

**MARCO DE REFERENCIA PARA EL DESPLIEGUE DEL
SERVICIO DE IPTV MÓVIL EN COLOMBIA**



Monografía

**Gabriel Elías Chanchí Golondrino
Gustavo Adolfo Gallego Toledo**

Director
Mag. Oscar Mauricio Caicedo Rendón

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Línea de Investigación en Servicios Avanzados de Telecomunicaciones

Popayán, Octubre de 2008

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I IPTV MÓVIL.....	3
1.1 TV MÓVIL.....	3
1.1.1 Definición.....	3
1.1.2 Formas de distribución de la comunicación.....	4
1.1.3 Estándares y tecnologías	5
1.1.3.1 TV en redes móviles usando Broadcast	6
1.1.3.2 Tv en redes móviles bidireccionales usando Unicast y Multicast	8
1.1.4 Formatos de compresión.....	9
1.1.5 Servicios.....	11
1.2 IPTV.....	13
1.2.1 Definición.....	14
1.2.1.1 Ventajas y Beneficios	15
1.2.1.2 Modos de Distribución de Comunicación.....	16
1.3 IPTV Móvil.....	17
1.3.1 Definición.....	18
1.3.2 Limitaciones por usar dispositivos móviles	19
1.3.3 Streaming Multimedia	20
1.3.2.1 Ventajas.....	21
1.3.2.2 Streaming vs descarga de archivos.....	22
1.3.2.3 Servidores.....	23
1.3.4 Formatos multimedia	24
1.3.4.1 MPEG-4.....	24
1.3.4.2 3GPP PSS.....	24
1.3.5 Pila de protocolos	25
1.3.5.1 HTTP	26
1.3.5.2 RTSP	26
1.3.5.3 RTP.....	27
1.3.5.4 TCP.....	27
1.3.5.5 UDP	27
CAPÍTULO II LINEAMIENTOS PARA IPTV MÓVIL EN COLOMBIA	29
2.1 Contextualización.....	29
2.1.1 Modelo de Referencia para el Desarrollo de Aplicaciones de Medios.....	29
2.1.2 Modelo de Referencia para el Desarrollo de Aplicaciones de Comercio Electrónico Móvil	30
2.2 Marco de Referencia para el Servicio de IPTV Móvil en Colombia	31
2.2.1 Vista de Comunidad.....	34
2.2.2 Vista de Aplicación	45
2.2.3 Vista de Servicio.....	48
2.2.4 Vista de Datos	51
2.2.5 Vista de Servicios de Red	56
2.3 Resumen de los lineamientos para la prestación del Servicio de IPTV Movil.....	67
CAPÍTULO III ARQUITECTURA PROPUESTA PARA IPTV MÓVIL EN COLOMBIA.....	70
3.1 Introducción	70

3.2	Arquitectura de referencia para el servicio de IPTV Móvil en Colombia	70
3.2.1	Niveles	71
3.2.2	Componentes	72
3.2.2.1	Niveles de Cada Componente.....	73
3.2.2.1.1	S_IPTV_Movil.....	73
3.2.2.1.2	SS_IPTV_Movil.....	73
3.2.2.1.3	C_IPTV_Movil.....	74
3.2.2.2	Funciones de Cada Componente	74
3.2.3	Protocolos	75
3.3	Vista de Subsistemas.....	76
3.3.1	Descripción de Módulos	76
3.3.1.1	SS_IPTV_Movil	76
3.3.1.2	S_IPTV_Movil.....	78
3.3.1.3	C_IPTV_Movil	79
3.3.2	Interacción de los Módulos.....	80
CAPÍTULO IV TELEVISION A LA CARTA SOBRE IPTV MÓVIL		85
4.1	Introducción.	85
4.2	Descripción del servicio	86
4.3	Definición de requisitos	87
4.3.1	Casos de uso	87
4.3.1.1	Actores y entidades	87
4.3.1.2	Realización de casos de uso esenciales	88
4.4	Implementación	95
4.4.1	Parte servidor	96
4.4.1.1	Servidor Web	96
4.4.1.2	Servidor Streaming.....	99
4.4.2	Parte Móvil.....	100
4.5	Implantación.....	103
4.5.1	Entorno emulado	103
4.5.2	Entorno real	104
4.5.3	Pruebas realizadas	105
4.5.4	Resultados obtenidos.....	106
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....		111
5.1	CONCLUSIONES	111
5.2	TRABAJOS FUTUROS	112
REFERENCIAS		114

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Especificación de IPTV Móvil

Anexo B: Análisis y Diseño Software de IPTV Móvil

Anexo C: Manual de Usuario

Anexo D: Manual de Instalación del Sistema

Anexo E: Aportes Adicionales.

Anexo F: Artículo – Marco de Referencia para la Prestación del Servicio de IPTV Móvil en Colombia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pila de Protocolos para aplicaciones Streaming.....	25
Figura 2. Modelo de Referencia de Comercio Móvil.....	30
Figura 3. Marco de Referencia de IPTV Móvil.....	32
Figura 4. Comparacion entre los Modelos y el Marco de Referencia	33
Figura 5. Diagrama de Movilidad de Contenido	52
Figura 6. Arquitectura de Referencia Propuesta.	71
Figura 7. Protocolos de Comunicación.....	76
Figura 8. SS_IPTV_Movil.....	77
Figura 9. S_IPTV_Movil	78
Figura 10. C_IPTV_Movil.....	80
Figura 11. Interacción Módulos S_IPTV_Movil.....	81
Figura 12. Interacción Módulos SS_IPTV_Movil	82
Figura 13. Interacción Módulos C_IPTV_Movil	83
Figura 14. Interacción Módulos IPTV Móvil	84
Figura 15. Diagrama de Casos de Uso	87
Figura 16. Seleccionar Tipo Servicio – Diagrama de Clases.....	89
Figura 17. Seleccionar Tipo Servicio – Diagrama de Secuencia	89
Figura 18. Consultar Contenido – Diagrama de Clases	90
Figura 19. Consultar Contenido – Diagrama de Secuencia.....	91
Figura 20. Comprar – Diagrama de Clases.....	91
Figura 21. Comprar – Diagrama de Secuencia	92
Figura 22. Observar Contenido – Diagrama de Clases	93
Figura 23. Observar Contenido – Diagrama de Secuencia	93
Figura 24. Gestionar Contenido – Diagrama de Clases	94
Figura 25. Gestionar Contenido – Diagrama de Secuencia.....	95
Figura 26. Mapeo de la Arqitettura	96
Figura 27. Diagrama de Paquetes – Servidor Web	97
Figura 28. Diagrama de Paquetes – Servidor Streaming	99
Figura 29. Diagrama de Paquetes – Dispositivo Móvil	101
Figura 31. Entorno Real de Implementación	105
Figura 32. Consumo de Memoria.....	106
Figura 33. Procesamiento	107
Figura 34. Tiempos de Respuesta	108
Figura 35. Ancho de Banda	109

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre sistemas de Televisión	4
Tabla 2. Comparación de los Modos de Transmisión.....	5
Tabla 3. Número de Abonados Celular Activos en Colombia	42

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de las redes móviles ha provocado el aumento del consumo del ancho de banda para la transmisión de datos, lo que ha causado la aparición de nuevos y novedosos servicios que brindan a los usuarios beneficios en diferentes sectores. Estos servicios son la respuesta del mercado a las nuevas tendencias sociales, ya que día tras día existen más personas que cuentan con menos o con un limitado tiempo disponible y que permanecen en continuo movimiento, esto debido a los agitados hábitos laborales y de vida.

Por otra parte se puede hacer alusión a uno de los servicios públicos que ha tenido mayor impacto social desde su origen, esto debido a la alta influencia con la que cuenta este servicio sobre las personas. Los avances tecnológicos han permitido crear nuevas formas de llevar la televisión a los usuarios, una de ellas y la más importante en el momento en el sector, es a través del protocolo IP.

Debido a la relevancia que tienen en el momento ambos sectores, el audiovisual y el de las comunicaciones móviles, se ha creado un nuevo servicio como resultado del proceso de convergencia entre diferentes redes, plataformas y protocolos de comunicación, este es llamado IPTV Móvil.

Para los países en vía de desarrollo, entre los que se encuentra Colombia, los servicios móviles de nueva generación, como IPTV Móvil, son poco conocidos y explorados, debido principalmente a las barreras presentes para insertar este tipo de servicios en el país, en donde se encuentra limitaciones en infraestructura de red, regulación, mercado y conceptualización, uniéndose a este hecho se tiene que la mayoría de soluciones que se han creado para la prestación del servicio de IPTV Móvil a nivel mundial han desarrollado nuevos estándares y protocolos que requieren dispositivos móviles exclusivos para el servicio, uso de redes de última generación y grandes capacidades económicas de los operadores para implantar el servicio [1].

La finalidad de esta monografía es permitir a los países en vía de desarrollo, específicamente hablando del caso colombiano, implementar el servicio de IPTV Móvil,

aportándoles la base conceptual adecuada en donde se definen los procesos, técnicas y tecnologías para prestar este servicio bajo las condiciones actuales de las redes móviles.

Con el fin de probar la base teórica presentada, se ha realizado la implementación del servicio de IPTV Móvil a la carta, por medio de una plataforma de servicio flexible y adaptable al entorno, además se presentan las pruebas y resultados que se le realizaron al servicio.

La estructura de esta monografía se describe a continuación: En el capítulo I se presenta la base conceptual de todo lo relacionado con el servicio de IPTV Móvil, su origen, la definición, los estándares y protocolos que utiliza, los servicios que puede prestar, la infraestructura necesaria para montarlo, además de la regulación y el mercado del mismo.

El capítulo II presenta los lineamientos propuestos para la implementación del servicio en el país, en donde se encontrará la tecnología, los estándares, la arquitectura y las características mínimas de red y dispositivos.

En el capítulo III se describe la arquitectura propuesta para la prestación del servicio en el país, además de esto se encontrará de forma detallada cada uno de los módulos que componen esta arquitectura, los patrones de diseño usados y el servicio con el que probó esta arquitectura.

El cuarto capítulo presenta de forma detallada todo lo relacionado con la implementación del servicio de televisión a la carta con el que se probó la arquitectura propuesta, terminando con los resultados obtenidos a la hora de probar este servicio y la arquitectura general.

Para finalizar, en el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegó con la culminación del proyecto y los trabajos futuros que se pueden realizar teniendo como base este proyecto de grado.

Como complemento al documento se presentan algunos anexos, que sirvieron de soporte para la elaboración del proyecto.

1.1 TV MÓVIL

Es descrita como el paso siguiente, natural y evolutivo de los teléfonos móviles después de que estos adoptaron nuevas y novedosas características, incluidas el correo electrónico, acceso Web, juegos, fotografía, video, entre otros. Fabricantes de dispositivos móviles (y de los integrados que los componen), proveedores de comunicaciones inalámbricas, y diseñadores de aplicaciones son los responsables de permitir la renovación de las funcionalidades para los diferentes tipos de dispositivos. Es gracias a ellas, que es posible crear servicios de última generación para beneficio de los consumidores y de los proveedores, como la televisión móvil, logrando con estos al mismo tiempo incentivar la evolución de las redes inalámbricas (permitiéndoles ser más rápidas que en el pasado), la generación de nuevos integrados para dispositivos móviles (los cuales ofrecen mayor rapidez a menores costos de fabricación, mejora en la resolución y el aumento de la calidad) [2] [3].

1.1.1 Definición

La Televisión Móvil corresponde específicamente a la transmisión de contenido digital comprimido, ya sea televisivo o de video, a dispositivos portátiles como celulares, agendas electrónicas, automóviles, computadores portátiles o teléfonos inteligentes, a través de redes inalámbricas [3] [4].

Desde un punto de vista conceptual la TV Móvil es el resultado de la convergencia entre la Televisión Digital y las comunicaciones móviles. Por otra parte, dada la relevancia de ambos sectores, el audiovisual y el de las comunicaciones móviles, es posible aclarar que debido al proceso de convergencia de redes, plataformas y servicios, y sobre todo al poder de la digitalización, la TV Móvil es considerada por muchos expertos como la siguiente killer application (o Aplicación Clave) que combina lo mejor de ambos mundos [5]. Es necesario aclarar, que el servicio de Televisión Móvil fue elaborado y cimentado en la llegada del servicio de Televisión Digital y su arquitectura modular, la cual ha abierto la

posibilidad de explorar, por parte de los proveedores de servicios, muchas oportunidades de negocio con las cuales se puede prestar el servicio y llegar a los clientes.

La convergencia y digitalización mencionadas, han permitido que hoy en día, muchas empresas del sector de las telecomunicaciones estén desarrollando nuevas tecnologías y normas que permiten emisión de Televisión Móvil. Algunas proponen y fijan la esperanza en la emisión a través de las actuales redes celulares, entre las que se encuentran las de 2.5G y las de tercera generación (3G), mientras que otras hacen especial alusión a redes externas específicas para la transmisión de televisión hacia terminales móviles. Estas nuevas soluciones tecnológicas planteadas para la Televisión Móvil, tienen en cuenta los requisitos específicos que exigen los desarrollos para los dispositivos móviles, como son la necesidad de un bajo consumo en cuanto a procesamiento de memoria y el uso adecuado de la potencia de la batería, además del obligatorio uso de los protocolos adecuados [3] [4].

