a la cantidad de movimiento de la escena, normalmente se da en bits por segundos (bps).

Al ser el video una secuencia de imágenes, se debe considerar el término *velocidad de la imagen*, que es el número de imágenes que están pasando por unidad de tiempo. Esta medida de la secuencia normalmente se da en imágenes por segundo (FPS: *Frame per Second*) y el número de estas lo determina el formato de codificación utilizado, que se describe más adelante en detalle.

La *relación de aspecto* de la imagen se define como el cociente entre el ancho y el alto de la pantalla que presenta la imagen. La relación de aspecto por tanto se identifica al mostrar la expresión Ancho:Alto (W:H: *Wide:High*) o también W/H:1, como muestra la Figura 1.1. La relaciones de aspecto utilizadas para presentar los formatos de video son la relación 4:3 correspondiente a la televisión convencional y la 16:9 para los videos de alta definición en televisores panorámicos [5].

La *resolución del video* está definida por la cantidad de píxeles que se utilizan para formar el tamaño de la imagen que se muestra y está determinada por el número de píxeles que constituyen el ancho, medido en píxeles/líneas (tamaño horizontal) y el alto, medido en líneas/imagen (tamaño vertical) de la imagen. Por ejemplo, un video con resolución de 640x480 píxeles, quiere decir que la imagen del video tiene 640 píxeles/línea de ancho y 480 líneas/imagen de alto, lo que daría como resultado una de la resolución de video de 640X480 píxeles por imagen.

² Cb y Cr son el primer y segundo componente de Crominancia, que es la parte del video que contiene la información referente al color.

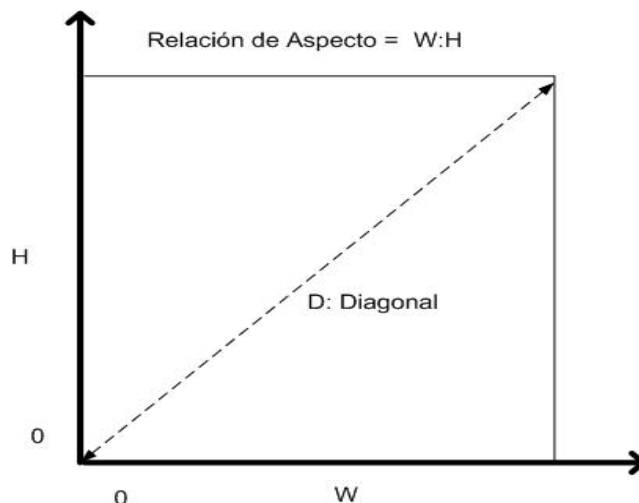


Figura 1.1 Representación de la Relación de Aspecto.

1.1.1.1 Formatos del video digital.

En el video están definidos un conjunto de formatos que representan el tamaño de la imagen y establecen el número de píxeles utilizados, los cuales están determinados los parámetros que caracterizan al video, además de otros que están relacionados con la adquisición y visualización de la televisión denominados escaneo entrelazado³ y progresivo⁴.

Los formatos de televisión se encuentran determinados por los estándares de televisión digital que adopte cada país, ya sea el Americano (ATSC: *Advanced Television Systems Committee*), el Europeo (DVB: *Digital Video Broadcasting*) o el Japonés (ISDB: *Integrated Services Digital Broadcasting*), se clasifican en televisión de definición estándar (SDTV: *Standard Definition Television*) y de alta definición (HDTV: *High Definition Television*):

- 1) **SDTV.** Es un formato de televisión digital de definición estándar diseñado para ser compatible con los formatos de televisión analógica NTSC (*National Television System Committee*) y PAL (*Phase Alternate Line*). Utiliza 480 líneas de tamaño vertical entrelazada y progresiva, es decir, 480i y 480p respectivamente. El número de píxeles utilizados por línea se encuentra entre 640 y 720, una relación de aspecto de 4:3 y 16:9 y la velocidad de la imagen está definida por la codificación utilizada. Este formato tiene una calidad de imagen equivalente a un disco de vídeo digital (DVD: *Digital Video Disc* o *Digital Versatile Disc*) [3] [6].
- 2) **HDTV.** Es un formato de alta definición que tiene mejor calidad de video en comparación con SDTV. Utiliza 720 y 1080 líneas de tamaño vertical progresivas y 1080 de entrelazada, es decir, 720p, 1080p y 1080i. El número de píxeles utilizados por línea se encuentra entre 1080 y 1920, con una relación de aspecto de 16:9 cada uno de los formatos y la velocidad de imagen está definida por la codificación utilizada [3] [6].

La Tabla 1.1, muestra algunos de los formatos de televisión digital utilizados por los estándares Americano, Europeo y Japonés [6] [7] [8].

³ Escaneo entrelazado: Consiste en formar la imagen por medio de “líneas”, las cuales son numeradas de forma par e impar, apareciendo primero las impares y después las pares.

⁴ Escaneo progresivo: Las líneas que forman la imagen aparecen secuencialmente.



Tabla 1.1 Formatos del Video Digital [6- 8].

Tipo de formato	Tamaño en Pixeles/Líneas Horizontales	Tamaño en Líneas/Imagen Verticales	Relación de Aspecto	Tipo de escaneo
SDTV	640	480	4:3	Entrelazado
SDTV	640	480	4:3	Progresivo
SDTV	640	480	4:3	Progresivo
SDTV	640	480	4:3	Progresivo
SDTV	704	480	4:3	Entrelazado
SDTV	704	480	4:3	Progresivo
SDTV	720	480	4:3	Entrelazado
SDTV	720	576	4:3	Entrelazado
SDTV	704	480	16:9	Entrelazado
SDTV	704	480	16:9	Progresivo
SDTV	720	480	16:9	Progresivo
SDTV	720	576	16:9	Progresivo
HDTV	1280	720	16:9	Progresivo
HDTV	1280	720	16:9	Progresivo
HDTV	1280	750	16:9	Progresivo
HDTV	1280	1080	16:9	Entrelazado
HDTV	1920	1080	16:9	Progresivo
HDTV	1920	1080	16:9	Progresivo

La Figura 1.2 muestra la diferencia en tamaño de una imagen de video con calidad estándar de 640x480 píxeles y una imagen de alta definición de 1920x1080 píxeles.



Figura 1.2 Diferencia Entre el Tamaño de una Imagen SDTV de 640x480 y una HDTV de 1920x1080.

1.1.2 Audio Digital.

En términos generales, el audio digital se obtiene mediante la toma periódica de muestras de la señal analógica (niveles de voltaje) en un proceso conocido como “muestreo”. Luego se realiza la cuantificación de las muestras, que consiste en asignar un valor específico dentro de determinado rango. Finalmente, en la fase de codificación se convierten los valores obtenidos de la cuantificación en un código binario. De esta manera, los datos de audio quedan en condición de ser comprimidos para que se puedan transportar junto con los flujos de video, este proceso se explica con más detalle en el capítulo 2 [1] [3].



1.1.3 Sistema de Televisión Digital.

El sistema de Televisión Digital está compuesto por los elementos que intervienen en el proceso de comunicación de la señal de televisión desde su captura hasta su entrega al usuario final. En este sistema se distinguen las redes de *contribución* y de *distribución*, las cuales participan en el proceso de comunicación y se describen a continuación:

1.1.3.1 La red de contribución.

Es la encargada de adquirir los contenidos de video y realizar procesos sobre la señal antes de ser transmitida por algún medio, interactúan varios elementos como el estudio de televisión, enlaces entre estudios y otras redes, recolección por satélite o electrónica de noticias (ENG/SNG⁵: *Electronic News Gathering/Satellite News Gathering*), entre otros [9].

1.1.3.2 La red de distribución.

Consiste en el enlace (por cable o inalámbrico) entre el estudio de televisión hasta el usuario del servicio, y se realiza en dos etapas:

- 1) *La red de distribución primaria*, es la encargada de alimentar a los proveedores de televisión digital terrestre, al proveedor del servicio de televisión cable, al proveedor de IPTV y al proveedor de televisión satelital desde el estudio de televisión [9].
- 2) *La red de distribución secundaria*, es la red que transporta las señales emitidas desde los proveedores de televisión digital terrestre, el proveedor del servicio de televisión cable, el proveedor de IPTV y el proveedor de televisión satelital hasta el suscriptor del servicio [9].

La Figura 1.3 muestra la red contribución y distribución en un sistema de televisión.

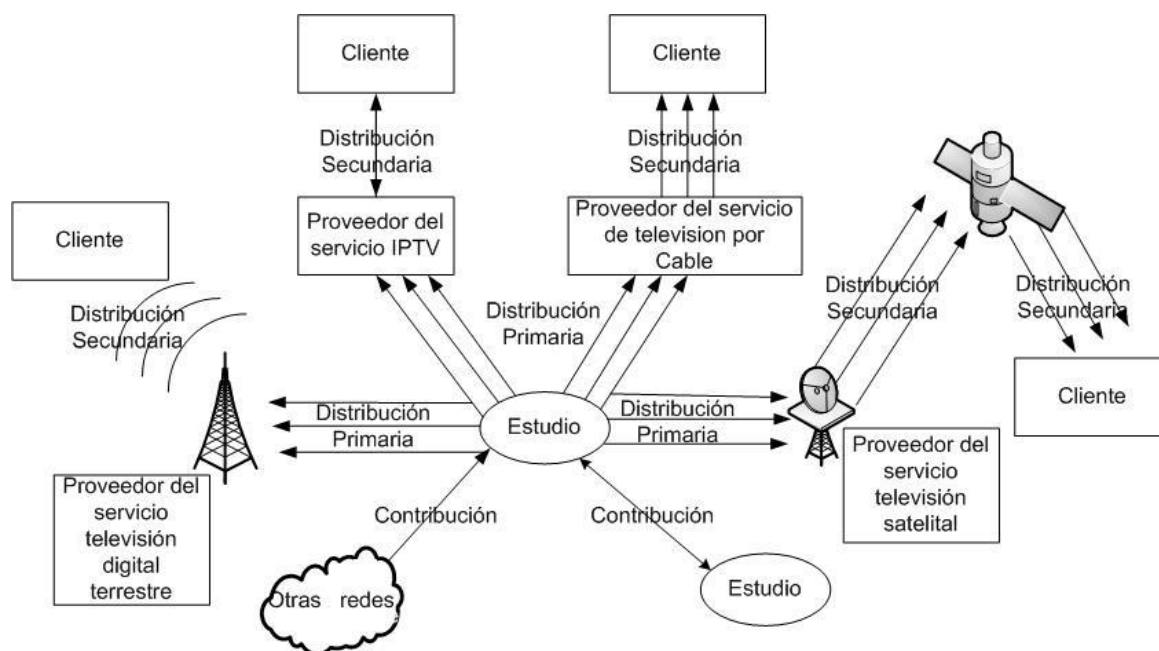


Figura 1.3 Contribución y Distribución en Redes de Televisión Digital [9].

⁵ Consiste en periodismo realizado desde un sitio lejos del estudio y transmitido por satélite o electrónicamente.



1.1.4 Sistemas de Distribución Secundaria de la Televisión Digital.

Esta sección hace referencia a la parte de la red de distribución empleada dentro de los sistemas de televisión digital como muestra la Figura 1.3, que se caracterizan por la tecnología de entrega empleada para llevar el servicio al suscriptor. Estos sistemas se encuentran estandarizados por diversas organizaciones de carácter técnico y regulatorio (DVB, ATSC e ISDB) que establecen las recomendaciones para los servicios de televisión por cable, satélite y terrestre en sus respectivos países. Por su parte, la Union Internacional de Telecomunicaciones (ITU) designó al grupo IPTV-FG (*IPTV-Focus Group*) para el estudio del servicio de televisión basada en el Protocolo de Internet. A continuación se describen cada una de estas formas de transmisión:

1.1.4.1 Televisión digital terrestre.

Televisión digital terrestre (DTT: *Digital Terrestrial Television*), consiste en la radiodifusión de señales de televisión utilizando tecnología digital para el procesamiento en transmisión y recepción de los contenidos, permitiendo a los proveedores de servicio la oferta de video y audio. Este sistema puede utilizar la misma infraestructura de la televisión convencional, optimizando la calidad del servicio entregado al usuario, además de hacer un uso eficiente del espectro electromagnético gracias a las técnicas de codificación empleadas. Los canales se transmiten al mismo tiempo en la banda UHF y VHF de acuerdo con el plan de frecuencia de la región, por consiguiente el receptor debe tener un dispositivo con la capacidad de sintonizar y visualizar la señal de televisión digital o tomar la señal digital, convertirla a un formato analógico y visualizarla en un receptor analógico.

El servicio de DTT también puede ofrecer servicios interactivos tales como encuestas, elecciones, entre otros que utilizan un canal de retorno hasta la oficina central por medio de la línea telefónica y una conexión a Internet. También existe como un servicio avanzado para la televisión terrestre, el estándar denominado DVB-RCT (*DVB-Return Channel Terrestrial*) publicado por la ETSI en el 2002, el cual provee un canal de retorno inalámbrico sobre la banda UHF/VHF para brindar servicio interactivos [2].

La DTT utiliza como método de codificación de video el Grupo Experto de Imágenes en Movimiento 2 (MPEG: *Moving Picture Experts Group*)⁶ y sistemas recientes posibilitan el uso de códigos avanzados como MPEG-4 u otro formato compatible con el sistema, de acuerdo con las necesidades del proveedor del servicio [6] [8] [10].

1.1.4.2 Televisión digital por cable.

En el sistema de Televisión por Cable, las señales de televisión son transmitidas a los clientes por medio de cable coaxial o combinación de coaxial/fibra (HFC: *Hybrid Fibre Coaxial*), de manera exclusiva o compartida con otros servicios de telecomunicaciones. El proveedor del servicio de televisión por cable recibe los canales de televisión provenientes de la televisión por satélite (en forma analógica o digital) y la TDT en el centro de control ó “cabecera”. Luego todos los canales se codifican y emiten simultáneamente a los usuarios que disponen de un equipo sintonizador y decodificador para tener acceso a los canales contratados.

El número de canales simultáneos transmitidos por el sistema de cable está determinado por el operador de acuerdo al plan de frecuencias recomendado por la ITU y DVB y el sistema de

⁶ MPEG: es un grupo de trabajo del ISO/IEC encargado de desarrollar estándares de codificación de audio y vídeo.



codificación. Dentro de los servicios básicos de cable se encuentran la televisión digital, servicios de pague por ver⁷, servicios interactivos, paquetes de canales adicionales y canales con fines comerciales, empresariales o comunicativos [11] [12] [13].

En la actualidad los proveedores de cable para ofrecer servicios tales como de video bajo demanda, que son contenidos personalizados, se apoyan en plataformas de servicios que utilizan el protocolo IP para la transmisión de este tipo de contenidos.

1.1.4.3 Televisión satelital.

Este sistema consiste en la emisión de todos los canales de televisión digital desde la “cabecera” o el centro de control de la red satelital, que se envían en sentido ascendente (uplink) hasta el satélite y luego éste retransmite la señal recibida hacia su área de cobertura en la superficie de la tierra en sentido descendente (downlink). Los suscriptores del servicio necesitan una antena y un equipo receptor genérico que permita la sintonización y decodificación de la señal digital. Mediante este sistema se brinda el servicio de televisión digital con un número de canales mucho mayor a los que ofrece el anterior sistema satelital analógico; el cual depende de la codificación, la capacidad y cantidad de los transpondedores utilizados.

El sistema satelital se encuentra en capacidad de brindar servicios tales como difusión de canales digitales SDTV y HDTV, pague por ver y como red de contribución a otras redes. Los servicios interactivos que necesitan un canal de retorno, que es a través de la líneas telefónicas o por vía satelital [14].

1.1.4.4 IPTV.

IPTV es un sistema utilizado para transmitir televisión digital por medio del Protocolo Internet, en una red privada de telecomunicaciones que se caracteriza por ofrecer calidad de servicio (QoS⁸: *Quality of Service*) y por tener grandes capacidades de ancho de banda. El servicio de IPTV será descrito con más profundidad en el siguiente ítem.

1.1.4.5 Televisión por Internet.

La televisión por Internet (*Internet Television*) está representada por los contenidos parciales o completos que las estaciones ó programadoras de televisión presentan a través de Internet. Para acceder a este servicio los consumidores utilizan sus computadores personales ó dispositivos portátiles, que por medio de un reproductor de video visualizan la programación disponible en direcciones IP ó enlaces web, suscribiéndose previamente para controlar y limitar el acceso a las fuentes de televisión. En cada caso la estación de televisión determina el ó los reproductores que soportan el contenido difundido a través de Internet. Alguno de los reproductores más conocidos son: Windows Media Player de Microsoft, QuickTime de Apple ó RealPlayer de Real Networks [1] [3] [15].

1.2 LA TELEVISIÓN IP.

Es posible encontrar varias interpretaciones del concepto de IPTV que difieren básicamente en los servicios y funciones adicionales, además de la aparente ambigüedad presente en el

⁷ Pague por ver (PPV: *pay-per-view*): Es una modalidad de servicio de televisión paga, de eventos o películas que consiste en solicitar un permiso para ver un canal que se transmite en forma simultánea a todos los usuarios.

⁸ Efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario de un servicio. Recomendación ITU-T E.800.



término IPTV que se confunde con la Televisión por Internet. En términos generales, la Televisión a través del Protocolo Internet o Televisión IP, consiste en la difusión de las señales de televisión y contenidos de video y audio bajo demanda utilizando el protocolo IP. IPTV no requiere del servicio de Internet para repartir sus contenidos porque sus servicios están basados en el uso del protocolo IP como mecanismo de transporte en una red privada de telecomunicaciones banda ancha (FTTx, Cable, DSL, entre otras), gestionable y con niveles de QoS, a diferencia de la Televisión por Internet que utiliza la red pública de Internet [1] [3].

El Grupo de Estudio sobre IPTV (FG-IPTV: *Focus Group IPTV*) define a IPTV como:

“un servicio multimedia que incluye televisión, video, audio, texto, gráficos y datos repartidos sobre una red gestionable basada en IP para proveer el nivel requerido de QoS, calidad de experiencia (QoE: Quality of Experience), seguridad, interactividad y confiabilidad” [16] [17].

La televisión IP aparece como consecuencia de la gran acogida de las conexiones de Internet banda ancha a nivel mundial y el adelanto tecnológico que ha permitido brindar cada vez un mayor ancho de banda a los usuarios a menor costo. Por consiguiente se ha posibilitado la creación de nuevos servicios de entretenimiento para los usuarios y ha generado mayores ingresos para los operadores de telecomunicaciones que aprovechan la infraestructura que ya poseen. Entonces, IPTV al tratarse de contenidos de video y audio que se transmiten en tiempo real, requiere de una alta velocidad en el acceso para su correcto funcionamiento, es decir, que sean capaces de transportar flujos de video y audio con calidad SDTV y HDTV.

El servicio IPTV soporta comunicación bidireccional a través del mismo medio, entre el proveedor del servicio y el cliente IPTV, permitiendo transmitir la programación solo cuando el usuario la solicite. El proceso de transmisión de contenidos en IPTV inicia cuando el usuario realiza una solicitud al proveedor del servicio utilizando el protocolo IP, y el proveedor envía una respuesta a la petición realizada por medio de la misma red y protocolo de comunicaciones. De esta manera se personaliza la programación para cada cliente y se optimiza el uso de los recursos de la red, permitiendo el desarrollo de servicios como Video Bajo Demanda, entre otros [18].

La capacidad de comunicación en doble vía, hace que aparezca un nuevo concepto de televisión denominado televisión interactiva (iTV: *Interactive Television*) y el FG-IPTV la define como:

“iTV es un servicio en el cual el usuario puede enviar solicitudes dentro de un ambiente de navegación al proveedor del servicio con el objetivo, de obtener información adicional. Esta capacidad requiere de canales que son conocidos como canal de retorno” [17].

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones están en condiciones de aprovechar al máximo su infraestructura, ofreciendo servicios de voz y datos en paralelo con IPTV mediante un mismo medio, optimizando así el uso de los recursos de red, además de la comodidad del cliente al no tener que contratar los diferentes servicios por separado. En otras palabras IPTV es una forma más sencilla y atractiva de ver televisión por medio de tecnologías de distribución diferentes a las que se conocen tradicionalmente como lo son la televisión por cable, satélite, entre otras. Se debe anotar que el proveedor del servicio IPTV y el proveedor de red no son necesariamente el mismo proveedor de voz o de Internet.

Es muy común que se confunda IPTV con la Televisión por Internet partiendo del hecho que ambos servicios utilizan el protocolo IP para transportar contenidos de video, pero existen



diferencias por ejemplo, en la red utilizada para la distribución, el contenido, los formatos de video empleados y los dispositivos necesarios para su recepción. Estas diferencias se resumen en la Tabla 1.2 [1] [3] [15].

Tabla 1.2 Comparación de IPTV con Televisión por Internet [1] [3] [15].

	IPTV	Televisión por Internet
Redes de distribución.	Red privada IP.	Red pública de Internet
Cobertura Geográfica.	Limitada al alcance de la red de distribución del operador del servicio.	No tiene límites geográficos, está disponible desde cualquier lugar con acceso a Internet.
Dispositivo de recepción.	A través de STB ⁹ , PC o dispositivo portátil (con cliente IPTV).	Computador personal o dispositivo portátil.
Contenido de los canales de televisión.	Programación “en vivo” del canal, entre otros.	Segmentos discretos de programación, diseñada para su difusión en Internet.
Origen y tipo de contenido.	Proveniente de los productores de contenido.	Proveniente de productores de contenido y usuarios del servicio.
Formato de compresión.	Uno o dos formatos escogidos por el proveedor.	Varios formatos cada uno con su reproductor.
Interactividad con el usuario.	Si	No
Costos de acceso al servicio.	Pago mensual al proveedor del servicio.	Existen contenidos de acceso gratis y otros requieren de una suscripción temporal.
Calidad de servicio.	QoS	Mejor Esfuerzo

1.2.1 Tipos de Servicios IPTV

El servicio IPTV está compuesto por dos servicios básicos denominados difusión de televisión digital y video bajo demanda, los cuales se describen a continuación [19] [20] [21]:

1.2.1.1 Difusión de televisión digital.

IPTV brinda el servicio de televisión difusión digital, el cual consiste en emitir al usuario los canales de televisión convencional recibidos desde otros sistemas alimentadores del servicio y los transmite en tiempo real, lo que corresponde a la televisión lineal (Linear TV). Los contenidos de televisión llegan en forma analógica (estándar PAL, NTSC y SECAM) o digital (MPEG-2 u otra codificación digital) y se codifican bajo un formato de compresión seleccionado por el proveedor del servicio para luego encapsularlos dentro de paquetes IP [17].

A diferencia de los servicios convencionales de televisión digital y analógica que distribuyen todos los canales simultáneamente al suscriptor, el cual los sintoniza por medio de un filtro, IPTV sólo emite los canales cuando se solicitan por el suscriptor, esta característica del servicio da la posibilidad de ofrecer un número virtualmente ilimitado de canales.

IPTV presenta los contenidos de televisión digital al usuario a través de una Guía de Programación Electrónica (EPG: *Electronic Programming Guide*), la cual provee información de

⁹ Set top box (STB), es el equipo encargado de recibir y extraer los flujos de video y audio IP, para la reproducción de las imágenes en el televisor.



los canales que están disponibles. Mediante la EPG se puede personalizar el paquete de canales que el usuario quiera contratar con el proveedor de acuerdo a sus preferencias.

1.2.1.2 Video bajo demanda.

El video bajo demanda, es una modalidad de servicio donde el usuario solicita el contenido que se encuentre disponible dentro de una colección de videos almacenados en uno o varios servidores del proveedor de servicio IPTV, lo que posibilita seleccionar el horario que estime conveniente para su reproducción, por ejemplo una película, un noticiero, etc. También permite manipular el video como si se tratara de un reproductor de DVD, de tal manera que se puede adelantar, pausar, retroceder, parar y reproducir el flujo de video que está recibiendo el usuario. El video bajo demanda puede incluir diferentes modos de autorización para el acceso a este tipo de servicio, dentro de los que están pague por ver, la descarga de contenido para su posterior reproducción (si el equipo del usuario lo permite) y la transmisión de eventos especiales. El servicio de VoD utiliza contribuciones desde otras redes para alimentar la librería de contenidos y posteriormente se brinda utilizando la red de distribución secundaria de IPTV para que el usuario mediante un menú de VoD pueda seleccionar la programación que desee a su gusto.

1.2.1.3 Servicios adicionales.

Los servicios de video, audio, texto, gráficos y datos que no hacen parte del servicio básico de IPTV, son considerados como adicionales y dependen de la capacidad que tenga el equipo receptor (CPE) y del proveedor del servicio. Los servicios adicionales son generados por el operador de IPTV o por terceros, entre los cuales están los servicios interactivos basados en el protocolo IP, identificador de llamadas, entre otros.

1.2.2 Arquitectura IPTV.

Aunque IPTV se pensó inicialmente para los operadores de telefonía con el objeto de completar la oferta de voz, datos y video, su aplicación se ha extendido a otros operadores de servicios de telecomunicaciones. Por lo anterior la arquitectura del sistema IPTV se describe a través de un modelo genérico que puede ser implementado en cualquier infraestructura de red que cumpla con los requerimientos del servicio.

La arquitectura consta de cuatro áreas funcionales bien delimitadas, posibilitando que el proveedor del servicio no sea necesariamente el proveedor de red, lo que favorece la entrada de mas competidores para la implementación de IPTV ó su expansión a regiones donde el proveedor de servicio no cuenta con infraestructura de red, como muestra la Figura 1.4 [18] [19] [21-25].

Las áreas correspondientes a la arquitectura IPTV son las siguientes:

1.2.2.1 Red de distribución primaria

Está compuesta por las fuentes de contenido y las redes involucradas en el transporte de los contenidos de televisión hasta el proveedor de servicio. Las fuentes de contenido son el recurso principal de información en un sistema IPTV porque de ellas se obtienen los contenidos de video y audio que se transmiten al Proveedor del Servicio a través de la red de distribución primaria de IPTV. La programación proviene de la televisión terrestre, televisión satelital y otras redes, en forma analógica (estándar PAL, NTSC y SECAM) o digital (codificada con el estándar de compresión MPEG-2 u otro).

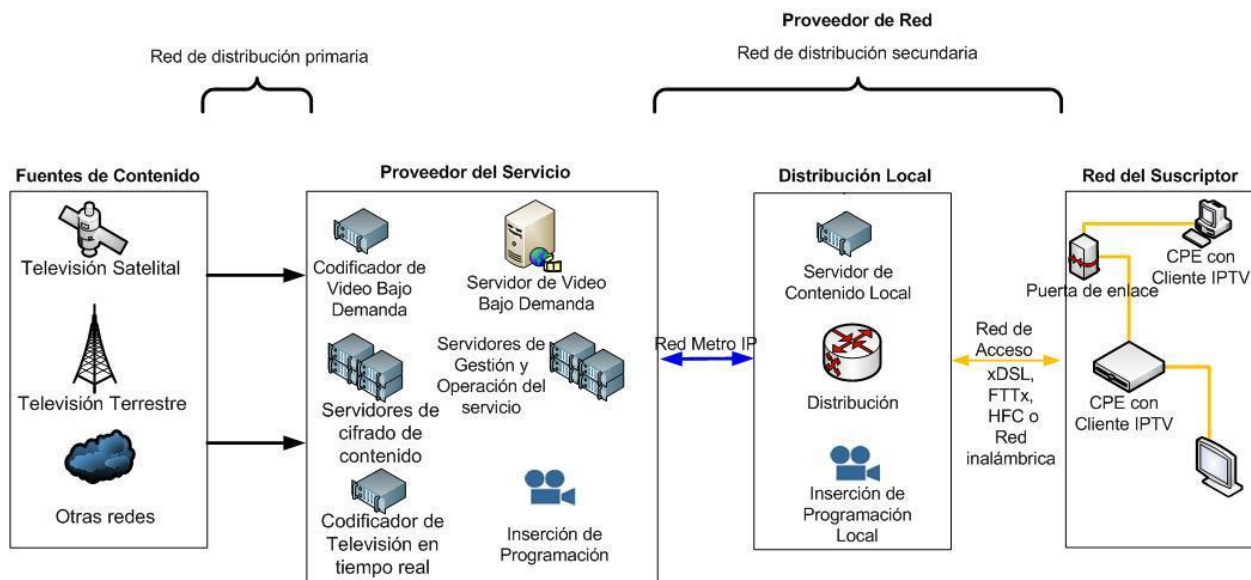


Figura 1.4 Arquitectura del Sistema IPTV [18] [19] [21-25]

1.2.2.2 Proveedor del Servicio.

Representa el área fundamental del servicio de IPTV, dado que es el encargado de codificar, almacenar, administrar y distribuir los contenidos de televisión de acuerdo a las preferencias de cada usuario ó grupo de usuarios dentro de una región o ciudad. Para cumplir con estas funciones el proveedor del servicio está constituido por un conjunto de elementos encargados de realizar tareas específicas relacionadas con el servicio IPTV:

- *Codificador de Video bajo Demanda:* Corresponde a uno o varios equipos que tienen la capacidad de recibir los contenidos de video y audio que han sido solicitados bajo el servicio de VoD, para codificarlos con un formato de compresión seleccionado por el Proveedor y luego ser enviados al Servidor de Video bajo Demanda.
- *Servidor de Video Bajo Demanda:* Se encarga de almacenar los contenidos de video relacionados con el servicio de VoD, para luego ser enviados al suscriptor en el momento que los solicite de acuerdo a la lista de contenidos bajo demanda presentada al usuario a través de la Guía de Programación Electrónica (EPG: *Electronic Program Guide*).
- *Codificador de Televisión en Tiempo Real:* Tiene como función tomar los contenidos de televisión digital o analógica recibidos para codificarlos con un formato de compresión adecuado seleccionado por el Proveedor y transmitirlos directamente al usuario del servicio de acuerdo a la lista de canales del servicio de Difusión de Televisión Digital disponibles presentada al usuario a través de la Guía de Programación Electrónica ejecutada en el cliente IPTV.
- *Servidores de Gestión y Operación del Servicio:* Se denominan también Servidores de Software Intermedio (Middleware), está compuesto por uno o más equipos encargados de verificar la información y estado de cada usuario en la base de datos del Proveedor al solicitar un servicio en particular, y así determinar su autorización y generar el cobro correspondiente si es necesario. Por otra parte, en esta área se ejecutan funciones de gestión sobre los recursos de la red para garantizar el ancho de banda requerido en la transmisión del video.



- *Servidores de Cifrado de Contenidos:* Realiza tareas de seguridad que incluyen cifrado de los flujos de video para evitar fraudes o accesos no autorizados al servicio.
- *Inserción de Programación:* Esta función le permite al operador agregar publicidad, contenidos adicionales y canales que dependen del proveedor del servicio.

1.2.2.3 Red secundaria.

La red secundaria esta compuestas por las redes pertenecientes al proveedor de red:

- 1) **Proveedor de red.** Es el encargado de suministrar la red de distribución para el servicio de IPTV, que dentro del Sistema de Televisión Digital corresponde a la red de distribución secundaria. Hacen parte de esta la red de distribución WAN (*Wide Area Network*) y la red de acceso, así:
 - *Distribución WAN:* Es una red de alta velocidad de la cual depende la capacidad de distribución del servicio, transportando los flujos de video basados en el protocolo IP, desde el Proveedor del Servicio hasta la Distribución Local.
 - *Red de Acceso:* Provee la conexión entre el Distribuidor Local y la Red del Suscriptor, y está compuesto por arquitecturas de red tales como HFC, FTTx ó inalámbricas. Dentro de la red de acceso se encuentra el último tramo de red por el que viajan los contenidos de video conocido como “última milla” y es donde se presenta el mayor número de problemas que afectan las comunicaciones de video en tiempo real debido a su gran volumen y las limitaciones de ancho de banda en las redes existentes.
- 2) **Distribuidor local.** El Distribuidor Local provee la entrega de los servicios y gestión de los recursos sobre la red de acceso en un área geográfica determinada hasta el cliente IPTV. Aquí se encuentran elementos como el Servidor de Contenido Local, Inserción de Programación Local y los equipos de distribución utilizados por la red, que depende de la tecnología empleada.
- 3) **Red del suscriptor.** La red del suscriptor es el dominio donde los servicios de IPTV son distribuidos a uno o varios usuarios del servicio y tiene capacidad de compartir los recursos de red con otros dispositivos basados en la tecnología IP. Para la red del suscriptor es necesario utilizar puertas de enlace como medio de comunicación entre la red de acceso y el dominio de red dentro del hogar. Entre los agentes que intervienen en este dominio se encuentran:
 - *CPE IPTV:* Es un dispositivo que tiene la capacidad de recibir las señales de audio y video IP y conectarse a la red de acceso del proveedor de servicio IPTV. Los equipos tales como computadores personales, set top box o cualquier otro dispositivo digital que cumpla con los requerimientos para acceder al servicio IPTV, corresponden a CPEs.
 - *Cliente IPTV:* Es una aplicación ejecutada sobre el CPE que permite el acceso a los servicios de IPTV. El cliente IPTV participa en el proceso de autenticación del suscriptor, validación de los contenidos que han sido cifrados, decodificación y presentación del flujo de video y audio de los servicios de difusión de televisión digital y



video bajo demanda. Además, provee una interfaz de usuario para la comunicación entre el suscriptor y el proveedor del servicio IPTV.

1.2.3 Ventajas de IPTV.

El servicio IPTV presenta ciertas ventajas en cuanto a su potencialidad respecto a los demás sistemas de televisión digital. Estas ventajas son:

- El número de canales que se pueden ofrecer a través de IPTV es virtualmente ilimitado porque el suscriptor recibe el canal en el momento en que lo solicita ocupando siempre el mismo ancho de banda para la transmisión. Esto permite además que cada usuario pueda personalizar su programación. A diferencia de lo que ocurre con la Televisión Digital Terrestre, por Cable y Satelital que emiten todos los canales de televisión simultáneamente en frecuencias predefinidas para habilitar al suscriptor sintonizar el canal.
- A través de IPTV el operador puede capturar información relacionada con las preferencias del televidente, incluyendo anuncios publicitarios, temas de interés o nivel de audiencia de un programa utilizando el mismo medio.
- Flexibilidad de la red en cuanto al número potencial de aplicaciones que se pueden realizar debido a la arquitectura TCP/IP en el nivel de Aplicación.
- Desde el punto de vista económico la implementación de IPTV requiere de una menor inversión, porque al estar basado en el Protocolo IP, se soporta sobre gran parte de los equipos y la infraestructura de red que hacen parte de las redes de distribución actuales de los operadores de telecomunicaciones.
- El Servicio de VoD brindado por IPTV permite al suscriptor solicitar contenidos a su gusto con la ventaja adicional de hacer uso de las funciones pausar, detener, adelantar, entre otros.

Para concluir, IPTV es un servicio de televisión comparado con los demás sistemas de distribución de televisión como cable, satélite y terrestre, es por ello hace parte de la clasificación de los sistemas de distribución de televisión digital. Un aspecto importante es que el servicio IPTV supera a los sistemas mencionados en número de servicios ofrecidos, al igual que provee la capacidad de proveer comunicación bidireccional a través del mismo medio de transmisión.



CAPITULO 2. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SERVICIO IPTV

El transporte de los contenidos de la televisión lineal y bajo demanda basados en redes IP, requiere de una infraestructura de red que permita ofrecer un servicio que permita satisfacer las expectativas del usuario en referencia a los actuales sistemas de distribución de televisión. Esto representa un gran reto en cuanto a la selección apropiada de las tecnologías utilizadas tanto en la red como en las instalaciones del proveedor del servicio para la prestación de IPTV.

A continuación se analiza el contexto del servicio IPTV teniendo en cuenta los aspectos técnicos requeridos para su transmisión. Por tanto es necesario, conocer primero la relación entre el servicio de televisión IP y la arquitectura TCP/IP, los protocolos de red utilizados en cada una de las capas de la arquitectura TCP/IP y los aspectos relevantes del procesamiento realizado a la señal de televisión que se van a transmitir.

Seguidamente, se describen los métodos de distribución de los contenidos, los requerimientos de video y audio recomendados para garantizarle al usuario una buena experiencia con el servicio, el ancho de banda estimado que necesite IPTV, así como también los niveles de calidad de servicio sobre la red de distribución para garantizar al usuario que los contenidos recibidos sean comparables a los sistemas de distribución por cable, satélite y terrestre.

2.1 IPTV Y LA ARQUITECTURA TCP/IP.

Para transportar los contenidos de televisión en redes basadas en IP, el servicio de IPTV utiliza un esquema de comunicaciones integrado por las capas y protocolos que se definen en la arquitectura TCP/IP, con los cuales se logra llevar los contenidos desde el proveedor del servicio hasta el usuario final independientemente de la tecnología de red que de la cual se disponga. Tiene especial importancia en este esquema, el protocolo de transporte en tiempo real (RTP: *Real-time Transport Protocol*) usado para transportar los flujos de audio y video, lo cual requiere de un proceso de empaquetamiento de acuerdo al método de compresión elegido (MPEG o VC1) que se describe en el anexo A. La Figura 2.1, muestra los niveles descritos en la arquitectura TCP/IP y su relación con el servicio IPTV [22] [23] [26].