Finalmente, para aclarar el alcance y características de la TV Móvil, en la Tabla 1 se realiza una comparación entre esta, la TV analógica o tradicional y la TV Digital [6] [7] [8].

Concepto	TV Tradicional	TV Digital	TV Móvil
Calidad de audio y video	Normal	Alta	Mejorada
Ancho de banda	Alto	Alto	Razonable
Facilidad de implementación	Difícil	Moderado	Fácil
Emisión de contenidos	Siempre	Siempre y cuando se solicita	Cuando se solicita
Personalización de contenidos	No permitida	Permitida	Permitida
Costos de implementación	Alto	Alto	Moderado
Recepción en movimiento	Permitida	En algunos casos	Permitida
Interactividad	No permitida	Permitida	Permitida
Acceso a Internet	No permitido	Permitido	Permitido

Tabla 1. Comparación entre sistemas de Televisión

1.1.2 Formas de distribución de la comunicación.

Desde el inicio la Televisión tradicional ha manejado un único modo de llevar la señal de datos a los usuarios, el cual ha servido de base a la hora de crear nuevos desarrollos a lo largo de su evolución, este método de transmisión es conocido como *Broadcast* y consiste

en difundir el mismo contenido de forma homogénea a todos los usuarios, sin importar si están o no conectados al servicio.

Otro punto importante a tener en cuenta para el broadcasting de televisión es que los usuarios son únicamente visualizadores pasivos sin control sobre la sesión, en otras palabras se niega cualquier posibilidad de interacción entre el consumidor y el proveedor de servicio; esta forma de transmisión se puede encontrar tanto en las implementaciones actuales de Televisión Digital como en las de Televisión Móvil alrededor del mundo cuando utilizan como red base de emisión de contenido multimedia redes satelitales o terrestres dedicadas exclusivamente al envío de este tipo de datos [9].

De otro lado, en los diferentes desarrollos para TV Móvil en los que se tiene como base el funcionamiento sobre el protocolo Internet se manejan dos modos de envío de información: el modo *Unicast* y el *Multicast* (ver detalle en la sección 1.2.1.2), los cuales dan solución a las desventajas presentes en los sistemas que usan el modo de transmisión Broadcast para la Televisión Móvil descritas anteriormente [9].

Con la intención de aclarar de mejor manera los modos de transmisión existentes para la TV Móvil, a continuación se presenta una tabla comparativa (Tabla 2) [9] [10] [11]:

Característica	Broadcast	Unicast	Multicast
Tipo de transmisión	A todos los usuarios	Personalizada	A grupos específicos
Tipo de emisión	Uno a todos	Uno a uno	Uno a muchos
Emisión	Continua	A usuarios conectados	A usuarios conectados
Consumo ancho de banda	Muy alto	Alto	Razonable
Acumulación ancho de banda	Por canal emitido	Por usuario	Por canal emitido
Interacción con el servicio	No permitida	Permitida	Permitida
Personalización de contenido	No permitida	Permitida	No permitida
Control de la emisión	No permitida	Personalizada	Por consenso

Tabla 2. Comparación de los Modos de Transmisión

1.1.3 Estándares y tecnologías

Para prestar el servicio de TV Móvil y desplegarlo en diferentes dispositivos móviles es necesario tener en cuenta las dos formas utilizadas por los proveedores y desarrolladores

de servicios para hacer esto posible; la primera se basa en la implantación de redes móviles dedicadas al tráfico de TV por Broadcast (a través de estaciones terrestres, satelitales geoestacionarias o de híbridos entre estas dos), la segunda opción corresponde al envío de contenido multimedia en tiempo real por medio de redes bidireccionales que permiten una interacción continua con el cliente, en donde las redes celulares de 3G son las preferidas, debido a su capacidad o a su ancho de banda, al igual que redes inalámbricas como Wi-Fi (Wireless Fidelity) y WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access); sin embargo no se pueden dejar de lado las redes celulares de 2.5G [12] [13].

1.1.3.1 TV en redes móviles usando Broadcast

Una de las principales características de los desarrollos basados en la utilización de redes dedicadas al envío de datos multimedia para prestar el servicio de Televisión Móvil, es la de permitir la reutilización de la infraestructura de la Televisión Digital existente en países desarrollados. Una de las múltiples ventajas encontradas en esta aproximación para el desarrollo de TV Móvil es el mínimo congestionamiento de la red de control, además de presentar una mayor cobertura con menos inversión en infraestructura, por otra parte sus desventajas pueden incluir la dependencia de una red externa o en la mayoría de casos la necesidad de hacer uso de la red de otro proveedor de servicios para la difusión de la señal de Televisión y la gran proximidad existente entre las bandas utilizadas por estos desarrollos y las de operación usadas por GSM (1800 MHz y 700 MHz), esta proximidad crea múltiples problemas altamente visibles en los terminales móviles (ruido, interferencia, superposición de canales, entre otros).

Entre los sistemas que usan la infraestructura de red basada en el tráfico Broadcast y que al mismo tiempo se destacan por su implementación en diferentes países alrededor del mundo, se tienen:

- ISDB-T [Maneja las bandas UHF (470-890 MHz)] siglas que resumen el nombre de la tecnología *Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial*, se encuentra funcionando en Japón y pronto será implementada con ajustes y modificaciones en Brasil, fue desarrollado por el radiodifusor público japonés NHK y su operación comercial comenzó a finales del año 2003, superando en sólo dos años los 10 millones de suscriptores. Este estándar se creó en realidad para retener los usuarios de TV digital terrestre ya registrados en este país y que al mismo tiempo se podían convertir en

consumidores potenciales de la TV móvil. Los sistemas basados en ISDB-T consisten en hacer uso de una adecuada red de Televisión digital terrestre y proporcionar a los dispositivos portátiles sobre los que se despliega el servicio, la capacidad de interactuar con esta tecnología [4] [8].

- T-DMB [Maneja la llamada banda III VHF (170-240 MHz) o la banda L (1452-1477MHz)] resumiendo *Terrestrial - Digital Multimedia Broadcasting*, es una propuesta desarrollada por el ETRI (Electronics and Telecommunication Research Institute) e impulsada por el gobierno de Corea del Sur para los siguientes países: Corea del Sur, China, Alemania e India. Este estándar se basa en la tecnología de televisión digital terrestre DAB (Digital Audio Broadcasting) al igual que DAB-IP (Digital Audio Broadcasting – Internet Protocol [apartado 1.1.3.2]). Entre las modificaciones más destacadas realizadas a T-DMB comparada con DAB, se encuentra el aumento en la corrección de errores en la transmisión producidos por el uso de los ambientes móviles y el desarrollo de características como encender el receptor únicamente cuando se requiere, lo que conlleva a un importante ahorro de la carga de la batería. Los pronósticos realizados por expertos muestran que es una solución a corto plazo al igual que la tecnología DAB-IP, debido limitaciones técnicas (aumento del ancho de banda acumulativo/usuario) [2] [14].

- MediaFLO [Trabaja en canales UHF (716-722MHz)] (*Media Forward Link Only*), tecnología desarrollada por la empresa norteamericana Qualcomm para Estados Unidos. Es soportada y estandarizada a través del FLO Forum y del NTIA (National Telecommunications and Information Administration). Permite entregar servicios de difusión directa a receptores portátiles usando OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), necesitando únicamente de tres transmisores para cubrir una ciudad de gran tamaño. El integrar un receptor de MediaFLO en un terminal móvil que opere en la banda de 700 MHz implica, sin duda, una dificultad técnica importante por la proximidad entre la frecuencia de recepción de TV y de transmisión del móvil [3] [15].

- S-DMB [Opera en la llamada banda S (2630-255MHz) y en la banda de MSS 3G (1980-2010 y 2170-2200MHz)] (*Satellite - Digital Multimedia Broadcasting*). Es un estándar desarrollado en términos generales para todo el continente europeo, y en Asia específicamente para Corea del Sur y Japón. En Corea se lanzó S-DMB en el año 2005, alcanzando el millón de suscriptores en un año de operación. Tiene como referencia una infraestructura híbrida entre repetidores terrestres y a bordo de satélites geoestacionarios para la transmisión de la señal de televisión, además de la utilización de las redes celulares actuales (GSM/UMTS) para el control del servicio [3] [16].

- DVB-H [Trabaja en UHF (470-890 MHz)] (*Digital Video Broadcasting – Handheld*). Es sin duda, el estándar con más apoyo de operadores y fabricantes, y por tanto la

utilizada con mayor frecuencia a la hora de implementar el servicio de TV Móvil. Este sistema fue creado por la alianza *Mobile DTV* de la que hacen parte muchas de las más prestigiosas empresas del sector de las telecomunicaciones, entre las que tenemos a Motorola, Nokia, Texas Instruments, Intel y Modeo. DVB-H es una especificación que regula los servicios de transmisiones de TV digital para dispositivos móviles, como celulares, PDA y otros, su creación se basó principalmente en el sistema DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) con cruciales reformas, como las de conservación de poder de la batería y la adopción de las características de movilidad. Es un estándar abierto por lo que está disponible para cualquier compañía que desee adoptarlo, utiliza redes terrestres de difusión de contenido televisivo por medio de Broadcast y además hace uso de las redes de telefonía celular GSM/UMTS para ejercer el control de la sesión, es decir la red celular se configura como el canal de retorno necesario para proporcionar la personalización de contenido que es tan importante en el servicio de Televisión Móvil. Finalmente, es importante mencionar que para la implementación de este estándar los operadores y usuarios deben adquirir equipos de última generación, lo cual puede convertirse en su principal desventaja [2] [3] [8] [17].

1.1.3.2 Tv en redes móviles bidireccionales usando Unicast y Multicast

La segunda opción hace referencia a los sistemas basados en el uso de canales bidireccionales permitiendo así una interacción continua con el cliente, aportando como gran ventaja, la adición de novedosas características a la Televisión Móvil, entre las que se encuentran la interactividad y personalización de contenido, el control de prácticamente toda la cadena de valor por parte del operador, esto gracias al uso de redes móviles propias (como infraestructura de transmisión y de control). Entre los operadores que han dado inicio a la comercialización del servicio de TV móvil por Unicast o Multicast sobre el espectro de UMTS se tiene a Telefónica O2, Orange, T-Mobile y Vodafone. Es necesario destacar este modelo por ser el más adecuado para los operadores móviles al no requerir inversiones adicionales, siempre y cuando la demanda del servicio se mantenga en unos niveles estables dependiendo de la infraestructura de red presente, con lo cual se intenta impedir una posible congestión de red ante el creciente consumo del ancho de banda por los servicios de última generación. Estos sistemas de transmisión son:

* Alianza dedicada a potenciar el uso de la TV móvil a nivel mundial por DVB-H, con el objeto de llegar al mercado más rápidamente y a un menor precio.

- IPTV Móvil es una alternativa tecnológica basada en el envío de Streaming en tiempo real por medio del protocolo IP a dispositivos móviles, en otras palabras se puede afirmar que esta tecnología es la unión entre el mundo móvil y la tendencia tecnológica mundial a todo sobre IP. Desde el punto de vista del negocio, este modelo ofrece un dominio total al operador móvil, proporcionado por el manejo del control y el envío de datos multimedia a través de redes existentes, sin embargo es importante advertir el problema fundamental presente en este tipo de sistemas, puede no ser sostenible si la demanda crece rápidamente, debido al incremento proporcional en el consumo del ancho de banda del canal. (En el apartado 1.3 se detalla con profundidad esta tecnología) [8].
- DAB-IP [Utiliza la llamada banda III VHF (170-240 MHz)] es un sistema desarrollado por la empresa BT (British Telecom) para el Reino Unido y Alemania. Tiene la restricción de sólo poder ser brindado en países donde esté bien desarrollada la tecnología DAB. Su comercialización se ha visto frenada por las discrepancias entre proveedores de contenidos y los operadores móviles [14].

1.1.4 Formatos de compresión

Para enviar contenido multimedia televisivo a través de las distintas redes y modos de transmisión hacia el usuario, es necesario digitalizar, codificar y comprimir el video que originalmente se presenta en formato analógico, esto es obligatorio para obtener múltiples beneficios como: la edición y manipulación del contenido multimedia a ofrecer, la corrección posible ante la presencia de errores y pérdidas, además para lograr una reducción considerable en el ancho de banda necesario a la hora de transmitir este tipo de contenidos, es decir se debe procesar y convertir video de analógico a digital, para ser convertido de nuevo al formato que el proveedor de servicio ha definido previamente.

Otra de las funciones de estos codificadores además de convertir el video en diferentes tipos de formatos es el envío del flujo continuo de video hacia él o los usuarios destino; en el dispositivo del cliente este proceso debe ejecutarse de forma inversa a la realizada en los dispositivos del proveedor, por lo cual se hace necesario un decodificador de contenido y un programa que pueda entender el tipo de archivos manejados por el sistema, para así posteriormente desplegarlo en el dispositivo móvil.