2.1.1 Aplicación de Usuario.

La aplicación de usuario provee una interfaz de comunicación entre el nivel de aplicación y aplicaciones software que interactúan directamente con los usuarios, este nivel esta fuera de la arquitectura TCP/IP. Los programas implementados dentro de un ambiente IPTV corresponden a plataformas interactivas que están en capacidad de brindar comunicación entre el proveedor de servicio y los usuarios. Es aquí donde los contenidos de televisión en vivo o bajo demanda se envían dentro de flujos de paquetes, con un tamaño fijo que determina la compresión de video (MPEG, VC-1 etc.) utilizada para bajar hasta el nivel de aplicación.

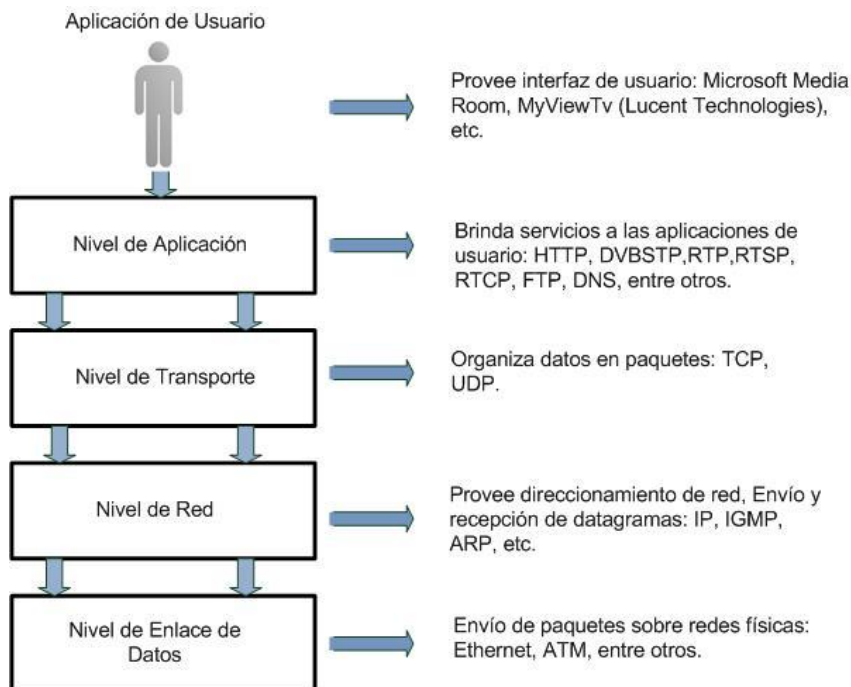


Figura 2.1 Arquitectura TCP/IP [22] [23] [26].

2.1.2 Nivel de Aplicación.

A través de este nivel, las aplicaciones de usuario se comunican con las capas inferiores de la arquitectura TCP/IP para que sus datos sean transmitidos a la aplicación receptora que se ejecuta en el equipo receptor. Por ejemplo, para el descubrimiento (identificación del servicio disponible en una red IP) y selección del servicio de IPTV por parte de las aplicaciones que se ejecutan tanto en el proveedor del servicio como en el receptor del usuario (EPG u otra), se utiliza el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP: *Hypertext Transfer Protocol*) y el Protocolo de transporte DVB para Selección y Descubrimiento del Servicio (DVBSTP: *DVB Service Discovery and Selection Transport Protocol*). Además del protocolo RTP, se encuentra el Protocolo de Flujo de datos en Tiempo Real (RTSP: *Real Time Streaming Protocol*) para el control del flujo de video de los contenidos bajo demanda y el Protocolo de Control RTP (RTCP: *Real-time Transport Control Protocol*) que transporta información de control de la comunicación establecida con RTP. Por otra parte, el Servidor de Nombres de Dominio (DNS: *Domain Name Service*) es indispensable para la adquisición de las direcciones IP donde se accede a los contenidos de televisión en tiempo real y VoD [19] [25]

2.1.3 Nivel de Transporte.

El nivel de transporte es el encargado de proveer comunicaciones de datos punto a punto para las aplicaciones. Para aplicaciones de tiempo real como es el caso de IPTV, el Protocolo de Control de Transmisión (TCP: *Transmission Control Protocol*) puede introducir retardos e interrupciones de la señal cuando se presente la pérdida o la recepción de paquetes alterados durante la transmisión, debido a las funciones de control de flujo y corrección de errores que implementa. Además, el hecho de ser orientado a la conexión requiere de un tiempo significativo para terminar e iniciar un nuevo enlace lógico con el servidor cuando se solicita un



cambio de canal. Estas consideraciones hacen que el protocolo usado para el transporte de los contenidos IPTV sea Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP: *User Datagram Protocol*), el cual al ser no orientado a la conexión, no presenta las desventajas que tiene TCP con respecto a la entrega de contenidos en tiempo real. En el mismo sentido, cabe notar que el encabezado del protocolo UDP (8 bytes) es menor que el encabezado de TCP (20 bytes), diferencia que contribuye a optimizar el uso de los recursos de red con un menor tráfico de datos de control y señalización a cambio de transportar una mayor cantidad de carga útil [26].

2.1.4 Nivel de Red.

En el nivel de red se encuentran los protocolos que encaminan la información desde el punto de origen al punto de destino. Con relación al servicio de IPTV están: el Protocolo de Internet (IP) utilizado por el nivel de transporte y por los protocolos de comunicación que operan a nivel 3 (de acuerdo a la arquitectura TCP/IP) tales como el Protocolo de Resolución de Dirección (ARP: *Address Resolution Protocol*), el Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP: *Internet Control Message Protocol*) y el Protocolo de Gestión de Grupos de Internet (IGMP: *Internet Group Management Protocol*), este último es un protocolo del nivel de red utilizado para establecer grupos dinámicos de multidifusión¹⁰ en IP [26].

2.1.5 Nivel de Enlace.

Corresponde al nivel donde el equipo conectado a la red prepara los datos IP para ser transmitidos a través de la capa física correspondiente a la tecnología de red utilizada (Ethernet, ATM, entre otros). Para el servicio IPTV se debe utilizar una tecnología de red con tamaño de carga útil superior a las unidades de transporte de los formatos de compresión, por ejemplo Ethernet tiene una carga útil de 1500 bytes y una unidad de transporte de MPEG-2 es de 188 bytes, de no ser así se debe realizar fragmentación de estas unidades, lo que a su vez introduce retardos no deseados debido a la carga de procesamiento adicional y la mayor cantidad de información que se debe transmitir correspondiente al incremento en el número de encabezados de cada trama [24].

2.2 PROCESOS SOBRE LA SEÑAL DE VIDEO Y AUDIO.

En un sistema IPTV a la señal de video y audio se le aplican un conjunto de procesos (ver Figura 2.2) los cuales dan como resultado la transmisión de televisión en la red IP e incluye:

- La recepción de los contenidos en los formatos analógico y digital que se envía a los codificadores de televisión en tiempo real (lineal) y bajo demanda.
- Cuando la señal llega a los codificadores, se ejecutan los procesos de codificación y compresión (este último ha sido previamente seleccionado por el proveedor del servicio). El proceso de codificación involucra tareas de procesamiento sobre la señal que llega al proveedor del servicio en forma analógica bajo el estándar PAL, NTSC o SECAM, la cual es digitalizada para luego ser comprimida. Si la señal llega en forma digital bajo un método de compresión diferente al utilizado por las fuentes de contenido, es necesario realizar cambio de compresión.

¹⁰ Envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen.



- Una vez los contenidos se comprimen, el video se prepara para la transmisión en tiempo real o se envían a los servidores bajo demanda para servicios de VoD.
- Por último la señal de televisión se prepara para ser transportada sobre la red IP por medio de los procesos de cifrado y empaquetamiento (de acuerdo a la arquitectura TCP/IP).

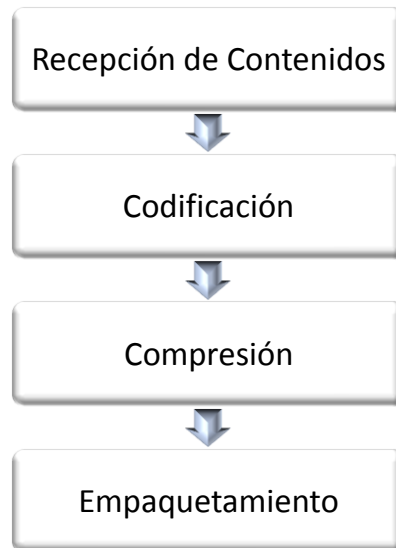


Figura 2.2 Procesos sobre la señal de video audio para la transmisión de televisión sobre redes IP

Como se mencionó al inicio del presente capítulo, los procesos que se realizan sobre las señales de video para adecuarlas y transportarlas sobre las redes IP, se describen ampliamente en el Anexo A.

2.3 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE VIDEO Y AUDIO.

En un escenario IPTV, el tráfico generado para los servicios de video y audio es diferente a los otros servicios prestados sobre la misma red tales como Internet y VoIP (*voz sobre IP*), debido a que el tráfico puede enviarse a un usuario en particular o a un grupo, sobre una conexión que requiere mayor ancho de banda. Por consiguiente para los servicios básicos de difusión de televisión digital y bajo demanda, la tecnología IPTV utiliza los siguientes métodos de distribución.

2.3.1 Unicast.

Una conexión unicast hace referencia a la relación uno a uno entre una fuente y un destino, por lo tanto el flujo de video se envía solo a un usuario en una red dentro del dominio de IPTV. Si múltiples usuarios requieren o solicitan contenidos de video, la fuente debe crear múltiples flujos para transmitir a cada equipo receptor. Con base en esta característica de la distribución unicast, el proveedor de IPTV ofrece los servicios de video bajo demanda (VoD) con la posibilidad que el suscriptor manipule (pausar, retroceder, adelantar y parar el video) los videos solicitados a su gusto. Un aspecto que se debe considerar en cuanto a una transmisión unicast es que se disminuye la eficiencia de la red cuando muchos usuarios solicitan el servicio, debido



a que aumenta el procesamiento en los servidores del proveedor de IPTV, además de requerir mayor ancho de banda para transmitir todos los flujos a través de la red de distribución. [1] [15] [19] [22].

La Figura 2.3, muestra cuatro flujos de video bajo demanda, transportados en una red de alta velocidad hasta el usuario, cuando varios suscriptores solicitan los contenidos de video y audio (pueden ser los mismos o diferentes contenidos), a través de sus CPE-IPTV al proveedor de servicio [27].

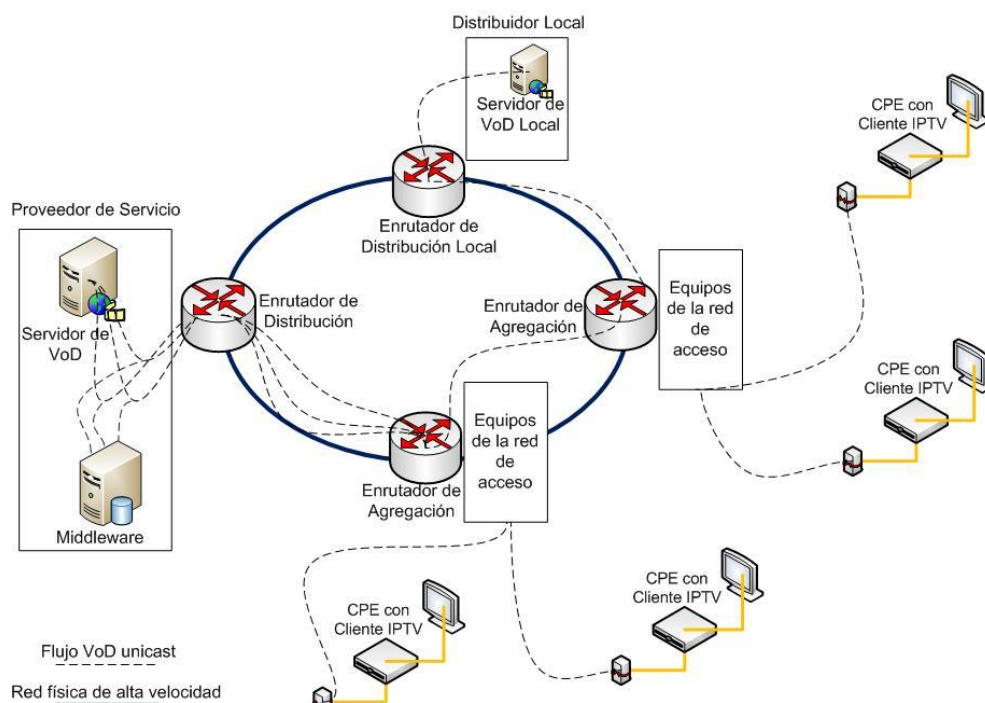


Figura 2.3 Reparto del Video Unicast [27].

Cuando un suscriptor desea ver los contenidos bajo demanda, debe realizar el siguiente proceso para acceder al canal unicast: inicialmente se descarga la guía de programación electrónica (EPG) por medio del equipo terminal (CPE-IPTV) utilizando el protocolo HTTP, desde el servidor de EPG que hace parte del equipo de gestión y administración del servicio. En segunda instancia, el usuario selecciona un canal de la lista presentada a través de la EPG, así el CPE-IPTV obtiene la Localización Uniforme de Recursos (URL¹¹: *Uniform Resource Locator*) asociada al contenido de video disponible desde la EPG, para enviarla al DNS ubicado en el proveedor de red y determinar la dirección IP asociada. Una vez el CPE-IPTV adquiere la dirección IP, en última instancia se conecta con el servidor del canal correspondiente obteniendo los flujos de video bajo demanda. Este proceso se muestra en el caso de uso de la Figura 2.4 [28].

¹¹ Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización.

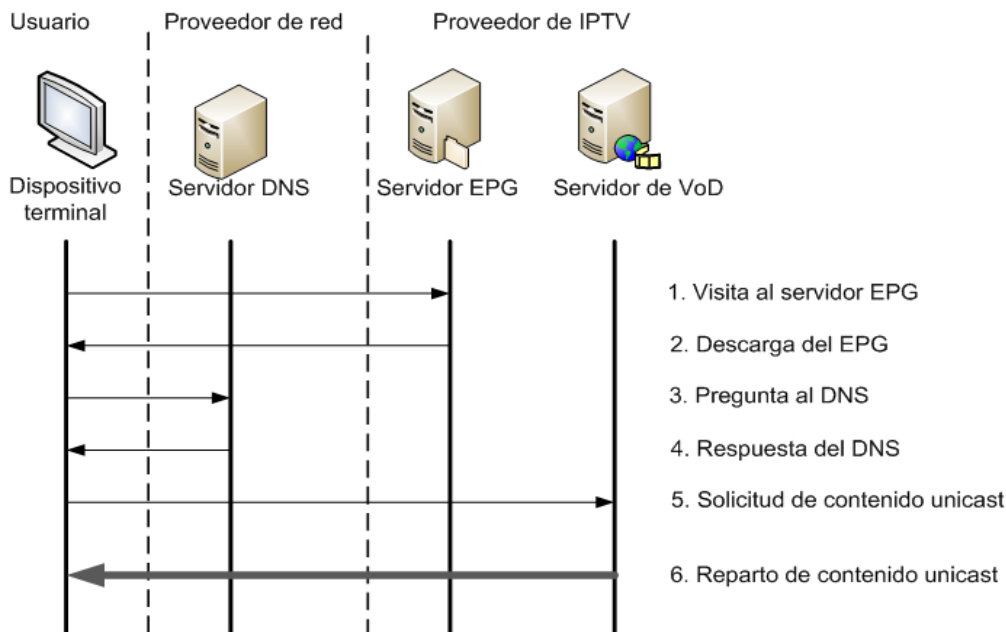


Figura 2.4 Caso de Uso para Acceder al Canal Unicast [28].

Al CPE-IPTV perteneciente a cada usuario se le asigna una dirección IP Unicast, ya sea la versión 4 (IPv4) o en un ambiente de nueva generación de servicios la versión 6 (IPv6). En el contexto de las redes actuales se utiliza IPv4, por tanto direcciones clase A, B y C para las redes de diferentes tamaños [29].

2.3.2 Multicast.

Una conexión multicast es la transmisión de un datagrama IP a un “grupo de equipos”, identificado con una dirección IP como muestra la Figura 2.5. En una comunicación multicast, cada miembro del grupo puede unirse o dejar el grupo en cualquier momento, no hay restricciones en cuanto al número de equipos en los grupos. También un equipo puede ser miembro de uno o más grupos multicast [22] [30].

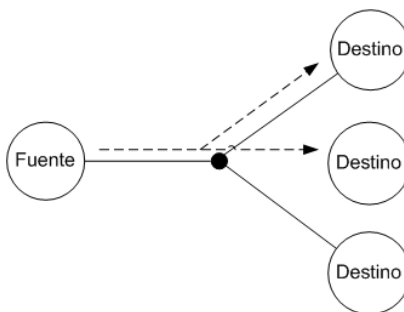


Figura 2.5 Reparto Multicast [30].

Un aspecto de la arquitectura de distribución multicast es el uso eficiente de la red en comparación con la distribución video y audio unicast, sin importar el número de usuarios que



solicite el servicio, debido a que el consumo de ancho de banda es bajo y el procesamiento en los equipos del proveedor de servicio disminuye. Además solo se transmite un flujo de video y audio por cada grupo multicast conformado. Por otro lado, multicast soporta aplicaciones que comunican a una fuente con uno o más destinos para la distribución de audio y video. Por consiguiente, la arquitectura de distribución multicast es un mecanismo importante en el contexto de IPTV, para el transporte de servicios de difusión de televisión digital en tiempo real donde cada canal corresponde a un grupo multicast [19] [21] [27] [31].

La topología en árbol se utiliza en la distribución de los canales de televisión en tiempo real, donde la raíz corresponde a la fuente de los contenidos de televisión. Esto simplifica operaciones complejas de multicast porque no requiere puntos de encuentro a lo largo de la red como lo especifican otras tecnologías. Para ello, multicast utiliza dos tipos de protocolos esenciales que operan a nivel 3 dentro de la arquitectura TCP/IP. Uno para notificar a los enrutadores locales (IGMP) y el otro corresponde al protocolo de enrutamiento para la comunicación entre enrutadores que asegura el reenvío de paquetes, tal como el Protocolo Independiente Multicast (PIM: *Protocol Independent Multicast*) [27] [31].

La Figura 2.6, muestra la distribución de un canal de televisión en tiempo real, transportado sobre una red de alta velocidad, cuando varios suscriptores lo solicitan a través del CPE-IPTV al proveedor de servicio [27].

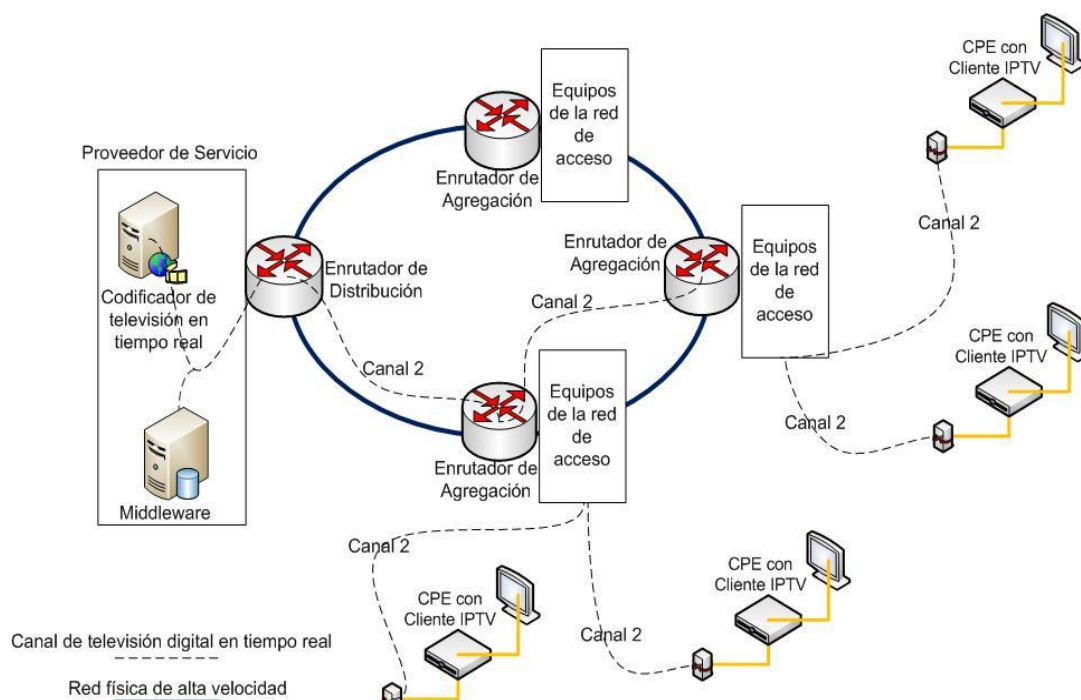


Figura 2.6 Reparto Multicast de Televisión Digital [27].

Cuando un usuario desea acceder al servicio de difusión de televisión en tiempo real, el proceso a seguir comienza con la descarga de la EPG desde un servidor en el proveedor del servicio hasta el CPE-IPTV. Posteriormente el usuario selecciona el canal específico a través de la interfaz EPG y de esta manera se obtiene la IP multicast asociada al canal por medio de un servidor DNS ubicado en el dominio del proveedor de red. Una vez el CPE-IPTV obtiene la dirección IP, el usuario se une a un grupo multicast, enviando una solicitud de asociación de grupo al enrutador local. Después la arquitectura de distribución multicast en árbol se conforma



y los contenidos se reparten desde el codificador de televisión en tiempo real a los usuarios. El proceso anterior es mostrado en el caso de uso de la Figura 2.7 [28].

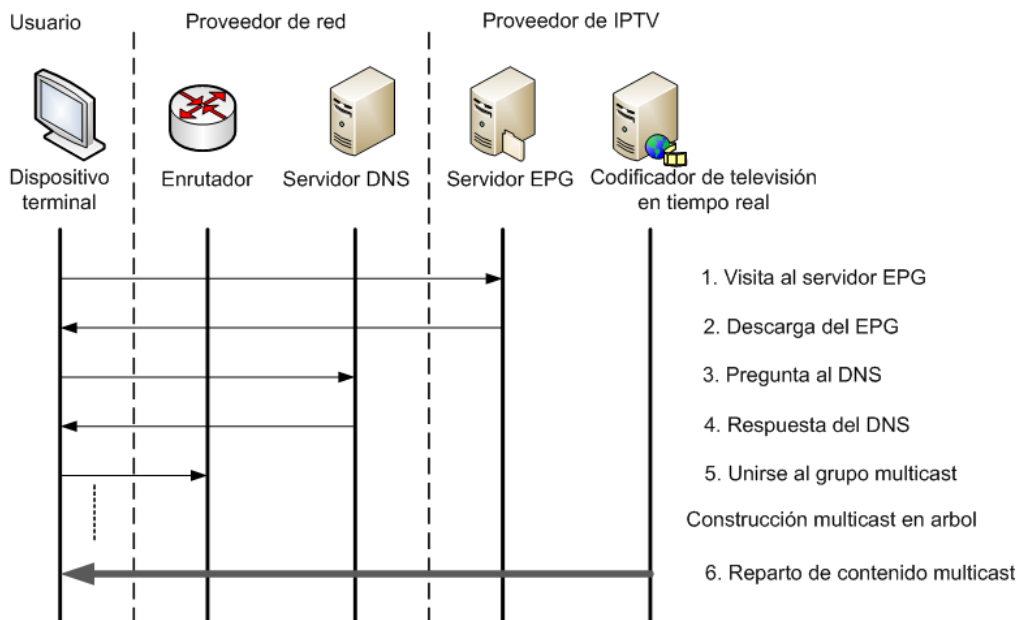


Figura 2.7 Caso de Uso para Acceder al Canal Multicast [28].

2.4 REQUERIMIENTOS DE VIDEO Y AUDIO DIGITAL PARA IPTV.

El video digital depende de varios parámetros para establecer el nivel de calidad de la imagen presentada al usuario del servicio IPTV, tales como la velocidad binaria del video y del audio, la velocidad de la imagen, la relación de aspecto y la resolución del video, que son establecidos en las etapas de adquisición, digitalización y compresión, a nivel de aplicación, de acuerdo con la arquitectura TCP/IP. Por consiguiente al proveedor de servicio IPTV le corresponde fijar estos parámetros en concordancia con sus políticas de calidad para la prestación de los contenidos de video y audio.

Definir la calidad de la imagen, implica que los proveedores del servicio utilicen conceptos y recomendaciones de Calidad de la Experiencia (QoE¹²: *Quality of Experience*), los cuales utilizan algunos métodos para establecer calificaciones de la calidad como el Grado de Opinión promedio (MOS: *Mean Opinion Score*) o la Escala de Calidad Continua Estimada Doble (DSCQS: *Double Stimulus Continuous Quality Scale*), que se encuentra descritos en la recomendación ITU-R BT.500-11 [32] [33].

Los siguientes parámetros corresponden a parámetros (descritos en el capítulo 1 para la televisión digital en general) mínimos del video digital, con base en prácticas de la industria relacionadas con la tecnología IPTV (los datos obtenidos en las prácticas, están sujetos a mejoras conforme avance la tecnología), para los diferentes servicios de video [32] [33]:

¹² Aceptación general de una aplicación o servicio, como es subjetivamente percibido por el usuario final. ITU-T P.10/G.100, Apéndice I.



2.4.1 Difusión de televisión en tiempo real.

Para los servicios de difusión de televisión en tiempo real, el foro DSL¹³ recomienda los siguientes parámetros mínimos a nivel de aplicación para el servicio básico de IPTV de televisión en tiempo real, con el objetivo de igualar o mejorar el servicio de televisión digital brindado a través de otros sistemas de distribución, para canales con definición estándar y de alta definición:

Fuente del video: Las fuentes de contenidos que llegan a la cabecera del proveedor de servicio pueden estar en formato analógico (estándar PAL, NTSC y SECAM) o digital (codificada con un estándar de compresión MPEG-2 u otro), además con una relación de aspecto de 4:3 correspondiente al formato SDTV y/o de 16:9 para HDTV.

Resolución del video y velocidad de la imagen: La resolución del video aplicada es diferente de acuerdo al estándar de televisión digital utilizado, que corresponde al Americano (ATSC) o el Europeo (DVB). Por tanto, el tamaño de la imagen definido para IPTV, del mismo modo que para otros sistemas de distribución de televisión digital, es:

- Para canales en Norte América SDTV es de 720x480 pixeles entrelazado a 30 fps, y para Europa es de 720x576 pixeles entrelazado a 25 fps.
- Canales en Norte América y en Europa HDTV corresponden a 1280x720 progresivo a 60 fps y 50 fps respectivamente, o de 1920x1080 pixeles entrelazado a 60 fps y 59.94 fps respectivamente.

Velocidad binaria del video: La velocidad binaria del video varía de acuerdo al formato de compresión utilizado en la codificación, como muestra la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Recomendación de Mínima Velocidad Binaria para un Canal SDTV y HDTV para Emisión Tiempo Real [32] [33].

Compresión	Mínima velocidad de binaria (solo para el video) - SDTV		Mínima velocidad de binaria (solo para el video) - HDTV	
	MPEG-2	Perfil Principal con Nivel Principal (MP@ML)	2.5 Mbps (CBR)	Perfil Principal con Nivel Alto (MP@HL)
MPEG-4	Perfil Principal con Nivel 3.0	1.75 Mbps (CBR)	Perfil Principal con Nivel 4.0	10 Mbps (CBR)
VC-1	Perfil Principal con Nivel Medio	1.75 Mbps (CBR)	Perfil Principal con Nivel Alto	10 Mbps (CBR)

Velocidad binaria del audio: La velocidad de transmisión requerida en el audio para canales en tiempo real con formato SDTV y HDTV varía de acuerdo al código utilizado, como muestra la Tabla 2.2.

¹³ Organización compuesta por más de 200 compañías líderes de la industria de telecomunicaciones.



Tabla 2.2 Recomendación de Mínima Velocidad Binaria del Audio para Canal SDTV y HDTV Emitido en Tiempo Real [32] [33].

Codificación	Número de canales de audio	Mínima velocidad binaria (Kbps)	Definición del canal
MPEG Capa II	Mono ¹⁴ o estéreo ¹⁵	128	SDTV
AC-2	Estéreo o 5.1 canales	128 para estéreo y 384 para 5.1	SDTV
AAC	Estéreo	96	SDTV
MP3	Estéreo	128	SDTV
MPEG Capa II	Mono o estéreo	128	HDTV
AC-2	Estéreo o 5.1 canales	128 para estéreo y 384 para 5.1	HDTV

2.4.2 Servicio de video bajo demanda.

Para servicios de VoD las expectativas del usuario son más altas debido a que es un servicio personalizado, por lo tanto la calidad de la imagen debe ser mejor. A continuación se presentan los parámetros mínimos para los contenidos VoD en formato SDTV:

Las fuentes de contenidos, la resolución del video y la velocidad de la imagen presentan características similares a los parámetros de los servicios de difusión de televisión digital con calidad SDTV, sin embargo, los requerimientos de la velocidad de transmisión del video y audio deben ser mayores, para que la imagen presentada cumpla con las expectativas del usuario. La Tabla 2.3, muestra las velocidades mínimas requeridas para los servicios de VoD.

Tabla 2.3 Recomendación de Mínima Velocidad Binaria para un Canal SDTV para Contenidos de VoD [32] [33].

Compresión	Velocidad binaria del video mínima
MPEG-2/MP@ML	3.18 Mbps (CBR)
MPEG-4/Nivel 3	2.1 Mbps (CBR)
VC-1	2.1 Mbps (CBR)

Velocidad binaria del audio: La velocidad binaria del audio requerida para los servicios bajo demanda se indica en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Recomendación de Mínima Velocidad Binaria del Audio para Canal SDTV y Emisión Premium o VoD [32] [33].

Codificación	Número de canales de audio	Mínima velocidad binaria (Kbps)
AC-3	Estéreo o 5.1 canales	192 para estéreo y 384 para 5.1

2.5 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA DEL CANAL.

Los requerimientos de ancho de banda dentro de la arquitectura de distribución de IPTV dependen del segmento de red. Por un lado están la red metropolitana y la *red de acceso*, que

¹⁴ Cuando solo se dispone de un canal de audio.

¹⁵ Cuando se dispone de dos canales de audio.



deben ser capaces de transportar los servicios de difusión de televisión digital y de video bajo demanda, además de servicios adicionales, si el proveedor decide implementarlos. Por otra parte está el canal de retorno de la información para los servicios interactivos, que cuenta con un ancho de banda mucho menor que el canal descendente de video. A continuación solo se hace referencia al ancho de banda del flujo descendente de video y audio porque el ancho de banda de subida es significativamente pequeño en relación al ancho de banda del bajada [27].

El ancho de banda requerido en la red metropolitana está dado por la adición del consumo de los servicios de televisión en tiempo real y bajo demanda. En los servicios de televisión en tiempo real donde se utiliza una arquitectura de distribución multicast para el reparto del video, el ancho de banda depende del número de usuarios, el número de canales y el ancho de banda del flujo de video/audio. También para servicios bajo demanda, donde la arquitectura de distribución es unicast, el ancho de banda requerido depende del número de usuarios, el ancho de banda del video/audio y el uso máximo estimado del servicio (en porcentaje), como se muestra a continuación [27]:

Para el servicio de difusión

$$\text{Ancho de Banda Difusión} = \text{Min} (\text{Usuario_Video}, \text{Num_Canales}) \times \text{BW_flujo} \quad [1]$$

Donde,

Usuario_Video: Número de usuarios atendidos por un nodo.

Num_Canales: Número de canales de difusión brindados por el proveedor de IPTV.

BW_Flujo: Cantidad de ancho de banda requerido por un flujo de video/audio.

Para el ancho de banda bajo demanda:

$$\text{Ancho de Banda VoD} = \text{Usuario_Video} \times \text{BW_flujo} \times (\text{Max_Indice_Tomado}/100) \quad [2]$$

Donde,

Max_Indice_Tomado: Máximo uso estimado del servicio VoD con relación al número de usuarios (en porcentaje).

Por lo tanto el ancho de banda total es:

$$\text{BW} = \text{Ancho de Banda Difusión} + \text{Ancho de Banda VoD} \quad [3]$$

Por ejemplo, para calcular el ancho de banda total requerido a nivel de la red de transporte del servicio IPTV con las características nombradas a continuación, se obtienen los siguientes resultados:

- Número total de usuarios igual a 10.000.
- 200 canales ofrecidos para el servicio de distribución de televisión digital.
- Ancho de banda del flujo de video/audio en tiempo real es de 2,628 Mbps cada uno (audio y video de canal SDTV codificado con MPEG-2 basado en requerimientos de las Tabla 2.1 y 2.2).
- Para los servicios de VoD un ancho de banda de 3,372 Mbps (audio y video de canal codificado con MPEG-2 basado en requerimientos de las



- Tabla 2.3 y 2.4).
- El índice que se estimado para el uso del servicio bajo demanda es de 10% (datos experimentales de Cisco) [27].

El ancho de banda obtenido para el servicio de difusión de televisión en tiempo real es de 525,6 Mbps de acuerdo con la ecuación 1. Por otra parte, el ancho de banda del servicio bajo demanda es 3,372 Gbps, de acuerdo con la ecuación 2. En consecuencia, el ancho de banda total requerido en la red de transporte es 3,9 Gbps, de acuerdo con la ecuación 3.

El ancho de banda requerido en la red de acceso está condicionado por la tecnología utilizada para llegar hasta el usuario del servicio, que en general es un limitante para número de equipos receptores dentro del hogar, que soliciten los contenidos de video y audio al mismo tiempo. Es por ello que para uno o varios canales de televisión (lineal o bajo demanda) se debe considerar varios escenarios de requerimientos de ancho de banda. En este contexto se tendrán en cuenta los requerimientos mínimos de ancho de banda para los servicios en tiempo real y bajo demanda, presentados en la sección 2.4, como muestra la Figura 2.8.

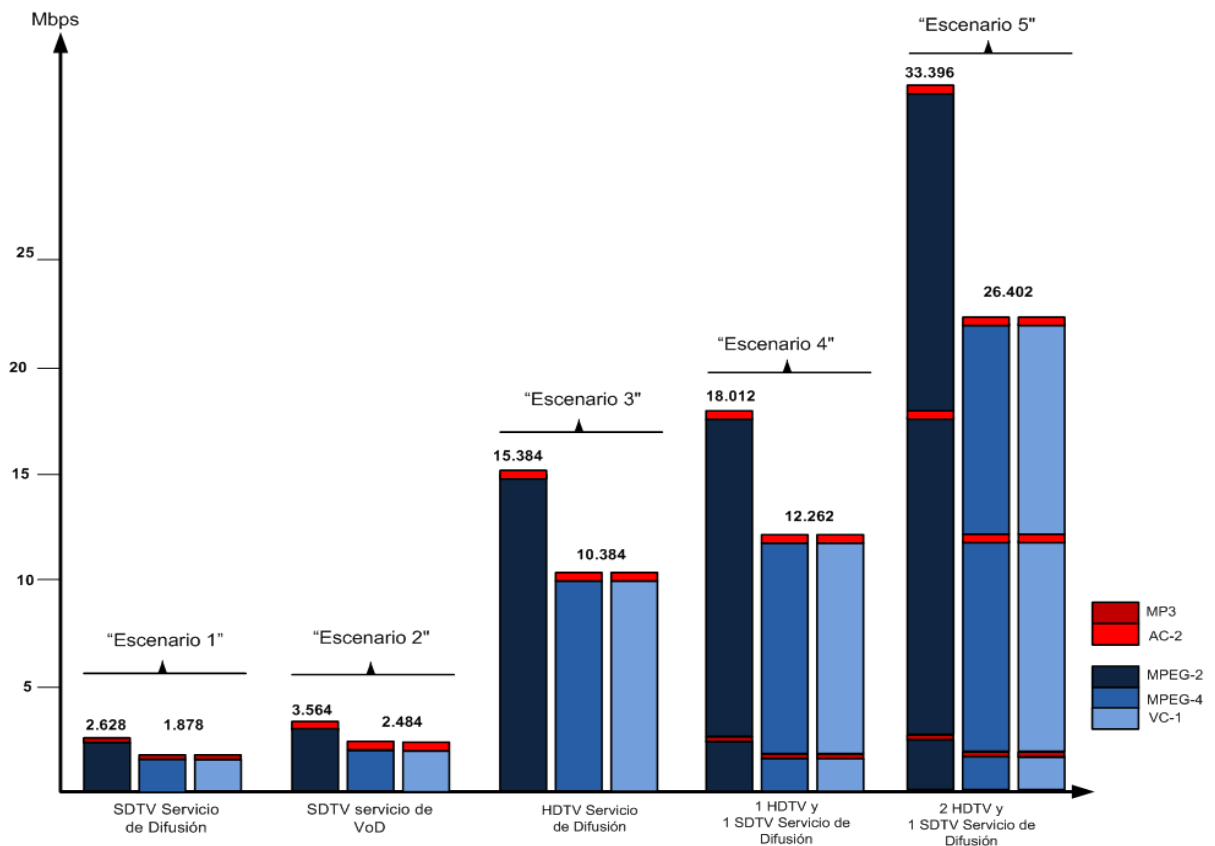


Figura 2.8 Ancho de Banda Requerido por el Servicio IPTV - Varios Escenarios.