El codificador es un dispositivo o módulo software que habilita la compresión de video digital, típicamente sin pérdidas. La elección del codificador de video es de suma importancia porque determina el complejo balance entre la calidad del video, la cantidad

de datos necesarios para enviar la información (tasa de bits), la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez ante las pérdidas de datos y los errores, la facilidad de edición, el acceso aleatorio, el tipo de algoritmo de compresión, el retraso de transmisión, y otros factores más [18].

Entre los formatos de compresión de video empleados para el despliegue del servicio de Televisión móvil se encuentran los siguientes [19]:

- H.263. Es un formato diseñado por la ITU-T específicamente para videoconferencias, videotelefonía y video por Internet, cuya primera versión fue terminada en el año de 1995 y la última en el 2000 (llamada H.263v3) que proporcionó avances para el uso de este formato en conjunto con protocolos y estándares actuales como RTP (Real-time Transport Protocol) y SIP (Session Initiation Protocol). Representó un significativo paso hacia la compresión estandarizada, especialmente a bajas tasas de transmisión con buenos niveles de fidelidad [20].
- MPEG-4. Este formato es la evolución de MPEG-2 y la competencia para H.263, fue definido en 1998 para uso en Internet, distribución de video en CD, videotelefonía y televisión por Broadcast, tiene 23 versiones y la última fue publicada en el año 2006. Sus mejoras técnicas consistieron en agregar funcionalidades para la codificación orientada a objetos y otras modificaciones que surgieron de estándares previos. Es un codificador que proporciona los elementos tecnológicos estándar necesarios para la integración de la producción, la distribución y acceso de contenidos en la TV interactiva y en general en servicios multimedia interactivos. En alusión a la parte de la Televisión Móvil es pertinente aclarar que este formato es usado en la mayoría de sistemas descritos en la sección 1.1.3 (DVB-H, T-DMB, S-DMB y MediaFLO) [21].
- MPEG-7. Este formato de video fue publicado y probado en el 2001, su última versión fue lanzada en el año 2004. Uno de los objetivos principales de este codificador es enlazar los elementos del contenido audiovisual, encontrar y seleccionar la información que el usuario necesita e identificar y proteger los derechos del contenido. El manejo de los contenidos multimedia y de la información contenida es una tarea compleja que realizan los usuarios, las funciones como encontrar, seleccionar, filtrar y organizar el material audiovisual son parte de los significativos avances que trajo el lanzamiento de este formato. MPEG-7 es totalmente compatible con los formatos MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4. Se basa en el lenguaje XML de metadatos en un intento de favorecer la interoperabilidad y la creación de aplicaciones y servicios, pero falla en el aumento de

tamaño que trae como consecuencia la integración de todos estos servicios. Se usa en aplicaciones educativas, aplicaciones bio-médicas y en el entretenimiento [21].

1.1.5 Servicios

Para prestar servicios de TV Móvil se debe tener en cuenta su clasificación; dependiendo de la interacción con el usuario final.

- *Unidireccionales*. En este grupo se encuentran servicios en los cuales hay un único sentido de flujo de información descendente (desde el proveedor hacia el usuario), se hace necesario aclarar que este tipo de servicios no permiten la interactividad usuario-plataforma, pero esta restricción permite un ahorro considerable en la utilización del ancho de banda de la red.
- *Bidireccionales asimétrico*. Servicios en donde el flujo de información se presenta en dos vías, una en forma descendente desde el proveedor hacia el usuario, es de mayor ancho de banda, comparado con el otro canal, debido al envío del contenido multimedia y de las respuestas al control ejercido sobre la sesión de usuario, y otra en sentido ascendente desde el usuario hacia el proveedor, el cual consume un menor ancho de banda y se utiliza para el control de la sesión y la personalización de contenido.

Los servicios que se pueden brindar anexo a la prestación de la TV Móvil son [22]:

Servicios unidireccionales:

- **Pagar Por Ver Instantáneo (PPVI)**. Permite al usuario la suscripción instantánea a un programa de TV por un costo adicional. Esta se realiza a través de solicitudes remotas, por parte del software instalado en el dispositivo del cliente. Este servicio no permite ningún tipo de interacción con el cliente y mucho menos de personalización de contenido. Es utilizado para acceder a transmisiones de Televisión en vivo [23].
- **Cuasi Vídeo Bajo Demanda (CVBD)**. Es un servicio que logra la transmisión de un mismo contenido en varios canales con un desfase de tiempo entre ellos. El usuario puede avanzar o retroceder el contenido simplemente cambiando el canal, o si el software que contiene su dispositivo le permite, puede hacerlo con las teclas de avance y retroceso. Es importante señalar que este tipo de servicio pertenece a los clasificados con un flujo de datos en una única dirección y lo correspondiente al avance y retroceso de contenido se realiza por medio de cambios de canal y no por personalización del

contenido por parte del usuario. Este servicio se utiliza comúnmente en la transmisión de eventos especiales de gran cobertura [23].

- Realización Conjunta (RC). Se puede entender como la emisión de un programa simultáneamente en varios canales pero donde se tienen en cuenta la conjugación de distintos aspectos del mismo (por ejemplo cámaras ubicadas en distintos puntos o emisión de distintos finales a un mismo contenido). Es posible encontrar el despliegue de este tipo de servicio en el cubrimiento de realities y eventos deportivos. Puede estar asociado a los servicios de guía electrónica de programación y de PPVI [23].

Servicios bidireccionales asimétricos

- Pagar Por Ver (PPV). También llamado Televisión a la Carta, es un servicio de distribución de Televisión Móvil en el cual se ofrece a los usuarios la posibilidad de pagar por ver determinados eventos televisivos. Tiene la ventaja de permitir al usuario pagar por aquello que realmente le interesa y es el ejemplo ideal para la llamada personalización de contenido, ampliamente mencionada en este capítulo. Este servicio es posible encontrarlo en la oferta de películas y eventos especiales en diferido, permite al usuario ejercer control sobre la reproducción del contenido directamente, permitiendo adquirir características únicas como pausar, reanudar, parar, avanzar o retroceder capítulos, entre otros, además de esto es necesario mencionar el considerable consumo de ancho de banda debido a que el contenido multimedia es enviado a cada usuario, sumando a esto el consumo del canal de control de contenido realizado en forma bidireccional, canal por el cual se comunican el proveedor de servicio y usuario [23].

- Televisión Interactiva. A pesar de no ser declarado como un servicio más de la Televisión Móvil y si como una característica inherente a esta, se puede mencionar como un nuevo concepto nacido a la par de la misma y además ser catalogado como una de sus principales novedades. La televisión interactiva da la posibilidad al espectador de dejar de lado su papel de receptor pasivo de información y adoptar una posición activa en el nuevo contexto de oportunidades que se le ofrecen, por ejemplo configurando la señal observada (cambiando los ángulos de cámara, los diferentes detalles, los enfoques, e inclusive dando su propia opinión), interactuando con aplicaciones que complementen la señal televisiva con información adicional, particularizando cualitativa y cuantitativamente su publicidad, programando su receptor en función de eventos y contenidos, etc. Los usuarios pueden usar múltiples canales de retorno para la información, envío de mensajes de texto, Internet y la telefonía fija son los más destacados, sin embargo nada es más

atractivo para el usuario que poder desde su propio dispositivo móvil realizar la interacción necesaria y de manera transparente del consumo de contenido televisivo personalizado.

Para lograr el correcto funcionamiento de este servicio, se necesita una plataforma tecnológica con el objeto de sincronizar el mundo de la Televisión Móvil y el canal de retorno, la cual debe combinar la información generada por las dos partes [24]. Hoy existen múltiples estándares creados con el objeto de maximizar la aplicación de la TV interactiva, uno de ellos es MHP (Multimedia Home Platform), un middleware o interface genérica entre las aplicaciones digitales interactivas y los terminales sobre los cuales se ejecutan estas aplicaciones, este estándar es usado en las aplicaciones de TV digital terrestre y existe la posibilidad usarlo en la TV Móvil sobre la plataforma de desarrollo Java, para hacer esto posible el receptor debe contar con las siguientes características: existencia de una máquina virtual Java, entorno de aplicación PersonalJava, CDC (Connected Device Configuration), Java Media Framework, JavaTV, entre otros [25].

1.2 IPTV

No sólo la telefonía está sufriendo una drástica transformación por el rápido desarrollo e implantación de sistemas de Voz sobre IP, es decir del mismo modo como en un pasado la voz encontró el camino hacia la digitalización y su eventual envío por medios paquetizados sobre las diferentes redes IP, la Televisión halló un nuevo rumbo que trajo consigo cambios radicales en la forma de verla como un servicio público. En este nuevo camino el servicio adoptó las características de muchas de las tecnologías desarrolladas anteriormente como las de VoIP, video conferencia y en general las provenientes del mundo IP, obteniendo funcionalidades mucho mas robustas, entre las cuales se encuentran la forma en la que el usuario interactúa con el proveedor del nuevo servicio, el cambio del concepto con el cual los canales de televisión ya no transmiten la misma programación para todos los usuarios, y la nueva figura en la cual el proveedor de televisión no transmitirá continuamente su programación esperando la conexión de algún usuario, por el contrario el contenido únicamente será enviado cuando éste lo solicite. Desde el mismo momento del lanzamiento del servicio de Televisión por IP se creó un nuevo y atractivo mercado para todos los proveedores de servicios públicos en general.

La interactividad agregada y mencionada anteriormente, fue creada bajo el entendimiento del concepto de la paquetización de contenidos multimedia, es decir se comprendió la característica presente en el nuevo sistema de Televisión sobre el protocolo IP, funcionar

bajo canales bidireccionales con lo cual es probable crear una personalización del contenido para cada cliente, esto obviamente atrajo la inmediata atención de muchos de los clientes potenciales para el servicio [18] [26].

La razón principal de la fuerza tomada por el servicio de IPTV desde su lanzamiento está asociada a la oportunidad de consumir el mercado identificado por los proveedores del servicio, a mantener la supervivencia competitiva y un canal de retorno de inversión casi perfecto. Este servicio permite competir eficazmente en el mercado y maximizar las ganancias por cada una de las casas de los clientes, el proveedor de servicio necesita ofrecer el número máximo de aplicaciones posibles en cada casa.

El término popular con el cual se conoce actualmente la máxima cantidad de servicios prestados por un proveedor en un mismo hogar se llama "triple play". Esto significa que los diferentes proveedores de servicio no sólo deben preocuparse por entregar voz, o voz y datos, conociendo la posibilidad de entregar voz, datos y video al mismo tiempo, en contraposición a esto se crea la oportunidad de aumentar al máximo las ganancias por cada cliente. Se debe mencionar la posibilidad que tienen los operadores de adicionar servicios de nueva generación como IPTV, y prestar servicios Cuádruple Play. Estos proveedores deben estar totalmente convencidos de aumentar al máximo las ganancias por cada cliente, esto se logra creándole la necesidad al cliente de agregar a cuenta, servicios adicionales, todo esto le trae como consecuencia al proveedor ubicarse en una posición fuera del alcance de los competidores más cercanos [18] [26].

1.2.1 Definición

IPTV es descrito como un sistema con el cual el servicio de televisión digital es entregado a usuarios suscritos usando IP sobre conexiones banda ancha, normalmente son preferidas redes administradas en lugar de accesos a Internet público, con esto se busca conservar la calidad y garantizar el servicio, en otras palabras se puede decir que IPTV es la televisión cuyo contenido se recibe vía Web [19] [27].

IPTV se basa en el Streaming de video y está íntimamente ligado al incremento del ancho de banda de las comunicaciones, por tratarse de imágenes y sonido en tiempo real las cuales deben ser transmitidas al usuario con el mínimo retraso posible, se puede afirmar como característica de este servicio el requerimiento de redes de transmisión de datos a alta velocidad, además de brindarle baja latencia y reconocimiento como contenido prioritario en la ejecución de calidad de servicio. Este servicio y sus diferentes

aplicaciones multimedia requieren de la más alta prioridad en la ejecución de la calidad de servicio, es decir adicionar la distinción de contenido prioritario de datos, con lo cual se logra asegurar baja latencia en la red [2] [26] [27].

La motivación por el desarrollo de nuevas tecnologías orientadas al mundo IP está en estos momentos en esplendor, una variedad de servicios de nueva generación pueden ofrecerse, sin embargo, junto con estas oportunidades, el servicio emergente de IPTV presenta importantes problemáticas a ser solucionadas por los proveedores de servicio y de contenido. Estos se enfrentan con todo un mundo de posibilidades técnicas que pueden ser combinadas a la hora de montar el servicio sobre sus redes, se debe jugar colocar en una balanza las posibles soluciones técnicas para finalmente encontrar el conjunto que traiga mayores beneficios y rentabilidad a un menor costo de inversión.

1.2.1.1 Ventajas y Beneficios

En el transcurso de este documento se han mencionado algunas ventajas que ofrece el servicio de Televisión cuando se presta sobre el protocolo IP, sin embargo, a continuación se recopilan en términos generales sus ventajas y beneficios más sobresalientes [28].