2.6 REQUERIMIENTOS DE QOS DEL SERVICIO IPTV.

Como se ha descrito en el desarrollo del presente documento, el servicio de IPTV ofrece la entrega de televisión lineal y bajo demanda, motivo por el cual el usuario que ya posee una experiencia previa con alguno de los sistemas de distribución de televisión tradicionales (cable,



satélite, terrestre), espera recibir con el servicio IPTV una calidad de imagen igual o superior a la que se encuentra acostumbrado. Para lograr que la experiencia del usuario cubra sus expectativas, es necesario que el proveedor del servicio garantice que la red IP sobre la cual se va a prestar el servicio permita la implementación de mecanismos de gestión y control de los recursos y parámetros de funcionamiento de la red, que aseguren la entrega del servicio IPTV con un nivel de QoS adecuado.

En la identificación de los aspectos claves para alcanzar un nivel de calidad de servicio de acuerdo con la entrega de contenido de video sobre una red IP, se puede pensar inicialmente en requerimientos de QoE del usuario final, pero la percepción varía de usuario a usuario porque se trata de una medida subjetiva de la aceptación del servicio y el proceso para determinarla puede demandar mucho tiempo y dinero, es por esto que en su lugar se utilizan parámetros que miden de manera objetiva (QoS) la calidad de la señal de video que se debe recibir en los dispositivos de usuario final (CPE IPTV). Los parámetros que representan un impacto directo sobre la QoE percibida están relacionados con la pérdida de información, los retardos que sufre el video como consecuencia de su paso a través de la red y el tiempo de cambio de canal.

Es inevitable que se presenten degradaciones sobre los flujos de video y audio ocasionadas por fallas en la propagación sobre la red (pérdida de información, jitter¹⁶ y latencia), las cuales se compensan con la utilización de un buffer de datos¹⁷ que permiten ocultar al usuario las degradaciones en los flujos de video y audio ocasionadas por fallas en la propagación sobre la red, pero en algunos casos puede no ser suficiente para conservar la integridad de la información, lo cual depende del tipo y la cantidad de los datos involucrados. El tamaño del buffer de datos típico para servicios SDTV está entre 100ms y 500 ms, y se ajustan de acuerdo a las condiciones particulares de cada implementación del servicio [33].

Cabe resaltar que los flujos de video con altas velocidades binarias son más sensibles a la pérdida de información porque en un intervalo de tiempo específico se puede perder una gran cantidad de datos de modo que no sea suficiente la corrección de errores empleada para eliminar o minimizar el efecto sobre la calidad de la imagen. Por otro lado, la pérdida de datos y retardos a causa las interrupciones de los flujos de video no se debe solo a la influencia de fallas en el transporte de los mismos, sino también a procesos normales de funcionamiento de las diferentes tecnologías de red (configuración de mecanismos de corrección de errores o mensajes de sincronización inherentes a los protocolos de enrutamiento) que introducen periodos de espera comparables con el buffer de datos [33].

En la Tabla 2.5 muestra los requerimientos mínimos de parámetros objetivos, en la red de transporte para obtener una percepción satisfactoria del servicio IPTV [33].

El anexo B contiene las definiciones e interpretación de dichos parámetros.

Además de la pérdida de información y los retardos que sufren los flujos de video, existe otro parámetro que tiene gran impacto en la experiencia de usuario conocido como el *tiempo de cambio de canal*. No se ha estandarizado un rango de tiempo para este proceso, por lo tanto su determinación depende de las consideraciones de diseño del proveedor del servicio para obtener un tiempo retardo aceptable por parte del usuario. El tiempo requerido para el cambio

¹⁶ Variación en la cantidad de latencia entre paquetes de datos recibidos.

¹⁷ Memoria donde se almacenan datos para prever que un proceso se quede sin el flujo de datos continuo requerido.



de canal está relacionado con el proceso de unirse y dejar los grupos multicast que se crean para la distribución de cada canal de televisión. El retardo introducido en cada cambio de canal es la suma del tiempo que requiere el tráfico de los mensajes IGMP y el tiempo que introducen el tamaño tanto del GOP como del buffer de datos [15] [33].

Tabla 2.5 Requerimientos Mínimos de Parámetros Objetivos en la Red de Transporte [33].

Servicio	Velocidad binaria del flujo de video (Mbit/s)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Máxima duración de un error (ms)	Periodo de Pérdida en paquetes IP	Distancia de Pérdida	Promedio de velocidad de pérdida de paquete del flujo IP		
SDTV codificado con MPEG-2	3.0	<200	<50	<16	6	1 error por hora	$\leq 5.85E-06$		
	3.75				7		$\leq 5.46E-06$		
	5.0				9		$\leq 5.26E-06$		
SDTV codificado con MPEG-4, VC1	1.75				4	5	5	1 error por hora	$\leq 6.68E-06$
	2.0								$\leq 7.31E-06$
	2.5								$\leq 5.85E-06$
	3.0								$\leq 5.85E-06$
HDTV codificado con MPEG-2	15				24	27	29	1 error por cada 4 horas	$\leq 1.17E-06$
	17								$\leq 1.16E-06$
	18.1								$\leq 1.17E-06$
HDTV codificado con MPEG-4, VC1	8				14	17	20	1 error por cada 4 horas	$\leq 1.28E-06$
	10								$\leq 1.24E-06$
	12	$\leq 1.22E-06$							

Si el GOP es grande, aumenta el porcentaje de compresión de los flujos de video, pero el tiempo de cambio de canal también aumenta porque es necesario recibir completamente el GOP actual para que llegue la primera imagen del GOP correspondiente al nuevo canal solicitado. En cuanto al buffer de datos, si este es grande provee tiempo suficiente para que los mecanismos de detección de errores puedan recuperar la información perdida o lleguen los paquetes que sufran retardos significativos sin que el usuario lo note, pero también se aumentaría el tiempo de espera para el cambio de canal porque se debe hacer uso del flujo de video que se encuentra almacenado en el buffer antes de presentar el flujo del siguiente canal seleccionado por el usuario.

2.7 Arquitectura de QoS utilizada por IPTV.

La información transportada por la red IP está formada por flujos de video, audio y datos que hacen parte los elementos necesarios para la prestación del servicio IPTV, los cuales se ven afectados de manera diferente ante los retardos y fallas propias de la arquitectura de red. Por esta razón se deben implementar mecanismos de gestión de tráfico que garanticen la entrega oportuna de los diferentes tipos de información para un adecuado funcionamiento de servicio. Existen dos modelos que permiten garantizar niveles de calidad de servicio sobre redes IP que se pueden aplicar al servicio IPTV.



Por un lado está el modelo de Servicios Integrados (IntServ: *Integrated Services*) que por medio del uso del Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP: *Resource Reservation Protocol*) define un ancho de banda fijo para un tipo de servicio en particular u ofrece un ancho de banda equivalente a todos los tipos de servicio en una red que funciona bajo el concepto de *mejor esfuerzo* [33] [34].

Por otra parte está el modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ: *Differentiated Services*), que establece un mecanismo para etiquetar cada tipo de servicio transportado sobre la red, con el objetivo de otorgar prioridad a los paquetes que deben ser procesados y dirigidos a su sitio de destino con la menor cantidad de retardos posibles, y así garantizar un nivel de QoS adecuado a cada tipo de servicio. Esta marcación se realiza haciendo uso del campo Tipo de Servicio (ToS: *Type of service*) del encabezado IP estándar (nivel 3, de acuerdo a la arquitectura TCP/IP) [34] [35].

Para la prestación del servicio IPTV se recomienda utilizar el modelo DiffServ porque permite un mayor crecimiento de la cantidad de usuarios sin pérdida de la calidad de servicio y garantiza de forma segura la separación del tráfico IPTV de los demás tipos de servicios (datos, voz, entre otros) [36] [35].

Para concluir, el proveedor de IPTV necesita someter la señal de televisión a los diferentes procesos de codificación, compresión, empaquetamiento y cifrado, por medio de los cuales se fijan los parámetros de los requerimientos que caracterizan el video y audio digital. La utilización del protocolo IP como mecanismo de distribución, permite la prestación de los servicios de televisión en tiempo real y bajo demanda que deben tener un nivel de calidad igual o superior a las imágenes de televisión de los sistemas de distribución por cable, satélite y terrestre; en consecuencia para poder dar cumplimiento a los niveles de calidad, la UIT recomienda ciertos parámetros (ver Tabla 2.5) los cuales deben ser cumplidos por los operadores que deseen garantizarle una buena experiencia al usuario.



CAPITULO 3. ANÁLISIS REGULATORIO DEL SERVICIO IPTV.

Tradicionalmente, los operadores de telecomunicaciones en Colombia han brindado a sus usuarios los servicios de video, voz y datos a través de redes independientes, basados en regulaciones diferentes con respecto a la concesión del derecho de explotación de los mismos. La tendencia actual, gracias a la evolución de la tecnología, va dirigida al transporte de todos los servicios de comunicación sobre una misma infraestructura de red basada en el Protocolo IP; por ello es común el uso del término convergencia, para hacer referencia a la integración de servicios y aplicaciones sobre una misma red de telecomunicaciones. En este contexto, a los organismos competentes del estado, les corresponde enfrentar los cambios tecnológicos, en particular el presentado con el servicio IPTV, actualizando la reglamentación aplicable a los servicios de telecomunicaciones y de televisión [37].

El presente contexto muestra un análisis del marco regulatorio del servicio IPTV con el objeto de generar lineamientos que proporcionen las indicaciones de las leyes por las cuales se determine como debe ser el despliegue del servicio IPTV en Colombia. A continuación se describe la situación legal de los sistemas convencionales de distribución de televisión y del servicio IPTV, se examina como es la televisión IP con respecto a los demás sistemas de distribución y se finaliza con la propuesta de lineamientos claros para implementar el servicio en Colombia [38].

3.1 ASPECTOS LEGALES DE LOS SISTEMAS CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION DE TELEVISION EN COLOMBIA.

Los permisos para la prestación de los servicios de distribución de televisión en Colombia deben otorgarse de tal manera que promuevan la competencia, la libre iniciativa, la igualdad de condiciones de las diferentes tecnologías de distribución, acceso por parte del público en general o a una parte, entre otros. Por tanto, la distribución de los servicios de televisión por cable, satélite y terrestre, tienen en común técnicamente, que emiten todas las señales de televisión simultáneamente sobre el mismo medio ya sean analógicas o digitales. Por tal motivo la legislación existente en el país se adapta fácilmente para regular dichos servicios, como describe la ley 182 en el artículo 19 y 20, la prestación del servicio de televisión, se clasifica en función de la tecnología de distribución utilizada en televisión radiodifundida, cerrada y satelital, y en función de los usuarios en televisión abierta y cerrada respectivamente.

3.1.1 La Televisión Abierta.

La televisión abierta también se denomina televisión radiodifundida y llega a los televidentes por medio de la emisión de ondas electromagnéticas sin requerir de un medio guiado para el transporte de la señal de televisión, donde los usuarios del servicio pueden acceder libremente siempre y cuando se encuentren en al área de cobertura de la antena transmisora. La distribución tradicional de televisión terrestre se regula a través de las normas correspondientes a la televisión abierta como se expresa en al artículo 20, literal a de la ley 182 de 1995.

En cuanto a la televisión digital terrestre, se encuentra en curso la revisión del marco regulatorio vigente debido la intervención nuevas variables en este proceso (las cuales no se describen



porque no hacen parte del trabajo propuesto), con el objeto de establecer una reglamentación clara para los operadores constituidos y por constituirse del servicio de televisión. El proceso para definir el esquema reglamentario aun no termina, pero debe tenerse en cuenta que el servicio de televisión digital terrestre técnicamente transmite todos los canales simultáneamente sobre el mismo medio de distribución, al igual que el servicio tradicional de televisión terrestre.

3.1.2 La Televisión por Suscripción.

La televisión por suscripción es aquella que solo llega a los televidentes que están autorizados para la recepción de la señal emitida por medio de cualquier tecnología de distribución, la cual permite establecer una relación entre el proveedor del servicio y el usuario del mismo; y con sujeción a un régimen jurídico de prestación de servicios. Hacen parte de la televisión por suscripción la televisión cableada o cerrada y la satelital:

- **La televisión cableada o cerrada:** En términos de la ley 182, “es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario a través de un medio físico de distribución, destinado exclusivamente a esta transmisión, o compartido para la prestación de otros servicios de telecomunicaciones de conformidad con las respectivas concesiones y las normas especiales que regulan la materia”. Por tanto la distribución conocida como televisión por cable en forma analógica y digital hace parte de la presente clasificación, además el otorgamiento de licencias para su uso es por medio de licitación pública para operar a nivel local, zonal y nacional.
- **La televisión satelital:** En términos de la ley 182, “es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario desde un satélite de distribución directa”. Los servicios prestados por medio de satélites se conocen bajo el nombre de televisión directa al hogar (*DTH: Direct to Home*), el cual permite recibir la señal radiodifundida de televisión ya sea en forma analógica o digital directamente del satélite por medio de una antena instalada en la locación del suscriptor, por tanto es regulada por la presente ley. También los operadores del servicio satelital de televisión deben solicitar la licencia respectiva por medio de licitación pública para operar a nivel nacional.

3.2 ASPECTOS LEGALES DEL SERVICIO IPTV.

A continuación se realiza un análisis del estado legal del servicio IPTV a nivel internacional y en Colombia, que permita identificar la condición reglamentaria del servicio.

3.2.1 Regulación a Nivel Internacional.

Una primera aproximación a la composición de las normas regulatorias requiere presentar una visión general de cada una de ellas, por lo tanto diferentes países han desarrollado estrategias políticas respecto a la provisión del servicio IPTV, las cuales se presentan a continuación:

3.2.1.1 Regulación en Estados Unidos.

En Estados Unidos el organismo encargado del control y vigilancia de las telecomunicaciones es la Comisión de Comunicación Federal (*FCC: Federal Communications Commission*), que fue establecida en el Act 1934 y tiene jurisdicción en 50 estados [39].



La FCC en el Act 1934, establece que los operadores que quieran brindar el servicio de televisión deben adquirir la licencia correspondiente a “*la distribución de video multicanal*”, término que incluye la transmisión de televisión por radio, cable, sistemas abiertos y por un “portador común”.

En Estados Unidos el servicio de cable está sujeto a concesiones otorgadas a nivel estatal o local, que en términos del Act 1934, establece que el servicio de televisión por cable es “*cualquier clase de servicio el cual incluye la retransmisión de señales de difusión de televisión local*”¹⁸. En consecuencia IPTV, no se regula como servicio de cable y no necesita concesión para la licencia del servicio. Desde el punto de vista de los grandes operadores de telecomunicaciones en Estados Unidos, como la Compañía Americana de Teléfonos y de Telégrafos (AT&T: *American Telephone and Telegraph*), IPTV es un servicio sobre “*redes conmutadas, en doble vía, punto a punto*”, que permite al suscriptor seleccionar la programación individualmente e interactuar con la red y por tanto debe ser regulado por aquellos servicios considerados “*servicios de información*”, que en términos del Act 1996 son “*aquellos que tienen la capacidad de generar, adquirir, almacenar, transformar, procesar, recuperar, utilizar, o hacer disponible información vía telecomunicaciones, e incluye publicación electrónica, pero no incluye ningún tipo de capacidad para la gestión...*” [40].

Por lo tanto en Estados Unidos no hay una reglamentación clara para regular los servicios de IPTV, donde las leyes actuales requieren de una revisión que permita determinar o proponer nuevas reglas para regular los servicios ofrecidos por IPTV [40] [41].

3.2.1.2 Regulación en Europa.

La Comisión Europea a través de su “*Grupo de Trabajo Co-Ordinado de Negocios de Medios*” (*The Task Force for Co-ordination of Media Affairs*) establece los planes de la Comisión en materia audiovisual para regular el servicio de televisión de los países miembros, además de otros sectores que hacen parte de lo que se denomina “*Negocios de Medios*”. Todos los países miembros deben adoptar estas recomendaciones dentro de un periodo de tiempo limitado (no superior a los 2 años), una vez sea emitida una política para el sector correspondiente [42].

El sistema regulatorio para medios audiovisuales, se actualizó a través de la enmienda Directiva 2007/65/EC o Directiva de Servicios de Medios Audiovisuales (AVMSD: *Audiovisual Media Services Directive*) publicada en diciembre de 2007, que corresponde a un reajuste de las Directivas 89/552/EEC y 97/36/EC. En este contexto, la Comisión reglamenta todos los servicios audiovisuales, incluyendo televisión en tiempo real o lineal y bajo demanda (los cuales corresponden a servicios básicos de IPTV), con reglas más flexibles y modernas respecto a la publicidad y fuentes de financiación [42].

Por otra parte los países miembros de la Comisión Europea tienen diferentes marcos regulatorios, que no han sido actualizados (con relación a la última Directiva 2007/65/EC), para regular el servicio de IPTV. Por lo tanto solo se hará referencia a algunos escenarios regulatorios de Europa:

1) Francia.

El organismo encargado para intervenir el servicio de televisión en Francia es el Cónsul Audiovisual (CSA: *Consul Supérieur de l’Audiovisuel*). La CSA, define al servicio de televisión como “*un servicio a ser recibido simultáneamente por el público y su principal programación,*

¹⁸ Act 1934, Sec 602 [47 U.S.C 522].



está compuesta por una serie ordenada de programas con imágenes y sonidos”, el cual está basado en las Directivas de la Comisión Europea 97/36/EC y la 89/552/EEC [40].

IPTV en Francia se considera un servicio de difusión de televisión que no utiliza frecuencias asignadas por la CSA como expresa el artículo 34 de la ley 86-1067 y es independiente de la arquitectura de transmisión (cable, satélite, DSL, redes telefónicas móviles, etc.), por lo tanto IPTV está sujeto a la reglamentación de la CSA, que necesita de previo acuerdo o una notificación de prestación del servicio [40] [43].

A pesar de que IPTV se considera como un servicio de difusión, la ley solo ampara la televisión que se distribuye en tiempo real, debido a que los servicios bajo demanda no están descritos en la definición de la CSA, por lo tanto no existe una regulación clara para el servicio bajo demanda [40].

2) Austria.

IPTV se considera un servicio de comunicaciones electrónicas que utiliza la Internet, porque requiere interacción entre el proveedor de red y el usuario, para que cliente pueda visualizar los contenidos de video y audio en el equipo terminal, por tanto no hace parte de los servicios de difusión de televisión [43].

3.2.1.3 Regulación en Japón.

El organismo representante del gobierno, encargado de intervenir en materia de telecomunicaciones en Japón, es el Ministerio de Asuntos Internos y de Telecomunicaciones, que bajo las políticas actuales, está en capacidad de responder a los constantes cambios tecnológicos presentados en escenarios convergentes de redes y servicios de telecomunicaciones, en otras palabras, el modelo del ministerio corresponde a una separación horizontal entre la red de transporte y los contenidos [44].

En este contexto, el ministerio introduce la ley de “*difusión de los servicios de telecomunicaciones*”, en la red de transporte y la ley de “*derecho de autor*”, para la regulación de los contenidos [44].

En cuanto a la regulación del servicio de IPTV, el ministerio tiene en cuenta los siguientes términos y definiciones consagrados en la ley [44]:

“*Difusión del servicio de telecomunicaciones*”, que consiste en la “*transmisión de telecomunicaciones que intenta ser recibida directamente por el público, todos o una parte, el cual es transmitido por un proveedor de servicios de telecomunicaciones, por una persona quien opera el negocio de las telecomunicaciones*”¹⁹.

También para el servicio de cable, se utiliza el término “*difusión por cable de un servicio de telecomunicaciones*”, que se define como la “*transmisión de telecomunicaciones que intenta ser recibida directamente por el público, todos o parte, el cual es transmitido sobre el servicio de telecomunicaciones de cable, provisto por una persona quien opera el negocio de las telecomunicaciones*”²⁰.

¹⁹ Ley de difusión sobre servicios de telecomunicaciones, artículo 2, Capítulo I.

²⁰ Ley de difusión sobre servicios de telecomunicaciones, artículo 2-2, Capítulo I.



Por lo tanto el Ministerio de Asuntos Internos y de Telecomunicaciones, considera que IPTV es un servicio de difusión por cable sobre un servicio de telecomunicaciones, que necesita de un permiso otorgado por el ministerio para poder operar [44].

3.2.1.4 Latinoamérica

En Latinoamérica en general no se observan iniciativas concretas por parte de los gobiernos para establecer una regulación clara frente al servicio IPTV, a pesar de las presiones ejercidas por los principales operadores de telecomunicaciones para irrumpir en el mercado de televisión.

Brasil es el país que lidera la apertura de su regulación para la prestación del servicio IPTV. Actualmente está cerca de aprobarse por parte del congreso de ese país un proyecto de ley que elimina las restricciones que desde siempre han tenido los operadores de telecomunicaciones para prestar los servicios de televisión, hecho que dará impulso para la puesta en marcha del servicio IPTV [45].

En Argentina, pese a tener un ambiente favorable para el desarrollo del servicio IPTV dadas las condiciones económicas y la alta penetración de los servicios de internet, el panorama resulta ser muy complicado porque las empresas de cable ejercen presión para evitar la búsqueda de condiciones que permitan el ingreso al mercado de los operadores de IPTV. En el resto de países como Chile, México y en menor medida Venezuela, Uruguay y Paraguay, se plantean proyectos de implementación del servicio IPTV con anuncios de millonarias inversiones sobre un ambiente de desregulación donde todavía no se define claramente la posición estatal respecto al servicio.

3.2.2 Tendencia Regulatoria en el Mundo.

En el contexto mundial, el esquema normativo para la regulación de las telecomunicaciones a la cabeza de los países desarrollados, está dado por un cambio del sistema tradicional (clasificación por servicios y redes), a un modelo que pueda responder a los avances tecnológicos en escenarios de convergencia, algunos aspectos a considerar son [46]:

3.2.2.1 Separación horizontal de la red y los contenidos.

Es un esquema normativo, en el cual se dividen las normas reglamentarias para redes (cable, par de cobre, inalámbricas, satélite, entre otras) de las normas para los contenidos, bajo el principio de neutralidad tecnológica, como indica la Figura 3.1. Algunos de los países que tienen implementado el sistema son los pertenecientes a la Unión Europea y Japón [46].

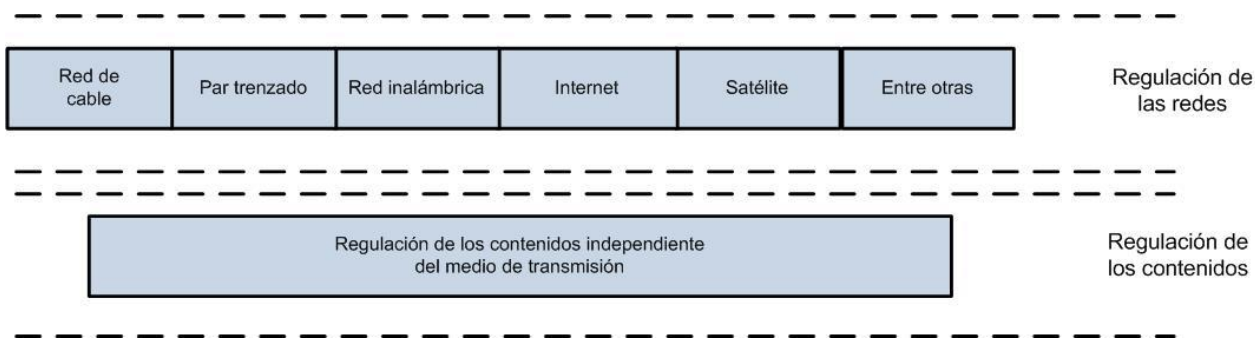


Figura 3.1 Esquema de Regulación Horizontal Entre las Redes y los Contenidos [45].

3.2.2.2 Integración de los entes regulatorios.

Este esquema normativo, consiste en unificar todas las leyes para regular las telecomunicaciones y la televisión, bajo la iniciativa de concesión de servicios convergentes, como lo indica la Figura 3.2. Este modelo es ideal para generar confianza en los mercados emergentes, respondiendo rápidamente a las necesidades del sector en ambientes convergentes [46].

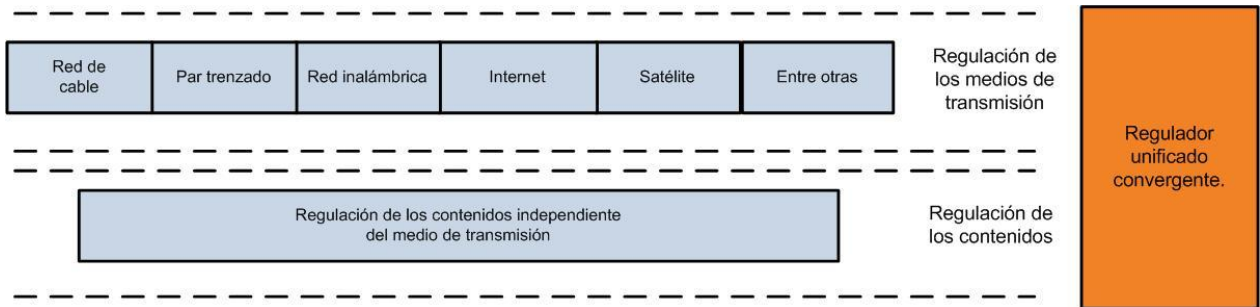


Figura 3.2 Esquema de Regulación Bajo la Iniciativa de Concesión Única Convergente [45].

3.2.3 Estado Actual de la Regulación en Colombia.

El contexto actual de las telecomunicaciones en Colombia está marcada por la clasificación de los servicios de telecomunicaciones como lo expresa el decreto 1900 de 1990 que tiene como objeto el *“ordenamiento general de las telecomunicaciones y de las potestades del Estado en relación con su planeación, regulación y control, así como el régimen de derechos y deberes de los operadores y de los usuarios”* (artículo 1). Este escenario se representa en la Figura 3.3 (Artículo 27-33 del presente decreto).

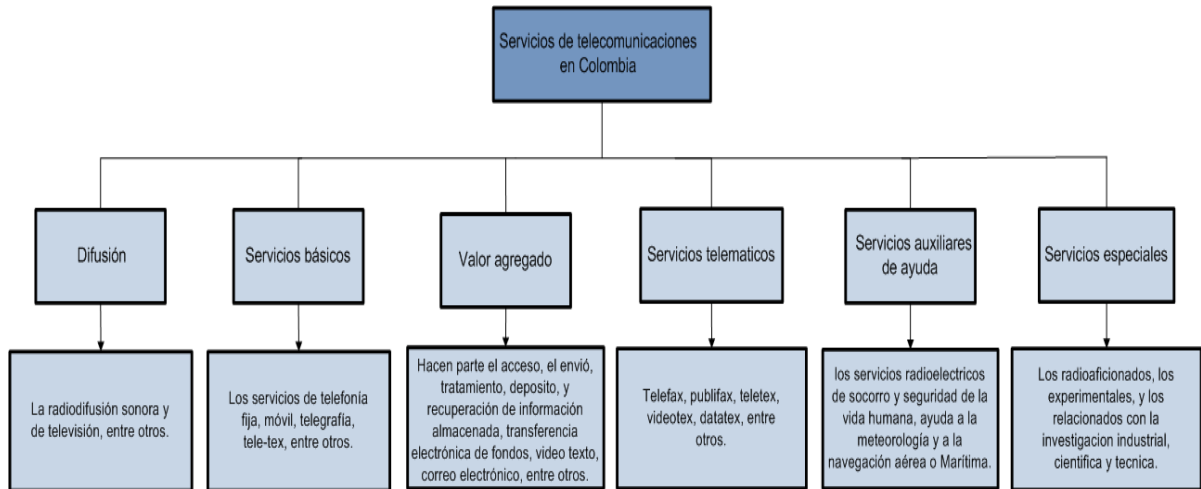


Figura 3.3: Servicios de Telecomunicaciones en Colombia. Decreto 1900.

Por lo tanto la planeación del estado en cuanto a la regulación y control de los servicios de telecomunicaciones se caracteriza por la presencia de múltiples autoridades con autonomía administrativa y jurídica como muestra la Figura 3.4.



Figura 3.4 Organismos Regulatorios en Colombia.

La clasificación por servicios de telecomunicaciones en el sistema actual conlleva a que los usuarios de los diferentes servicios estén amparados por un régimen de protección disperso. Por ejemplo, para los servicios de televisión, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) mediante la ley 182 de 1995, en el artículo 51, establece las normas de “*protección al usuario y al consumidor*”. Mientras que para los servicios de valor agregado y telemáticos, el Ministerio en el decreto 600 de 2003, artículo 8, establece “*obligaciones especiales de licenciamiento*” que incluye un régimen de protección al usuario.

En el contexto Colombiano, la regulación de los servicios de televisión a través del protocolo IP hasta la fecha, está en debate por parte de los organismos de control del estado quienes tratan de adecuar cada servicio emergente dentro del mercado a la ley, decreto, resolución o acuerdo que mejor encaje dentro del concepto del servicio. Tales entes regulatorios son el Ministerio de Comunicaciones, el cual considera a IPTV como un servicio de valor agregado y por otra parte la CNTV, que considera a IPTV como un servicio de televisión por suscripción. En consecuencia, en diferentes medios de comunicación como la prensa, artículos en la página Web del Ministerio y la CNTV, respecto a posiciones y cuestionamientos para la regulación del servicio han sido publicadas, como indica el anexo C.

A continuación, teniendo en cuenta las discrepancias planteadas, se analizará desde una perspectiva legal, las coincidencias y las diferencias entre los marcos institucionales expuestos para regular el servicio IPTV:

3.2.3.1 Consideraciones del Ministerio de Comunicaciones para regular el servicio IPTV.

El Ministerio de Comunicaciones quien es el representante²¹ del gobierno en materia de redes y servicios de telecomunicaciones, en lo corrido del presente año estableció una política sectorial para el uso de los servicios de IPTV y escenarios convergentes. Inicialmente el ministerio traslada los principios regulatorios aplicados a la voz IP al servicio de IPTV, donde la voz no corresponde al servicio telefónico tradicional, sino a un servicio de valor agregado, debido a que la comunicación se origina y se termina en la red de Internet [41].

En concordancia con la política del Ministerio de Comunicaciones para escenarios convergentes de redes y servicios, se expide el decreto 2870 de 2007, que tiene como objeto “*establecer un marco reglamentario que permita la convergencia en los servicios públicos de telecomunicaciones y en las redes de telecomunicaciones del Estado, asegurar el acceso...*”, que es una primera aproximación a una política del sector en ambientes de convergencia.

También establece una nueva definición para los servicios de valor agregado:

²¹ Decreto 1900 de 1990, artículo 5: “...ejercerá las funciones de planeación, regulación y control de las telecomunicaciones...”



“De conformidad con lo dispuesto en el artículo 31 del Decreto 1900 de 1990 y demás normas concordantes, todos aquellos servicios que utilicen como soporte servicios básicos, telemáticos y de difusión, o cualquier combinación de estos, que proporcionen la capacidad completa para el envío o intercambio de información, agregando otras facilidades diferenciables del servicio soporte o satisfaciendo nuevas necesidades específicas de telecomunicaciones, independientemente de la tecnología que utilice, están sujetos al régimen legal establecido para los servicios de valor agregado y a las disposiciones previstas en este decreto. Tal es el caso de las señales de video, audio, voz, texto y otras, que usan como soporte las redes de telecomunicaciones del Estado entre otras, las redes de servicios básicos de telefonía móvil, telefonía pública básica conmutada y servicios portadores”²².

Hay que considerar que en términos del Ministerio, el servicio de IPTV, se define como una tecnología para la transmisión de contenidos de audio y video, que se caracteriza por el almacenamiento de imágenes en forma digital, de tal forma que cuando un usuario solicite el servicio, los contenidos se envían a través de un canal. Además, los contenidos de audio y video se transmiten utilizando una conexión de banda ancha por medio del protocolo IP, sin importar que el usuario se encuentre conectado al servicio de Internet. Por lo tanto el Ministerio determina que IPTV no es televisión en ningún sentido [41].

Por consiguiente el Ministerio de Comunicaciones concluye que IPTV es una tecnología de distribución (alambrada o inalámbrica) que usa como soporte un servicio portador o telemático, es decir, considera a IPTV como un servicio de valor agregado que debe ser regulado por dicha entidad.

Con respecto a las licencias, se establecen las bases para un sistema con licencia única en ambientes de convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones. Por lo tanto las concesiones de todos los servicios de telecomunicaciones deben realizarse mediante la adquisición del Título Habilitante Convergente (THC), que es una “*denominación que comprende las licencias y concesiones para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones de que tratan el Decreto-ley 1900 de 1990 y el inciso cuarto del artículo 33 de la Ley 80 de 1993...*”, se excluyen los servicios de televisión, telefonía móvil celular (TCM) y de comunicación personal (PCS: *personal communications system*), los servicios de telefonía pública básica conmutada local, local extendida y móvil rural.

En cuanto a las contraprestaciones para los servicios de valor agregado y telemático, actualmente equivale al 3% de los ingresos netos como expresa el decreto 2441 de 1998, artículo 23. Por otro lado el Título Habilitante Convergente este impuesto se “*reduce gradualmente hasta el límite del 3% de los ingresos brutos en el 2010*”²³.

Bajo este panorama se realizan los siguientes cuestionamientos:

1. De acuerdo con la CRT, entidad bajo la dirección del Ministerio, en la resolución 1740 de 2007, artículo 1.8, que define el termino de banda ancha como “*la capacidad de transmisión con ancho de banda suficiente para permitir de manera combinada la provisión de voz, datos y video...*”. Además, se considera a una conexión de “*banda ancha*”, cuando se cumple con el valor del enlace descendente, mínimo de 512 Kbps y un enlace de subida de 256 Kbps.

²² Decreto 2870 de 2007, artículo 19.

²³ Decreto 2870, artículo 9.



El Ministerio de Comunicaciones define a IPTV como un servicio de valor agregado soportado sobre el servicio de “*banda ancha*”.

Ahora ¿Qué protección tienen los usuarios del servicio de IPTV, cuando se necesitan velocidades muy superiores (mínimo 2.5 Mbps en el enlace de bajada), para la transmisión de video y audio?

2. ¿Qué protección tienen los usuarios en cuanto al contenido emitido, ya que estos no corresponden a contenidos de televisión? ¿Dentro de qué clase de contenido se clasificarían?
3. La ITU a través de su grupo de estudio FG-IPTV, define a IPTV como un “*servicio multimedia que incluye televisión, video, audio,...*”. El ministerio define a IPTV como una “*tecnología de distribución*”, en efecto dice que NO es televisión.

De acuerdo con el artículo 12 del decreto 1900, se considera que “en la reglamentación sobre redes y servicios de telecomunicaciones se tendrán en cuenta las recomendaciones de la UIT...”.

¿De acuerdo con el Ministerio, el servicio en Colombia es diferente al recomendado en el estándar de la UIT, que incluye televisión?

4. En concordancia con la realidad convergente de redes y servicios de telecomunicaciones ¿es conveniente que el Ministerio regule los servicios de IPTV?

El Ministerio de Comunicaciones en su iniciativa para regular el servicio IPTV, presentó el 9 de abril de 2008 una consulta pública titulada “Lineamientos de política sectorial para el uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV”, donde el ente recibió las observaciones correspondientes hasta al día 22 de abril de 2008 con el objeto de debatir el documento. De acuerdo al cronograma del Ministerio el día 30 de abril se realizaría la publicación final del documento que le abriría paso al Ministerio para regular el servicio IPTV.

Bajo estas consideraciones se generó un documento respondiendo a la consulta realizada por el Ministerio con la intención de expresar el punto de vista, con base en la investigación realizada del servicio IPTV del presente trabajo de grado. El documento generado se entregó en las instalaciones del Ministerio de Comunicaciones el día 22 de abril de 2008 con número de radicación 194731 (Ver anexo D). A nivel general el documento de respuesta a la consulta, está en contra de la propuesta de regulación dada por el Ministerio para el servicio IPTV al considerarlo como un servicio de valor agregado, además de afirmar que no es televisión.

A la fecha de entrega del presente trabajo no se ha emitido la publicación final por parte del Ministerio de Comunicaciones.

3.2.3.2 Consideraciones de la CNTV para regular el servicio IPTV.

La constitución política de Colombia en los artículos 76 y 77, hace referencia a un organismo que estará a cargo de la intervención estatal del servicio público de televisión. Como esta descrito en la ley 182 de 1995, artículo 3, es la CNTV la entidad que hace referencia la constitución y “*dicha entidad es una persona jurídica, de derecho público, con autonomía administrativa, patrimonial y técnica, y con independencia funcional...*”.



Como primera medida se deben tener en cuenta los siguientes términos y definiciones utilizados por la CNTV, con base en recomendaciones de la UIT, para reforzar los empleados en su base jurídica:

Televisión: Es la presentación de imágenes subsecuentes en una pantalla, que son transmitidas por un sistema alámbrico o inalámbrico. Las señales que llegan al equipo receptor de imágenes se pueden almacenar para su posterior reproducción. Dentro de las aplicaciones principales se encuentra la “*teledifusión de imágenes*” a usuarios en general o a un grupo determinado [47] [48].

Teledifusión: Consiste en una “*forma de telecomunicación unidireccional*”, que es transmitida a través de un sistema alámbrico o inalámbrico, cuyas imágenes son recibidas por medio de un equipo receptor de video y audio [47] [48].

Transmisión: Es la transferencia de información de un punto a otro u otros, por medio de señales [47] [48].

Emisión: Es la radiación producida por una fuente a la entrada de una línea de transmisión [47] [48].

Distribución por cable: Hace referencia a la forma de telecomunicación utilizada para la distribución de contenidos de televisión a un grupo de usuarios a través de redes de cable [47] [48].

En segunda instancia, dentro de la clasificación de los servicios de telecomunicaciones, la televisión es parte de los servicios de difusión, que se define como “*aquellos en que la comunicación se realiza en un solo sentido a varios puntos de recepción en forma simultánea*”²⁴

En cuanto al servicio de televisión en Colombia, la CNTV por medio de la ley 182 de 1995, artículo 1, define a la televisión: “Técnicamente, es un servicio de telecomunicaciones que ofrece programación dirigida al público en general o a una parte de él, que consiste en la emisión, transmisión, difusión, distribución, radiación y recepción de señales de audio y vídeo en forma simultánea”.

El servicio de televisión por suscripción, también se define en la presente ley, en el literal b). del artículo 20, como “aquella en la que la señal, independientemente de la tecnología de transmisión utilizada y con sujeción a un mismo régimen jurídico de prestación, está destinada a ser recibida únicamente por personas autorizadas para la recepción”.

La CNTV en el acuerdo 010 de 2006, establece que el medio de distribución utilizado para la prestación de servicios de televisión por suscripción son independientes de la tecnología utilizada. Técnicamente este servicio puede ser distribuido por un sistema inalámbrico, utilizando cable o cualquier forma de teledifusión. Por lo tanto para la CNTV, la televisión por suscripción se puede implementar en cualquier red de telecomunicaciones, en un ambiente de convergencia de redes y servicios [48] [49].

En cuanto a la definición de IPTV, para la CNTV, consiste en “la utilización de un protocolo para la prestación del servicio de televisión por suscripción sobre redes de banda ancha, alámbricas o inalámbricas” [48].

²⁴ Decreto 1900 de 1990, artículo 29.



Aunque la distribución de video y audio se realice de manera compartida con otros servicios de telecomunicaciones en ambientes de convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones, cada servicio sigue siendo independiente, es decir, la televisión sigue conservando su naturaleza y característica de teledifusión. Por consiguiente el servicio IPTV debe ajustarse a la definición de televisión por suscripción descrita en la ley 182 [48].

En cuanto al “*contenido de la televisión*” descrito en el Capítulo II de la ley 182 de 1995, se establecen políticas tales como la emisión de “*programación nacional*” (artículo 33), entre otras disposiciones, que hacen referencia a la televisión lineal o de transmisión en tiempo real, el cual solo es parte de uno de los servicios básicos de IPTV.

Con respecto a las licencias para operar y explorar el servicio de televisión por suscripción, se realiza mediante concesión a través de licitación pública y se concede por diez años prorrogables. Por otro lado, los cánones y tarifas que las concesiones deben pagar al estado, equivale “*al 10% de los ingresos provenientes exclusivamente de la operación del servicio de televisión por suscripción sin perjuicio del canon por concesión...*”²⁵.

Bajo este panorama es conveniente realizar los siguientes cuestionamientos:

1. Los términos y definiciones utilizados para sustentar la base jurídica corresponde a la recomendación UIT B.13, actualmente obsoleta²⁶, y no incluye términos referentes a la realidad de la televisión digital.

En la actualidad existen nuevos términos al momento de hablar de televisión digital, tales como iTV, entre otros.

¿Será conveniente actualizar los términos y definiciones utilizados por la ley en Colombia, para referirse a la realidad tecnológica de la televisión digital?

2. La televisión técnicamente en el artículo 1 de la ley 182 de 1995, especifica “*la recepción del audio y video en forma simultánea*”. Hace referencia a la transmisión de todos los canales de televisión al mismo tiempo.

Para los servicios de IPTV, gracias al protocolo IP, la distribución de los canales de televisión es unicast y multicast.

¿Cómo encaja la definición citada, en la forma de distribución unicast y multicast de los canales de televisión IPTV?

3. Con respecto a la ley 182 de 1995, que establece un marco normativo para la prestación del servicio de televisión en Colombia y solo involucra transmisión de televisión de televisión simultánea. IPTV es un concepto que va mas allá del conocido convencionalmente, que involucra televisión en tiempo real o lineal y bajo demanda.

²⁵ Ley 014 de 1991, artículo 49.

²⁶ Se especifica en la página de la UIT la expresión en inglés “*deleted after its content became technically out of date*”.



La ley 182 no tiene en cuenta los servicios a solicitud del cliente como concepto de televisión y que hace parte del servicio básico de IPTV ¿Cómo se regulan los contenidos bajo demanda de televisión?

4. En concordancia con la realidad de la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones ¿es conveniente que la CNTV regule los servicios de IPTV?
5. A nivel general, teniendo en cuenta los cánones y tarifas que los concesionarios de televisión por suscripción deben pagar al estado, equivale al 10% de sus ingresos, y las contraprestaciones para los servicios de valor agregado y telemático equivale al 3% de los ingresos netos, en el caso hipotético de que el servicio IPTV sea regulado como un servicio de valor agregado y telemático surge el siguiente cuestionamiento.

¿No se estaría violando el derecho a la competencia en igualdad de condiciones políticas, económicas y de mercado, con respecto a los otros sistemas de televisión por cable en Colombia, los cuales estarían pagando mayor impuesto al estado?

3.3 LA REGULACION DE IPTV CON RESPECTO A OTROS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE TELEVISION.

Hoy en día, la regulación empleada para la prestación del servicio de televisión que es distribuido por medio de las diferentes tecnologías, posibilita la operación dentro del mercado garantizando los aspectos técnicos, económicos y sociales del servicio. La llegada de nuevos sistemas de distribución de televisión como IPTV es un ejemplo de desarrollos que no eran contemplados hace unos 10 años y en tales circunstancias las leyes emitidas en dichas épocas para los servicios que se conocen tradicionalmente de televisión, solo hacen referencia a ellos. La prestación del servicio IPTV requiere que se establezcan normas claras de forma urgente, debido al impacto que puede generar sobre los sistemas convencionales de distribución de televisión en Colombia, al presentarse dos posibilidades de acuerdo con las intenciones del Ministerio de Comunicaciones y de la CNTV. En consecuencia la forma en que se reglamente a IPTV trae consigo ciertas implicaciones con respecto servicios convencionales de distribución de la televisión.

3.3.1 El Servicio Regulado Bajo la Dirección de la CNTV.

La intención de la CNTV es reglamentar el servicio IPTV como televisión por suscripción a pesar del vacío en los términos en que se expresa la ley, donde técnicamente la distribución de los contenidos de televisión a través del protocolo IP (unicast y multicast) no está contemplado, en consecuencia la regulación del servicio IPTV por parte de la CNTV es inconstitucional. En el caso de los servicios tradicionales de televisión el sistema se ajusta a los términos descritos en la ley. Por lo tanto, ante los vacíos presentados en el sistema actual de reglamentación del servicio de televisión, el operador de IPTV no está obligado a someterse al control y vigilancia por parte de la CNTV dada la situación planteada, caso contrario a lo que sucede con los prestadores tradicionales de televisión en Colombia.

3.3.2 El Servicio Regulado Bajo la Dirección del Ministerio.

La intención del Ministerio de Comunicaciones es reglamentar a IPTV como un servicio de valor agregado sobre una red banda ancha de telecomunicaciones, considerando que IPTV no es un



servicio de televisión, aunque es un producto sustituto en cuanto a contenidos de los servicios convencionales de televisión. En el presente contexto, los contenidos ofrecidos por el proveedor de servicio IPTV no estarían sometidos a la vigilancia y control por parte de la CNTV; también en cuanto a las contraprestaciones pagadas al estado por operación del servicio correspondientes son las de valor agregado o de la adquisición del título habilitante convergente (THC). En cuanto a los servicios de televisión por cable, satélite y terrestre, los cuales están sometidos a la vigilancia de la CNTV, se encuentran obligados cumplir las normas para la transmisión de contenidos de televisión, teniendo que pagar contraprestaciones al estado por un valor más alto (10% de los ingresos) que el que se paga por ofrecer servicios de valor agregado. En consecuencia se presenta una situación de desequilibrio en la regulación para los operadores del servicio IPTV y los servicios convencionales de televisión al ser productos sustitutos y no estar sometido a las mismas normas.

3.4 PROPUESTA DE LINEAMIENTOS REGULATORIOS PARA IMPLEMENTAR IPTV EN COLOMBIA.

Es claro que la tendencia actual en el sector de las telecomunicaciones en Colombia y en el mundo está encaminada hacia la convergencia de las redes y servicios sobre una sola red de distribución, lo que permite el máximo aprovechamiento de los recursos de la red. Por tanto, los actores involucrados deben tomar conciencia de la importancia del servicio IPTV en el país, para el desarrollo de una nueva política reglamentaria en la que se definan lineamientos regulatorios, que faciliten el aprovechamiento de los servicios convergentes, en este caso del servicio IPTV.

A continuación se realiza un análisis de los elementos críticos regulatorios que trae consigo la implementación del servicio IPTV, teniendo como referencia la situación actual del servicio a nivel internacional, y nacional (Sección 3.2), se proponen lineamientos regulatorios que se deberían ejecutar por parte de las autoridades competentes con el objetivo de establecer reglas claras en correspondencia con los objetivos buscados.

3.4.1 Puntos Críticos de la Regulación en Colombia.

La regulación consiste en un conjunto de pautas o normas para ejecutar una acción, por esta razón se convierte en un elemento decisivo en el desarrollo de un país dada las repercusiones a nivel político, social y económico que implica su aplicación. Puesto que el alcance de las normas es limitado, estas no permiten visualizar los diferentes inconvenientes que se presentarán al definir los procedimientos de los nuevos servicios. Tal es el caso de la implementación de IPTV en Colombia, que ha generado la confrontación de diferentes normas regulatorias de telecomunicaciones dado el impacto que genera la utilización de nuevas tecnologías basadas en el protocolo IP para la distribución de contenidos de video y audio.

Por tal razón se deben identificar los puntos críticos sobre los cuales la actual reglamentación presenta debilidades, de tal modo que permitan determinar las áreas donde se pueden disminuir los inconvenientes, para dar paso a la regulación del servicio IPTV, éstos son:

- Convergencia.
- Establecimiento de tarifas.
- Protección al usuario.



- La regulación no coincide con la realidad tecnológica.

A continuación se describen los puntos críticos.

Convergencia: Es claro que el país está enfrentando la realidad de la convergencia de las redes y servicios de telecomunicaciones al implementar nuevas tecnologías como la televisión sobre IP, lo que ha dado paso a la desregulación de IPTV y futuros servicios convergentes de telecomunicaciones. Se debe tomar consciencia que los organismos competentes no pueden regular la convergencia mediante decretos, por lo que es preciso realizar cambios más profundos sobre las actuales leyes que reglamentan las telecomunicaciones para abrir paso a una nueva política que permita la incursión de nuevos servicios sobre las redes, promoviendo el desarrollo económico del sector.

Establecimiento de tarifas: La implementación del servicio IPTV involucra la utilización de redes propietarias por parte de la empresa prestadora del servicio o el alquiler de las redes cuando el proveedor del servicio no es dueño de infraestructura de red utilizada para transportar los contenidos a los usuarios finales. Es un elemento crítico dejar el proceso de alquiler de las redes en manos de acuerdos comerciales entre el proveedor de servicio IPTV y los dueños de infraestructura de red, dado que los dueños de la red pueden aplicar tarifas demasiado elevadas que condicionen al proveedor de contenido a no utilizar la infraestructura, por lo tanto se deben fijar leyes que permitan condiciones favorables entre ambas de tal manera que se llegue a un armonía en el mercado fomentando la comercialización del servicio.

Protección al usuario: Ante las intenciones del Ministerio de Comunicaciones de regular IPTV, es crítico que los usuarios reciban este servicio basado en las leyes que definen actualmente el concepto de banda ancha (512 Kbps en adelante), lo cual no garantiza las condiciones técnicas requeridas para ofrecer el servicio con un nivel adecuado de calidad. De igual manera sucede con la regulación de la CNTV, dado que no especifica parámetros técnicos para asegurar la calidad de la imagen presentada, como si sucede con los sistemas tradicionales de distribución de televisión.

La tendencia internacional en cuanto al esquema normativo de los servicios de telecomunicaciones, corresponde a una “integración horizontal de los contenidos y las redes” o “una concesión única convergente de los servicios de telecomunicaciones”, que establece un nuevo marco de protección al usuario dada las integraciones de los servicios en el esquema respectivo, si en Colombia a largo plazo se encaminan las políticas tomando como referencia la tendencia internacional, es necesario tener en cuenta como punto crítico la protección al usuario.

Regulación no coincide con la realidad tecnológica: Los avances tecnológicos que utilizan el protocolo IP como medio para el transporte de diferentes servicios de telecomunicaciones, han evolucionado de manera acelerada, dando como resultado que los términos contemplados en las leyes para referirse a ciertas tecnologías no definan los servicios, es decir, el ritmo de evolución de la tecnología ha sobrepasado la evolución de la reglamentación de los servicios. Por tal motivo la reglamentación debe garantizar neutralidad tecnológica²⁷ para que se adapte a las tendencias del mercado debido a la continua aparición de nuevas tecnologías para la prestación de nuevos servicios.

²⁷ Regulación de los contenidos independiente de la red que por la que se transportan.



3.4.2 Propuesta de Lineamientos.

Dada la situación regulatoria en Colombia respecto a la clasificación de los servicios de telecomunicaciones, la cual conlleva a la necesidad de constituir múltiples entes reguladores, entre los cuales se encuentra la CNTV que tiene su base jurídica el artículo 77 de la constitución política y la ley 182 de 1995. Es claro que realizar un cambio del esquema normativo actual involucra un proceso lento y gradual donde se establezcan no solo leyes para el servicio IPTV si no para los demás servicios de telecomunicaciones como la telefonía móvil y fija, televisión, entre otros. Por esta razón a continuación se proponen lineamientos que conlleven hacia una solución a corto plazo y a largo plazo para regular el servicio IPTV en Colombia:

3.4.2.1 A corto plazo.

Consiste en dejar el esquema reglamentario actual y tomar medidas para modificar los términos en que se expresa la ley para referirse a la televisión en todas sus formas de distribución. A continuación se proponen lineamientos con el objeto de facilitar la regulación del servicio IPTV las cuales deberían ser ejecutadas por el organismo competente.

- **Complemento del concepto de televisión contemplado en la regulación vigente.**

El artículo 1 de la ley 182 de 1995, se encuentra descrita la definición de televisión, donde dice que “Técnicamente, es un servicio de telecomunicaciones que ofrece programación dirigida al público en general o a una parte de él, que consiste en la emisión, transmisión, difusión, distribución, radiación y recepción de señales de audio y vídeo en forma simultánea”.

Con el fin de complementar esta definición la cual describe la televisión a nivel técnico es necesario tener en cuenta que no hace referencia a la forma de distribución de televisión IP, por tanto se debe establecer una definición de tal manera que se especifique que la recepción de las señales de audio y video es realizada en forma simultánea o a petición en el momento elegido por el espectador.

- **Complemento del concepto de difusión contemplado en la regulación vigente.**

El artículo 29 del decreto 1900 de 1990, se encuentra descrito la definición del servicio básico de difusión, el cual dice “Servicios de difusión son aquellos en los que la comunicación se realiza en un solo sentido a varios puntos de recepción en forma simultánea”.

Con el fin de complementar esta definición, la cual proporciona la clasificación de un servicio básico, debe considerar que la comunicación se realice en doble sentido a varios puntos donde sea recibida en forma simultánea o a solicitud del usuario.

- **Establecimiento de un esquema convergente de servicios de telecomunicaciones.**

Dado que a los servicios que tradicionalmente se transportan sobre una red son conocidos como básicos (telefonía, televisión, entre otros), en el caso de los operadores de telefonía básica conmutada que implementen IPTV se encontrarán en la situación de ofrecer dos servicios básicos sobre una misma red. Por lo tanto se debe establecer que servicios convergentes sean ofrecidos sobre redes igualmente convergentes.



- **Establecimiento de requerimientos sobre los parámetros mínimos de QoS.**
Dado que la CNTV, expidió en el acuerdo 010 de 2006 nuevas disposiciones para la televisión por suscripción y adjunta un anexo técnico donde fija escenarios de prueba para las redes de cable, del mismo modo debe emitir un documento técnico donde se especifique un escenario de prueba para la televisión IP, teniendo en cuenta las recomendaciones de QoE y QoS de la ITU. Esto con el fin de garantizar a los usuarios el nivel de calidad del servicio apropiado.
- **Establecimiento de un modelo de costos para regular las tarifas relacionadas con el alquiler de las redes.**
Las tarifas relacionadas con el alquiler de las redes para prestar los servicios de IPTV en el caso que el operador del servicio no sea dueño de infraestructura, deben ser tal que permitan a estos ofrecer sus servicios a precios competitivos. De no ser así las empresas que quieran participar en el negocio no tendrían ninguna oportunidad. Es por ello que se debe implementar un modelo que permita al estado intervenir en el control de las tarifas pertinentes.
- **Clasificación de IPTV como un servicio de televisión por suscripción.**
Una vez realizados los cambios de las leyes actuales y teniendo en cuenta las recomendaciones de la UIT al considerar IPTV como un servicio de televisión, además considerando que el modelo de negocio de IPTV corresponde a la televisión paga, es conveniente que se clasifique como un servicio de televisión por suscripción para que entre a competir bajo las mismas condiciones de los sistemas convencionales. Se debe resaltar que la categoría de televisión por suscripción es sobre los servicios básicos de televisión en tiempo real y de VoD prestado por el operador del servicio.
- **Clasificación de los servicios adicionales de IPTV como servicios de valor agregado.**
Existe una gama de servicios como son el identificador de llamada, recepción de correo electrónico, compras en línea, entre otros, que dentro de la legislación Colombiana se consideran como valor agregado. Dado que IPTV permite brindar los servicios de correo electrónico, comercio electrónico, identificador de llamadas, entre otros, es conveniente categorizar este conjunto de productos como servicios de valor agregado cuya competencia es del Ministerio de Comunicaciones.

3.4.2.2 A largo plazo.

Planteamiento de un nuevo esquema normativo que responda a las necesidades de convergencia de los servicios y las redes de telecomunicaciones que opere bajo la iniciativa de una concesión única convergente de servicios, teniendo como referencia las experiencias internacionales que han demostrado que la normatividad en ambientes de convergencia de redes y servicios responde a las necesidades de manera más rápida. Teniendo en cuenta que el objetivo del presente trabajo es establecer reglas claras para facilitar la implementación del servicio IPTV en Colombia, a continuación se proponen los lineamientos a considerar para regular IPTV bajo un nuevo esquema reglamentario:

- **Planteamiento de un nuevo marco legal para todo el sector de las telecomunicaciones que responda a las necesidades convergentes donde.**
 - a) Se anulen leyes correspondientes a:
 - Ley 182 de 1995 Por el cual se reglamenta el servicio de televisión en Colombia.



- Ley 37 de 1993. Por la cual se regula la prestación del servicio de telefonía móvil celular.
 - Ley 72 de 1989. Por la cual se definen nuevos conceptos y principios sobre la organización de las telecomunicaciones en Colombia.
 - Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios.
 - Ley 555 de 2000. Por la cual se regula la prestación de los Servicios de Comunicación Personal (PCS).
 - Decreto 1900 de 1990. Por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines.
 - Eliminar las figuras que en la constitución política democrática exigen la conformación de organismos con autonomía para la vigilancia y control de la televisión en Colombia.
 - Entre otras.
- b) Establecer leyes que permitan la conformación de un nuevo organismo regulador unificado convergente, que se encargue de emitir las leyes en materia de:
- Redes de telecomunicaciones (cable, par de cobre, satélite, internet, inalámbricos, entre otros).
 - Regular los contenidos o servicios prestados independientemente de la red.
- **Establecimiento de las siguientes medidas para regular el servicio IPTV bajo el nuevo esquema reglamentario.**

Aunque se presente un cambio en el esquema reglamentario de las telecomunicaciones en Colombia, en el presente trabajo solo se presenta los lineamientos referentes al servicio IPTV dado el alcance del mismo:

 - a) Modificar la definición de televisión de tal manera que especifique que la recepción de las señales de audio y video se realiza en forma simultánea o a petición del usuario.
 - b) Emitir un documento técnico donde se especifique un escenario de prueba para la televisión IP, teniendo en cuenta las recomendaciones de QoE y QoS de la UIT. Esto con el fin de garantizar a los usuarios el nivel de calidad de servicio apropiado.
 - c) Implementar un modelo que permita al estado intervenir en el control de las tarifas pertinentes a los costos de las redes cuando el operador de IPTV no es dueño de la infraestructura.
 - d) Establecer normas que equilibren el servicio IPTV respecto a los demás sistemas de distribución de tal manera que se encuentren en igualdad de condiciones reglamentarias.
 - **Simplificación del proceso de registro de los servicios.**

Establecer normas que simplifiquen los requisitos administrativos de tal manera que los permisos para el uso y aprovechamiento de las redes y servicios telecomunicaciones se realicen por medio de registros. Por tanto los operadores de red y de los servicios al momento de prestar un servicio o desplegar redes solo tengan en cuenta llenar un formulario de registro donde se especifiquen como mínimo los siguientes aspectos:



- a) Nombre de la Empresa.
- b) NIT.
- c) Representantes legales.
- d) Fecha prevista para el inicio de las actividades comerciales.
- e) Tipo de servicio.
- f) Tipo de red.
- g) Cobertura del servicio o red.
- h) Marca comercial.
- i) Entre otros.

Por último, es conveniente aclarar, que hay otras acciones a realizar dado que un cambio del esquema normativo de los servicios de telecomunicaciones involucra a todos los sectores del mercado, pero para el presente estudio solo es necesario tocar aquellos aspectos que involucren el servicio IPTV.

El análisis de la problemática del servicio IPTV permite determinar los puntos críticos en donde la regulación actual presenta deficiencias, permitiendo proponer lineamientos regulatorios que ayuden a establecer reglas claras que faciliten una reglamentación que beneficie a los servicios convergentes de televisión. En el presente capítulo queda en evidencia la situación del servicio IPTV, dado que es una tecnología de distribución de televisión que entra a competir directamente con otras tecnologías de distribución convencionales como son cable, satélite y terrestre.



CAPITULO 4. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO DISPONIBLES PARA IMPLEMENTAR IPTV EN COLOMBIA.

Dentro de los principales factores para un despliegue exitoso del servicio IPTV por parte de las empresas de telecomunicaciones, se encuentran tanto la presentación de los contenidos ofrecidos y el aseguramiento de calidad al usuario final, como las economías de escala. La presentación de contenidos y el aseguramiento de calidad se constituyen en factores importantes porque la QoE y QoS han sido identificadas como requerimientos críticos, que permiten a los servicios en tiempo real y de VoD ser comparados con la televisión convencional ofrecida por cable, satélite y terrestre. Otro factor que influye en el despliegue exitoso de servicios IPTV son las economías de escala porque el incremento en el número de servicios o productos unitarios ofrecidos a los usuarios finales, puede causar un decremento en los costos fijos de cada uno de ellos, para esto el operador del servicio IPTV tiene que asegurar la oferta de múltiples servicios. En consecuencia las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones enfrentan la necesidad de seleccionar una tecnología en la red de transporte y la red de acceso, esta última debe permitir el soporte de un mayor ancho de banda para futuros requerimientos y el incremento número de suscriptores [50].

En el presente contexto, sólo se hace referencia a las tecnologías de la red de acceso debido a que el núcleo (*core*) de la red al igual que los dispositivos del proveedor de servicio no presentan mayor variación en su selección, pues están compuestos por codificadores, multiplexores, enrutadores, entre otros, que deben realizar funciones básicas y no cambian mucho de equipo a equipo, a diferencia de la red de acceso donde la tecnología condiciona la prestación del servicio por las variaciones que se presentan de tipo técnico, económico y de mercado, por lo tanto la red de acceso se convierte en un punto crítico para el despliegue del servicio IPTV.

A continuación se realiza para la red de acceso, un análisis de las tecnologías disponibles en el mercado teniendo en cuenta aspectos técnicos, de mercado de IPTV y de costos que permitan determinar el conjunto de efectos que trae la implementación del servicio IPTV por parte de un operador de telecomunicaciones en Colombia.

4.1 ANÁLISIS DE LAS REDES DE ACCESO.

Las tecnologías de acceso son las encargadas de proveer una solución de red al usuario final, que le permita disponer de los diferentes servicios de telecomunicaciones. En general las redes de acceso se caracterizan por la arquitectura de red empleada, los equipos involucrados, la distancia desde la oficina central hasta el usuario final, la topología, entre otros (ver anexo E). Dentro de las redes analizadas no se considera el acceso a través del tendido eléctrico (*PLC: Power Line Communications*) debido a que el alcance no supera los 200 metros, es una tecnología inmadura en el mercado, la radiación electromagnética proveniente de otras fuentes pueden interferir en la integridad de la señal, lo cual es crítico para los niveles de QoS que requiere el servicio IPTV.

Las tecnologías de acceso (cuya especificación técnica se describe en el anexo E) disponibles en el mercado para la implementación de IPTV son:

- Redes de acceso en fibra óptica (PON).
- Redes de acceso HFC.
- Redes de acceso DSL.
- Redes de acceso inalámbrico (WIMAX).
- Redes satelitales.

A continuación se describirán de forma general los aspectos técnicos de las redes de acceso en mención y su relación con IPTV.

4.1.1 Red de Acceso de Fibra Óptica PON.

El despliegue del servicio IPTV sobre una red de acceso óptica pasiva (PON: *Passive Optical Network*), permite a los proveedores transportar los contenidos de video y audio desde las centrales, donde se encuentran los terminales de línea óptica (OLT: *Optical Line Termination*) hasta los diferentes usuarios. Inicialmente, desde el OLT sale un hilo de fibra hasta llegar a los divisores ópticos permitiendo dividir la señal 2, 4, 8, 16, 64 y 128 veces. En consecuencia, todas las señales llegan a los terminales de red ópticos (ONT: *Optical Network Termination*), quien decide qué paquetes o no son destinados a un suscriptor en particular. Normalmente la distancia máxima entre la oficina central IPTV y los suscriptores del servicio es de 20 Km. La Figura 4.1 muestra diferentes arquitecturas basadas en fibra óptica (FTTH²⁸, FTTB²⁹, FTTC³⁰ y FTTN³¹) para el servicio IPTV.

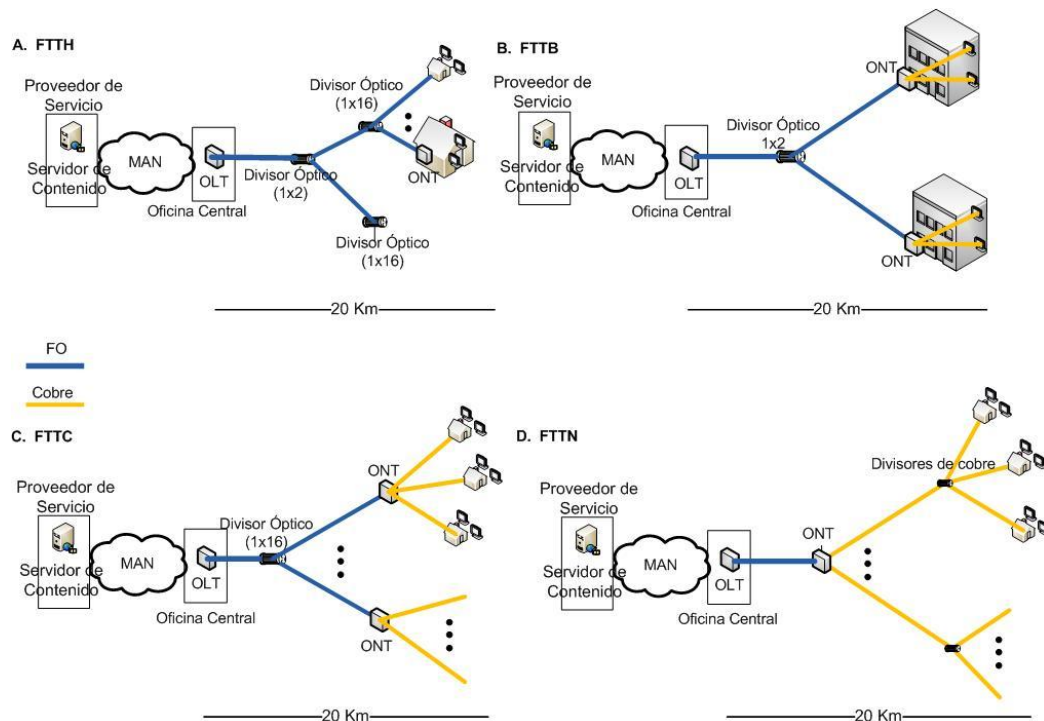


Figura 4.1 Arquitectura del servicio IPTV sobre una red PON [19] [27] [51] [52].

²⁸ FTTH: Fibra hasta el hogar (*Fiber to the Home*).

²⁹ FTTB: Fibra hasta el edificio (*Fiber to the Building*).

³⁰ FTTC: Fibra hasta la curva (*Fiber to the Curve*).

³¹ FTTN: Fibra hasta el vecindario (*Fiber to the Neighborhood*).



Por otro lado, aunque los recursos de ancho de banda son compartidos en una red de acceso PON, esta tecnología provee suficiente capacidad para transportar varios canales de televisión con definición tanto estándar (SDTV) como alta (HDTV), permitiendo al operador del servicio IPTV cumplir con los requerimientos técnicos para brindar el servicio.

4.1.2 Red de Acceso de Cable (HFC).

El despliegue de IPTV sobre una red de acceso HFC, involucra la instalación de un conjunto de equipos basados en tecnologías de radiodifusión bajo el protocolo IP, que son utilizados para llevar los flujos de video y audio a través de la red. La tecnología utilizada para enviar el tráfico proveniente de la red IP se conoce como la especificación para interconexión de servicio de datos por cable (*DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification*) para Estados Unidos y EuroDOCSIS para Europa.

La tecnología DOCSIS se caracteriza por compartir los recursos de ancho de banda del cable coaxial (máximo 900 metros) sobre los cuales se transmiten uno o varios canales SDTV o HDTV, ofreciendo la suficiente capacidad técnica al operador de IPTV para transportar sus servicios. Es importante considerar que las tecnologías DOCSIS en sus especificaciones 1 y 2 involucran mayor utilización de equipos que la especificación 3, debido al ancho de banda del que dispone. Por otro lado, la arquitectura del servicio IPTV utilizando una red de acceso HFC se muestra en la Figura 4.2.

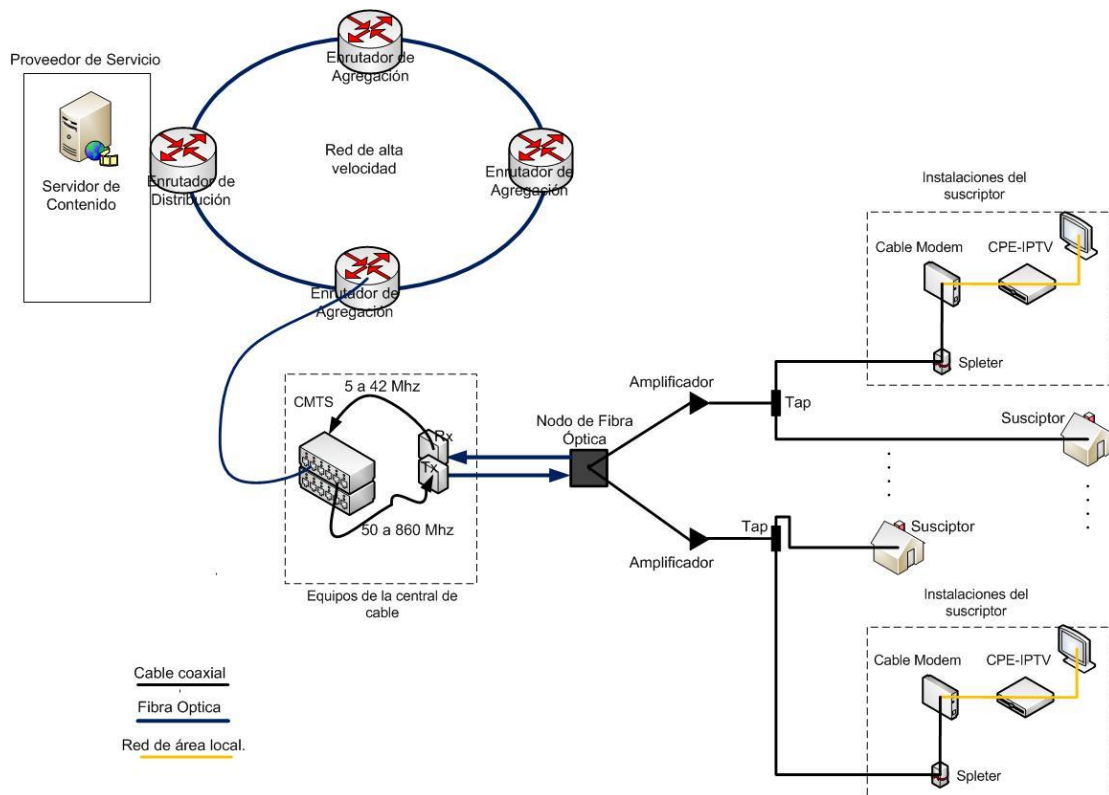


Figura 4.2 Arquitectura del servicio IPTV utilizando como red de acceso la tecnología HFC [19] [27] [51] [53] [54].



4.1.3 Red de Acceso DSL.

El despliegue del servicio IPTV varía de acuerdo al contexto de la tecnología DSL donde se quiera implementar el servicio, es decir, sobre cualquiera de las tecnologías con suficiente ancho de banda para llevar los flujos de voz, datos y video, tales como ADSL, ADSL 2, ADSL2+ y VDSL, que proveen una conexión de alta velocidad manteniendo la línea de voz convencional activa. La Figura 4.3 muestra la arquitectura del servicio IPTV utilizando una red de acceso DSL.

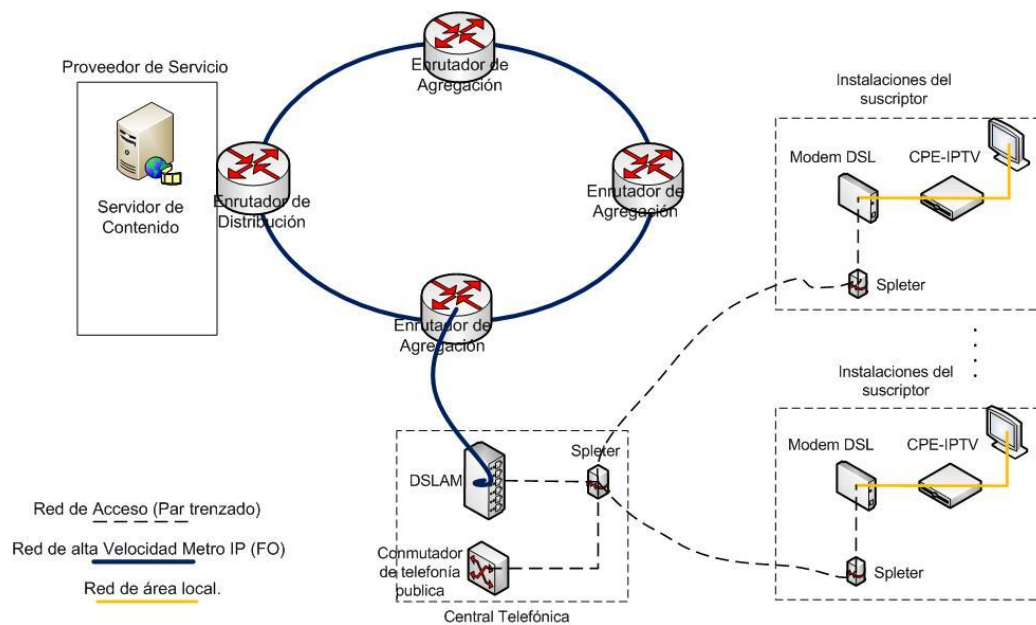


Figura 4.3 Arquitectura del servicio IPTV utilizando una red de acceso DSL [15] [19] [27] [51] [55].