- Con IPTV se ha creado y establecido un nuevo nivel de interacción entre Internet, la voz, y el video, lo cual permite la creación de nuevos tipos de servicios. Si se observa el funcionamiento de la red de Televisión de cable tradicional, la transmisión de video se realiza por medio de la emisión de flujos en formato MPEG en una explícita porción de ancho de banda, pero con IPTV los datos que deben transmitirse a gran velocidad, son enviados por canales distintos, diferenciando los de control de transmisión y los de contenido, sin embargo, todos estos flujos se deben entregar haciendo uso de la red IP. Con el manejo de dos tipos de canales el flujo de datos o los mecanismos de gestión de la red garantiza la funcionalidad de procesos con QoS (Quality of Service) y entrega efectiva de los paquetes multimedia.
- Otra ventaja que distingue y caracteriza el servicio de IPTV es la gran cantidad de canales que pueden ser ofrecidos y emitidos al espectador, esta podría ser una ventaja considerable comparándola con la red de televisión tradicional. En los sistemas tradicionales de televisión, debido a la escasez de ancho de banda disponible, el operador escoge los contenidos multimedia o canales a ser ofrecidos. Esto no permite la segmentación del mercado, y finalmente los niveles de satisfacción del cliente se verán reducidos al máximo. En contraste, con el uso de IPTV, el proveedor de servicios puede ofrecer cuanto contenido tenga disponible y desee brindar, es el usuario el encargado de

realizar los cambios en la programación que está recibiendo, esta característica es obtenida gracias al canal de retorno existente entre el usuario y el proveedor, asegurando la elaboración de productos avanzados.

- IPTV puede ser utilizado en múltiples ambientes, una de las aplicaciones más sobresalientes es la prestación de cursos multimedia para entrega de conocimiento o capacitación basados en una estructura Web. Este servicio es muy útil en los cursos que por naturaleza son de gran tamaño, y sobre todo los basados en video. Por medio de IPTV se puede extender el servicio y agregarle funcionalidades adicionales, las cuales se encuentran restringidas en el uso de las tecnologías tradicionales, por ejemplo la división del contenido en capítulos independientes, estas características, le permiten al servicio personalizar el contenido brindado.
- Con IPTV se pueden generar reportes de uso a diferentes niveles, los cuales permiten al proveedor de televisión crear las estadísticas necesarias, así como generar facturaciones del uso de los servicios adicionales agregados al paquete de cada cliente.

1.2.1.2 Modos de Distribución de Comunicación

Cuando se pretende hablar de envío de contenido multimedia a través de redes de datos IP, se debe hacer alusión a los dos modos exclusivos de envío de paquetes utilizados por este tipo de redes (Unicast y Multicast).

Unicast

En el modo de transmisión de datos Unicast (único emisor y único receptor), el servidor hace una réplica de la transmisión para cada terminal y envía la información en el sentido inverso a la petición pero conservando la misma ruta, además es necesario aclarar que los paquetes de datos se intercambian entre dos estaciones, por lo general un servidor y un cliente, extremo a extremo, uno a uno. Lo anterior genera consumo acumulativo de los recursos de red, es así como se construye una réplica más de Kilobytes por segundo por cada usuario que se conecta a una misma transmisión multimedia. Entre los servicios a brindar en modo Unicast para IPTV se destaca principalmente el de video a la carta, pero en general en este modo de emisión se pueden encontrar servicios que manejen paquetes multimedia pertenecientes a servicios personalizados para el usuario, es decir, los de un alto nivel de interacción usuario-proveedor [9] [10] [11].

Multicast

En el modo Multicast, la misma señal de televisión se envía sobre la red como una sola transmisión, hacia varios puntos terminales o, simplemente, hacia un grupo específico de usuarios, es decir este modo de transmisión permite el envío de paquetes con contenido multimedia de uno a muchos, generalmente de un servidor a múltiples usuarios, optimizando la carga recibida por las estaciones transmisoras y receptoras, así como también se ve beneficiado el ancho de banda consumido entre los diferentes enlaces, lo expuesto anteriormente permite un consumo de ancho de banda equivalente a tener un único usuario por cada contenido multimedia a transmitir, independientemente del número de receptores conectados simultáneamente. Esta eficiencia se debe a la capacidad presente en este tipo de redes al permitir ver un grupo de destinatarios como un único receptor de los paquetes multimedia que viajan sobre la misma, más específicamente es posible decir que esta eficiencia se consigue con instrucciones de la capa 3 del modelo de referencia OSI convirtiendo a cada computador de un grupo determinado, en destino de los paquetes de datos Multicast enviados a lo largo de la red. El modo Multicast aplica únicamente para servicios en donde el usuario no tiene mayor capacidad de interacción, entre los que utilizan este modo de transmisión se destacan las transmisiones en vivo y las conferencias múltiples [9] [10] [11].

Antes de finalizar con la reseña de los diferentes modos de distribución para la Televisión sobre el protocolo IP, es necesario aclarar el motivo por el cual el modo de transmisión Broadcast no aplica en la prestación del servicio de IPTV. En primera instancia se debe mencionar a Internet como una red en la cual el intercambio de información entre estaciones locales o remotas se hace a través de datagramas IP. Un datagrama IP es la unidad mínima de información en el lenguaje sobre el cual hablan todos los equipos con acceso a Internet, están formados principalmente por una dirección origen y otra destino, entre las direcciones destino permitidas, se encuentra una que incluye a todos los equipos conectados a un mismo tramo de red y al mismo tiempo es entendida como propia por cada uno de ellos; el envío de datos haciendo uso de esta dirección recibe el nombre de modo de transmisión Broadcast. Se hace necesario aclarar que este modo de transmisión no puede ser usado por la Televisión IP, debido a la imposibilidad de los proveedores de manejar las cuentas de los usuarios (como el cobro y manejo administrativo) [11].

1.3 IPTV Móvil

El continuo desarrollo de la tecnología a nivel mundial ha traído como consecuencia la proliferación de novedosos servicios en el ámbito de las comunicaciones móviles,

conocidos como de próxima Generación, los cuales presentan dos características comunes, la primera, la convergencia a la integración de todo sobre IP y la segunda, la tendencia al desarrollo de aplicaciones orientadas al usuario, es decir donde se personaliza el servicio de acuerdo a las necesidades del cliente [30].

La llegada a Colombia de estas tecnologías ha tardado un poco, sin embargo, lo anterior no quiere decir que esta no sea necesaria, al contrario con su llegada se puede aportar en la disminución de la brecha tecnológica presente con los países desarrollados [31].

Es importante tener en cuenta que los servicios de tercera generación aún no son aptos para la implementación directa en Colombia, estos no solo deben adaptarse al entorno tecnológico y nivel de infraestructura, sino que además deben presentar especial cuidado en la adaptación al entorno social, de esto depende en gran medida el éxito del servicio [32]. La adaptación del entorno tecnológico hace referencia a la incompatibilidad existente entre los requisitos de los servicios y la capacidad de la infraestructura de las redes inalámbricas presentes en el país; en la adaptación de los servicios al entorno social se tienen en cuenta las necesidades y las apreciaciones del usuario con el nuevo servicio.

Un servicio de próxima generación muy atractivo comercialmente en el sector de las comunicaciones inalámbricas mundiales es el de la televisión móvil sobre el protocolo IP, conocido mundialmente como IPTV Móvil, sobre el cual se ha investigado muy poco en Colombia, esto se debe a que los estándares y soluciones propietarias existentes para este servicio, no son tecnológicamente viables a la hora de implementarlos. Sin embargo, la adaptación de este tipo de servicios de próxima generación, es muy importante hoy en día para el país, ya que crean la necesidad de consumo al usuario y explotan el uso de las redes en su máxima capacidad, además lo posiciona en la vanguardia tecnológica, en cuanto a la convergencia de los servicios y la tendencia de todo sobre IP.

La entrada al país de IPTV móvil dinamizará el mercado, ya que proveerá de tráfico de datos a los operadores, solicitará nuevos desarrollos en el área y más contenido a los proveedores de contenido y de aplicaciones a los desarrolladores, demandará nuevos dispositivos y redes a los fabricantes, creará una nueva oportunidad para la industria al permitir interactuar por medio de anuncios publicitarios con nuevas audiencias y a los usuarios, contenidos en cualquier momento y lugar, permitiendo escoger que contenidos son más relevantes para ellos, e incluso crear y emitir sus propios contenidos.

1.3.1 Definición

IPTV Móvil es lo que comúnmente se denomina Televisión Móvil por IP. Esta tecnología describe los servicios a través de los cuales es posible recibir en los dispositivos portátiles señales de televisión o video a través de las conexiones inalámbricas a Internet. En otras palabras se puede decir que IPTV Móvil es el sistema de transmisión de televisión que presenta todas las características de movilidad y cuyo contenido se recibe sobre IP. Una característica relevante en el servicio de IPTV Móvil es que se basa exclusivamente en el Streaming de video para la entrega multimedia desde el proveedor de servicio hasta el dispositivo móvil del usuario [23]. Esta tecnología se detalla en el apartado 1.3.3.

1.3.2 Limitaciones por usar dispositivos móviles

Los computadores personales, Internet y las nuevas soluciones para dispositivos móviles tienen el compromiso de adaptarse para realizar manejo de herramientas con las que sea posible recibir, modificar y transferir información utilizando nuevas maneras. Estas son ventajas que proporciona el uso de dispositivos móviles y portátiles, por ejemplo permiten libertad de acceso a información en cualquier lugar, hora y momento deseado. La tendencia mundial hace referencia al comportamiento humano de evitar compras de computadores de escritorio que son voluminosos y permanecen conectados a las diferentes redes por medio de cables. Sin embargo, los dispositivos móviles como agendas electrónicas, teléfonos inteligentes y celulares de última generación presentan algunas desventajas cuando se comparan con computadores de escritorio o portátiles conectados vía Internet, entre las que se destacan [31]:

- **Bajo ancho de banda:** Los dispositivos móviles con conectividad a Internet prefieren hacer uso de conexiones inalámbricas o de cables adicionales (como la conexión USB - Universal Serial Bus). La conectividad inalámbrica tiene inconvenientes como la limitación de cobertura geográfica y el ancho de banda que manejan (excepto las redes de 3G, Wi-Fi y WiMax). En contraste, los teléfonos celulares usan redes de mayor cobertura pero de menor velocidad para mantener la conectividad. Lo descrito anteriormente permite observar de forma clara la limitación de este tipo de dispositivos en lo correspondiente al ancho de banda y cobertura para la transferencia de los datos multimedia.
- **Estabilidad en la conexión:** las redes cableadas proveen conexiones mucho más fiables que las inalámbricas, debido al desvanecimiento de la señal se puede perder la cobertura de red, o las redes inalámbricas presentan lapsos de tiempo en los cuales son

inaccesibles. Lo cual conlleva a perder la comunicación y la pérdida de los datos, ocasionando errores en la reproducción de los contenidos en el servicio de TV Móvil.

- Pantallas de tamaño reducido: El tamaño de la imagen no es limitado para usuarios que usan computadores de escritorio en el momento de acceder al servicio de IPTV, por el contrario los dispositivos móviles poseen pantallas de tamaño reducido que son una barrera a la hora de desplegar servicios basados en texto, video o navegación sobre Internet, como es el caso de la Televisión Móvil.
- Interfaces de entrada: en los dispositivos móviles es común encontrar interfaces de entrada limitados, como los teclados y los botones de navegación, esto deteriora la facilidad de manejo de las aplicaciones en general, incluyendo la IPTV Móvil.
- Memoria limitada y procesador reducido: Los dispositivos portátiles usualmente no están equipados con gran cantidad de memoria, ni con una buena velocidad de procesamiento, esto genera limitaciones técnicas a la hora de ejecutar la implementación del servicio de IPTV Móvil sobre este tipo de dispositivos. En el ambiente creado por el servicio de IPTV Móvil se presume el uso de nuevos dispositivos móviles, lo que permite reducir considerablemente las implicaciones que este problema tecnológico presenta.
 - Poder de batería limitado: Este problema es una de las mayores preocupaciones que presentan los desarrolladores de aplicaciones para estos dispositivos, debido a que el poder de la batería restringe el uso de los diferentes servicios durante una cantidad de tiempo limitada, y sobre todo cuando la carga de la batería es baja, decrementa la capacidad de procesamiento del dispositivo, lo que conlleva a la reducción de la agilidad de las diferentes aplicaciones. Para la televisión móvil se necesita una buena capacidad de energía, debido a la carga de procesamiento requerida sobre el dispositivo (provocada por el entendimiento de los protocolos y el proceso de decodificación) y el uso de elementos como la pantalla y los altavoces por prolongados periodos de tiempo.

1.3.3 Streaming Multimedia

Es todo el proceso que involucra transferir datos codificados de audio, video o contenido multimedia desde un origen a un destino, lugar donde es decodificado y consumido por el usuario en tiempo real. Este proceso no requiere que los datos sean descargados totalmente antes de ser vistos por el usuario, por el contrario para que la reproducción de los datos se realice en tiempo real se crea un buffer temporal en el dispositivo, en donde se guardan pequeños segmentos del archivo y posteriormente se reproducen [33].