Las tecnologías DSL condicionan la prestación del servicio IPTV de acuerdo a cada una de las variantes de la misma, permitiendo transmitir desde un canal con definición SDTV hasta varios canales HDTV. Por ejemplo, con ADSL no es posible transmitir canales de alta definición, pero con ADSL2+ estos requerimientos del servicio son alcanzables. Una de las características técnicas importantes de DSL es que los recursos de ancho de banda con que se llega al usuario de IPTV no son compartidos, permitiendo aumentarlo conforme lo requiera el servicio, siempre y cuando se encuentre dentro del radio de cobertura.

4.1.4 Red de Acceso WIMAX.

La red de acceso de Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (*WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access*), está conformada por una o por varias estaciones base (*BS: Base Station*), que tienen asociada una antena o un arreglo de estas, ubicadas dentro de un área conocida como celda, para emitir señales a un grupo de estaciones suscriptoras (*SS: Subscriber Station*) que se encuentran en la instalaciones del cliente del servicio IPTV. Las BS se conectan con la red de alta velocidad metropolitana IP, que transporta el tráfico de video y audio. La arquitectura del servicio de televisión IP sobre una red WIMAX se muestra en la Figura 4.4.

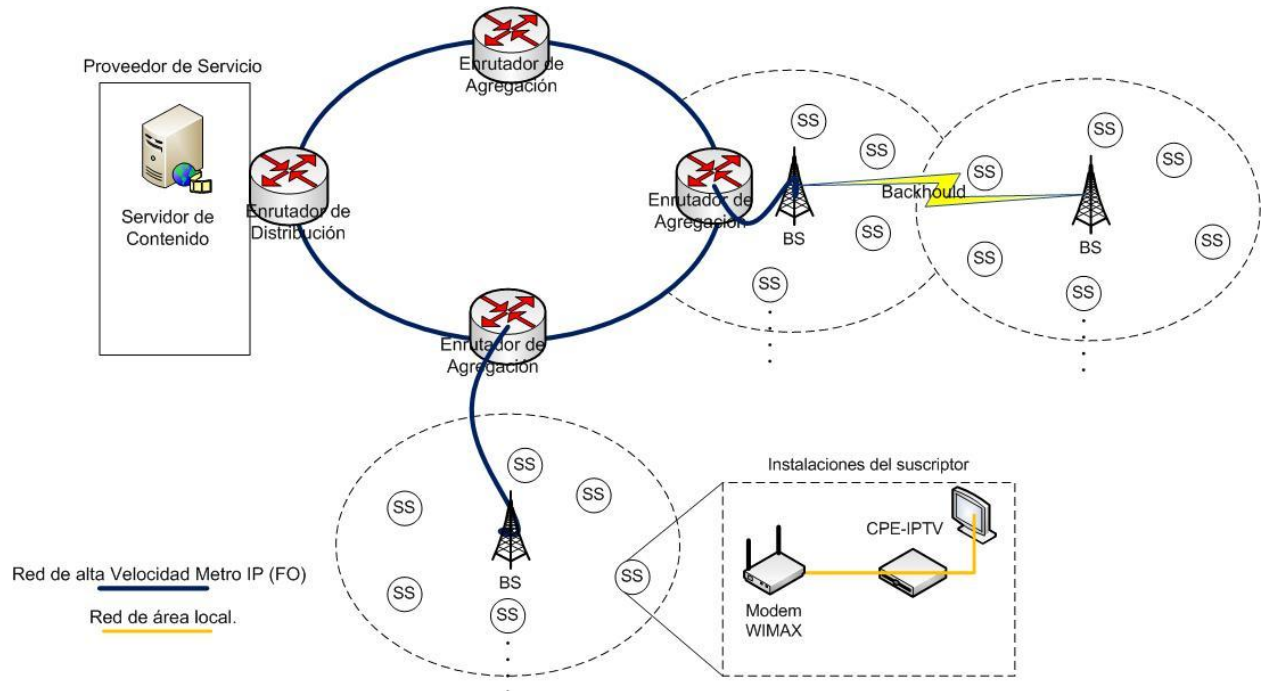


Figura 4.4 Arquitectura del servicio IPTV sobre una red WIMAX [15] [19] [51] [56].

4.1.5 Distribución por Satélite

La participación de las redes satelitales en la oferta servicios IPTV corresponde a la venta de la grilla de canales preparados para el transporte sobre el protocolo IP, los cuales son utilizados por los operadores regionales que deseen ofrecer IPTV a los usuarios del servicio. Este mecanismo es utilizado por algunos operadores con el objeto de disminuir la inversión de capital (CAPEX) en la adquisición de contenidos, además del costo de los codificadores encargados de darle formato al video y al audio para su posterior transmisión sobre las redes IP.

4.2 IMPACTO TECNICO DE LAS TECNOLOGIAS DISPONIBLES

Para determinar el impacto de las diferentes tecnologías de acceso disponibles en el mercado, se evalúa un conjunto de parámetros que permitan determinar los efectos técnicos que trae la implementación del servicio IPTV, los cuales se muestran en la Figura 4.5.

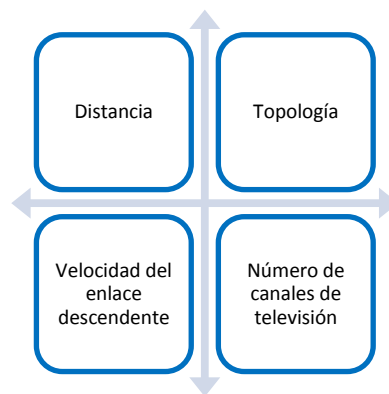


Figura 4.5 Parámetros que impactan las diferentes tecnologías de acceso.



- **Distancia.**

La distancia es un parámetro que varía entre las diferentes redes de acceso, por ejemplo las tecnologías basadas en fibra permiten un mayor alcance que una red de par trenzado. En consecuencia, la distancia es un parámetro que impacta la implementación del servicio IPTV por el radio de cobertura que ofrece cada una de las tecnologías antes citadas.

- **Topología.**

En una red de acceso los recursos de la red presentan dos configuraciones, por un lado se encuentran las redes con ancho de banda compartido o con topología punto multipunto (PMP: *Point to Multipoint*) y por otra parte están las redes con ancho de banda dedicado o con topología de red punto a punto (PTP: *Point to Point*), las cuales son un determinantes en el número de equipos necesarios para ofrecer más canales de televisión al suscriptor.

- **Velocidad del enlace descendente.**

La velocidad del enlace descendente es uno de los parámetros más importantes que impactan a IPTV, porque condiciona el número de canales que el proveedor del servicio esta en capacidad de ofrecer al usuario de manera simultánea, tanto SDTV como HDTV.

- **Número de canales de televisión.**

El número de canales de televisión ofrecido a cada usuario del servicio IPTV es uno de los elementos considerado como crítico por parte de los operadores de telecomunicaciones y de manera particular en las redes actuales de comunicaciones. Esto es debido a que las redes de acceso de la mayoría de los operadores de telecomunicaciones en Colombia, están conformadas por par trenzado, que en la actualidad no ofrecen el suficiente ancho de banda a los usuarios para soportar el servicio IPTV.

A continuación en la Tabla 4.1, se muestra un resumen de los parámetros descritos para cada una de las tecnologías de acceso y que permiten ofrecer el servicio IPTV.

Tabla 4.1 Impacto técnico de las diferentes tecnologías de acceso.

	Distancia	Topología	Velocidad del enlace descendente	Número de canales de televisión
ADSL	4 Km	PTP	6 Mbps / Puerto	Hasta 2 canales SDTV
ADSL 2+	3 Km	PTP	24 Mbps / Puerto	Un canal HDTV y varios SDTV
VDSL	900 m	PTP	52 Mbps / Puerto	Varios HDTV
DOCSIS 1.X	Fibra y hasta 900 m de coaxial	PMP	30 Mbps / canal de 6 Mhz	Un canal HDTV o varios canales SDTV
DOCSIS 2.0	Fibra y hasta 900 m de coaxial	PMP	40 Mbps / Canal de 6 Mhz	Hasta 2 canales HDTV
DOCSIS 3.0	Fibra y hasta 900 m de coaxial	PMP	160 Mbps / Combinación de 4 canales de 6 Mhz	Varios canales HDTV
WIMAX	Hasta 1 Km	PMP	30 Mbps / Estación base	Hasta 2 canales HDTV
FTTH-EPON	20 Km	PMP	1.25 Gbps / OLT	Varios canales HDTV
FTTH-GPON	20 Km	PMP	2.5 Gbps / OLT	Varios canales HDTV



La información contenida en la Tabla 4.1, permite observar las condiciones técnicas de cada una de las tecnologías de acceso que dan soporte al transporte del servicio IPTV considerando aspectos como distancia, topología, velocidad del enlace descendente y el número de canales SDTV y HDTV que se transmiten.

Con relación a la distancia, se observa que las tecnologías basadas en fibra son las que proporcionan una mayor cobertura (hasta 20 Km), superando a las demás tecnologías, las cuales requieren de la implementación de un número mayor de nodos de acceso para brindar al usuario señales con niveles que proporcionen satisfacción al usuario, mediante el cumplimiento de los requerimientos de QoE y QoS.

En cuanto a la topología de red utilizada por cada tecnología de acceso, se observa que las PTP necesitan más cantidad de cable extendido para proveerle una conexión dedicada al usuario, a diferencia de los escenarios con topologías PMP (que disponen del ancho de banda compartido), las cuales requieren menor cantidad de cable y de equipos. Cabe anotar que aunque la red inalámbrica no utiliza cable, si requiere de un alto número de equipos para ofrecer el servicio IPTV.

Respecto a la velocidad del enlace descendente, cabe anotar que todas las tecnologías disponibles están en capacidad, según sus características técnicas, de proveer el ancho de banda suficiente para transportar uno o varios canales SDTV y HDTV, pero algunas de ellas requieren grandes inversiones para su despliegue que lo hacen injustificable desde el punto de vista económico, como se demuestra en las siguientes secciones del presente capítulo.

Las tecnologías en fibra proveen un mayor ancho de banda para el enlace descendente, lo cual le permiten al proveedor del servicio IPTV la capacidad suficiente para ofrecerle un alto número de canales de televisión al usuario del servicio, además con estas tecnologías se alcanza una mayor distancia. Por tanto las redes de acceso basadas en fibra se convierten en la mejor opción desde el punto de vista técnico para los operadores de telecomunicaciones que implementen el servicio de televisión IP.

4.3 MERCADO IPTV.

Los diferentes operadores de telecomunicaciones que incursionan en uno o diferentes sectores del mercado, tienen la necesidad de realizar una planeación relacionada con el despliegue del servicio IPTV para justificar la inversión requerida y así poder cumplir con los objetivos de la comercialización satisfactoria del producto. Por lo tanto, es importante contar con información suficiente y cifras reales o proyecciones realizadas del comportamiento de todas las variables relacionadas para garantizar el éxito económico estimado por la compañía [57].

Dentro del mercado del servicio IPTV se tienen en cuenta los siguientes aspectos a nivel mundial y nacional:

- Favorabilidad del mercado para el despliegue de IPTV.
- Proyección del mercado IPTV a nivel mundial.
- Proyección del mercado en Colombia.
- Despliegue del servicio en el mundo.



4.3.1 Favorabilidad del Mercado para el Despliegue de IPTV.

El servicio IPTV entra al mercado de la televisión paga y se caracteriza por ofrecer los contenidos a través del protocolo IP, utilizando la misma infraestructura de red de alta velocidad de Internet. Por consiguiente, hacen parte del estudio de mercado tanto el análisis de las condiciones de penetración de la televisión paga, porque permite estimar la cantidad de población sobre la cual se comercializará el servicio, como el análisis de la penetración de Internet banda ancha, porque cualquier suscriptor de este último servicio se convierte en un potencial cliente para el proveedor de IPTV dentro su la región de cobertura.

Un fenómeno estimulante para los proveedores es el crecimiento del número usuarios de Internet banda ancha en el mundo, que tomando como punto de partida diciembre de 2005 a septiembre de 2007 se incrementó en 56,9%. En Colombia, el panorama es más alentador, tomando como referencia desde diciembre de 2005 hasta diciembre de 2007, el número de suscriptores banda ancha (solo residenciales) se incrementó en 263,2%, como muestra la Figura 4.7 [58].

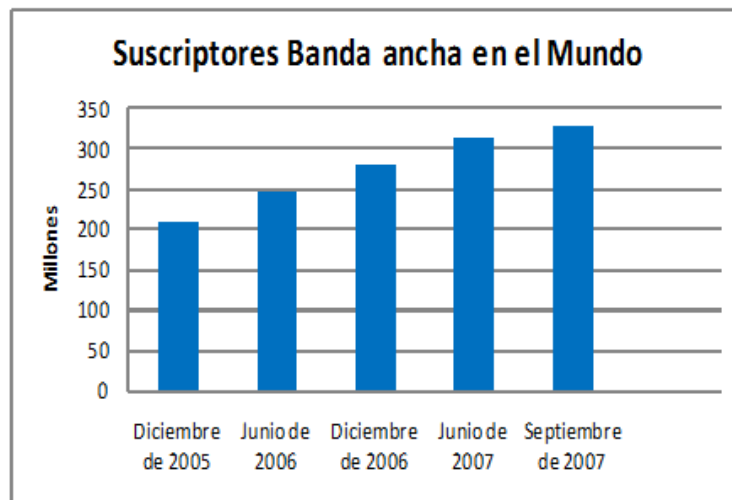


Figura 4.6 Mercado de Banda Ancha en el Mundo [58].

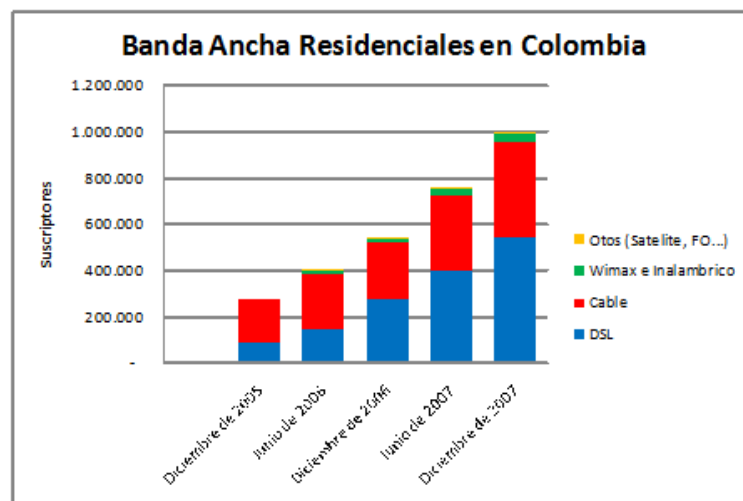


Figura 4.7 Mercado de Banda Ancha en Colombia [58].



Con respecto a la penetración del mercado de la televisión paga en Colombia, de acuerdo con las cifras manejadas a finales del 2007, alcanza aproximadamente un 19%, que representa un valor bajo en el mercado, lo que significa puntos a favor para los nuevos operadores que desean ofrecer servicios como IPTV [59].

Los operadores que implementen el servicio IPTV tienen un mercado potencial en los usuarios que disponen de una conexión banda ancha en sus hogares (ver Figura 4.7), pero es necesario aclarar que para lograr la migración de estos usuarios a los servicios de IPTV, se requiere de una adecuada estrategia de mercadeo para la explotación del servicio, ya que muchos hogares reciben el servicio de televisión e Internet banda ancha por operadores diferentes.

4.3.2 Proyección del Mercado IPTV a Nivel Mundial.

A nivel mundial el número de usuarios del servicio IPTV se encuentra en la etapa de crecimiento, de acuerdo con el ciclo de vida de un producto o servicio, por esta razón los estudios realizados por diferentes grupos de investigación de los mercados a nivel mundial y regional, han obtenidos resultados similares respecto al crecimiento del número de suscriptores. La Tabla 4.2, muestra la proyección del número de suscriptores del servicio IPTV en el mundo a partir del año 2007 hasta el 2012, teniendo en cuenta los resultados de diferentes grupos de estudio.

Tabla 4.2 Proyección de la Penetración de IPTV en el Mundo [60].

	Suscriptores en Millones.					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ABU Research, Marzo 2008	13,5					
Canalys, Octubre de 2007				39,6		
eMarketer, abril de 2008	12,5	18,8	27,6	37,8	49,2	61,1
Informe Telecoms & Media, Marzo de 2008	12,3					38,4
iSuppli Corporation, Abril de 2007	13	27,3	48,8	75,8	103	
Multimedia Research Group, Inc, Noviembre de 2007	13,5				72,6	
Parks Associates, Mayo de 2007	10,9					
Pyramid Research, Enero de 2008	15				72,6	
Strategy Analytics, Enero de 2007					80,0	

De acuerdo con un estudio realizado por Pyramid Research referente a la penetración del servicio por regiones, Latinoamérica es el continente con menor grado de penetración, que para el primer trimestre del 2008 alcanzó aproximadamente los 11.183 suscriptores y se estima que para el 2010 se alcance 1,2 millones de estos. La Figura 4.8, muestra la evolución desde el 2003 hasta el 2010 del número de usuarios IPTV por cada región [60] [61].

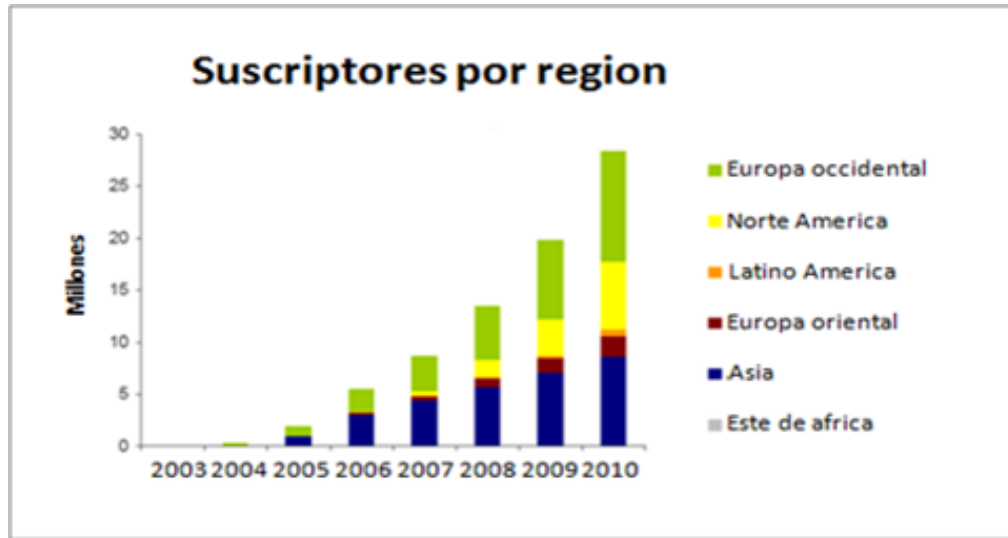


Figura 4.8 Proyección del Número de Suscriptores IPTV por Región en el Mundo [61].

4.3.3 Proyección del Mercado en Colombia.

En Colombia el panorama del mercado es similar a la tendencia mundial, en cuanto al crecimiento del número de suscriptores presentado. De acuerdo con un estudio realizado por Pyramid Research, se estima una penetración de 170 suscriptores para el año 2011 (ver Figura 4.9), generando ingresos en alrededor de 29 millones de dólares (ver Figura 4.10). En el país, la implementación de IPTV les permitirá a los operadores de telecomunicaciones asegurar su permanencia en el mercado, retener los usuarios y aumentar sus utilidades.

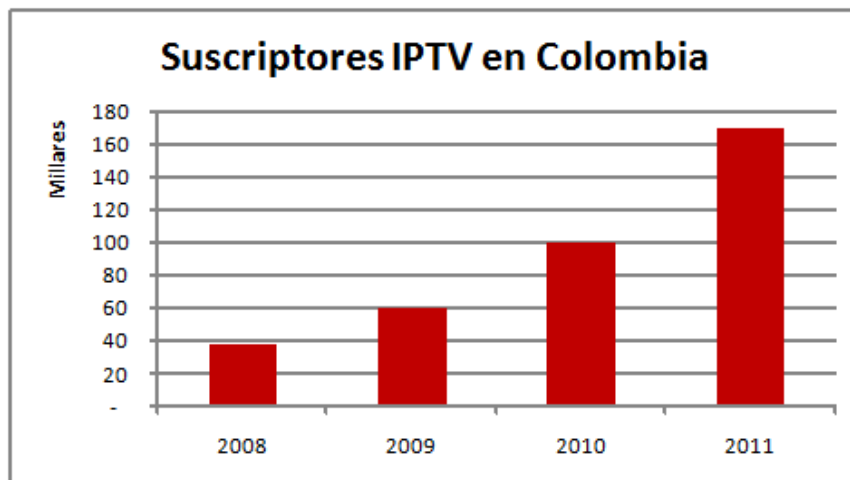


Figura 4.9 Proyecciones de Mercado IPTV en Colombia [61].

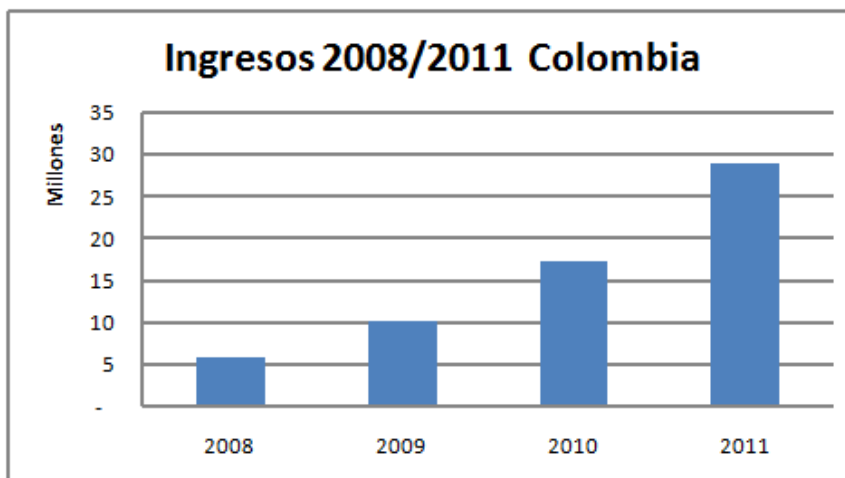


Figura 4.10 Proyección del Nivel de Ingresos de IPTV en Colombia [61].

En concordancia con los datos obtenidos de los estudios realizados, los operadores que deseen implementar el servicio de IPTV en Colombia, deben pensar que la recuperación del capital invertido no será a corto plazo, por el contrario dependerá de una agresiva estrategia de mercadeo para llenar los vacíos de mercado existentes en la televisión paga y que otras empresas de distribución de televisión como cable y satélite, están tratando de ocupar.

4.3.4 Despliegue del Servicio en el Mundo.

A continuación se presenta una lista de diferentes países alrededor del mundo, que ofrecen el servicio de televisión sobre IP (ver Tabla 4.3). El éxito en el mercado del servicio se caracteriza por la estrategia comercial empleada, tales como oferta de canales de televisión, nuevos servicios de televisión bajo demanda y contenidos de alta definición, precio, cobertura, entre otros. También se muestra la tecnología de acceso empleada por cada operador.

Los operadores citados en la Tabla 4.3 fueron escogidos al azar, el precio de cada servicio es presentado en la moneda del país de origen para mostrar un dato más preciso del valor del producto.

Tabla 4.3 Despliegue de IPTV en Diferentes Países del Mundo [40].

País	Operador	Nombre del Servicio	Servicios ofrecidos	Cobertura	Red Propietaria	Tecnología de acceso	Precio del servicio
Austria	Telecom Austria	aonDigitalTV	Difusión de TV, VoD, Canales de radio, PPV	87% de Austria	Red propietaria	ADSL	Paquete básico de 65 canales € 4,90 + Conexión DSL 15,98 € + Contenidos VoD 7,9 €
Bélgica	Belgacom	Belgacom TV	Difusión de TV SD y HD, VoD.	Escala nacional	Red propietaria	ADSL 2+, VDSL	Paquete básico de 60 canales € 9,95 + Contenidos VoD 2 a 7 €
Canada	Aliant	Aliant TV	Difusión de TV, VoD, enlaces de radio, PPV	Este de Canadá	LLU ³²	ADSL	Paquete básico de 70 canales \$ 34 + Contenido VoD \$ 17/mes
	Sask Tel	Max Interactive	Difusión de	Saskatchewan	Red	--	Paquete básico

³² Desagregación del bucle abonado (LLU: Local Loop Unbundling).



		TV	TV SD y HD, VoD, correo, radio		propietaria		de 30 canales \$ 41,05 + Contenidos Vod \$ 0,95 a \$ 9,95
	MTS	MTS TV	Difusión de TV, VoD, despliegue de llamadas en el TV.	Manitoba	Red propietaria	--	Paquete básico de 50 canales \$ 32,99 + 200 horas de VoD \$ 16/mes
República Checa	Telefónica O2	O2 TV	Difusión de TV, VoD.	Escala nacional	Red propietaria	ADSL2+	Paquete básico de 54 canales 448,63 CZK ³³ + alquiler de películas 59 CZK
Francia	Free Telecom (Illiad Group)	Free	Difusión de TV SD y HD, VoD, enlaces de radio.	Dentro de 2,5 Km de los conmutadores FT ³⁴	LLU desde el FT	ADSL2+	Paquete básico Internet + teléfono + 250 canales de Tv € 29,99 + Contenidos VoD € 5,99/mes a € 10,99/mes
	France Telecom	Orange TV	Difusión de TV, VoD, centro multimedia	Nacional, pero dentro de 2,5 Km de los conmutadores FT	Red Propietaria	ADSL2+	Paquete básico Internet + teléfono + Tv € 29,9 + Contenidos VoD € 19,8/mes
	Neuf Cegetel	Neuf TV	Difusión de TV SD y HD, VoD, centro multimedia	Dentro de 2,5 Km de los conmutadores FT	LLU desde el FT	Fibra, ADSL2+	Paquete básico teléfono + 150 canales de Tv € 24,9 + Contenidos VoD € 0,4 a € 2,99 cada uno.
	Telecom Italia	AliceTV	Difusión de TV	Dentro de 2,5 Km de los conmutadores FT	LLU desde el FT	ADSL2+	Paquete básico teléfono+ Internet + Tv € 38,95
	T-Online France	Club Internet TV	Difusión de TV SD y HD, VoD	Dentro de 2,5 Km de los conmutadores FT	LLU desde el FT	ADSL2+	--
Alemania	Hansenet (Subsidiado por Telecom Italia)	Alice homeTV	Difusión de TV, VoD, canales de radio	Hamburg y ciudad de Lubeck	Red propietaria y LLU desde el Terminal de Firba	ADSL2+, Fibra	Alice light € 14,9 Paquete básico de 69 canales de Tv € 9,9, incluyendo contenidos VoD
	DT	T-Home	Difusión de TV SD y HD, VoD, Video Karaoke	--	Red propietaria	VDSL, ADSL2+	Paquete básico Internet + Teléfono + 70 canales de Tv € 49,9, Incluye VoD
Italia	FastWeb	FastWeb	Difusión de TV SD y HD, VoD, PPV	--	Red propietaria (FTTH) y LLU desde Telecom Italia	FTTH, ADSL2+, ADSL	Paquete básico de Tv € 19,9 + Contenido VoD entre € 2,99 a € 8
	Telecom Italia	Alice Home TV	Difusión de TV SD y HD, VoD	--	Red Propietaria	ADSL2+	Alice todo incluido y 200 canales de Tv € 38,95
Japón	BB Cable	BBTV	Difusión de TV, VoD	--	Red Propietaria	Fibra, ADSL	Paquete básico de Tv ¥ ³⁵ (Yen) 2.394, incluye VoD
	KDDI	HikariONE	Difusión de TV, VoD	--	Red Propietaria	Fibra	Paquete básico de Tv + Internet + Teléfono ¥ 4505 + Contenido VoD entre ¥ 105 a ¥ 420

³³ Corona Checa, moneda oficial en la República checa. 448,63 CZK equivale aproximadamente a 31,4 Dólares aproximadamente.

³⁴ Terminal de fibra (FT: Fiber Terminal).

³⁵ Yen, moneda oficial de Japón. 2394 Yen Japonés equivale a 19,152 Dólares Aproximadamente.



	Online TV (NTT East)	4th MEDIA	Difusión de TV	--	Red Propietaria	Fibra	Paquete básico de TV ¥ 2835 + ¥ 210 obligatorios. + Contenidos VoD a diferentes precios.
España	Telefónica	Imagenio	Difusión de TV, VoD, audio digital, Canals a la carta	Mayor parte de las ciudades y provincia	Red Propietaria	ADSL, ADSL 2+	Paquete básico de 70 canales de Tv € 25 + Teléfono € 13,97 + contenidos VoD € 1,5 a € 5
	Jazztel	Jazztelia TV	Difusión de TV	--	Red propietaria de fibra y LLU desde Telefónica	ADSL 2+	Paquete básico de 32 canales € 11,55
Suecia	Telenor con Viasat	Bredbandsbolaget	Difusión de TV, VoD, emisoras de radio, PPV	Mayoría de las ciudades	Red de fibra propietaria, LLU desde TeliaSonera	ADSL, VDSL, FTTH	45 canales de televisión y vídeo bajo demanda 299 SEK ³⁶
	SkyCom	FastTV	Difusión de TV, VoD, emisoras, PPV	Mayoría de las ciudades	Red propietaria	FTTH	Paquete Básico 79 SEK + Canal de películas 169 SEK
	Telenor	Canal Digital	Difusión de TV, VoD, emisoras, PPV	Mayoría de las ciudades	Red FTTH	FTTH	Paquete básico de 40 canales 199 SEK + Alquiler de películas entre 25 y 39 SKE
Inglaterra	BT	BT Vision	Difusión de TV, VoD, emisoras PPV	Suscriptores de Banda ancha BT	Red propietaria	ADSL	Paquete básico de 40 canales £ ³⁷ 15,99 + Contenidos VoD desde £ 4/mes
	Video Networks (Combinado con Tiscali UK en agosto de 2006)	Homechoice	Difusión de TV, VoD, emisoras, PPV	London, Stevenage	LLU desde el FT	ADSL	Paquete básico de Internet + Teléfono y 44 canales de Tv £ 15,99, incluye VoD + Alquiler de películas £ 1,99
Estados Unidos	AT&T (merged with BellSouth in Dec.2006)	U-Verse TV	Difusión de TV SD y HD, VoD, enlaces de radio, PPV	San Antonio, TX, Corona, CA	Red propietaria	VDSL, FTTH	Paquete básico de Internet + Teléfono y 200 canales de Tv USA \$ 84, incluye VoD
	SureWest	Digital TV	Difusión de TV SD y HD, VoD	Región de Sacramento	Red propietaria	ADSL2+, Fibra	--
	Verizon	FiOS TV	Difusión de TV SD y HD, VoD, Canales de radio, PPV.	Aproximadamente 200 ciudades en más de 10 estados (12/2006)	Red propietaria	GPON	Paquete básico de 140 canales \$ 37,99 dólares + VoD, que varía de acuerdo al contenido.
Taiwan	Vastar Cable	--	Difusión de TV, VoD.	--	--	HFC	Paquete básico de 30 canales.
Chile	Telefónica	Telefónica Tv digital	Difusión de Tv, PVR, PPV, Canales de música.	--	Red propietaria	ADSL 2+	Paquete básico de 46 canales \$ 14.890 peso chileno ³⁸
Colombia	UNE – EPM	Televisión UNE	Difusión de Tv, VoD, canales de música, PPV.	Medellín, Bogotá, Armenia, Manizales, Bucaramanga.	Red propietaria	ADSL 2+	Paquete básico de 80 canales + Internet + Telefonía \$ 95.000 + IVA y contenidos VoD desde \$ 2.500

³⁶ Corona Sueca, moneda oficial de Suecia. 299 SEK equivale a 47,9 Dólares aproximadamente.

³⁷ Libra esterlina, moneda oficial de Inglaterra. 15,99 Libras equivale a 30,69 dólares aproximadamente.

³⁸ Peso chileno, moneda oficial de Chile. 14.890 equivale a 28,7 dólares aproximadamente.



De la Tabla 4.3 se observa que los servicios ofrecidos por todos los operadores tienen en común los servicios de televisión en tiempo real y VoD (servicios básicos de IPTV según el estándar de la UIT y la ETSI) y los servicios adicionales varían de proveedor a proveedor. Con relación a la red utilizada se aprecia que aunque la mayoría de los operadores cuentan con una red propietaria existen algunos que alquilan la red de acceso para transportar los contenidos hasta el usuario.

Respecto a la red de acceso se observa que la tecnología ADSL2+ es la más utilizada en los países consultados (40%), seguido de las tecnologías basadas en fibra óptica (30%) y en menor proporción están la ADSL (17%), VDSL (10%) y HFC (3%). En consecuencia, las redes de acceso ADSL2+ son las que marcan la tendencia a nivel mundial para ofrecer el servicio IPTV, como muestra la Figura 4.11.

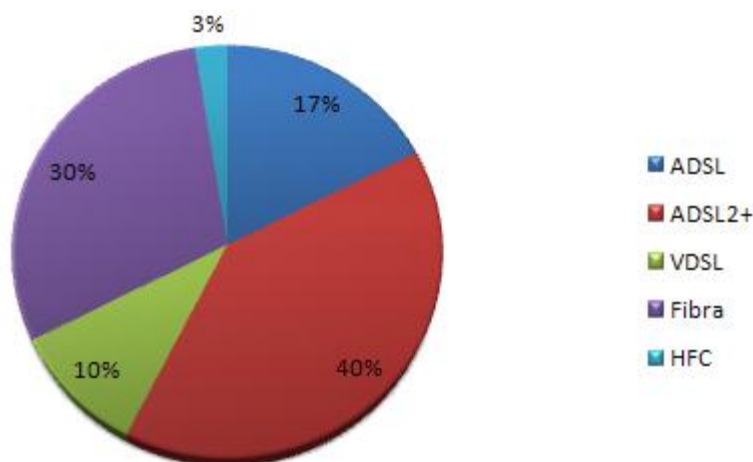


Figura 4.11 Porcentaje de utilización de las tecnologías de acceso para implementar IPTV

4.4 COSTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE DISTRIBUCIÓN DISPONIBLES EN EL MERCADO.

A continuación se presenta un resumen de los costos globales de las diferentes tecnologías de acceso disponibles en el mercado, en correspondencia con el sección 4.1 del presente capítulo, es decir, solo se tendrán en cuenta los principales elementos (equipos físicos) utilizados por cada tecnología sin tener presente costos tales como personal empleado en el despliegue, alquiler de terrenos, infraestructura para el soporte de cables, material de instalación y puesta en servicio como herramientas, equipos de medición, soportes de cable, tuercas, tornillos, entre otros, debido a que no hacen parte de la solución tecnológica de “última milla” ofrecida por los diferentes fabricantes y porque cada uno de estos elementos son particulares de acuerdo con la geografía y cobertura que tenga cada proveedor del servicio IPTV.

Aunque no todas las tecnologías de acceso presentadas han sido utilizadas en el despliegue del servicio IPTV alrededor del mundo, como muestra la Tabla 4.3 de la sección 4.3.4, en el presente capítulo se analizan los costos de todas las soluciones anteriormente citadas, excluyendo la red satelital debido a que su participación en el mercado corresponde a la venta de la grilla de canales para los operadores regionales del servicio.



Cabe anotar que los precios de los equipos cotizados corresponden a “precios de lista”³⁹, esto se debe a que la mayoría de empresas que ofrecen soluciones para el acceso mantienen esta información como confidencial, y por lo tanto no hacen parte de una solución integral, en cuyo caso se reciben descuentos por ser comprados en grandes proporciones. También se aclara que la solución empleada corresponde a un fabricante en particular para cada tecnología de acceso, con diferentes parámetros técnicos de los equipos, esto se hizo con el objeto de facilitar la tarea de búsqueda en cuanto al limitante de la obtención de los precios (Ver anexo F).