En la actualidad, las diferentes conexiones que se ponen a disposición de los dispositivos móviles no son lo suficientemente rápidas para transmitir archivos multimedia de gran tamaño, pero este concepto está cambiando gracias a la entrada de las redes de 3G en el país. Con la tecnología Streaming, el navegador o cualquier aplicación del cliente puede comenzar la reproducción de los datos antes de que la totalidad del archivo se reciba [33].

El Streaming de datos multimedia es transmitido por un servidor especializado, y posteriormente es recibido, procesado y desplegado por una aplicación de reproducción en el dispositivo cliente, esto se hace sin dejar ningún residuo o copia del contenido en el dispositivo receptor. Los archivos multimedia que se desean enviar por Streaming se almacenan y se publican en Internet lo que permite ponerlos a disposición del cliente a toda hora y momento. Cuando estos se transmiten, son guardados temporalmente en un buffer hasta acumular la cantidad suficiente para posteriormente ser ensamblados de forma correcta, es entonces cuando el sistema puede prepararse para recibir la próxima sucesión de flujo multimedia. Cuando la tecnología de Streaming aun no estaba disponible, la habilidad para empezar a reproducir los datos antes de que el archivo entero fuera descargado era una ventaja que no se tenía muy clara. Sin embargo en la actualidad, las técnicas de Streaming, como una transmisión progresiva, permite que algunos formatos se empiecen a reproducir antes de que el archivo sea transmitido de forma completa. Así, esta habilidad se convierte en una característica exclusiva de la tecnología y que al mismo tiempo le genera el rótulo de ser un servicio diferenciado [34].

1.3.2.1 Ventajas

Las preocupaciones alrededor de la calidad de los servicios multimedia continuarán siendo un desafío para los diferentes desarrollos y avances tecnológicos en el ámbito de servicios de Internet, hasta el momento en el cual la banda ancha sea totalmente ubicua.

La tecnología de Streaming ofrece algunas ventajas que los otros métodos de entrega de datos multimedia no proporcionan [34]:

- No espera por la descarga completa del archivo multimedia, con esta tecnología se acepta un pequeño margen de espera, pero es mínimo y se debe a la carga por primera vez del búffer de datos.
- Envío de contenido multimedia que no son escritos en el disco del dispositivo del cliente, los datos son procesados y desplegados de la misma forma en la cual son

recibidos, para posteriormente ser desechados, evitando dejar algún residuo del contenido multimedia en el dispositivo del cliente y previendo preocupaciones por los derechos de autor.

- La tecnología de Streaming multimedia es capaz de llevar transmisiones de eventos en vivo desde cualquier lugar del mundo otorgándole la capacidad de la entrega de estos de forma muy similar a tiempo real.
- Soporta interactividad, permitiendo experimentar el contenido de una manera no lineal. Por ejemplo, con el servicio de video a la carta se pueden dividir los contenidos en capítulos, para permitirles a los usuarios saltar entre diferentes porciones del mismo.

1.3.2.2 Streaming vs descarga de archivos

Hoy en día es común ver que diferentes empresas promuevan nuevos servicios en donde se permite ver archivos multimedia a través de Internet. Por esto es importante aclarar la diferencia existente entre el envío de archivos a través de Streaming y la descarga de archivos multimedia por Internet.

La descarga de archivos multimedia usando servidores Web es llamado envío progresivo de archivos multimedia o de datos por HTTP, este tipo de envíos no es Streaming del todo, pues simplemente se está transmitiendo la totalidad del archivo en un solo envío hacia el dispositivo destino, el cual no podrá ser reproducido hasta la llegada del último bit del archivo en mención; este tipo de envío de datos está íntimamente ligado a la descarga de archivos a través de HTTP.

Una de las características del servicio de IPTV Móvil, permite descartar el uso de HTTP para el envío de datos multimedia en el servicio de TV Móvil, es su operación sobre la capa superior de TCP (Transmission Control Protocol), protocolo encargado de controlar el transporte de paquetes de datos a través de la red, la que permite garantizar el envío de datos, independiente del formato o tamaño del archivo enviado. Por ejemplo, si el reproductor multimedia reconoce que falta un paquete de datos enviado desde el servidor, pide el reenvío de dicho paquete, reenviar peticiones consume tiempo, ocupa más ancho de banda, y aumenta considerablemente la carga en el servidor; TCP no está diseñado para la entrega eficiente de datos en tiempo real o para el cuidado del ancho de banda, pero es preciso y fiable en la entrega de la totalidad de los bits del archivo multimedia [34].

Un servidor de Streaming es un software especializado, que acepta solicitudes para el envío de archivos multimedia, pero teniendo en cuenta el códec de video, el ancho de banda necesario y la estructura de los archivos. Los servidores de Streaming son desarrollados para entregar sólo la cantidad de datos necesarios para reproducir el vídeo y permiten a la vez una eficiente reproducción de los archivos en tiempo real [34].

Mientras el servidor Web empieza la descarga de los archivos después de una petición y termina después de la llegada del último paquete; el servidor de Streaming mantiene dos conexiones, una es usada para la transferencia eficiente de los archivos y otra para ejercer el control del servicio entre el usuario y el servidor, la cual se mantiene de forma constante durante la descarga total de los datos multimedia pedidos por el usuario, esto con el fin de permitirle al servidor de Streaming ajustarse al cambio de las condiciones de la red, para mejorar la experiencia del despliegue del contenido; el intercambio de mensajes entre el servidor y el usuario permite al cliente adoptar características importantes que sobresalen ante los demás servicios, entre las que se tiene: ejercer acciones como pausar, detener, reproducir, retroceder y avanzar el contenido multimedia que es enviado desde el servidor de Streaming [34].

Algunos servidores de Streaming pueden hacer uso de HTTP y TCP para el envío de archivos multimedia, pero por defecto utilizan los protocolos que maximizan el envío de datos en tiempo real, como RTSP y RTP bajo UDP (ver detalles en la sección 1.3.4).

Las principales razones para preferir la transmisión de videos desde un servidor Web es la de poder implementar el servicio de forma simple y con mínima infraestructura, basta con los elementos que la mayoría de personas tienen en su hogar. Este tipo de envío de datos es muy útil cuando los videos son muy cortos, o se quiere que los clientes guarden una copia del video en los dispositivos. Sin embargo debe preferirse el envío de datos por medio de Streaming cuando los archivos multimedia tengan tamaños considerables, se desee agregar características de interactividad al servicio, sea necesario recoger estadísticas sobre el uso del servidor, se pretenda ver la acogida de un contenido en particular o cuando sea necesario soportar un elevado número de usuarios.

1.3.2.3 Servidores

Cuando se pretende brindar el servicio de Streaming de archivos multimedia se pueden encontrar una multitud de opciones disponibles en el mercado, a continuación se describen brevemente las principales implementaciones:

- QuickTime Streaming Server. Es una implementación desarrollada por la empresa norteamericana Apple y viene incluida en el sistema operativo Mac OS X server. Este desarrollo soporta varios formatos para el envío del contenido multimedia, entre los que se encuentran H.263, MPEG, permite el envío de Streaming en tiempo real haciendo uso de los protocolos estándar RTSP y RTP. Funciona bajo licencia Shareware y no es de código abierto [36].
- Darwin Streaming Server. Es una plataforma derivada y con funcionalidades similares al QuickTime Streaming Server, pero de libre uso y por tanto permite hacer modificaciones al código fuente. Esta implementación fue desarrollada por Apple y ofrece soporte para múltiples protocolos Streaming, entre los que se destacan RTP, RTSP y RTCP. Además permite el uso de formatos de archivos multimedia múltiples entre los que se destacan H263 y MPEG. Funciona bajo los sistemas operativos Max OS X, Windows en todas sus versiones y sobre Linux [38].

1.3.4 Formatos multimedia

La tecnología de Streaming multimedia sobre redes inalámbricas es todo un desafío, lograr por medio de ellas una aceptable calidad de recepción entre el transmisor y el receptor y además encontrar un formato de compresión adecuado para soportarla no es una tarea fácil.

1.3.4.1 MPEG-4

El estándar MPEG-4 como se describió antes, es un codificador de audio y video desarrollado por el grupo MPEG, actualmente usado en la compresión de datos multimedia, hace algún tiempo atrás fue el codificador más usado en el mercado de los estándares para la Televisión Móvil por IP. MPEG-4 aparte de soportar las características de interactividad que necesita la IPTV Móvil, presenta una en especial la cual permite a los desarrolladores del servicio, poder distribuir por medio de Streaming el mismo contenido a todos los dispositivos, que funcionan bajo los diferentes sistemas operativos.

1.3.4.2 3GPP PSS

La Sociedad 3GPP (3rd Generation Partnership Project) es una congregación establecida en 1998, que promueve la colaboración por medio de estándares a diferentes servicios de telecomunicaciones. El alcance inicial del proyecto 3GPP era producir las especificaciones técnicas globales que se usarían en las redes móviles de 3G, pero en la actualidad también producen especificaciones que ayudan al mantenimiento y el desarrollo de la tecnología GSM. El 3GPP PSS (3GPP Packet Switched Streaming), es una especificación que define un marco para la interoperabilidad, extremo a extremo para los servicios de Streaming en las redes móviles basadas en el protocolo IP.

La especificación número 4 del estándar 3GPP PSS define un marco básico, protocolos, codificadores, y al 3GP como contenedor para los archivos con el contenido multimedia. Este códec de archivo soporta los formatos AMR y MPEG-4 AAC para ser usados en la codificación del audio y los formatos H.263 y MPEG-4 como los codificadores elegidos para la codificación del video. 3GPP PSS es ampliamente soportado por la mayoría de los proveedores de plataformas Streaming, también por muchos teléfonos móviles disponibles desde hace algún tiempo en el mercado (dispositivos gama media y alta). Con lo anteriormente expuesto se puede garantizar que el estándar 3GPP PSS para aplicaciones de Streaming multimedia hacia dispositivos móviles es el más importante hoy en día [31].

1.3.5 Pila de protocolos

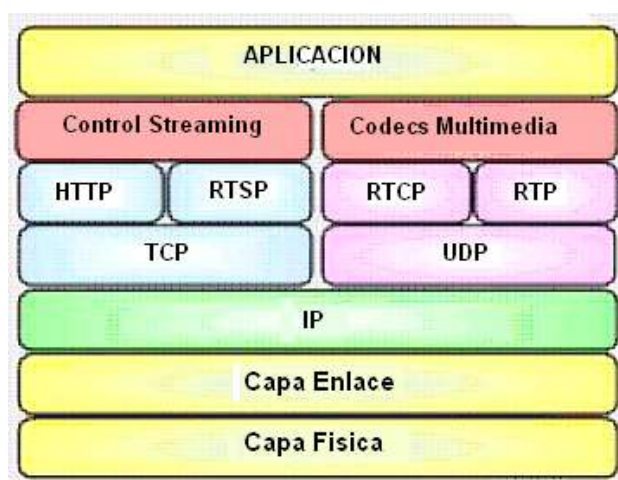


Figura 1. Pila de Protocolos para aplicaciones Streaming

A medida que la tecnología de Streaming de contenido multimedia fue desarrollándose hasta llegar a lo que se tiene hoy en día, fueron creados algunos protocolos exclusivamente para aplicaciones de este tipo. Unos de ellos tienen como objetivo inicializar y controlar las sesiones de Streaming, entre los que se encuentran RTCP, RTSP y SDP, otro protocolo se creó exclusivamente para transferir los datos de la carga útil, este es conocido como RTP. El estándar 3GPP PSS, explicado en el apartado anterior, presenta la pila de protocolos adecuada para este tipo de envíos y se puede observar en la Figura 1. En esta pila se muestra como los protocolos TCP y UDP funcionan a través de la red móvil sobre IP. Se debe anotar que Streaming de datos de audio y video debe hacerse sobre el uso del protocolo UDP, ya que el uso de los protocolos de TCP y HTTP son usados a menudo en la descarga continua de archivos por Internet, pero no es incluido en la norma 3GPP PSS porque no son muy efectivos a la hora de entregar contenido multimedia en tiempo real.

1.3.5.1 HTTP

Se encarga de cumplir con el completo envío de la información entre la aplicación de un cliente y el servidor. HTTP es un protocolo de la capa de aplicación que permite la recepción remota de datos, este se basa en transacciones y sigue el esquema petición respuesta entre un cliente y un servidor. Sin embargo el manejo de Streaming con HTTP resultaría ineficiente porque este trabaja sobre el protocolo TCP, protocolo que garantiza seguridad en la entrega de paquetes en el destino, por medio de peticiones y respuesta, es decir redundancia de información [30].

1.3.5.2 RTSP

Es un protocolo de nivel de aplicación usado para establecer y controlar uno o varios tiempos de sincronización del envío continuo de Streaming multimedia, como el audio o el video, es decir es utilizado para el control de la entrega de datos en tiempo real. RTSP no es usado para entregar particularmente la carga útil de los datos, aunque por medio de este sea posible, normalmente el protocolo que ejecuta esta acción es el RTP. Básicamente RTSP puede pensarse como el control de la red para los servidores multimedia. El correcto funcionamiento de RTSP se presenta cuando este es asociado con RTP y RTCP [31]. RTSP es un protocolo basado en texto, similar a HTTP, pero a la vez se encuentran drásticas diferencias entre uno y el otro. La más importante es que

RTSP es un protocolo basado en sesión de usuario no como el HTTP. RTSP es un protocolo independiente del resto de protocolos, es así como la sesión de usuario se mantiene independiente. Por ejemplo RTSP no tiene nada que ver con los protocolos de transporte que se pueden usar como TCP y UDP, sin embargo si se trabaja con RTSP sobre UDP se estaría asegurando velocidad sobre confiabilidad, ya que UDP es un protocolo no orientado a la conexión. Por último se podría decir que RTSP tiene un mecanismo de control aleatorio que le permite un acceso fortuito a los datos, permitiendo realizar funciones típicas del servicio de IPTV como pausar, reproducir, parar, adelantar y retroceder [39].

1.3.5.3 RTP

Es un protocolo definido por la IETF en el RFC 1889 y por la ITU en el estándar H.225.0, proporciona solución extremo a extremo para el transporte de datos multimedia en tiempo real, con RTP se puede soportar diferentes tipos de transmisiones como Unicast y Multicast, se debe aclarar que RTP es exclusivamente un protocolo de transporte, de esta manera se puede decir que no está encargado de la calidad del servicio en ninguna transmisión de Streaming, RTP es independiente de los protocolos de transporte subyacentes y de las redes en general, como se puede observar en la Figura 1, pero cuando se usa Streaming de audio o video sobre redes IP, normalmente la transferencia se realiza sobre UDP para asegurar el envío de información en tiempo real [40].

1.3.5.4 TCP

Este protocolo también es usado en el envío de la carga útil del Streaming, pero al contrario a UDP es orientado a la conexión, por lo cual hace verificación de la recepción de cada paquete que es enviado, reduciéndole la efectividad en el envío de datos multimedia en tiempo real, además de congestionar la red en casos en los que se pierdan una cantidad considerable de paquetes [30].

1.3.5.5 UDP

Es un protocolo de nivel de transporte, al igual que TCP, pero con diferencias radicales en la forma en la cual funcionan, por ejemplo con UDP no se tiene cuidado si los paquetes son transmitidos en el orden adecuado o no, este protocolo no se preocupa por la

adecuada llegada de los paquetes de datos, esto se debe a que es un protocolo no orientado a la conexión, esto quiere decir que prefiere la velocidad en la entrega de los datos sobre la confiabilidad, es por estas razones que UDP es un protocolo usado ampliamente a nivel mundial para transmisiones multimedia en tiempo real [30].

2.1 Contextualización

Con el ánimo de presentar los lineamientos para prestar el servicio de IPTV Móvil en Colombia, es necesario definir un marco de referencia que, sirva de estructura conceptual y guía en el proceso de identificación y evaluación de los requerimientos de los servicios asociados a la televisión sobre dispositivos móviles. Como parte fundamental de los lineamientos se especifica una arquitectura de referencia (ver capítulo 3) y adicionalmente se presenta una implementación de prueba (ver capítulo 4).

El marco de referencia a partir del cual se definen los lineamientos para prestar el servicio de IPTV Móvil en Colombia, propuesto en esta monografía, está basado en el modelo de referencia de medios propuesto por Beat Schmid en 1999 [49] y en el marco de referencia para aplicaciones de comercio móvil propuesto por Stanoevska-Slabeva en el año 2002, mostrado en la **Figura 2** [50].

2.1.1 Modelo de Referencia para el Desarrollo de Aplicaciones de Medios

El modelo de referencia de medios creado por Schmid proporciona una guía para construir un medio basado en la información y las tecnologías de comunicación, guiando procesos de evaluación de requisitos e identificando los servicios requeridos.

Con el objeto de crear una buena base de conocimiento y entendimiento del modelo de referencia de medios es necesario empezar con la definición del término medios, entendiéndose por este las plataformas de interacción social basadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones, que les permite a participantes reunirse e involucrarse en una estructura física, lógica y socio-organizacional común. Basándose en tecnologías subyacentes, Schmid, distingue dos tipos de medios: Medios de Negocio, los cuales proveen plataformas para el intercambio de bienes y servicios, y Medios de Conocimiento, que proveen plataformas para el almacenamiento, administración e intercambio del conocimiento.

2.1.2 Modelo de Referencia para el Desarrollo de Aplicaciones de Comercio Electrónico Móvil

Este modelo de referencia creado por Stanoevska-Slabeva en el año 2003, proporciona una guía para el diseño e implementación de aplicaciones de comercio electrónico móvil, está basado rigurosamente en la propuesta de Schmid descrita en el apartado anterior, y en los resultados de los estudios que involucran Internet Móvil.

Vista Comunidad. Esta capa hace referencia a la valoración del grupo de usuarios designados como potenciales y la identificación de sus necesidades y las situaciones móviles pertinentes en las cuales los servicios ofrecidos agregan valor para el usuario. Desde el punto de vista específico del comercio electrónico móvil, existen dos factores críticos a ser estudiados:

- Debería existir un amplio grupo potencial de usuarios familiarizado con la tecnología y con deseos de utilizar aplicaciones m-commerce (mobile-commerce).
- Las aplicaciones móviles proveen valor agregado sólo en situaciones específicas, de esta manera estas deben ser cuidadosamente diseñadas para reunir los requerimientos de eventos específicos y de los usuarios potenciales.

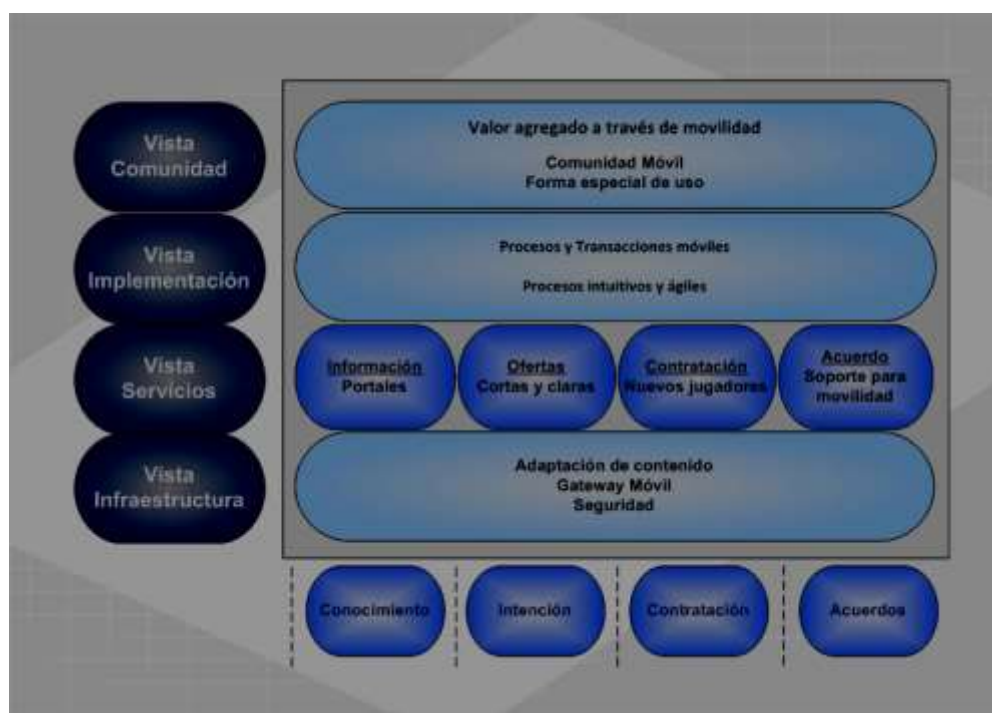


Figura 2. Modelo de Referencia de Comercio Móvil

Vista Implementación. Tomando como base los resultados del análisis de la vista Comunidad, en la capa de implementación, los procesos principales deben ser identificados y ajustados a las características de los dispositivos móviles, teniendo en cuenta:

- Realización de una transacción completa en pocos pasos.
- Los pasos del proceso deben ser comprensibles e intuitivos para el usuario.
- La Información sobre el estado del proceso en el cual se encuentra el usuario, debe estar disponible

Vista Servicios. En esta vista los servicios básicos tienen que ser definidos para cada paso de la transacción del mercado. Para el comercio electrónico móvil Stanoevska-Slabeva definió cuatro: Servicios de conocimiento (proporcionan soporte para el uso y gestión del conocimiento que se encuentra disponible a través de la aplicación móvil), Servicios de Intención (brindan soporte a los usuarios en la articulación de sus intenciones de compra y necesidades), Servicios de Contratación (brindan soporte para el pago del servicio a obtener, a través de la logística habilitada por los sistemas de pago electrónico) y Servicios de Acuerdo (proporcionan soporte para el pago del servicio a obtener, a través de la logística habilitada por los sistemas de pago electrónico. En el caso del m-commerce, los contratos formales escritos sólo son requeridos cuando el producto o servicio adquirido tiene un valor alto).

Vista Infraestructura. En esta vista, los requerimientos son mapeados a los módulos y aplicaciones software que se encuentran disponibles en el mercado o deben ser desarrollados. En general, Stanoevska-Slabeva sugiere que una aplicación de comercio electrónico móvil contenga los siguientes módulos:

- Soporte de adaptación de contenido para diferentes tipos de terminales.
- Middleware móvil, capaz de reconocer de forma automática las capacidades del dispositivo.
- Soporte para seguridad en términos de políticas de acceso y cifrado.
- Middleware para integración con sistemas legados y servicios disponibles en Internet.

2.2 Marco de Referencia para el Servicio de IPTV Móvil en Colombia

El marco de referencia propuesto para proveer el servicio de IPTV Móvil en Colombia se puede observar en la Figura 3. Para la elaboración del mismo se tomó como base

fundamental los modelos descritos en la sección 2.1. Los lineamientos a tener en cuenta para la implementación del servicio de IPTV Móvil en Colombia serán descritos en el contexto del marco de referencia propuesto.

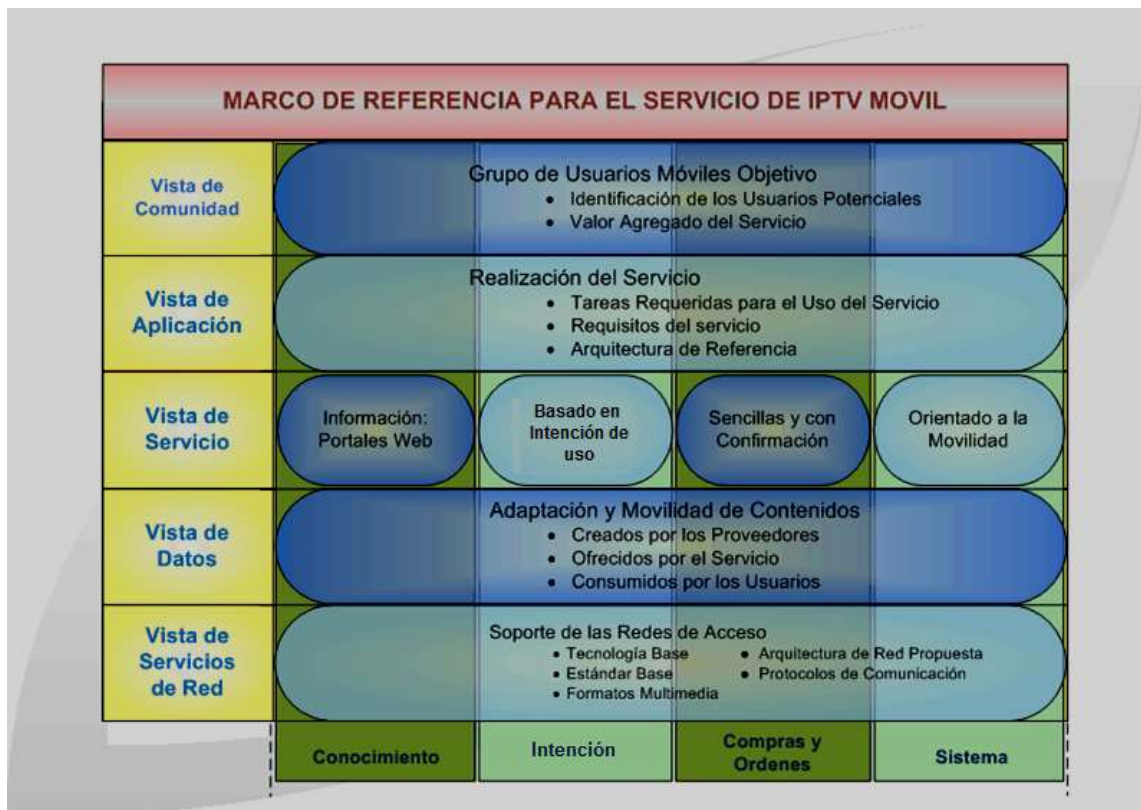


Figura 3. Marco de Referencia de IPTV Móvil

A los modelos de referencia base, descritos en la sección anterior, se les realizaron tres modificaciones de gran importancia (Ver Figura 4), debido a la necesidad de adaptarlos a las características de un servicio basado exclusivamente en el ofrecimiento de contenidos multimedia a través del protocolo Internet para diversos terminales móviles y celulares que los soporten.