Para establecer un nivel de comparación entre los costos de las diferentes tecnologías de acceso disponibles en el mercado, se plantearán varios escenarios donde se asumirán las siguientes consideraciones:

- El número de usuarios a los que se les presta el servicio corresponde a 10.000.
- La distancia desde la ubicación de la oficina central del servicio hasta el usuario final corresponde a 1 Km y a 3 Km de longitud en promedio, es decir, que los 10.000 usuarios se encuentran a las mismas distancias.
- A todos los usuarios del servicio se les asegurará un ancho de banda teniendo en cuenta los escenarios planteados para calcular los requerimientos mínimos recomendados para prestar los servicios básicos de IPTV citados en el capítulo 2 sección 2.5. Dado que en los escenarios planteados se estiman velocidades calculadas en la capa de aplicación, se le adiciona a cada uno, un tráfico entre el 5% y 7%, correspondiente a los encabezados agregados a los datos de carga útil por los diferentes niveles, con base en la arquitectura TCP/IP, mostrada en la sección 2.1 del capítulo 2.

Por lo tanto el ancho de banda necesario para el servicio IPTV, que depende de los mecanismos de compresión, el número de CPE-IPTV solicitando canales de televisión a través de una línea (conexión alamburada) o enlace (conexión inalámbrica), tendrán un incremento al ser medidas a nivel físico (arquitectura TCP/IP) para cada uno de los escenarios en consideración como muestra la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Velocidades de Transmisión para Distintos Requerimientos del Número de Canales a Nivel de Enlace de Acuerdo con la Arquitectura TCP/IP.

1 canal en tiempo real SDTV			1 canal en VoD SDTV		
MPEG-2+MP3	MPEG-4+MP3	VC-1+MP3	MPEG-2+AC-2	MPEG-4+AC-2	VC-1+AC-2
2,82 Mbps	2,1 Mbps	2,1 Mbps	3,82 Mbps	2,7 Mbps	2,7 Mbps
2 canales SDTV o 2 canales VoD			1 canal en tiempo real HDTV		
MPEG-2+AC-2	MPEG-4+AC-2	VC-1+AC-2	MPEG-2+AC-2	MPEG-4+AC-2	VC-1+AC-2
7,84 Mbps	5,4 Mbps	5,4 Mbps	16,5 Mbps	11,2 Mbps	11,2 Mbps
1 canal SDTV y 2 canales HDTV					
MPEG-2+AC-2/MP3		MPEG-4+AC-2/MP3		VC-1+AC-2/MP3	
35,8 Mbps		28,3 Mbps		28,3 Mbps	

³⁹ Son los precios consultados como elementos individuales.



Los datos proporcionados en la Tabla 4.4 serán utilizados para determinar cómo varían los costos por cada tecnología de acceso al variar el ancho de banda con que se llega al usuario, en cada una de las distancias planteadas.

La lista de los equipos cotizados y los enlaces de las páginas Web consultadas se muestran en el Anexo F, del mismo modo que las especificaciones técnicas que se tienen en cuenta en el cálculo del número de equipos, de acuerdo con los requerimientos de ancho de banda mostrados en la Tabla 4.4.

Teniendo como base los parámetros establecidos anteriormente, se realiza la cotización del valor total (en dólares), de las redes de acceso consideradas en el presente estudio para brindarle a los suscriptores el servicio IPTV, teniendo en cuenta diferentes anchos de banda y distancias (Anexo G).

Una vez realizados los cálculos, en las Figura 4.12 a la 4.15, se presentan en forma sintetizada el costo de la implementación del servicio IPTV con cada tecnología de acceso para el ejemplo citado. Cada figura muestra información de los costos de las tecnologías con relación a su respectivo ancho de banda.

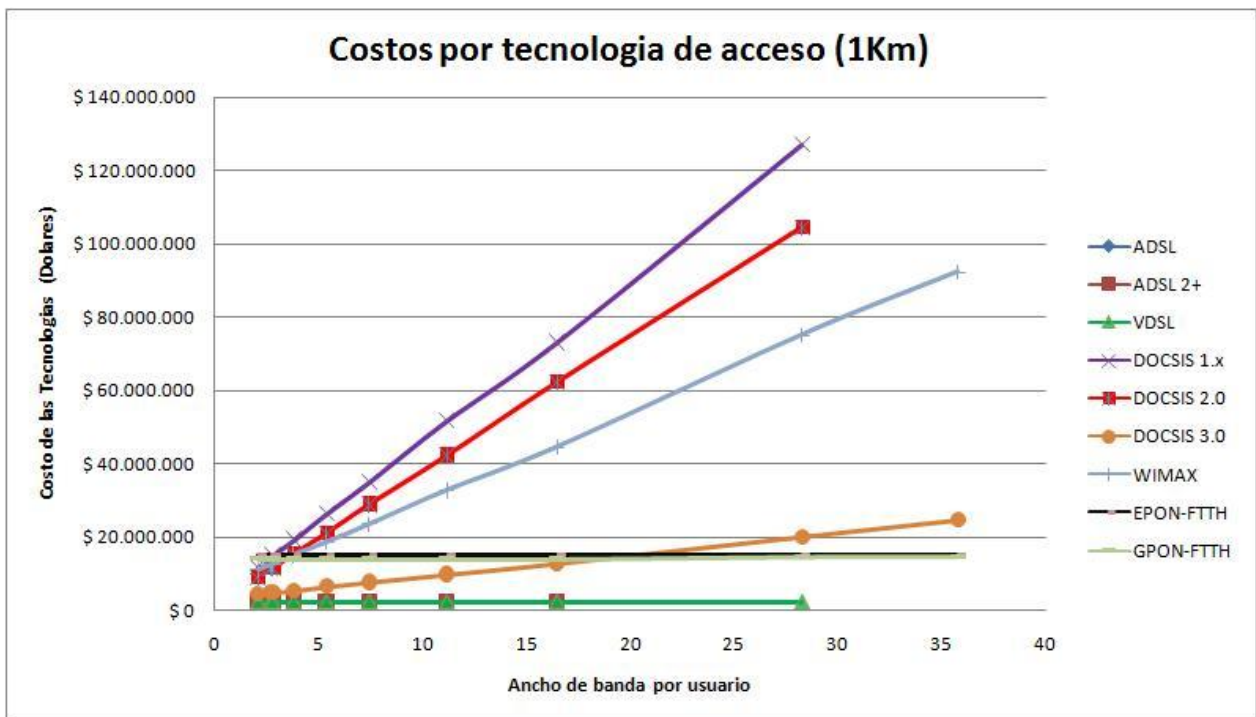


Figura 4.12 Comparación de los Costos de las Tecnologías Utilizadas en la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, una Distancia de 1 Km.

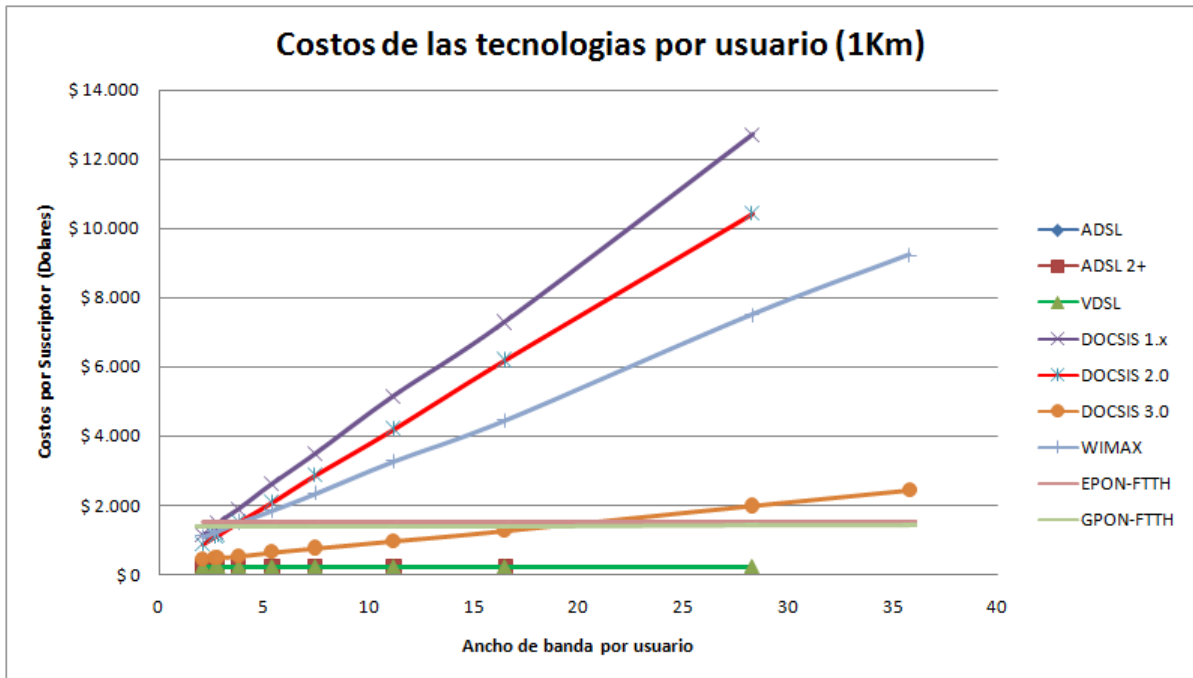


Figura 4.13 Comparación de los Costos por Suscriptor de las Diferentes Tecnologías de la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, a una Distancia de 1 Km.

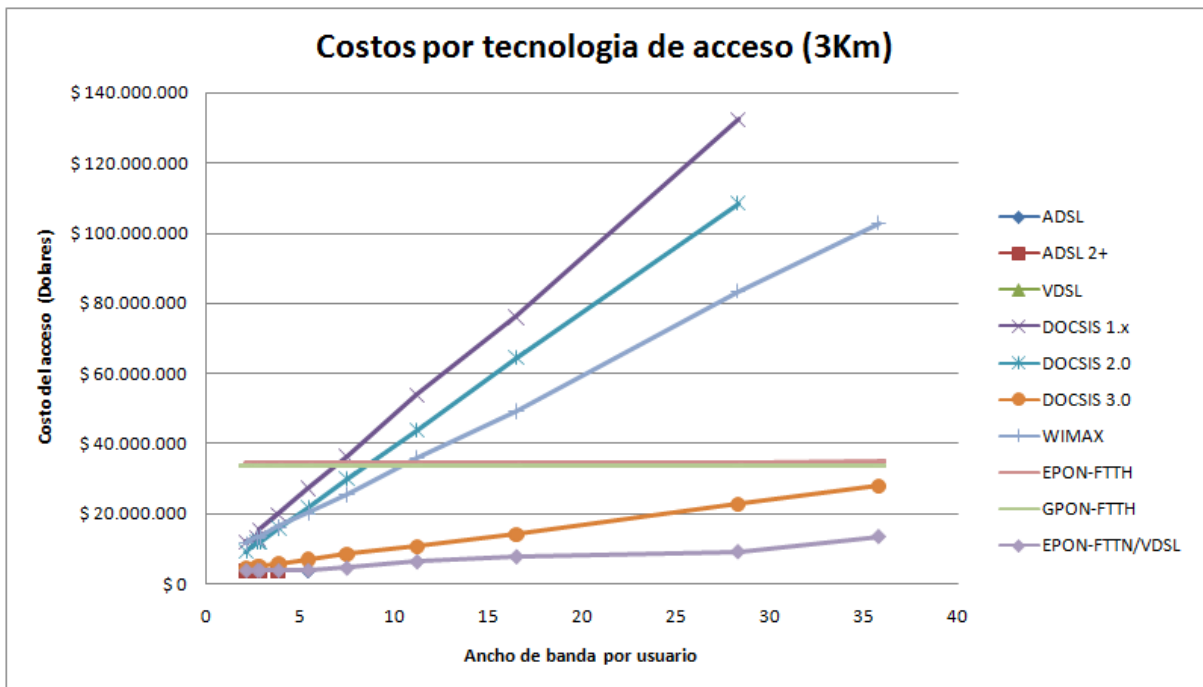


Figura 4.14 Comparación de los Costos de las Tecnologías Utilizadas en la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, una Distancia de 3 Km

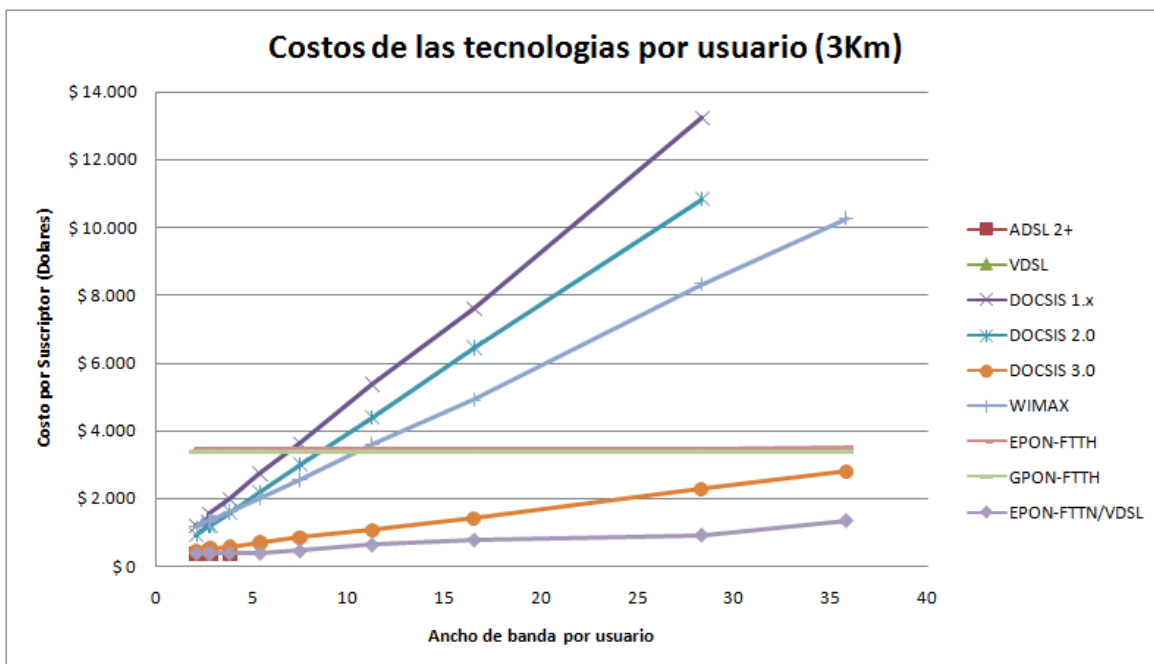


Figura 4.15 Comparación de los Costos por Suscriptor de las Diferentes Tecnologías de la Red de Acceso de Acuerdo al Ancho de Banda, a una Distancia de 3 Km.

En las Figura 4.12 a 4.15, se observa que hay redes de acceso tales como xDSL, FTTH-EPON y FTTH-GPON que a pesar de incrementarse el ancho de banda al usuario los costos de implementación se mantienen constantes, caso contrario a otras redes de acceso tales como DOCSIS 1.x, 2.0, 3.0 y WIMAX que a medida que aumenta el ancho de banda por usuario se incrementan los costos. También las figuras indican que las redes de acceso que requieren menor nivel de inversión corresponden al conjunto xDSL y las de mayor nivel de inversión corresponden a DOCSIS 1.x, 2.0 y WIMAX respectivamente.

Otro aspecto a tener en cuenta es el aumento del costo de la solución al momento de incrementar la distancia a la que se encuentran los usuarios del servicio, como se muestra en la Tabla 4.5, el menor porcentaje de incremento lo tienen las tecnologías DOCSIS y WIMAX, a diferencia de DSL y FTTH (EPON, GPON), que presentan los mayores porcentajes de incremento.

Tabla 4.5 Incremento de Costos por Aumento de la Distancia en Porcentaje.

Porcentaje de incremento de costos al aumentar la distancia del usuario de 1 Km a 3 Km										
Velocidad en Mbps	2,1	2,7	2,82	3,82	5,4	7,46	11,2	16,5	28,3	35,8
ADSL	39,1 %	39,1 %	39,1 %	39,1 %	39,1 %	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
ADSL 2+	39,1 %	39,1 %	39,1 %	39,1 %	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
VDSL	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
DOCSIS 1.x	2,7 %	3,9 %	3,4 %	3,6 %	3,7 %	3,8 %	3,8 %	3,9 %	3,9 %	N.A
DOCSIS 2.0	3,2 %	3,8 %	3,3 %	3,4 %	3,4 %	3,5 %	3,5 %	3,5 %	3,6 %	N.A
DOCSIS 3.0	4,2 %	5 %	5,2 %	6,3 %	7,5 %	8,6 %	9,8 %	10,9 %	12 %	12,4 %
WIMAX	4,8 %	5,6 %	5,6 %	6,5 %	7,2 %	8 %	8,7 %	9,2 %	9,8 %	9,9 %
EPON-FTTH	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,6 %	56,3 %
GPON-FTTH	58,5 %	58,6 %	58,6 %	58,6 %	58,6 %	58,6 %	58,6 %	58,6 %	57,1 %	57,1 %



4.5 CRITERIOS PARA SELECCIONAR LA TECNOLOGÍA MÁS APROPIADA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO IPTV EN COLOMBIA.

En esta sección se plantean criterios que servirán para escoger la tecnología en la red de acceso más apropiada para un operador de telecomunicaciones que desee implementar el servicio IPTV en Colombia y se dará una breve justificación de la elección de cada criterio. También se utiliza una nomenclatura que sirve para identificar el criterio correspondiente en la Tabla 4.6.

C.1 Inversiones fijas bajas.

El nivel de inversiones que realice un operador de comunicaciones está relacionado con el nivel de ingresos y proyecciones de penetración de mercado que se tenga del servicio, en este caso IPTV. Es por ello que en muchas regiones como Europa, donde la penetración del servicio es alta en comparación con otras regiones como América Latina (ver Figura 4.8), es común encontrar muchas redes de acceso en fibra (ver Tabla 4.3) que requiere un nivel de inversión alto. Aunque en Colombia las proyecciones de mercado del servicio IPTV han sido favorables (ver Figura 4.10) con ingresos estimados de 29 millones de dólares en el año 2011 y más de 170 mil suscriptores, no son suficientes para que las empresas que participen en el negocio realicen gastos en tecnologías de acceso relativamente costosas. Si se realiza una relación con la inversión requerida para atender a 10 mil usuarios planteados en el caso de estudio de la sección 4.4 con los 60 mil suscriptores e ingresos de 10 millones de dólares para el 2009 (ver Figura 4.10), el gasto realizado de 13,8 millones de dólares, sería superior al ingreso del año citado.

Por lo tanto es necesario que la inversión que un operador de telecomunicaciones en Colombia realice sea baja para empezar a recibir ganancias a corto plazo y disminuir el impacto del costo del servicio sobre el usuario final, pero si está en capacidad ampliar este periodo de tiempo a mediano o largo plazo se pueden considerar tecnologías de alto costo de acuerdo con las políticas de la empresa.

C.2 Conexiones basadas en infraestructura existente.

Algunos de los operadores de comunicaciones al implementar nuevos servicios, se basan en la infraestructura que ya han desplegado, como es el caso de los operadores de redes tradicionales (como en Imagenio en España, entre otros), quienes adecuan su red de acceso de cobre, para garantizar el ancho de banda suficiente que el usuario IPTV necesita. Los operadores de cable, adecuan la central de cable para soportar tráfico IP. Es conveniente entonces, que el operador de telecomunicaciones utilice la infraestructura de la cual disponga, mejorándola donde esta lo requiera, para disminuir los costos de inversión en capital (CAPEX) del proyecto de implementación de IPTV.

C.3 Bi-direccionalidad.

Este criterio se propone con el propósito de resaltar que el servicio IPTV requiere de un canal de retorno (para televisión interactiva) a través del mismo medio de transmisión de los contenidos de audio y video, a diferencia de sistemas convencionales de distribución de televisión (satélite y terrestre), los cuales proveen un canal de retorno a través de una conexión alterna al medio por el cual se transmite el servicio.



C.4 Velocidades elevadas.

En la actualidad las redes de acceso deben estar en la capacidad de soportar altos índices de velocidad en el enlace descendente, debido a que la tendencia a futuro está enmarcada en la prestación de múltiples servicios sobre la misma red. Además, de la televisión digital que actualmente conocemos con calidad estándar (SDTV) que requiere una velocidad por canal de televisión de 1,9 Mbps con compresión MPEG-4 (Ver sección 2.5 del capítulo 2), se migrará hacia una televisión de alta definición (HDTV) que requiere velocidades por canal de 10,4 Mbps con compresión MPEG-4 (Ver sección 2.5 capítulo 2). Por consiguiente, tanto la infraestructura de red, como la tecnología utilizada en la red de acceso deben permitir ser escalables en ancho de banda para los requerimientos a futuro.

Los operadores de telecomunicaciones en Colombia, al momento de mejorar su infraestructura de red en el acceso o migrar a otra tecnología, deben proyectar sus redes no solo al contexto del servicio IPTV, sino para la inclusión de futuros servicios con mayores requerimientos de ancho de banda.

C.5 Despliegue rápido con poca mano de obra.

Las tecnologías de acceso deben ser instaladas de acuerdo con la geografía del terreno y el área de cobertura, por esta razón se requiere de mano de obra para la instalación de los equipos y los tendidos de cable (para el caso de tecnologías alambradas) o de antenas (en caso de tecnologías inalámbricas). Una rápida instalación de equipos se traslada en la utilización de poco personal para ello y por tanto menos gastos en el despliegue de la tecnología. Para los operadores de telecomunicaciones en Colombia que mejoren su infraestructura de red o migren hacia otra opción tecnológica en la red de acceso para prestar servicios de IPTV, deben considerar las soluciones de red que involucren poca mano de obra para evaluar en la relación costo/beneficio de tecnología de red empleada.

C.6 Alta escalabilidad.

Un sistema es escalable en la medida que se puede aumentar rápidamente el número de usuario a los que se atiende. Las diferentes tecnologías de acceso, permiten escalabilidad en correspondencia con las especificaciones técnicas de cada equipo, esto es, en redes HFC lo determina el nivel de tráfico existente en el canal de retorno, en redes DSL, está determinada por la capacidad del DSLAM de acuerdo con los parámetros de ancho de banda, número de puertos de la tarjeta, entre otros. En acceso FTTH, las limitaciones son más de tipo económica que tecnológicas y en redes inalámbricas, una de sus grandes ventajas, es el costo de instalación de los equipos de la estación base, entre otros.

Desde este punto de vista todas las redes permiten cierta escalabilidad, pero un aspecto clave es el tiempo de instalación de la red, que permite prestar servicios a los usuarios en un lapso más corto que otras tecnologías, por tanto se debe considerar que nivel de escalabilidad se requiere en la red.



C.7 Bajos niveles de inversión sobre el despliegue de la red por usuario.

Los gastos de implementación de la red de acceso desde la oficina central hasta el usuario final, pueden ser cotizados independientemente por cada suscriptor, datos que son tenidos en cuenta para el cálculo del valor del servicio. Un estimativo del valor de la tecnología por suscriptor es mostrado en la sección 4.4 del presente capítulo, permitiendo comparar qué tecnología de acceso tienen los costos más bajos por usuario promedio en el despliegue de la red.

C.8 Ancho de banda escalable para futuros requerimientos del servicio (Sin tener en cuenta costos).

Para algunas empresas de telecomunicaciones de acuerdo a la solidez comercial e ingresos que poseen, los costos de implementación de determinada tecnología no representan ningún obstáculo. Esto les permite implementar cualquier solución tecnológica en la red de acceso no solo atendiendo a los requerimientos del servicio IPTV, sino previendo la inclusión de futuros servicios con mayores demandas de ancho de banda y niveles de calidad. Grandes empresas de telecomunicaciones en el mundo, por ejemplo han cambiado su tendido de cobre por fibra óptica para aumentar el ancho de banda ofrecido al usuario.

C.9 Ancho de banda escalable para futuros requerimientos del servicio (Con bajo nivel de inversión).

Aunque en Colombia hay empresas de telecomunicaciones en el mercado con alta solidez comercial como UNE, Telefónica y ETB, es crítico el nivel de inversión que se realiza sobre la red para disminuir los gastos en capital (CAPEX), es conveniente optar por una tecnología de acceso que permita escalabilidad en ancho de banda y con bajos costos de inversión.

C.10 Despliegue favorable en lugares de alta densidad de población.

Las zonas donde se presenta una alta concentración de población, se convierten en un atractivo para las empresas que presten servicios de telecomunicaciones. Las áreas de cobertura donde exista una fuerte demanda del servicio de televisión paga (ver sección 4.3.1), permiten a los operadores del servicio IPTV adecuar las redes que tienen a disposición ó desplegar nuevas redes de acceso para cubrir los vacíos del mercado en cuanto a la provisión del servicio.

C.11 Despliegue favorable en lugares de baja densidad de población.

Para las áreas de cobertura donde existe una demanda alta del servicio de televisión paga pero tienen una baja densidad de población (zonas rurales), ofrecer el servicio IPTV por medio de tecnologías alambradas no es justificable teniendo en cuenta los costos de implementación. Una alternativa es utilizar tecnologías inalámbricas que permitan un despliegue fácil y rápido de la red.



C.12 Recursos de ancho de banda.

La topología de la red es un aspecto a tener en cuenta para la prestación del servicio IPTV, ya que si se trata de una red PTM los recursos de ancho de banda se comparten, por el contrario si la red es PTP se tiene una conexión dedicada al usuario. Es importante observar que las tecnologías PTM tienen la desventaja de que a medida que se le ofrece más ancho de banda al usuario, aumenta el número de equipos involucrados en el sistema y por tanto los costos del despliegue de la red (ver Figura 4.12 y Figura 4.14 del presente capítulo), por su parte las redes PTP tienen a favor que al aumentar el ancho de banda en la medida que lo permita la tecnología, se mantienen los costos de despliegue constantes (ver Figura 4.12 y Figura 4.14 del presente capítulo), permitiéndole a los operadores de telecomunicaciones proyectar futuros servicios sobre la red sin necesidad de aumentar los gastos de capital.

C.13 Fácil instalación de equipos al usuario final.

Dentro de las tecnologías de acceso existentes en el mercado, se encuentran elementos de red correspondientes a los equipos finales del usuario, que pueden ser de fácil instalación o no. Es necesario considerar que los costos de instalación de equipos por personal capacitado, impacta el valor del servicio, ya que aumenta los costos de operación del mismo.

Por ejemplo, algunos proveedores del servicio IPTV debido a la facilidad de instalación de los equipos, no incluyen este servicio en la comercialización del producto, tal es el caso de Homechoice en Inglaterra, que tiene una tarifa de instalación en caso de que el usuario lo desee. Otras empresas como Verizon en Estados Unidos, la empresa es quien debe asumir los costos del personal encargado de la instalación.

C.14 Alcance.

Un parámetro clave de cada tecnología de acceso es la distancia desde la oficina central hasta las instalaciones del suscriptor de acuerdo a las proyecciones particulares de cada empresa, y la distancia a cubrir para brindar el servicio de IPTV. Las siguientes son distancias escogidas con base en los alcances máximos de cada tecnología para llegar al usuario con un ancho de banda elevado, capaz de transmitir múltiples servicios:

C.14.1 A una distancia de 300 metros.

C.14.2 A una distancia de 1 Km.

C.14.3 A una distancia de 2 Km.

C.14.4 A una distancia de 20 Km.

C.15 Bajo incremento de los costos por aumento de cobertura.

En el despliegue del servicio IPTV es importante considerar cuanto es el aumento de los costos de las diferentes tecnologías al variar la distancia a la que se encuentran los diferentes usuarios potenciales. Todas las tecnologías tienen un incremento de costos por aumento de la cobertura (ver Tabla 4.5 del presente capítulo).



A continuación, en la Tabla 4.6 se resumen cuales de los criterios anteriores cumplen cada una de las tecnologías de acceso para implementar IPTV en Colombia, teniendo en cuenta aspectos técnicos, de mercado y costos.

Tabla 4.6 Síntesis de las Tecnologías de Acceso con Base en Criterios Técnicos, de Mercado y Económicos.

Criterio	ADSL	ADSL 2+	VDSL	DOCSIS 1.X	DOCSIS 2.0	DOCSIS 3.0	WIMAX	FTTH
C.1	✓	✓	✓					
C.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
C.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C.4			✓			✓		✓
C.5							✓	
C.6							✓	
C.7	✓	✓	✓					
C.8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C.9		✓	✓					✓
C.10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C.11							✓	
C.12	✓	✓	✓					✓
C.13	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
C.14.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C.14.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C.14.3	✓	✓		✓	✓	✓		✓
C.14.4				✓	✓	✓		✓
C.15				✓	✓	✓	✓	

Del resumen mostrado en la

Tabla 4.6 se observa que cada tecnología de acceso cumple con varios de los criterios propuestos anteriormente, lo que permite a los operadores de telecomunicaciones escoger la tecnología que más le convenga de acuerdo a los criterios que satisfagan sus expectativas y proyecciones como empresa. Cabe notar que las tecnologías que mas requisitos cumplen (satisfacen mas criterios), para implementar el servicio IPTV en Colombia en correspondencia con el análisis de los aspectos tecnológicos, de mercado y de costos realizado en el presente capítulo, son ADSL 2+ y VDSL, por tanto se recomienda que los operadores que deseen implementar el servicio IPTV en el país tengan presente dentro de sus estudios a nivel de empresa el despliegue de esta tecnología en sus redes.



CAPITULO 5. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS TECNICOS PARA IMPLEMENTAR EL SERVICIO IPTV.

La implementación del servicio IPTV enfrenta a los operadores de telecomunicaciones que decidan incursionar en el mercado de televisión, a una serie de requerimientos técnicos y de calidad de servicio (ver capítulo 2). Por otro lado, la necesidad de superar las expectativas de los usuarios respecto a otros servicios de distribución de televisión digital, convierten en un gran desafío la tarea de construir una solución para brindar contenidos de audio y video en tiempo real sobre una red IP. En el presente contexto, la definición de lineamiento se adopta como el conjunto de indicaciones técnicas que se deben considerar para un realizar un despliegue adecuado del servicio IPTV [38].

Ciertamente el proceso de implementación del servicio IPTV varía en su etapa inicial dependiendo de la perspectiva desde la cual se aborde el despliegue del servicio, es decir, si se trata de un operador de comunicaciones ya constituido que posee una infraestructura de red para la prestación del servicio, o una empresa nueva que desea convertirse en proveedor del servicio IPTV y por tanto necesita desplegar la infraestructura de red o contratar el transporte de los contenidos de televisión hasta el usuario final con un operador de red existente.

Para un operador constituido y uno nuevo, las diferencias se encuentran específicamente en el dimensionamiento del servicio y en la adecuación de la infraestructura de red existente para la implementación del servicio, debido a que en el caso de no existir una infraestructura de red este último proceso no se realiza, sino que en la etapa de dimensionamiento se determinan todos los equipos que deben ser adquiridos e instalados para soportar el transporte de los contenidos de IPTV. De ahí en adelante el proceso para implementar el servicio se realiza de la misma manera para cualquiera de los posibles casos antes citados (ver Figura 5.1).

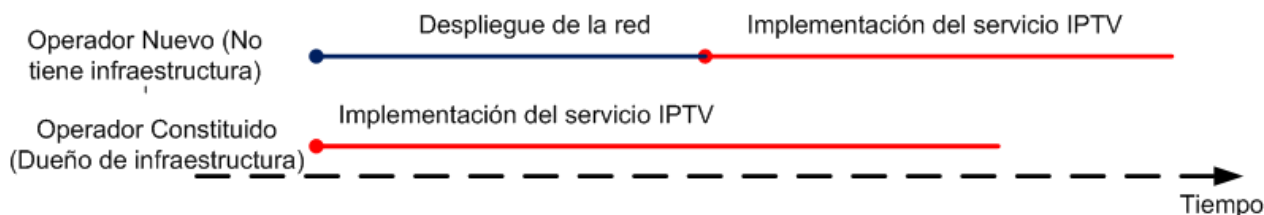


Figura 5.1 Proceso para implementar IPTV por parte de un operador constituido y por constituirse.

De acuerdo a lo anterior, en el presente capítulo se proponen los lineamientos técnicos que un operador de telecomunicaciones ya constituido o por constituirse, debe tener en cuenta para implementar el servicio de IPTV en Colombia.

Los lineamientos técnicos propuestos para implementar IPTV en Colombia son:

- Dimensionamiento del servicio.
- Adecuación de la infraestructura de red.
- Adquisición de equipos.
- Adquisición de contenidos.
- Garantías de seguridad.



- Pruebas de funcionamiento del servicio IPTV.
- **DIMENSIONAMIENTO DEL SERVICIO IPTV**

Como se observa en el análisis realizado, las proyecciones de crecimiento y posicionamiento dentro del mercado de los servicios distribución de televisión para IPTV, son bastante alentadoras (ver capítulo 4), de manera que los operadores de telecomunicaciones encuentren atractiva la implementación del servicio IPTV. Es por esto, que se realiza el dimensionamiento donde se determina el alcance y los servicios (básicos y adicionales) que serán prestados en la fase inicial de la implementación, también se consideran dentro de este proceso las proyecciones en cuanto al crecimiento del número de usuarios y las necesidades de recursos e infraestructura para satisfacer la demanda proyectada. A continuación se describen las indicaciones fundamentales que se deben considerar en el dimensionamiento del servicio.

a) Recepción y adecuación de los contenidos de televisión.

En esta etapa se determina el número y características de los equipos con los cuales el proveedor del servicio IPTV recibe y prepara los contenidos que se van a distribuir. En general se requiere:

- Utilizar un codificador de video en tiempo real por cada canal que el proveedor de servicio desea ofrecer.
- Que los servidores de VoD tengan la capacidad de almacenar gran cantidad de contenidos y estar en condiciones de emitir los flujos de video que requieran los usuarios que hacen uso de este servicio simultáneamente. El dimensionamiento de la capacidad de estos equipos se recomienda calcularlo sobre el 10% del total de suscriptores del servicio.
- Equipos trans-codificadores para cambiar la codificación de los contenidos que llegan en formatos digitales diferentes al empleado por el operador del servicio IPTV.

El número de equipos requeridos en la instalaciones del proveedor de servicio se puede minimizar adquiriendo la grilla de canales digitales de un proveedor de contenidos satelital, (ver capítulo 4) cuya participación en el mercado consiste en ofrecer los canales de televisión adecuados sobre datagramas IP.

b) Ancho de banda.

Los requerimientos de ancho de banda de los flujos de video y audio que se entregan a través del servicio IPTV representan un punto clave en la etapa de dimensionamiento, por tanto se debe escoger el formato de compresión que permita el uso más eficiente de los recursos de la red de transporte sobre la cual se van a distribuir los contenidos. De acuerdo con las recomendaciones de la ITU, los formatos de compresión que se utilizan para el servicio IPTV son MPEG-2, MPEG-4 y VC1, de los cuales MPEG-4 es el más comercializado porque posee los menores requerimientos de ancho de banda con optima calidad y corresponde a un estándar de uso libre, esto último lo diferencia de VC1 que proporciona un nivel similar de compresión, pero corresponde a un estándar propietario de Microsoft, aspecto que limita su uso a los fabricantes autorizados e incrementa el costo de los equipos que lo soportan.

El ancho de banda requerido en la red de transporte, depende básicamente del número de canales que se desean transmitir para el servicio de distribución de televisión en tiempo



real y el porcentaje estimado de usuarios que utilizan el servicio de VoD de manera simultánea. Lo anterior se calcula por medio de las siguientes expresiones matemáticas:

Para el servicio de difusión:

$$\text{Ancho de Banda Difusión} = \text{Min} (\text{Usuario_Video}, \text{Num_Canales}) \times \text{BW_flujo} \quad [1]$$

Para el ancho de banda bajo demanda:

$$\text{Ancho de Banda VoD} = \text{Usuario_Video} \times \text{BW_flujo} \times (\text{Max_Indice_Tomado}/100) \quad [2]$$

Por otro lado, el dimensionamiento del ancho de banda requerido en la red de acceso, depende del número de canales que se deseen transmitir simultáneamente por línea de usuario. En la Tabla 5.1 se muestra el ancho de banda mínimo requerido para 1, 2 y 3 canales simultáneos bajo diferentes formatos de compresión con base en recomendaciones del IPTV-FG.

Tabla 5.1 Ancho de banda mínimo requerido en la red de acceso de acuerdo al número de canales

Difusión de Televisión en tiempo real con calidad SDTV			
	1 Canal	2 Canales	3 Canales
MPEG-2+ MP3	2.82 Mbps	5.64 Mbps	8.46 Mbps
MPEG-4+ MP3	2.1 Mbps	4.2 Mbps	6.3 Mbps
VC-1+ MP3	2.1 Mbps	4.2 Mbps	6.3 Mbps
Televisión en tiempo real con calidad HDTV			
MPEG-2+AC2	16.2 Mbps	32.4 Mbps	48.6 Mbps
MPEG-4+AC2	11.2 Mbps	22.4 Mbps	33.6 Mbps
VC-1+AC2	11.2 Mbps	22.4 Mbps	33.6 Mbps
Televisión Bajo demanda con calidad SDTV			
MPEG-2+AC2	3.82 Mbps	7.64 Mbps	11.46 Mbps
MPEG-4+AC2	2.7 Mbps	5.4 Mbps	8.1 Mbps
VC-1+AC2	2.7 Mbps	5.4 Mbps	8.1 Mbps

c) Número de usuarios.