La primera modificación realizada, tiene que ver con la aparición de un nuevo nivel, la Vista de Datos, con este se da el soporte necesario al marco de referencia en lo concerniente a la adaptación y movilidad de los contenidos multimedia, como un elemento esencial, ofrecido en el servicio de IPTV móvil.

La segunda modificación realizada a los modelos base, hace referencia a la variación en los nombres de dos de las vistas generales, la primera es la modificación de la Vista de Implementación por la vista de Aplicación, esto con el objeto de hacer énfasis en los desarrollos necesarios para la ejecución del servicio y dar más claridad al objeto primordial de esta vista.

Por otra parte se realizó el cambio de la Vista de Infraestructura por la Vista de Servicios de Red, con el cual se verán de mejor manera los lineamientos propuestos para el soporte en las redes de acceso al servicio de los diferentes protocolos de comunicación de datos utilizados.

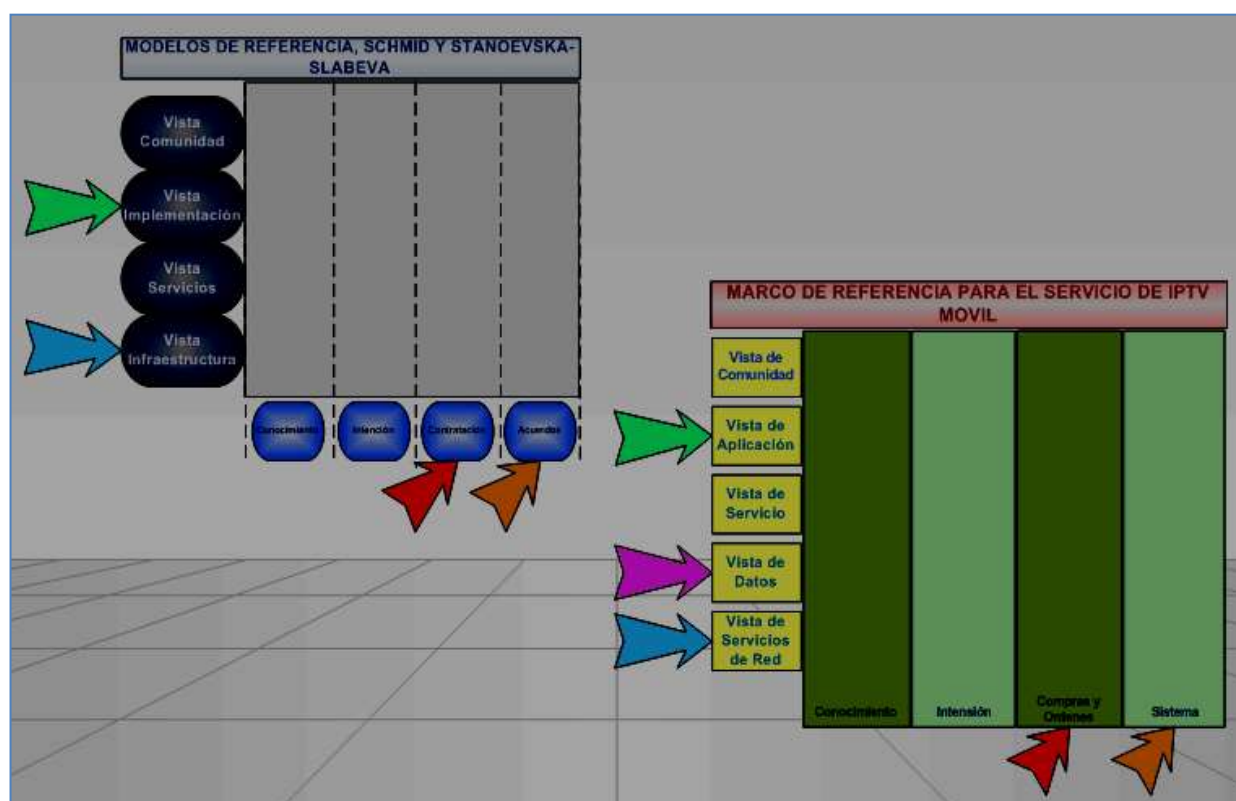


Figura 4. Comparacion entre los Modelos y el Marco de Referencia

La tercera modificación se refiere a los servicios básicos pertenecientes a la Vista de Servicio, en los cuales puede observarse el cambio de nombre y objeto de los dos últimos, se ha cambiado el servicio básico de contratación a compras y ordenes, debido a que para el servicio de IPTV Móvil el registro por parte de los usuarios no es tan

importante como la compra y las ordenes de los contenidos ofrecidos, y por último la modificación del servicio básico de acuerdos por sistema, en donde se pretende modelar de mejor manera el consumo del servicio y de los contenidos multimedia adquiridos por parte del usuario y consumidos en su dispositivo móvil.

2.2.1 Vista de Comunidad

Con el ánimo de definir de mejor manera los lineamientos correspondientes a la Vista de Comunidad, se propone empezar por describir dos factores de vital importancia para ésta: el estudio del marco regulatorio y el de mercado, estos ítems reflejan el estado legal de la vista de comunidad en el entorno colombiano y el comportamiento social frente al mercado de las comunicaciones móviles.

Marco Regulatorio

La televisión es el medio de comunicación preferido por los colombianos para informarse y recrearse, este es el motivo por lo cual es considerado como un medio de alta influencia en la sociedad. Desde el punto de vista legal la televisión se ha considerado desde sus inicios en el país como un servicio público sujeto a titularidad, reserva, control y regulación del estado, a la vez se permite la prestación de este servicio mediante concesión de licencias a entidades públicas, particulares y comunidades organizadas, en donde se tiene en cuenta la finalidad social que se debe cumplir al prestarlo [41].

Viendo a la TV desde el punto de vista tecnológico se puede decir que este servicio ha contribuido en gran parte al desarrollo del sector de las telecomunicaciones, pero si se la ve desde el punto de vista social la TV ha permitido al estado cumplir con la obligación de brindarles a los colombianos acceso a la información, la comunicación y el entretenimiento, estos son puntos base inmodificables para cuando se actualice la regulación de este servicio [41].

Los avances tecnológicos en el tema han permitido crear nuevas formas de llevar TV a los usuarios, una de ellas y la más importante en este momento para el sector es a través del protocolo IP, generando escenarios totalmente diferentes al que se tenía cuando se legisló el servicio de televisión por primera vez en Colombia, es por esto que el servicio de televisión debe ser nuevamente legislado. Todo esto ha creado una problemática conceptual entre la Comisión Nacional de Televisión y el Ministerio de Comunicaciones,

en donde se discuten importantísimos temas como en qué tipo de servicios debe clasificarse a la Televisión Digital y la Televisión Móvil, si como servicios públicos o como servicios de telecomunicaciones, respectivamente para cada ente regulador, además de cuál sería la entidad competente para regularlos [41].

Es deber del estado Colombiano superar esta problemática de regulación, además del correcto trabajo de la Comisión Nacional de Televisión y el Ministerio de Comunicaciones depende el debido desarrollo del sector, las ventajas que pueda ofrecer este nuevo mercado e impedir la generación de los traumas característicos en las luchas de poderes e intereses económicos [42].

En la actualidad ha sido la Comisión Nacional de Televisión (CNTV), como ente rector del servicio público de televisión en Colombia, la institución encargada de legislar y liderar la implementación, en coordinación con los demás agentes del sector, del servicio de Televisión Digital Terrestre en el país. Entre las funciones que debe desempeñar esta entidad con el objeto de garantizar el pluralismo informativo, la competencia, la eficiencia en la prestación del servicio de televisión en el país, y de evitar las prácticas monopolísticas en su operación y explotación se encuentran la de ejercer, en representación del Estado, la titularidad y reserva de dicho servicio, desarrollar y ejecutar los planes y programas en relación con este, e intervenir, gestionar y controlar el uso del espectro electromagnético utilizado para su prestación. Con el fin de alcanzar este objetivo la Comisión ha planteado la conformación de grupos de concertación interinstitucional para estudiar, analizar y proponer el estándar de transmisión adecuado por el que el país debe optar, las políticas de producción de programas en formatos digitales y los alcances del sistema de televisión digital.

Después de participar en seminarios internacionales sobre la temática, realizar consultas con expertos alrededor del mundo, y analizar la situación de la televisión digital a nivel global, la CNTV ha decidido escoger el estandar Europeo DVB-T sobre los otros 2 candidatos, el estándar Americano ATSC (Advanced Television Systems Committeé), y el Japonés ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting), además de realizar un cronograma de tareas con el cual se logrará implementar el nuevo servicio de Televisión Digital Terrestre, la adopción de las tecnologías adyacentes (entre las que se encuentra la Televisión Móvil) y el posterior apagón analógico (llamado así a la sustitución total de la actual tecnología de televisión) [43], entre las actividades es posible destacar la realización de foros y seminarios para los ciudadanos en general y las industrias

involucradas en la cadena de valor, realización de pruebas técnicas, planificación del espectro, estudio económico y financiero de la implementación, regulación de las políticas y legislación, y por último la implementación y transición al nuevo estándar de Televisión Digital Terrestre [44].

Es por lo mencionado anteriormente que se propone implementar el servicio de IPTV Móvil en Colombia de la manera mas rápida posible, ya que al no estar regulado en la actualidad por la Comisión Nacional de Televisión, se puede obtener por parte de los proveedores un mayor rendimiento de utilidades, y por los usuarios acceso a tecnologías de forma temprana pero a altos costos.

Mercado

En el amplio sector de las telecomunicaciones y sus servicios es posible encontrar las razones por las cuales el comportamiento de la sociedad ha cambiado en los últimos años de manera relevante, este proceso de cambio es llamado por algunos expertos como la revolución de la información, por medio de este concepto se intenta demostrar como la llegada de los nuevos servicios impacta de manera directa en el comportamiento social. El punto que se hace necesario tocar es mostrar cómo puede ser posible prever el comportamiento social antes de la implementación de los nuevos servicios en el área. El estudio de mercado es un proceso supremamente importante a la hora de implementar nuevos servicios y más aún si estos pertenecen al sector de las telecomunicaciones, esto debido a la dura competencia que los proveedores ejercen en el mercado [45].

Los objetivos primordiales a la hora de estudiar el comportamiento de las masas frente a la posible implementación de los nuevos y diferentes servicios desde la perspectiva del proveedor son esclarecer la acogida que tendrán, establecer los posibles canales de retorno a la inversión, además de intentar esclarecer la posible transformación que el mercado del sector presentaría y el comportamiento social que este conllevaría [45].

Con el nacimiento de los servicios de próxima generación (íntimamente comprometidos en la personalización de los contenidos para beneficio de los usuarios) es necesario presentar un estudio del mercado que refleje el comportamiento social a la hora de implementarlos, en este aspecto se hace importante aclarar la forma en la que las masas sociales se comportarán con la llegada del nuevo servicio y cómo podrán los proveedores

atacar las fallas presentes para crear un servicio más compacto y con menores riesgos de implementación y entrada al mercado.

Específicamente hablando del servicio de IPTV Móvil, el cual no ha sido implementado en el país, se encontraron diferentes estudios que permiten determinar el comportamiento real de la sociedad colombiana frente a su implementación y posterior consumo, se puede empezar con una breve descripción de la situación actual, en cuanto a telefonía celular se refiere, para determinar el número potencial de clientes y las personas objeto del servicio; posteriormente, se observaron diferentes estudios de mercado externos al país (especialmente en países iberoamericanos) para extrapolar el comportamiento de las masas a nuestro contexto.

A continuación se presenta el estudio de mercado practicado en un país desarrollado en el cual la implementación del servicio se realizó en el año 2006, y uno realizado en Brasil en el año 2007. Lo anterior para tener una perspectiva cercana a la realidad del país.

Caso España

Según datos de una prueba piloto realizada por los principales fabricantes de telefonía móvil y de sus respectivos operadores en España en el 2006, se encontró que el 75% de los participantes en la experiencia recomendaron el servicio, y destaca que más de la mitad (55%) estuvieron dispuestos a pagar para disfrutar de la IPTV en su móvil. El estudio también destacó que los usuarios dedicaron un promedio de 16 minutos al día a ver la televisión en su dispositivo móvil, sobresaliendo el uso de este servicio en lugares como la casa y los trayectos realizados en transporte público [46].

Después de realizada esta prueba y observando las estadísticas actuales del consumo por parte de los usuarios españoles, se hizo posible la previsión del comportamiento de este servicio, con lo cual se encontró que en España se calculan los ingresos de las compañías de telefonía móvil relacionados con los contenidos multimedia, pasando de los 850 millones de euros consumidos en el 2005, a 3.200 millones para el 2010, ese mismo año se espera que a nivel mundial el número de teléfonos móviles que soporten el servicio supere los 8 millones que existen en la actualidad, y alcancen los 120 millones (lo cual representaría el 10% del mercado total de dispositivos móviles). Además de los datos anteriores para finales del 2006, cerca de 4.2 millones de personas disponían de móviles de 3G. En 2007 esta cifra se triplicó alcanzando los casi 14 millones, pero para el 2009 se esperan cifras de hasta 100 millones de personas con este tipo de dispositivos [46].