Otro aspecto determinante en el dimensionamiento del servicio es el número de usuarios proyectados. Esto influye directamente en la capacidad de los equipos tanto del proveedor de servicio (servidores de gestión, operación, cifrado y servidores de VoD) como de la red de transporte y acceso de los contenidos audio y video de acuerdo a la arquitectura del servicio (ver figura 1.3).

De igual manera, el número de usuarios influye en la forma como se distribuyen los contenidos de VoD, en el cual a cada usuario que solicita el servicio se le debe enviar un flujo de video específico (unicast). Esta característica hace que el servicio de VoD demande la mayor transferencia de información dentro del sistema. Por consiguiente, el proveedor del servicio debe evaluar la capacidad de la red de transporte con el fin de determinar si está en condiciones para soportar el tráfico de VoD de manera centralizada, o es necesario ubicar los servidores de VoD en puntos cercanos a los usuarios (nodos de red donde inicia la red de acceso) y así optimizar el ancho de banda de la red.



d) Opciones a nivel físico en la red de acceso.

El segmento de red que se extiende entre la red de transporte y los usuarios finales presenta los principales desafíos que enfrentan los operadores del servicio IPTV. En el mercado se encuentran disponibles hasta la fecha cinco tipos de redes de acceso banda ancha, que son lo suficientemente escalables para satisfacer los requerimientos de ancho de banda del servicio IPTV. Bajo este contexto, según la elección del operador se tienen las consideraciones:

- Red de acceso DSL
- Red de acceso HFC
- Red de acceso inalámbrica (Wimax)
- Red de acceso por fibra óptica

Teniendo en cuenta las características técnicas y costos de implementación de estas redes con la capacidad de soportar los flujos de video y audio de IPTV (ver capítulo 4), corresponde al proveedor del servicio IPTV seleccionar la tecnología de red más adecuada con la cual desea implementar el servicio, evaluando el estado actual de su infraestructura de red acceso (en caso de poseerla), las proyecciones realizadas, el tiempo requerido para la implementación y la disponibilidad económica para realizar las inversiones necesarias para la adecuación o compra de equipos nuevos.

e) Inspección del sitio donde se deben ubicar los equipos de la infraestructura de red.

Cuando se realiza el despliegue de un nuevo servicio, es necesario llevar a cabo una inspección de los diferentes sitios donde se van a ubicar los equipos que hacen parte de la infraestructura de red encargada de transportar los datos hasta el usuario. Un reconocimiento de sitio detallado es importante en el despliegue del servicio IPTV porque le permite al operador seleccionar adecuadamente los puntos para la instalación de los equipos de acuerdo a las características geográficas del área que se desea cubrir. El desarrollo de esta etapa depende del tipo de tecnología que se va a utilizar para transportar los contenidos (red fija o inalámbrica). En general se deben considerar aspectos como la accesibilidad al lugar, las fuentes de alimentación de energía disponibles para los equipos, las redes existentes en el área con el fin de evitar interferencias, la legislación establecida para la ubicación de torres de transmisión, condiciones climáticas, las normas para la construcción de las obras civiles necesarias, entre otros.

• ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED

Una vez se han identificado los aspectos claves del dimensionamiento del servicio, se proceden a realizar las modificaciones y actualizaciones que sean necesarias en la infraestructura de red para el transporte de los contenidos, de acuerdo con los requerimientos previamente considerados en el proyecto de implementación de cada proveedor del servicio IPTV. Cabe anotar que este proceso lo llevan a cabo el proveedor de servicio que posee una red propia por la que transporta otros servicios de telecomunicaciones o el proveedor de red que alquila su infraestructura para un proveedor de servicio IPTV. A continuación se describen las indicaciones que se deben considerar en la adecuación de la infraestructura de red:

**a) Adecuación de la red de transporte.**

Durante el dimensionamiento que se realiza sobre la red de transporte respecto al ancho de banda requerido por los servicios de difusión de televisión en tiempo real y de VoD se debe tener en cuenta la demanda inmediata de tráfico y prever el crecimiento a corto y mediano plazo de los requerimientos para dichos servicios. Por esta razón, es conveniente que el operador de red actualice la capacidad de los equipos involucrados en la red de transporte tales como servidores DNS, enrutadores y conmutadores (*switches*). Así mismo es necesario considerar el número de estos equipos que actúan como respaldo.

Para complementar la adecuación de la infraestructura de transporte de los contenidos, se necesita configurar los equipos de la red para procesar el tráfico multicast y unicast correspondiente a los flujos de video y audio, tanto para la distribución de los canales de televisión en tiempo real como para los contenidos de VoD.

b) Adecuar la red de acceso.

La red de acceso es uno de los elementos críticos en la implementación del servicio IPTV porque para aumentar el ancho de banda ofrecido al usuario se requieren altos niveles de inversión. Existen diferentes parámetros como la distancia, ancho de banda, escalabilidad, topología, costos entre otros (ver capítulo 4), que le permiten al proveedor seleccionar la tecnología de la red de acceso que se ajuste a la proyección y el dimensionamiento. IPTV es un servicio que a largo plazo con la evolución en la calidad de la televisión hacia imágenes HDTV, requerirá mayor ancho de banda, es por ello que los operadores deben adecuar el acceso a los requerimientos futuros del servicio, principalmente reubicando los puntos de inicio de red de acceso a distancias más cortas del suscriptor, reemplazando tendidos de cable en caso de deterioro, seleccionando tecnologías de acceso escalables en ancho de banda a bajo costo, entre otros.

Cabe anotar que un cambio en la tecnología de acceso, por ejemplo de ADSL a VDSL involucra reubicación de equipos debido a que aunque VDSL ofrece mayores velocidades en el enlace descendente, el área de cobertura es mucho menor a la obtenida con ADSL.

c) Adecuar la infraestructura de red en general para soportar múltiples servicios.

Es de esperar que la infraestructura de red propia del operador de telecomunicaciones o la del proveedor de red que presta el transporte de los contenidos, no va a transportar exclusivamente los flujos de video y audio correspondientes al servicio IPTV, sino que los recursos de la red se comparten con otros servicios de telecomunicaciones como internet y voz sobre IP. Por tanto la infraestructura de red se debe adecuar para estar en capacidad de soportar el tráfico de múltiples servicios, cada uno de los cuales posee sus propios requerimientos de ancho de banda y calidad de servicio.

Para dar soporte al tráfico de múltiples servicios sobre la misma infraestructura de red, se deben establecer Redes Privadas Virtuales (VLAN: *Virtual Local Area Network*) por servicio, esto permite separar los datos de cada tipo de servicio transportado, lo que facilita las funciones de gestión de tráfico, protección de contenidos entre otras, al tiempo que se optimizan los recursos de la red en general. La Figura 5.2 muestra un escenario donde el servicio IPTV comparte la red física con otros servicios.

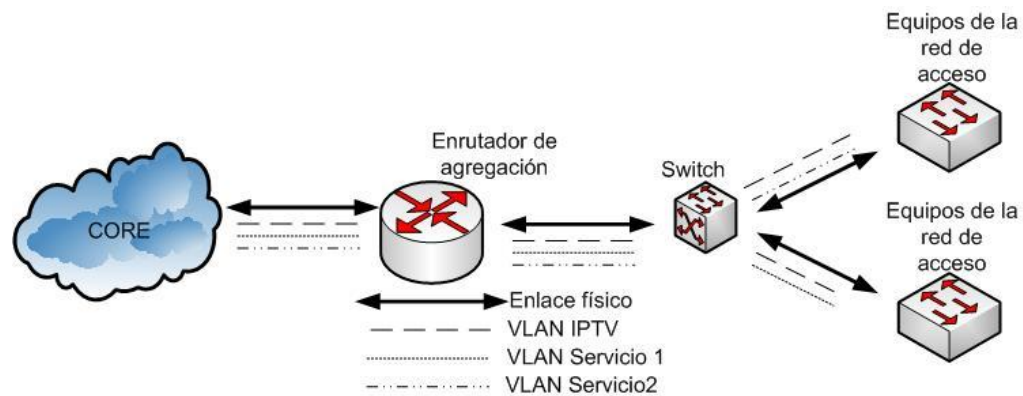


Figura 5.2 Creación de Múltiples VLAN para Comunicación con los Equipos de la Red de Acceso.

d) Garantías para el transporte de los contenidos de IPTV.

Cuando el proveedor del servicio IPTV decide realizar la implementación del servicio utilizando una red de transporte de un proveedor de red existente, se deben establecer los mecanismos necesarios para garantizar que no se violen las condiciones mínimas de QoS que exige la distribución de audio y video. Para tal fin, los operadores del servicio IPTV mediante la protección descrita en la regulación y la firma de acuerdos de nivel de servicio (SLA: *Service Level Agreement*) con los operadores de red, establecen los requerimientos a cumplir para garantizar la adecuada distribución de los contenidos. Dentro de los parámetros que se consideran en un SLA están:

- Disponibilidad del servicio.
- Ancho de banda para la distribución del servicio.
- QoS.
- Recuperación de desastres.
- Asistencia técnica/soporte.
- Asignación de responsabilidades.
- Definición de índices de cumplimiento.

Cada una de las condiciones dadas en el SLA debe ser verificada mediante técnicas de supervisión de parámetros de red, servicio, QoS y QoE .

• ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

Una opción para la adquisición de equipos consiste en presentar a los proveedores de equipos, el proyecto de implementación del servicio de IPTV, que los operadores de telecomunicaciones desean implementar. Estos a su vez estudian los requerimientos y hacen la oferta de sus productos según las condiciones del operador de telecomunicaciones a través de demostraciones o pruebas de desempeño. Al final el operador decide qué oferta satisface sus condiciones técnicas y económicas, y procede directamente a la compra. Existen en el mercado una gran cantidad de proveedores especializados en distribución de contenidos de video y audio sobre diferentes plataformas, formato y tecnologías de transmisión, que ofrecen equipos y soluciones parciales o integrales para el montaje de los sistemas del proveedor de servicio de IPTV, además de contar con la experiencia y la capacidad necesaria para poner en funcionamiento el servicio.



Le corresponde al operador de comunicaciones evaluar la opción de adquirir solo los equipos y encargarse de los procesos de instalación y puesta en servicio de los sistemas, o solicitar a los proveedores elegidos que realicen la integración y entrega de los equipos en operación. Para esto se deben tener en cuenta aspectos como:

- Tiempos de importación de los equipos.
- Diseño (cumplimiento de requerimientos)
- Tiempos de Instalación y configuración.

• **ADQUISICIÓN DE CONTENIDOS**

El proveedor de servicio establece acuerdos con los programadores y proveedores de contenidos tanto de televisión en tiempo real para conformar la grilla de canales como de los títulos de VoD que se van a ofrecer a los usuarios. Los convenios para la adquisición de los contenidos se conforman de acuerdo a los paquetes de canales y se financian a través de varias modalidades de operación tales como ingresos compartidos por inserción de publicidad, descuentos por la compra completa de canales temáticos⁴⁰ o con contenido exclusivo, entre otras.

Por otra parte, los proveedores de IPTV pueden implementar estrategias para sacar mayor beneficio de su inversión, con el fin de obtener los contenidos que proveen a los usuarios. Estas estrategias consisten en:

- Operar como distribuidores de contenido.
- Adquirir de los derechos de autor sobre el contenido que deseen transmitir.
- Crear sus propios contenidos.

• **GARANTÍAS DE SEGURIDAD**

La seguridad del servicio IPTV es un aspecto fundamental, debido a que los contenidos transmitidos a través del protocolo IP presentan grandes vulnerabilidades si no se toman las medidas adecuadas para la asegurar la integridad del servicio, tales como el acceso de usuarios no autorizados, robo de contenidos, entre otras. Es por ello que se deben tomar medidas para garantizar la seguridad de acuerdo a la arquitectura general del sistema, es decir, en el dominio del proveedor del servicio, proveedor de red y a nivel de usuario final, como se describe a continuación.

- a) **En el dominio del proveedor de servicio.** Se recomienda el uso de mecanismos que eviten el acceso no autorizado a los contenidos de audio y video. Estos mecanismos permiten por una parte la seguridad de contenidos en cuanto a su adquisición, almacenamiento y distribución mediante técnicas de autenticación, autorización y cifrado de los contenidos.
- b) **En el dominio del proveedor de red.** La integridad operacional a nivel de la red de transporte y de acceso a través de la cual se ofrece el servicio IPTV, se garantiza utilizando los mecanismos de protección inherentes a dichas redes. Actualmente no existen

⁴⁰ Canal temático: canal de televisión especializado en un determinado tema o dirigido a un sector de la población.



recomendaciones en este sentido, específicamente para el servicio IPTV, por tanto en la generación de reglamentación del servicio IPTV es necesario tener en cuenta las garantías de seguridad en el dominio del proveedor de red.

- c) **A nivel del usuario final.** El CPE IPTV debe estar en capacidad de interactuar con los mecanismos de seguridad fijados por el proveedor de servicio.

• **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO IPTV**

Una vez completada la integración de los equipos, el proveedor de servicio debe realizar pruebas para asegurar su adecuado funcionamiento, estableciendo escenarios de prueba para los dos tipos de servicios básicos de IPTV, los servicios adicionales (si es el caso), al igual que los procesos de cifrado, autorización de usuarios y tarificación. También se realizan pruebas con usuarios para obtener información acerca de la percepción que tiene del servicio y realizar los ajustes que sean necesarios. A continuación se describen los aspectos a tener en cuenta en el proceso de prueba del servicio:

a) **Configurar de parámetros de los formatos de video.**

Una vez se ha seleccionado el tipo de compresión (MPEG-2, MPEG-4 o VC-1) se deben configurar los parámetros que caracterizan los formatos SDTV y HDTV (si es el caso) para cumplir con los niveles de calidad de imagen que requiere el servicio IPTV (ver capítulo 2). Estos parámetros le permiten al proveedor del servicio ajustar el ancho de banda de los flujos de video de acuerdo a las combinaciones que se pueden hacer con los valores de relación de aspecto, resolución del video y número de imágenes por segundo. La Tabla 5.2 muestra los valores de los parámetros correspondientes a cada formato de televisión digital.

Tabla 5.2 Configuración de los parámetros de los formatos de video

Difusión de Televisión en tiempo real con calidad SDTV			
	Relación de Aspecto	Resolución del video	Velocidad del video
MPEG-2+ MP3	4:3	720x480 Pixeles/entrelazado *	30 fps *
MPEG-4+ MP3	4:3		
VC-1+ MP3	4:3	720x576 Pixeles/progresivo **	25 fps **
Televisión en tiempo real con calidad HDTV			
MPEG-2+AC2	16:9	1280x720 Pixeles/Progresivo *	60 y 50 fps *
MPEG-4+AC2	16:9		
VC-1+AC2	16:9	1920x1080 Pixeles/entrelazados **	60 fps **
Televisión Bajo demanda con calidad SDTV			
MPEG-2+AC2	4:3	720x480 Pixeles/entrelazado *	30 fps *
MPEG-4+AC2	4:3		
VC-1+AC2	4:3	720x576 Pixeles/progresivos **	25 fps **

* Norte América

** Europa



b) Configurar el tiempo del cambio de canal.

El tiempo de cambio de canal es un aspecto que incide directamente sobre el nivel de aceptación del servicio por parte del usuario (ver capítulo 2), el cual está condicionado por varios elementos inherentes a la prestación del servicio IPTV, como el formato de compresión del video, el buffer del CPE-IPTV y los retardos normales que presentan los paquetes de en una red IP. De estos elementos, el formato de compresión es el que facilita manipular parámetros para optimizar el tiempo de cambio de canal, específicamente con el tamaño del GOP, a diferencia de los demás elementos antes mencionados que ofrecen menos posibilidades de configuración. Entonces es tarea de los diseñadores del sistema probar diferentes niveles de compresión para obtener un equilibrio entre el ancho de banda de los flujos de video y el tiempo de cambio de canal.

c) Realizar las pruebas de QoS.

Las pruebas para medir niveles de QoS se deben realizar en varias fases:

- 1) Comprobación del estado de los equipos después de su instalación.
- 2) Verificación de la comunicación entre los segmentos de red.

Estas pruebas se deben realizar tanto en la red de transporte como en el acceso, generando altos índices de tráfico para los diferentes servicios prestados sobre el mismo medio físico, de tal modo que se presenten las condiciones donde los paquetes IP relacionados con el servicio IPTV experimentan el manejo adecuado según su prioridad, y se detecten problemas críticos como la pérdida excesiva de paquetes, retardos no dimensionados, entre otros.

Para efectuar las pruebas de QoS se deben crear escenarios donde se midan los parámetros de velocidad de transmisión, latencia, jitter, duración del error, paquetes perdidos por evento de error, tiempo de ocurrencia entre errores y el promedio de paquetes perdidos por paquetes transmitidos. Todas estas medidas se realizan en periodos de tiempo establecidos para cada formato de televisión digital (1 hora para SDTV y 4 horas para HDTV). Ahora, los resultados de las pruebas realizadas se recomienda que estén dentro de los valores sugeridos por el IPTV-FG, como se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Parámetros mínimos para las pruebas de QoS del servicio IPTV

Servicio	Velocidad binaria del flujo de video (Mbit/s)	Latencia (ms)	Jitter (ms)	Máxima duración de un error (ms)	Periodo de Pérdida en paquetes IP	Distancia de Pérdida	Promedio de velocidad de pérdida de paquete del flujo IP			
SDTV codificado con MPEG-2	3.0	<200	<50	<16	6	1 error por hora	$\leq 5.85E-06$			
	3.75				7		$\leq 5.46E-06$			
	5.0				9		$\leq 5.26E-06$			
SDTV codificado con MPEG-4, VC1	1.75				<200	<50	<16	4	1 error por hora	$\leq 6.68E-06$
	2.0							5		$\leq 7.31E-06$
	2.5							5		$\leq 5.85E-06$
	3.0							6		$\leq 5.85E-06$
HDTV	15	<200	<50	<16	24	1 error por	$\leq 1.17E-06$			



codificado con MPEG-2	17				27	cada 4 horas	$\leq 1.16E-06$
	18.1				29		$\leq 1.17E-06$
HDTV codificado con MPEG-4, VC1	8				14	1 error por cada 4 horas	$\leq 1.28E-06$
	10				17		$\leq 1.24E-06$
	12				20		$\leq 1.22E-06$

d) Monitoreo y diagnóstico permanente estado del servicio IPTV.

Es necesario complementar todas las indicaciones anteriormente descritas con procesos constantes de monitoreo de tráfico y funcionamiento de los elementos de red, para detectar puntos críticos y adelantarse a la aparición de eventos que degraden la calidad de los contenidos entregados a los usuarios. A continuación se identifican los puntos donde se recomienda realizar el monitoreo de acuerdo a la arquitectura del servicio IPTV, mostrados en la Figura 5.3.

- **Punto 1:** Monitoreo la calidad de las fuentes de los contenidos de televisión.
- **Punto 2:** En este punto se considera el nodo que une el proveedor de servicio con el proveedor de red.
- **Punto 3:** En esta parte se monitorean los puntos de frontera de la red de transporte (*core*).
- **Punto 4:** En este punto se monitorea la calidad de los flujos de video y audio en la red de acceso.
- **Punto 5:** Esta relacionado con el monitoreo de la calidad de la imagen recibida por el usuario.

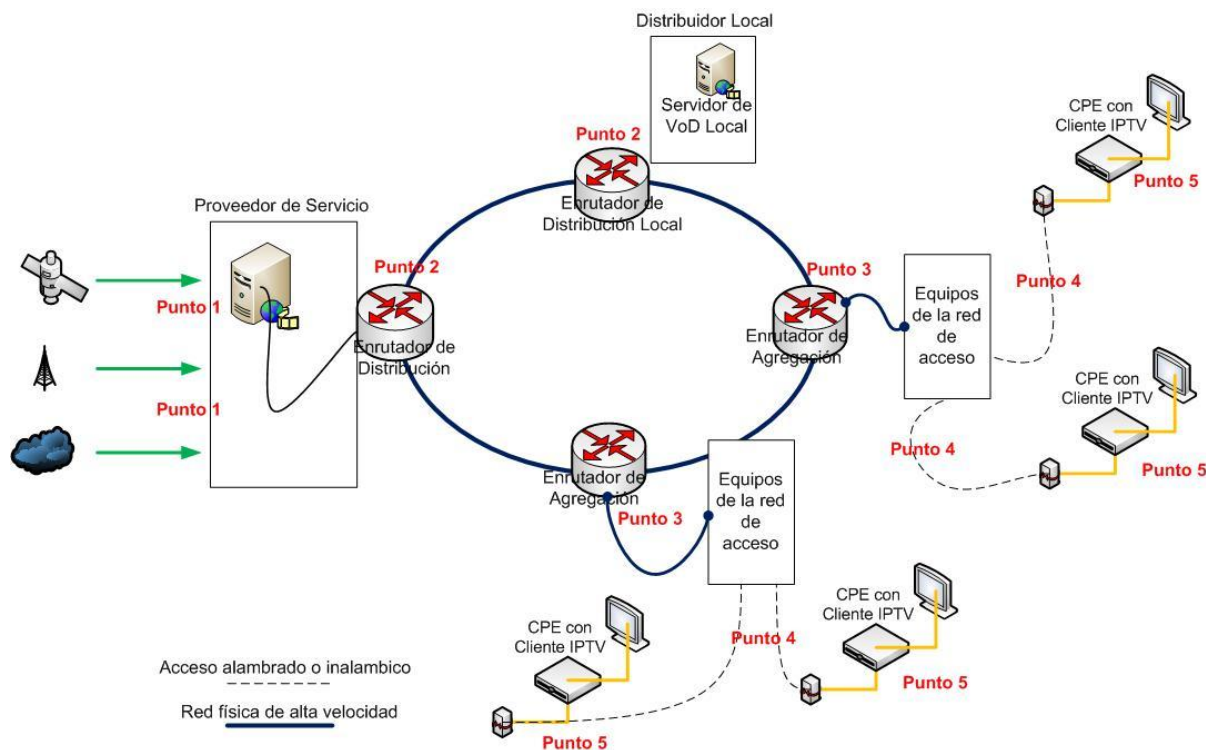


Figura 5.3 Puntos de monitoreo y diagnóstico del servicio IPTV.



Una vez identificados los puntos de monitoreo de acuerdo a la arquitectura IPTV, se presentan a continuación los parámetros a medir para que el proveedor realice el monitoreo y diagnóstico completo del estado del servicio y la calidad de imagen de televisión que el usuario recibe.

Tabla 5.4 Parámetros y puntos de monitoreo para asegurar la calidad del servicio IPTV

PARÁMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
Nivel de la señal recibida	✓				
Paquetes perdidos	✓		✓	✓	
Jitter	✓		✓	✓	
Paquetes IGMP				✓	
Velocidad de transmisión Extremo a extremo	✓	✓	✓	✓	
Latencia	✓	✓	✓	✓	
Retransmisiones	✓	✓	✓	✓	
Periodo de pérdida	✓	✓	✓	✓	
Distancia de pérdida	✓	✓	✓	✓	
Promedio de paquetes perdidos por paquetes transmitidos	✓	✓	✓	✓	
Tiempo de conexión					✓
Conexiones exitosas					✓
Conexiones fallidas					✓
Tiempo de conexión					✓
Grilla de canales		✓			✓
Tiempo de cambio de canal					✓
Calidad de video	✓	✓	✓	✓	✓
Calidad del audio	✓	✓	✓	✓	✓
Interrupción del video	✓	✓			✓
Imágenes congeladas	✓	✓			✓
Interrupción del audio	✓	✓			✓
Tiempo de respuesta de VoD					✓
Tiempo de inicio del CPE IPTV					✓

e) Documentación.

La generación de la documentación es inherente a cada actividad presentada dentro de los lineamientos técnicos, por lo tanto debe existir un registro de todos los elementos relacionados a los procesos necesarios en la implementación del servicio IPTV, que van desde la planeación hasta la gestión y supervisión del servicio, el cual facilita las tareas de mantenimiento y futuras actualizaciones.



CAPITULO 6. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SERVICIO IPTV EN UN OPERADOR NACIONAL.

Con el propósito de realizar el estudio de los parámetros generales del servicio IPTV en un operador nacional, se realizó una visita técnica a las instalaciones de prueba y a la cabecera del servicio IPTV del operador UNE - EPM Telecomunicaciones, que está incursionando en la prestación de IPTV en nuestro país y que a la fecha ya cuenta con la comercialización del servicio en la ciudades de Santa Fé de Bogotá y Medellín.

El resultado de la visita a UNE – EPM Telecomunicaciones en Medellín permitió obtener información técnica acerca de la implementación elegida por el operador, con la cual se logra confrontar el conocimiento obtenido durante el desarrollo del proyecto con una implementación real del servicio IPTV. Cabe anotar que hay datos restringidos a los cuales que no se permitió el acceso por razones de confidencialidad de la empresa, tales como información de parámetros de desempeño y QoS.

6.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO IPTV DE UNE – EPM TELECOMUNICACIONES

El operador UNE - EPM Telecomunicaciones decidió implementar el servicio utilizando la infraestructura de red con la que cuenta en la actualidad para los servicios de telefonía conmutada, VoIP e internet banda ancha. Es decir, el servicio de IPTV comparte el núcleo (*core*), la red de transporte metropolitana y la red de acceso con los servicios antes citados, una vez realizadas las adecuaciones necesarias y la adquisición de los equipos que requiere especialmente el transporte de contenidos de video y audio sobre la red IP. La asignación de los recursos de la red para cada servicio se hace estableciendo redes virtuales de área local (VLAN: *Virtual Local Area Network*).

Como ya se ha descrito en el Capítulo 4, la red de acceso constituye la parte más crítica de la implementación del servicio IPTV. En este caso el operador ha decidido utilizar las tecnologías xDSL que le permiten obtener el ancho de banda suficiente para llevar más de un canal por línea al cliente, aprovechando la red de cobre que posee en la actualidad.

Desde el punto de vista de la regulación, el operador divide los servicios básicos de IPTV (en tiempo real bajo demanda), adoptando las opciones que le presenta la regulación actual. Por un lado, el servicio de televisión en tiempo real es presentado como un servicio de televisión por suscripción bajo la licencia que ha adquirido ante la CNTV previamente y con la cual presta el servicio de televisión por cable (CATV). Y por otro lado están los contenidos bajo demanda, que son interpretados como servicios de valor agregado de acuerdo a lo dispuesto por el Ministerio de Comunicaciones para la regulación de tales servicios.

La inversión en capital (CAPEX) total realizada por UNE en el proyecto de implementación del servicio IPTV, de acuerdo con el enunciado de la empresa es de 110 millones de dólares inicialmente, el cual corresponde a una primera fase en el despliegue del servicio.



6.2 FASES DE DESARROLLO DEL SERVICIO

UNE-EPM Telecomunicaciones ha planeado la implementación del servicio IPTV mediante tres fases de desarrollo, cada una de las cuales adiciona nuevos servicios y aplicaciones que se van sumando a la oferta inicial presentada.

6.2.1 Fase I del Proyecto:

- Televisión en tiempo real: se ofrecen al cliente 200 canales, de los cuales 80 forman el paquete básico con definición SDTV, mas 8 paquetes de canales especiales (películas, deportes, eventos especiales, adultos) y 50 canales de audio.
- El plan básico del servicio tiene un valor de \$ 95.000 pesos para estratos 3 y 4 y \$116.000 para estratos 5 y 6. Este valor incluye también una conexión a Internet de 1 Mbps de velocidad y telefonía ilimitada [62].
- Servicio de VoD: consta de tres modalidades, en la primera el usuario puede escoger de una lista de películas el contenido que desea ver, para lo cual debe pagar su valor individualmente obteniendo una clave que le da acceso 24 horas para reproducir el título escogido; en la segunda opción el usuario adquiere el paquete de Series VOD con el cual igualmente a través de una clave tiene acceso ilimitado a un conjunto de películas determinado por el operador; por último se ofrece también la opción de pague por ver para eventos especiales (conciertos, deportes, entre otros). El valor de los contenidos VoD varía según el tipo y antigüedad de los mismos, con un valor inicial de \$ 2.500 pesos [62].
- Funciones de la EPG sin valor adicional: incorpora funciones como la descripción de cada contenido, control de padres, programación de recordatorios de los contenidos de cada canal y la selección de canales favoritos, así como el acceso a información del estado de la conexión (dirección IP asignada entre otros).

6.2.2 Fase II del Proyecto:

- Grabador de video personal (PVR: Personal video recorder): le permite al usuario grabar los contenidos de video en el CPE IPTV para ser reproducidos en cualquier momento.
- Contenidos de los canales de televisión, por ejemplo noticieros, disponibles por un tiempo limitado a manera de VoD de forma gratuita.
- Identificación de llamada entrante (Caller ID).
- Acceso al correo electrónico desde el televisor (Mail TV).
- Acceso a un número limitado de páginas web.
- Publicidad dirigida.



6.2.3 Fase III del Proyecto:

- Red de acceso con tecnología FTTN, llegando con fibra hasta 200 metros del cliente para ofrecer conexiones de 50Mbps utilizando VDSL.
- Canales de televisión y contenidos VoD con definición HDTV.
- Juegos en línea.
- Seleccionar el ángulo de cámara para un evento determinado.
- Servicio de mensajes cortos (SMS: Short Message Service) entre otros.

En el Anexo H se muestran imágenes tomadas durante la realización de la visita a las instalaciones del operador.

6.3 ARQUITECTURA

En la arquitectura del servicio implementada por el operador UNE – EPM Telecomunicaciones se identifican las cuatro áreas funcionales correspondientes a la arquitectura del servicio IPTV descrita en Capítulo I, con excepción del Distribuidor Local debido a que todos los contenidos para servicios bajo demanda, se insertan en proveedor del servicio de manera centralizada como muestra la Figura 6.1.

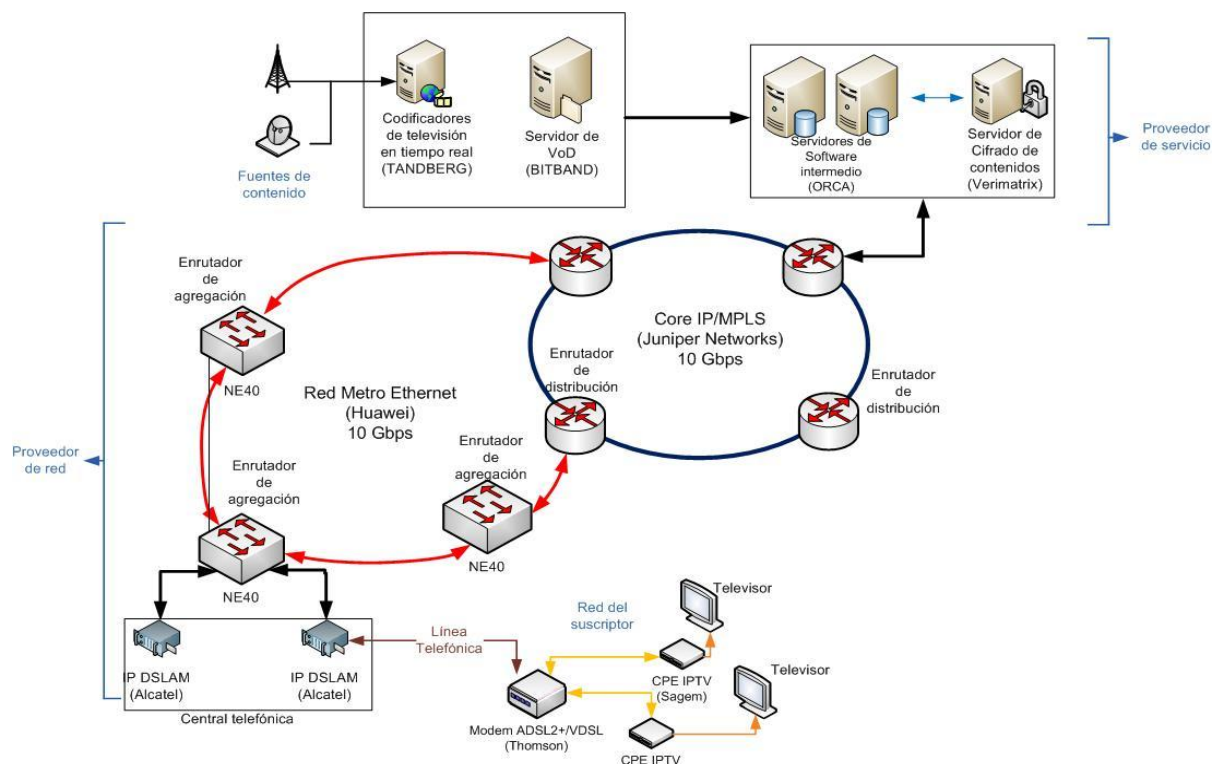


Figura 6.1 Arquitectura de la Implementación del Servicio IPTV – UNE EPM Telecomunicaciones.



A continuación se describen cada uno de los elementos que hacen parte de la arquitectura utilizada por UNE para la prestación del servicio IPTV:

6.3.1 Fuentes de Contenido

Los contenidos provenientes de los programadores de televisión llegan por medio de satélite y algunos canales de locales y regionales se reciben a través enlaces de microondas. Estos canales llegan en formato analógico ó en formato digital.

6.3.2 Proveedor del Servicio

El área del proveedor del servicio se encuentra ubicada en las instalaciones principales de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), donde se encuentran los equipos que conforman los codificadores de video en tiempo real (“cabecera” del servicio), los servidores software intermedio (*Middleware*), los servidores de VoD y servidores de cifrado.

- *Codificadores de video en tiempo real:* Está integrado por los equipos que reciben y los flujos de video de las fuentes de contenido y los preparan para ser codificados en el formato escogido por el proveedor del servicio (los contenidos que llegan en formato digital diferente del utilizado por el operador se decodifican de su formato de origen). Para codificar los flujos de video en el formato MPEG-4 se utiliza un codificador de televisión en tiempo real dedicado para cada canal, cuya salida es un flujo de video digitalizado y empaquetado para ser transportado con el protocolo IP, al cual se le asigna una dirección multicast. Los equipos codificadores de video y audio son provistos por el fabricante TANDBERG Television, a través de su representante exclusivo para Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela Balum Ltda. Los codificadores están agrupados en dispositivos denominados Iplex Video Headend con capacidad de codificar 8 canales de televisión en formatos MPEG-2 y MPEG-4 AVC y formatos de audio AAC, AC-3 o AC-3 o Dolby Digital [63] [64].
- *Servidor de video bajo demanda:* Los contenidos que se utilizan para este servicio de IPTV son entregados por los proveedores en discos de almacenamiento de alta capacidad que se conectan directamente a los servidores de VoD para que estén disponibles cuando los usuarios lo soliciten. Los equipos para la implementación de este servicio son provistos por Bitband, empresa encargada del desarrollo de soluciones de distribución de contenidos de televisión y VoD sobre redes IP [65].
- *Servidores de cifrado de contenidos:* Tanto los canales de televisión en tiempo real como los contenidos de VoD pasan por los servidores de cifrado para prevenir el robo o acceso no autorizado. En el proceso de cifrado se generan los códigos que son entregados a los usuarios de IPTV a través de EPG para que puedan acceder a los contenidos. Cada tipo de servicio es cifrado de manera diferente de a cuerdo al tipo y la exclusividad del contenido, por lo que los códigos para unos servicios son permanentes y otros se renuevan cada vez que el usuario compra un título (película o evento) en particular. La solución empleada para este fin es el sistema de autoridad de contenidos de video (VCAS: Video Content Authority System) de Verimatrix (VCAS(TM)). Este sistema funciona basado en los principios de infraestructura pública Public Key Infrastructure (PKI) y los certificados digitales X.509, el



cual tiene como ventaja principal el hecho de permitir la utilización de CPE IPTV de bajo desempeño manteniendo altos niveles de seguridad [66].

- *Servidores de software intermedio:* Durante la visita, se hizo especial énfasis sobre este elemento de la arquitectura, el cual se constituye en el eje central del funcionamiento del servicio IPTV. Está área es la encargada de la operación y administración del servicio en su totalidad, permitiendo tener control de los usuarios de acuerdo a los planes contratados, integra los servidores de cifrado con los flujos de video y audio provenientes de las fuentes de contenido y servidores de VoD y genera las autorizaciones y restricciones para cada suscriptor. Además, en estos servidores se procesa y almacena la información necesaria para llevar a cabo el proceso de facturación del servicio IPTV. El sistema empleado en esta sección corresponde a la solución avanzada RiGHTv Middleware de la compañía Orca Interactive Ltd [67].

Excepto los codificadores en tiempo real, la fusión de los sistemas antes descritos es operada por la compañía integradora de sistemas Unión Eléctrica S.A, que está autorizada por los fabricantes mencionados para vender e implementar sus productos en la región.

6.3.3 Proveedor de Red.

- *Núcleo de red EPM Telecomunicaciones:* está formado por cuatro nodos principales que constituyen los grandes centros de concentración de todo el tráfico de datos y video del operador unidos en un anillo de fibra óptica que funciona a 10Gbps. Los equipos del núcleo de red suministrados por Juniper Networks utilizan tecnología capaz de dividir virtualmente los recursos de cada nodo, de tal forma que se tienen la red de IPTV independiente de la red de datos.

Respecto al servicio IPTV, en el núcleo de red se utiliza el Protocolo Independiente Multicast (PIM: *Protocol Independent Multicast*) en el Modo Esparcido (SM: *Sparse Mode*), el cual se apoya sobre protocolos subyacentes para generar su tablas de enrutamiento y posteriormente establecer trayectos más cortos por fuente para el envío de la información. El Modo Esparcido se constituye en el protocolo más ampliamente desarrollado de los de su clase para la distribución de contenidos multicast, porque ofrece una buena escalabilidad y menores retardos [68].

- *Distribución WAN:* está basada en una red Metro Ethernet (anillo) con capacidad para 10Gbps implementada con equipos Huawei NetEngine 40 de la serie de enrutadores de conmutación universal (NE40 USR: *NetEngine 40 universal switching router series*), que tienen la función principal de concentrar clientes. Cada uno de éstos NE40 tiene la capacidad de agrupar de 10 a 20 DSLAM que hacen parte de la red de acceso empleada por el operador para conectar a los usuarios basada en tecnologías xDSL [69].
- *Red de acceso:* para la oferta inicial del servicio de IPTV en la red de acceso se está utilizando tecnología ADSL2+ y se en algunos puntos VDSL, obteniendo el ancho de banda suficiente para soportar dos canales de televisión simultáneamente (5Mbps) mas una conexión de internet de 1Mbps a usuarios que se encuentran hasta una distancia de 1800 m de las centrales telefónicas. Los equipos principales que se emplean para proveer esta conexión son IP DSLAM Alcatel con capacidad 700 usuarios que están distribuidos en toda el área metropolitana de la ciudad de Medellín.



6.3.4 Red del Suscriptor.

- *Modem DSL:* El operador del servicio instala en la premisa del usuario un modem DSL que realiza funciones de puerta de enlace residencial que recibe y distribuye los servicios de IPTV e internet banda ancha. Para esto se utiliza un equipo THOMSON TG546 (o similar) con capacidad de soporta ADSL2+ y VDSL2 que dispone de cuatro puertos ethernet en los cuales se distribuyen las VLANs correspondientes a cada tipo de servicio (puerto 1 para la conexión banda ancha, puerto 2 para telefonía IP y los puertos 3 y 4 para conectar los CPE IPTV) [70].

En la actualidad UNE – EPM Telecomunicaciones está realizando un proceso de mejoramiento, y en los casos que resulte necesario, está remplazando totalmente la red de cobre (par trenzado) para así llegar a la mayor cantidad de usuarios con el ancho de banda requerido para la implementación óptima del servicio IPTV. Esto se debe a que en algunos sectores la red de cobre puede presentar cierto nivel de deterioro con el paso del tiempo o que simplemente se trata de una calibre de cable (0.4 milímetros) que no cumple las especificaciones para el transporte eficiente de datos a alta velocidad a distancias superiores a 2 km. Para esto último se debe utilizar cable de cobre con calibre de al menos 0.6 milímetros.

- *CPE IPTV:* para realizar ésta función se utilizan equipos Sagem Standard Definition STB - ITAD83 SD con capacidad para decodificar MPEG2 y MPEG4, salidas digital SP/DIF y analógica Hi-Fi(RCAL/R), lector de tarjetas Smart y puerto USB 2.0 [71].

6.4 PARAMETROS TÉCNICOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO

A continuación se presentan algunos de los parámetros del funcionamiento del servicio IPTV implementado por UNE – EPM Telecomunicaciones en relación con los requerimientos técnicos que se describieron en el capítulo 2.

- *Fuente del video:* Las fuentes que llegan a la cabecera del proveedor de servicio en formato analógico NTSC o digital pero en su mayoría con compresión diferente a MPEG4 que es el formato que utiliza UNE – EPM Telecomunicaciones para transmitir los contenidos por la red IP.
- Resolución del video y velocidad de la imagen:
 - Para canales SDTV se utiliza resolución i640x480 pixeles entrelazado a 30 fps.
 - Para los canales HDTV se espera que utilicen resolución i1280x720 entrelazado a 60 fps (No implementado aún).
- Velocidad binaria del video: para la televisión en tiempo real y servicios de VoD con calidad SDTV la velocidad binaria es de 2.5 Mbps, valor que corresponde a la suma de la velocidad del video que es 2.3 Mbps más la velocidad del audio 300 Kbps obtenido con codificación MPEG-4.
- El empaquetamiento de los contenidos de televisión en tiempo real se realiza directamente, esto es MPEG-4/UDP/IP y en el servicio VoD se utiliza el protocolo RSTP para el control de flujo, esto es MPEG-4/RSTP/UDP/IP.



- El modelo de control de tráfico utilizado para gestionar QoS del servicio IPTV utilizado corresponde a Diffserv.
- La “llave” utilizada en el cifrado de los canales en tiempo real son cambiadas cada 24 horas.
- El tiempo de iniciación (boot) del CPE-IPTV es aproximadamente de 2 minutos.
- El tiempo aproximado para entre cambio de canal es aproximadamente de 2 segundos.
- Los servidores de VoD se encuentran centralizados en el área del proveedor del servicio y cuentan con una capacidad de 6 Terabytes y una velocidad de 6.8 Gbps con la que pueden proveer flujos de video simultaneo a 2000 clientes aproximadamente.

6.5 ANALISIS DE LOS PARAMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO.

A continuación se realiza un análisis de los parámetros técnicos generales del servicio IPTV ofrecido por UNE – EPM Telecomunicaciones, donde se confrontan los datos obtenidos en la visita técnica con la recomendación de UIT para evaluar el servicio ofrecido (ver Tabla 6.1).

Tabla 6.1 Confrontación de los datos obtenidos en la visita a UNE con la recomendación de la UIT para el servicio IPTV

PARÁMETRO	IMPLEMENTACIÓN UNE	RECOMENDACIÓN ITU (Valores mínimos)	CUMPLE
Formato de la fuente del video	Formato analógico NTSC o digital	Formato analógico (PAL, NTSC y SECAM) o digital	✓
Resolución del video SDTV	640x480 pixeles	720x480 pixeles	✗
Resolución del video HDTV	No implementado	1280x720 pixeles	-
Velocidad de imagen	30 fps	30 fps	✓
Velocidad de transmisión canales en tiempo real	2.5 Mbps	2.1 Mbps	✓
Velocidad de transmisión contenidos de VoD	2.5 Mbps	2.7 Mbps	✗
Arquitectura de QoS	Diffserv	Diffserv	✓
Empaquetamiento canales en tiempo real	MPEG-4/UDP/IP	MPEG-4/RTP/UDP/IP	✗
Empaquetamiento de contenidos de VoD	MPEG-4/RSTP/UDP/IP	MPEG-4/RSTP/UDP/IP	✓
Cifrado de contenidos	VCAS (Verimatrix)	CAS	✓
Tiempo de inicio del CPE-IPTV	2 minutos	No estandarizado	-
Tiempo de cambio de canal	2 segundos	No estandarizado	-
Distribución de los canales en tiempo real	Multicast	Multicast	✓
Distribución de los contenidos de VoD	Unicast	Unicast	✓
Formato de compresión	MPEG-4	MPEG-2, MPEG-4 o VC1	✓



En la Tabla 6.1 se observa que el operador UNE – EPM Telecomunicaciones cumple con la mayoría de las especificaciones dadas por la UIT para la prestación del servicio en parámetros como la velocidad de transmisión para los canales en tiempo real, velocidad de la imagen, empaquetamiento de los contenidos VoD, arquitectura de QoS, seguridad del servicio, distribución de los contenidos y el formato de compresión.

En contraste, se observa que operador no cumple con la recomendación respecto a los parámetros de resolución de la imagen del formato de televisión SDTV, la velocidad de transmisión para los servicios de VoD y el empaquetamiento de los canales de televisión en tiempo real. Cabe resaltar que por parte del usuario se espera que el servicio de VoD disponga de una velocidad de transmisión superior al presentado por los canales en tiempo real debido al valor adicional que se paga por el mismo, el cual es un parámetro que se refleja en la calidad de la imagen presentada.

Por otro lado, aunque el tiempo de inicio del *CPE-IPTV* y el tiempo de cambio de canal no se encuentran determinados por parte los organismos internacionales de estandarización, los tiempos presentados en estos parámetros se encuentran dentro del promedio de acuerdo a la experiencia de otros operadores a nivel mundial.

En términos generales, la información obtenida durante la visita a las instalaciones del operador UNE – EPM Telecomunicaciones permite dimensionar el nivel de complejidad e inversión necesaria en infraestructura de red y equipos del proveedor de servicio, que se debe realizar para poner en el funcionamiento un servicio de distribución de contenidos de video en tiempo real sobre una red IP, al tiempo que se cumplen con los requerimientos de calidad de servicio necesarios para ubicar al servicio IPTV, al nivel de los servicios de distribución de televisión digital sobre medios tradicionales (radiodifusión, cable y satélite).



CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- IPTV debe considerarse como parte de los sistemas de distribución de televisión digital porque permite la entrega de los contenidos de video y audio correspondientes a los canales de televisión en tiempo real y VoD, con las mismas características de calidad de imagen que los sistemas de distribución de televisión que utilizan los medios de transmisión tradicionales (terrestre, satélite y cable), con la facilidad de ofrecer servicios adicionales a los usuarios aprovechando las capacidades que ofrece el protocolo IP.
- El servicio IPTV difiere ampliamente del servicio de televisión por internet, no solo en las características de calidad de imagen y sonido, sino que además IPTV se transporta hasta el usuario sobre una red que debe estar en condiciones de garantizar la entrega de los contenidos de forma segura y con determinados niveles de calidad de servicio, para así lograr el despliegue exitoso del operador del servicio y eficiente desde la perspectiva de los usuarios.
- De la arquitectura del servicio IPTV se destaca que el punto que presenta los mayores desafíos para la implementación del servicio se encuentra en la selección adecuada de la tecnología de la red de acceso, por lo tanto los proveedores del servicio deben evaluar las opciones disponibles para esta red, en función de los requerimientos de IPTV, de la capacidad económica de la empresa y de el mercado del servicio en cuestión en Colombia, para realizar una selección adecuada de la tecnología que deben utilizar.
- Bajo un sistema de distribución centralizado de los servicios de televisión en tiempo real, el uso de una arquitectura Multicast permite optimizar los recursos de la red de transporte, en contraste de los servicios de VoD que se transmiten con una arquitectura Unicast, en la cual, si el número de usuario que utilizan el servicio simultáneamente es muy alto sobrecarga la capacidad de transporte de la red. En ambos casos se utiliza un concepto nuevo para la distribución de canales de televisión diferente al método convencional que envía todos los canales en forma simultánea por la red de transporte sin optimizar los recursos de la red.
- Los operadores del servicio IPTV deben adecuar la velocidad transmisión del video y audio, la velocidad de la imagen, la relación de aspecto y resolución del video, que se fijan a nivel de aplicación de acuerdo con la arquitectura TCP/IP de tal manera que sean comparables a la presentada por otros sistemas de distribución de televisión digital como cable, satélite o terrestre. Del mismo modo deben adecuar sus redes para asegurar los niveles de QoS que requiere el servicio.
- En Colombia, en el actual esquema regulatorio de las telecomunicaciones no se encuentra definido bajo que normas debe ser regulado IPTV. En consecuencia, problemas como la no coordinación reglamentaria entre las redes del servicio de televisión y de telecomunicaciones, barreras de entrada para los mercados emergentes, poca competencia y desarrollo de los servicios convergentes, entre otros generan escenarios de des-regulación.



- Debido a la convergencia, Colombia debe atravesar por un proceso de actualización de las leyes y re-organización de las instituciones que regulan el sector de las redes y servicios de telecomunicaciones. IPTV ha puesto en evidencia esta necesidad, sirviendo como punto de partida para propiciar estos cambios y evitar situaciones similares a futuro con otras tecnologías emergentes.
- Colombia necesita de forma urgente, definir el contexto legal del servicio IPTV, de tal modo que sirva como impulsor, para crear un marco legal que permita la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones y facilite la inclusión futuros servicios convergentes.
- De la forma en que se adopte la regulación del servicio IPTV en Colombia de acuerdo con las intenciones del Ministerio de Comunicaciones y de la CNTV, se impactará a los sistemas convencionales de distribución de televisión. Es por ello que debería considerarse, dado el ambiente de convergencia, si se conserva modelo de múltiples instituciones de regulación o por el contrario es el momento de crear un nuevo marco legal, que organice y regule de forma coherente el sector de las telecomunicaciones de nuestro país.
- Con respecto a los lineamientos propuestos en el capítulo 3, se infiere que conforme exista una voluntad política para realizar los cambios necesarios que faciliten la reglamentación de servicios en escenarios convergentes, es viable establecer por parte de los organismos competentes un esquema normativo que incentive a los operadores de telecomunicaciones a implementar nuevos servicios que favorezcan a los usuarios y promuevan el desarrollo económico del país.
- Con relación a las tecnologías de acceso basadas en fibra óptica la tendencia desde hace una tiempo es la de trabajar con tecnologías que involucren elementos pasivos para disminuir los costos de implementación. Por otra parte las tecnologías de red que requieren más elementos en su instalación son la que utilizan la red HFC, en cambio las tecnologías DSL son de fácil de despliegue por contar con la infraestructura de par trenzado.
- Las condiciones de mercado para el ingreso del servicio IPTV están dadas, debido a la baja penetración del servicio de televisión paga y la creciente tendencia que presenta el servicio de Internet banda ancha en el país. Además los estudios realizados sobre la proyección del mercado IPTV demuestran que tanto en Colombia como en el mundo el ciclo de vida del servicio se encuentra en la etapa de crecimiento, lo que quiere decir que el número de suscriptores del servicio seguirá aumentando en los próximos años.
- Las tecnologías de acceso que disponen de conexiones punto a punto o dedicadas, tienen la ventaja de mantener los costos de implementación fijos para cualquier ancho de banda que soporte la tecnología. Caso contrario a lo que sucede con las redes que disponen de recursos compartidos o punto multipunto, debido a que a medida que se aumenta el ancho de banda al usuario final, crecen los costos de implementación de la red y por tanto se incrementa el costo de despliegue del servicio.
- En correspondencia con el mercado colombiano de telecomunicaciones, son los operadores tradicionales de telecomunicaciones, los candidatos que más opción tienen para implementar el servicio IPTV en el país a corto plazo, debido a que otros prestadores de servicios de comunicaciones han trazado su incursión en el mercado de la televisión paga bajo otras técnicas de distribución del servicio. En consecuencia, las tecnologías más



apropiadas para implementar el servicio IPTV en Colombia corresponden a ADSL2+ y VDSL para una fase inicial en el despliegue del servicio, con proyecciones para migrar hacia una red de acceso FTTN-VDSL para cubrir áreas que no son alcanzadas con ADSL 2+ y VDSL. Por otra parte, los grandes operadores de televisión por cable en Colombia están en la capacidad económica de migrar sus servicios a IPTV sobre una tecnología DOCSIS 3, debido a que los costos de la tecnología son justificables, además se observa que en muchas ciudades se encuentran instalado tendidos de red HFC, situación favorable para el despliegue de nuevos servicios basados en el protocolo IP.

- Conforme al presente estudio, se aporta al entendimiento del servicio IPTV en el contexto nacional por parte de los operadores de telecomunicaciones existentes, dado que proporcionan una guía de los principales aspectos que se deben considerar para el despliegue exitoso del servicio, adaptables a cada situación particular.
- Para la selección de la tecnología a utilizar en la red de acceso es necesario considerar además de las condiciones económicas del operador para adquirir o adecuar la infraestructura de red de la cual disponga, aspectos como el número de usuarios y la calidad de la imagen de los contenidos que se desea ofrecer para obtener un servicio que esté en condiciones de competir con los otros sistemas de distribución de televisión digital.
- Teniendo en cuenta los aspectos técnicos del funcionamiento de servicio IPTV analizados durante la visita al operador UNE – EPM Telecomunicaciones, se evidencia que los principales desafíos para implementar el servicio por parte de los operadores de telefonía, se encuentran principalmente en la red de acceso, debido que en general la infraestructura de red en las áreas de transporte a nivel WAN y el núcleo de la red (core) se mantiene sin modificaciones importantes, y solo es necesario la adquisición de los equipos que soportan y gestionan los contenidos de video y audio que se ofrecen a los usuarios.
- De acuerdo con las proyecciones de mercado presentadas en el capítulo 4, donde se dice que los ingresos por cuenta del servicio IPTV en Colombia ascenderán a los 29 millones de dólares anuales para el año 2011 y dado el monto de la inversión para la implementación del servicio por parte de UNE – EPM Telecomunicaciones, se deduce que la recuperación de la inversión se hará a largo plazo y pone en evidencia el hecho de que IPTV es una estrategia para mantenerse competitivos en el mercado de las telecomunicaciones, ante el terreno perdido con operadores de cables y telefonía celular.
- Por parte de UNE – EPM Telecomunicaciones no se ha publicado una proyección que haga referencia a cerca del número usuarios que esperan atender en los próximos años, por lo que el proceso de expansión de la cobertura inicial y el desarrollo de servicios adicionales (fase II y III) que mejoren la oferta actual de IPTV, estará determinado por la demanda que se tenga en el corto y mediano plazo.
- Considerando los datos relacionados con la resolución de la imagen de los servicios de televisión en tiempo real y la velocidad binaria de los flujos de video para el servicio de VoD, se encuentra que el operador no está cumpliendo con los valores establecidos en la recomendación de la ITU para estos parámetros. Por otro lado, la ETSI en la recomendación TS 102034 V1.3.1 especifica el empaquetamiento de los contenidos de video y audio para servicios en tiempo real y VoD. Para el caso de estudio UNE-EPM Telecomunicaciones no tiene en cuenta para su servicio en tiempo real la recomendación en cuestión.



- En el estudio realizado en el capítulo 4 para seleccionar la mejor tecnología a nivel de acceso del servicio IPTV en Colombia; de acuerdo a los criterios establecidos, ADSL2+ y VDSL se califican como las tecnologías en redes de acceso más adecuadas para el escenario colombiano, lo cual concuerda con la elección realizada por UNE-EPM Telecomunicaciones en su tecnología de acceso, de esta manera se refuerza el aporte realizado en el presente trabajo de grado.



RECOMENDACIONES

- En el despliegue del servicio IPTV, la tecnología de acceso seleccionada para llegar hasta el usuario final impacta la prestación del servicio, no solo porque se pueden utilizar las redes de telefonía fija, por cable, fibra óptica entre otras, sino también por el contexto particular que genera cada una de ellas. Por tal motivo es importante que se generen estudios en el entorno Colombiano respecto las condiciones en que se encuentran las redes de acceso, que permitan a los operadores que deseen incursionar en la prestación del servicio garantizarle una experiencia satisfactoria al usuario.
- Dentro de las ventajas que ofrece la televisión IP se encuentra la posibilidad brindar servicios interactivos, lo que trae consigo un creciente demanda de las aplicaciones que se pueden ofrecer para proporcionarle un valor agregado a la televisión. En consecuencia, esto le permitirá a los desarrolladores de aplicaciones innovar en la prestación de nuevos servicios y ampliar su campo de acción, por lo tanto, éste debe ser un tema relevante dentro de las áreas de investigación de interés de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET).
- Dentro de las áreas de interés de investigación del Grupo de Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones (GNTT) de la FIET, proyectos como Estudios de Parámetros de QoE del servicio IPTV en un escenario de Pruebas de un Operador de Telecomunicaciones en Colombia, Estudio del Marco Legal Colombiano para la Convergencia de Redes y Servicios de Telecomunicaciones, entre otros le permitiría al GNTT alcanzar importantes desarrollos por la gran pertinencia de estos proyectos tanto a nivel técnico, social, legal y económico, además del beneficio que obtiene la Universidad del Cauca fortaleciendo la relación Universidad – Empresa.
- En el contexto actual de la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones, se busca el establecimiento de un entorno de libre competencia que facilite el ingreso de servicios emergentes sin perjudicar a los ya establecidos. En este sentido las actuaciones regulatorias comienzan a tener un papel protagonista, permitiendo que profesionales de otras áreas incursionen en este sector, (específicamente en materia regulatoria), no obstante éste es un tema en el que los ingenieros de telecomunicaciones tienen mucho que aportar, por tanto se recomienda generar electivas dentro de los espacios de formación profesional de la FIET, facilitando al egresado actuar tanto en áreas técnicas como legales dentro de los escenarios de sistemas de telecomunicaciones convergentes.
- La generación de estudios complementarios dentro del marco legal que complementen el trabajo de grado Lineamientos Técnicos y Regulatorios para la implementación de IPTV en Colombia, que permitan el establecimiento de un marco regulatorio a largo plazo para facilitar la convergencia de redes y servicios de telecomunicaciones, permitiría posicionar a la FIET y por ende a la Universidad del Cauca por medio del fomento de estas áreas de investigación, como entidad con un gran compromiso por su aporte a nivel social y tecnológico.



REFERENCIAS

- [1] Lawrence Harte. *"IPTV Basics"*. Derechos de Autor © 2007, Publicaciones Althos. ISBN: 1-932813-56-X.
- [2] Digital Video Broadcasting DVB. Estándar: "Return Channel Terrestrial" RCT. http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/WP03_RCT.pdf
- [3] Hilbert Helt. *"Understanding IPTV"*. Derechos de autor, Auerbach Publications © 2007 por Taylor & Francis Group. ISBN 0-8493-7415-4.
- [4] Alvy Ray Smith. "A Píxel Is Not A Little Square, A Píxel Is Not A Little Square, A Píxel Is Not A Little Square! (And a Voxel is Not a Little Cube)". Memo de enseñanza 6, Microsoft., Julio 17, 1995. ftp://ftp.alvyray.com/Acrobat/6_Píxel.pdf
- [5] Francesc Tarrés Ruiz. *"Sistemas audiovisuales - Televisión analógica y digital"*. Edición Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (España). ISBN: 84-8301-393-2
- [6] Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (ATSC). Documento A/54A. *"Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, including Corrigendum No. 1"*. Washington, D.C. 2006. Corrección numero 1, 20 Diciembre 2003. http://www.atsc.org/standards/a_54a_with_corr_1.pdf
- [7] Recomendación ETSI. "Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream". European Standard Telecommunications Series. TS 101 154 V1.5.1 (2004-05). Geneva, Switzerland.
- [8] Estándar ARIB. *"Video coding, audio coding, and multiplexing specifications for digital broadcasting"*. Versión en ingles. Asociación de Radio Industria y Negocio (ARIB). ARIB STD-B 32 V2.1, Marzo de 2007.
- [9] Sonja Grgić, Mislav Grgić, Branka Zovko-Cihlar. *"Digital Television Transmission and Broadband Network Technologies"*. Artículo de la Tercera conferencia sobre Tecnología Multimedia y Servicios de Telecomunicaciones Digitales, ICOMT'98, Budapest, Hungary, Octubre de 1998.
- [10] Recomendación ETSI, DVB-T. *"Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television"* European Standard (Telecommunications series). EN 300 744 V1.5.1 (2004-06). Geneva, Switzerland.
- [11] Estándar ANSI. *"Digital Cable Network Interface Standard"*. Instituto Nacional de Estándares Americano/Sociedad de Cable y de Ingenieros de Telecomunicaciones ANSI/SCTE. ANSI/SCTE 40 2004. Estados Unidos.
- [12] Recomendación ITU J.93. *"Requisitos del acceso condicional en la distribución secundaria de televisión digital por sistemas de televisión por cable"*. Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de Otras Señales Multimedia. 1998.



- [13] Recomendación ITU J.112. “*Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable*”. Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de Otras Señales Multimediales. 1998.
- [14] Recomendación ETSI, DVB-S2. “*DVB-S2 - Most advanced satellite delivery possible*”. European Standard Telecommunications Series 102 376 V1.1.1 (2005-02). Geneva, Switzerland.
- [15] Wes Simpson & Howard Greenfield. “*IPTV and Internet Video: New Markets in Television Broadcasting*”. Derechos de autor © 2007, Elsevier Inc. ISBN 13: 978-0-240-80954-0, ISBN 10: 0-240-80954-8.
- [16] Artículo IEEE. “*IPTV over Next Generation Networks in ITU-T*”. Presentado en el Segundo Taller Internacional de Redes Convergentes de Banda Ancha, Geneva, 2007. BcN’07. IEEE/IFIP.
- [17] Recomendación ITU. “*IPTV vocabulary of terms*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones. FG IPTV-DOC-0199. Diciembre de 2007.
- [18] International Engineering Consortium IEC. “*Internet Protocol Television (IPTV)*”. IPTV vs. Internet Televisión. Chicago, Estados Unidos.
www.iec.org/online/tutorials/iptv/index.html
- [19] Recomendación ITU. “*J.700 (draft): IPTV service requirements and framework for secondary distribution*”. Borrador aprobado por FG-IPTV, Octubre de 2007. Suiza.
- [20] Recomendación ETSI. “*IPTV functions supported by the IMS subsystem*”. European Standard Telecommunications Series TS 182 027 v2.0.0.0. Geneva, Febrero 2008.
- [21] Recomendación ETSI. “*Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks*”. European Standard Telecommunications Series TS 102 034 V1.3.1. Geneva, Octubre del 2007.
- [22] Lydia Parziale, et al. “*TCP/IP Tutorial and Technical Overview*”. Libro publicado por Maquinas de Negocios Internacionales (IBM). Edición número 18. Diciembre de 2006.
- [23] Cisco. Securing Your Network with the Cisco Centri Firewall. “*Apéndice A: Understanding TCP/IP*”. <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/iaabu/centri4/user/scf4ap1.pdf>
- [24] Albert J. Stienstra. “*Technologies for DVB Services on the Internet*”. Artículo IEEE. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1. Enero de 2006.
- [25] Recomendación ETSI - DVB. “*Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream*”. European Standard Telecommunications Series – Digital Video Broadcasting, document A001 Rev. 7. Febrero de 2007.
- [26] RFC 1122. “*Requirements for Internet Hosts - Communication Layers*”. Octubre 1989.
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc1122.html>.



- [27] Cisco. "Cisco Wireline Video/IPTV Solution Design and Implementation Guide, Release 1.1". Solución de diseño Cisco. 2006.
- [28] Unión Internacional de Telecomunicaciones. UIT. "*Proposal for ITF Requirements to Support IPTV Channel Domain Names*". FG IPTV-C-0931. Sexto encuentro Tokyo, Japón, 15-19 de octubre de 2007.
- [29] RFC 1166. "*Internet Numbers*". Julio de 1990. <http://tools.ietf.org/html/rfc1166>.
- [30] RFC 1112. "Host Extensions for IP Multicasting". Agosto de 1989. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1112.txt>
- [31] RFC 3170. "IP Multicast Applications: Challenges and Solutions". Septiembre de 2001. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3170.txt>
- [32] Reporte Técnico TR-126. "*Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements*". Derechos de autor: © Foro Línea de Abonado Digital (DSL: Digital Subscriber Line), Diciembre de 2006. <http://www.dslforum.org/techwork/tr/TR-126.pdf>
- [33] Recomendación ITU. Para IPTV. "*IPTV Focus Group Proceedings*". Primer compendio global para regular IPTV. Grupo de Estudio para IPTV (FG-IPTV). 2008. Genève, Switzerland.
- [34] Oscar Calderón C. Presentación. "*Arquitecturas de calidad de Servicio de Internet*". Popayán, Colombia. Marzo de 2006.
- [35] Unión Internacional de Telecomunicaciones. UIT. "*Study of bearer network for the IPTV*". FG IPTV-ID-0035. Primer encuentro Ginebra, Suiza, 10-14 de julio de 2006.
- [36] RFC 3357. "*One-way Loss Pattern Sample Metrics*". Agosto de 2002. <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3357.html>
- [37] Unión Internacional de Telecomunicaciones. UIT. "Tendencias en la reforma de las telecomunicaciones - Las licencias en la era de la convergencia". Diciembre 2004. Genève, Switzerland.
- [38] Enciclopedia y Diccionario en línea. Estados Unidos. Disponible en: <http://www.answers.com/topic/guideline>
- [39] Comisión de Comunicación Federal (FCC). Página WEB. <http://www.fcc.gov/aboutus.html>
- [40] Organización para el Desarrollo y Co-operación Económica (OECD). "*IPTV: Market developments and regulatory treatment*". Paris, Francia. 19 de diciembre de 2007. <http://www.oecd.org/dataoecd/11/23/39869088.pdf>
- [41] Ministerio de Comunicaciones. "*Consulta pública lineamientos de política sectorial para el uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV*". Bogotá D.C, abril de 2008. http://www.aciem.org/bancoconocimiento/C/ConsultapublicaIPTVext_/ConsultaPublica%20IPTV.pdf



[42] Comisión Europea, políticas medias y audiovisuales. Pagina Web. http://ec.europa.eu/avpolicy/reg/avms/index_en.htm

[43] Cullen International. "Cross-country analysis - Western Europe IPTV offers". Belgica. Junio 2006. http://www.itu.int/osg/spu/ni/voice/documents/Background/IPTV_Cullen_International.pdf

[44] Milim Kim and Minoru Sugaya. "IPTV in Korea and Japan". Artículo publicado en la Universidad de Keio, Japón. 2006. <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Publication.2947.html>

[45] Paulo Bornhausen. COMISSÃO de ciência e tecnologia, comunicação e informática. Proyecto de Ley No. 29 de 2007. Diciembre de 2007. www.camara.gov.br/sileg/integras/529787.doc.

[46] Grupo de Gestión de Telecomunicaciones (TMG: Telecommunications Management Group, Inc.). "Propuesta de opciones para integrar los enfoques de las políticas del sector". Arlington, Virginia. Estados Unidos. 2006.

[47] Recomendación UIT-T, B.13. "Términos y definiciones". Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) 1988, 1993. Genève, Switzerland.

[48] Comisión Nacional de Televisión (CNTV). "Posición institucional de la comisión nacional de televisión frente a la consulta pública del ministerio de comunicaciones". Bogotá D.C, abril de 2008. http://www.cntv.org.co/cntv_bop/noticias/2008/abril/posicion_comision.pdf

[49] Comisión Nacional de Televisión (CNTV). "Acuerdo número 010 del 24 de Noviembre de 2006". Bogotá D.C. 2006. http://www.cntv.org.co/cntv_bop/normatividad/acuerdos/2006/acuerdo_010.pdf

[50] James She, et al. "IPTV over WIMAX: key success factors, challenges, and solutions". Artículo IEEE. Revista de telecomunicaciones IEEE. Toronto, Ont., Canadá. Agosto de 2007.

[51] José Antonio Adell H, et al. "Las telecomunicaciones de nueva generación". Libro publicado por Telefónica. http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/publicaciones_nueva_gener.shtml

[52] Michael Kunigonis. "FTTH Explained: Delivering Efficient Customer Bandwidth and Enhanced Services". International Engineering Consortium IEC. Chicago, Estados Unidos. 2007. http://www.iec.org/online/tutorials/fiber_home/

[53] Cisco. "Cable Access Technologies". Manual de tecnologías de interworking, disponible en la página web Cisco. Capitulo 22. <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Cable.pdf>

[54] Recomendación J.112. "Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable". Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Marzo de 1998.

[55] Foro DSL. "Asymmetric Digital Subscriber Line Tutorial". Derechos de autor: © Foro Linea de Abonado Digital (DSL: Digital Subscriber Line). 2007.



www.dslforum.org/learn/dsl/ppt/ADSL_Slideshow07.ppt

[56] John Wiley. “*The Business of WiMAX*”. Libro publicado por John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 13 978-0-470-02691-5. Reino Unido. 2006.

[57] Artículo CINTEL. “*Investigación y proyección de mercados*”. Propuesta de herramienta software de CINTEL para proyección de la demanda en el mercado de telecomunicaciones. 2003.

<http://www.cintel.org.co/cintel/opencms/cintel/inicio/lineas/linea/investigacion.html>

[58] Documentos CRT. “*Informes semestrales de Internet*”. Informes de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT) Mayo de 2006 – N° 7, Noviembre de 2006 – N° 8, Mayo de 2007 – N° 9, Octubre de 2007 – N° 10 y Marzo de 2008 – N° 11.

http://www.crt.gov.co/crt_2001-2004/paginas/internas/biblioteca/regulatorio_a.htm

[59] Presentación de Teleconsult. “Presentación de estudio: Negocios de la Convergencia para los Sectores de las Telecomunicaciones y del Audiovisual y el entorno necesario para la promoción de las Inversiones”. Presentación realizada en Andina Link, Cartagena – Colombia. Febrero de 2008.

www.teleconsult.us/descarga/Ahciet-AndinalinkFINAL.ppt

[60] Artículo e-Marketer. “*Broadband boom lifts IPTV*”. Artículo publicado por la revista e-Marketer. Julio 17 de 2008.

http://www.emarketer.com/Article.aspx?id=1006423&src=article1_newsltr

[61] Fernando Pafumi. “Transformando los operadores de telecomunicaciones usando IPTV”. Presentación de Pyramid Research XII congreso Andino de Telecomunicaciones (ANDICOM). Cartagena de Indias. 2006.

http://www.andicom.org.co/andicom/export/sites/default/andicom/inicio/foracadcentral/agenda_academica3.html

[62] Artículo de prensa el Tiempo. http://www.enter.com.co/actualidad_a/home/une-lanzo-su-servicio-de-television-por-ip_4395333-1

[63] Artículo de prensa. “EPM Telecommunications Selects TANDBERG for IPTV Service in Colombia”. Enero de 2007. Disponible en:

<http://www.tvover.net/2007/01/30/EPM+Telecommunications+Selects+TANDBERG+For+IPTV+Service+In+Colombia.aspx>

[64] Reseña de Producto: “iPlex™ Video Headend Platform”. Disponible en: http://www.tandbergtv.com/uploads/documents/ipler_v5.pdf

[65] Artículo de Prensa. “End-to-End IPTV Solution in Colombia a Joint Effort”. Noviembre de 2007. Disponible en:

<http://www.tvover.net/2007/11/08/EndtoEnd+IPTV+Solution+In+Colombia+A+Joint+Effort.aspx>

[66] Artículo de Prensa. “Verimatrix Selected to Secure UNE-EPM IPTV Deployment in Columbia”. Enero de 2008. Disponible en:

<http://www.reuters.com/article/pressRelease/idUS88126+28-Jan-2008+MW20080128>



[67] Artículo de prensa. “UNE-EPM Telecommunications Selected Orca Interactive for First IPTV Service Rollout in Colombia” Octubre de 2007. Disponible en: http://www.orcainteractive.com/press%20room/Orca-UNE_final.pdf

[68] RFC4601. “Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM)” Protocol Specification (Revised). Agosto de 2006. <http://tools.ietf.org/html/rfc4601>.

[69] Información técnica del producto Quidway® NetEngine 40 Series Universal Switching Router Disponible en: <http://www.huawei.com/products/datacomm/detailitem/view.do?id=949&rid=21>

[70] Información técnica del producto Thomson TG546 VDSL2. Disponible en: http://www.thomson.net/GlobalEnglish/Products/dsl-modems-gateways/access_products/thomson_tg546vdsl2/Pages/default.aspx

[71] Información técnica del producto STANDARD DEFINITION STB - ITAD83 SD. Disponible en: <http://www.sagem-communications.com/index.php?id=1531&L=0>



ANEXOS

ANEXO A. PROCESAMIENTO SOBRE LA SEÑAL DE VIDEO Y AUDIO.

ANEXO B. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS OBJETIVOS EN LA RED DE TRANSPORTE.

ANEXO C. POSICIONES Y CUESTIONAMIENTOS MANIFESTADOS PARA REGULAR EL SERVICIO IPTV.

ANEXO D. DOCUMENTO DE RESPUESTA A LA CONVOCATORIA PÚBLICA DEL MINISTERIO DE COMUNICACIONES.

ANEXO E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO.

ANEXO F. COSTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO.

ANEXO G. SÍNTESIS DEL CÁLCULO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO PARA PRESTARLE SERVICIO A 10.000 USUARIOS.

ANEXO H. IMÁGENES DEL FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO IPTV EN LAS INSTALACIONES DEL OPERADOR UNE – EPM TELECOMUNICACIONES.