Caso Brasil

Por otro lado en Brasil, el mercado de la telefonía celular está presentando algunas peculiaridades, como la expansionalidad y el grado de penetración del mercado, actualmente este es cercano al 51% de la población a finales del año 2007, contrario al de los países europeos y asiáticos, en los cuales varía entre el 80% y 100%. Por medio de un estudio se prevé que el mercado de televisión móvil y el intercambio en general de datos multimedia, crezca de un bajo 3,56% a mediados del 2004 a un 14% a finales del 2008, esto debe ser el resultado de la entrada e implementación de los nuevos servicios y tecnologías de última generación a un costo asequible para el consumidor [45].

A nivel mundial se muestra que hasta el momento el mercado de la Televisión Móvil, ha cumplido con las expectativas creadas cuando este servicio fue creado, el consumo de datos sobre las redes inalámbricas crece día a día y presenta un prometedor futuro para la llegada de los servicios de última generación, Suramérica no es la excepción a esta previsión, aunque el mercado apenas se encuentra en las fases de inicio, se pueden ver notables reacciones por parte de las masas a inclinarse a favor del uso de las nuevas tecnologías y adaptarlas a sus entornos normales de vida.

Después de revisar profundamente los estudios del marco regulatorio y de mercado, se deben aterrizar estos a los dos factores críticos que deben ser tenidos en cuenta en la vista de comunidad para la implementación de un servicio móvil (como se mencionó en los apartados 2.1.1 y 2.1.2):

- Debe existir un grupo objetivo identificado, con conocimiento de la tecnología y dispuesto a usar la aplicación específica.
- Identificar las situaciones específicas en las que la aplicación móvil agrega valor significativo al usuario.

Para definir de mejor manera los lineamientos de la vista de comunidad se ha tomado como base fundamental otros dos estudios realizados en un país hispanoamericano (España) [53] [54], sobre los cuales se realiza un acercamiento más profundo a las situaciones que se tendrán con la entrada del servicio de televisión móvil a nuestro país, además del comportamiento y las necesidades del usuario que este debe suplir. Por esta razón, los lineamientos de la vista de comunidad se han dividido en dos grupos, la

identificación de los usuarios potenciales y la agregación de valor a proporcionar con el servicio de IPTV Móvil.

Identificación de los usuarios potenciales del servicio de IPTV Móvil

Por medio de este ítem se ilustra cuál es la población objetivo sobre la que se debe orientar la IPTV Móvil. Sin embargo, para llegar a este punto primero se analiza el comportamiento de los usuarios de telefonía celular en España ante el consumo multimedia, las edades con mayor penetración en el área y los pronósticos de pago por consumo de datos. Luego se extrapola la información para obtener los lineamientos correspondientes a Colombia.

1. ¿Qué esperan los usuarios en un nuevo dispositivo móvil?

A pesar de las nuevas características que pueden brindarse en los dispositivos móviles emergentes, entre el 49% y 55% de los españoles menores de 24 años prefiere en estos características básicas y entre un 45% y 51% de los mismos prefiere mejoras físicas, en transmisión de datos y en entretenimiento sobre los diferentes dispositivos; por su parte, usuarios entre 25 y 64 años de edad de los cuales en un rango entre el 63% y 69% prefiere las características básicas y solo entre el 31% y 37% prefiere agregar alguna característica de las nombradas anteriormente [53].

A partir de las cifras anteriormente expuestas, se puede determinar que son los jóvenes españoles los usuarios mejor dispuestos a usar su teléfono móvil para tareas diferentes a las que se realizan convencionalmente sobre estos, sin embargo esto no significa que los usuarios mayores sean renuentes al uso de este en tareas no convencionales, como para el consumo de datos.

2. ¿Cuál es la disposición de pagar por el servicio de televisión Móvil?

Entre los diferentes contenidos que pueden ser brindados por medio de la Televisión Móvil, el porcentaje de usuarios españoles dispuestos a pagar por: partidos de futbol no emitidos en televisión abierta un 38%, películas de estreno (al mismo tiempo que salen en cine) un 59%, películas de DVD un 50%, capítulos de series no estrenados en televisión abierta un 44%, por capítulos de series ya vistos en televisión abierta un 27% y por contenidos para adultos otro 27% [54].

Estas cifras muestran que los contenidos a brindar por medio de la Televisión Móvil son correctamente aceptados por los usuarios españoles, y corroboran la disposición de estos a pagar por el consumo.

3. ¿Cuál es el precio que se le daría a los diferentes contenidos a ser consumidos?

Los usuarios españoles del servicio están dispuestos a pagar por partidos de futbol no emitidos en abierto 2,7 euros, por películas de cine en el preciso momento de su estreno 2,9 euros si es por verla online una sola vez y 3,2 euros si este puede descargarla y disfrutar de ella ilimitadamente, por películas de DVD 1,8 euros por observarla una sola vez y 2,4 euros si puede descargarla y disfrutarla varias veces, por capítulos de series no estrenados en televisión 1,6 euros, por capítulos de series estrenados en televisión 1 euro y por películas para adultos 1,8 euros si puede verla una sola vez o 2 euros si puede almacenarla y reproducirla ilimitadamente [54].

Es posible observar en estos montos que los contenidos a brindar por medio del servicio de Televisión Móvil son apetecidos por los usuarios españoles y además se afirma la disposición de pagar por estos, cifras considerables.

4. ¿Cuáles son las edades que pagarían por los diferentes contenidos?

Para usuarios españoles menores de 24 años de edad entre el 20% y 22% no saben si estarían dispuestos a pagar o definitivamente no pagarían por los contenidos, frente a un 78% y 80% de estos que si estarían dispuestos a pagar por el consumo de datos del servicio, mientras para usuarios con edades desde los 25 hasta los 64 años un rango entre el 26% y 49% no saben si pagarían por el consumo o definitivamente no pagarían nada, frente a un 51% y 74% de los cuales si estarían dispuestos a pagar por el consumo de los diferentes contenidos presentados en el servicio [53].

Los datos presentados muestran que los usuarios españoles jóvenes (menores de 24 años) son los más propensos a pagar por el consumo de los diferentes contenidos multimedia que se pueden ofrecer a través del servicio de Televisión Móvil, sin embargo se debe anotar que los usuarios mayores también podrían ser consumidores activos de los servicios y estar a la vez dispuestos a pagar por ellos en razones mayores a la mitad de los mismos, lo cual es una cifra considerable para el consumo del servicio.

Después de analizar el comportamiento de los usuarios españoles de telefonía celular ante el consumo de los diferentes contenidos multimedia que se pueden ofrecer por

medio de la implementación del servicio de Televisión Móvil, de identificar las edades que presentan un mayor acercamiento y su disposición a hacer uso de la tecnología, y de determinar los pronósticos de pago por el consumo del servicio, se puede realizar una analogía del comportamiento esperado en la población colombiana con la entrada del servicio de Televisión Móvil y más específicamente para el de IPTV Móvil.

Los usuarios objeto del servicio de IPTV Móvil se espera sean en general toda la población en cualquier rango de edades que desee hacer uso del servicio y pagar por el consumo del mismo; sin embargo se debe mencionar que los consumidores con mayor disposición al uso y su correspondiente pago, y que al mismo tiempo representarán un mayor beneficio en términos económicos para el servicio serán los jóvenes decididos a encontrar en la Televisión Móvil un servicio determinante en la búsqueda de su entretenimiento.

Con el fin de aterrizar los datos presentados en el estudio español al entorno colombiano, se hace necesario determinar la cantidad de usuarios que pueden ser declarados como proclives a utilizar el servicio, es por esto que se han revisado los datos suministrados por el Ministerio de Comunicaciones con los reportes generados por los operadores pero debidamente auditados por la Superintendencia de Industria y Comercio, en su primer informe trimestral del presente año, se muestra que a 31 de marzo de 2008 existen 35.626.302 abonados de telefonía móvil (líneas activas) en Colombia, en la Tabla 3 se presenta la forma en la cual se encuentran repartidos los usuarios en los tres operadores de telefonía móvil existentes y el tipo de servicio que tienen activado para el primer trimestre del 2008 en Colombia, los porcentajes de usuarios con servicio prepago y postpago activados son: 84,62% y 15,38% respectivamente [47].

El ARPU (Average Revenue Per User), cantidad de dinero promedio que los usuarios gastan en los servicios celulares mensualmente, en el año 2007 fue de \$19.530 pesos [48], el cual es un valor relativamente bajo, por otra parte se ha concluido que los precios que pagarían los españoles por la utilización del servicio, es alto comparado con el ARPU Colombiano.

Por todo lo mencionado anteriormente se propone crear un modelo de negocio diferenciado para el servicio de IPTV Móvil en Colombia, la primera parte de este propone atacar el 15,38% de los usuarios postpago colombianos creando la suscripción a paquetes de servicios con pago mensual, y la otra que abarque al 84,62% de los usuarios

prepago en la telefonía celular colombiana, en donde se permita pagar individualmente (por demanda) los contenidos pretendidos, permitiendo al usuario acceder al servicio dependiendo de la capacidad económica presente, aclarando que el costo por contenido multimedia para el entorno colombiano debe ser relativamente bajo respecto al español, con el fin de permitir el acceso a muchos más usuarios y eliminar barreras de acceso a nuevas tecnologías.

Finalmente, es determinante para el marco de referencia del servicio de IPTV Móvil en Colombia realizar un análisis sobre el tipo de terminales que poseen los colombianos, proporcionando los lineamientos que este genere, el estudio es de gran importancia debido a que permite segmentar la población objeto del servicio. Según Manuel Pinzón, gerente de mercadeo de celulares de Samsung Colombia, los usuarios que poseen equipos de segmentos bajos no superarán el 60 por ciento del mercado en el 2008, lo que permite identificar que en el entorno colombiano la cifra que representa a los usuarios que poseen teléfonos de gama media y alta es del 40% [55], mencionado esto, es necesario aclarar que IPTV Móvil se ha enfocado para terminales de este tipo (gama media y alta), como se verá en el apartado 2.2.5 de este documento.

NÚMERO DE ABONDOS ACTIVOS			
OPERADOR	NÚMERO DE USUARIOS	USUARIOS PREPAGO	USUARIOS POSTPAGO
COMUNICACIÓN CELULAR S. A.	23.129.498	19.777.799	3.351.699
COMCEL S. A.			
TELEFÓNICA MÓVILES	8.754.530	6.931.695	1.822.835
COLOMBIA S. A.			
COLOMBIA MÓVIL S. A. ESP.	3.742.274	3.438.676	303.598
TOTAL	35.626.302	30.148.170	5.478.132

Tabla 3. Número de Abonados Celular Activos en Colombia

Valor agregado para los usuarios del servicio de IPTV Móvil

Para definir las necesidades y situaciones móviles en las cuales el servicio de Televisión Móvil proporcionará un importante valor agregado para los usuarios, se realizará el acercamiento para el caso colombiano de los hábitos de los usuarios de la telefonía móvil en España. Es significativo aprovechar, para los lineamientos, en este ítem la característica de movilidad del usuario, el reducido costo al cual se pueden ofrecer los

servicios, resaltar los nuevos servicios a brindar y las características exclusivas que estos presentan. De esta forma, deben ser resueltos cuatro cuestionamientos básicos:

1. ¿Qué tipo de servicio de la Televisión Móvil es de mayor interés para los usuarios?

Entre los servicios que ofrece la Televisión Móvil podemos encontrar el especial interés que presentan los usuarios españoles hacia algunos de ellos, el 62% considera de mayor interés los programas que pueden ser configurados para ser observados en el momento que lo deseen, un 55% ve mayor utilidad en contenido televisivo presentado en vivo de la misma manera en que se despliega en la Televisión tradicional y un 44% ve con interés el poder observar resúmenes en el dispositivo móvil de los mejores momentos de los diferentes programas [54]. A partir de esta información se infiere que los usuarios españoles ven de mejor manera y es de gran interés para ellos los servicios de la Televisión Móvil con los cuales pueden personalizar el contenido a ser consumido.

2. ¿Qué tipo de contenido es más apetecido por los usuarios?

Respecto a los temas y contenidos que presentan un mayor potencial a consumir por parte de los usuarios españoles de la Televisión Móvil se encuentran: las noticias con un 56%, la música con un 50%, la información meteorológica con un 49%, las películas con un 47%, los deportes con un 45% [54].

De la información presentada anteriormente se determinó que el contenido esperado por los usuarios españoles en la Televisión Móvil es básicamente de dos tipos, el primero de entretenimiento (deporte, música) y el segundo de carácter informativo (noticias).

3. ¿Es de interés de los usuarios poder ver televisión en cualquier lugar?

Para un alto porcentaje (46%) de los usuarios del servicio de Televisión Móvil en España, causa alto grado de interés ver la televisión en cualquier lugar, sin embargo otro alto porcentaje (28%) no ha determinado su posición, terminando con un bajo porcentaje (26%) que no presenta ningún tipo de interés en ver Televisión accediendo a ella en cualquier lugar. Es interesante destacar que, en el momento actual, el espacio donde más se accede al servicio es en el hogar (49%), en los medios de transporte (35%), en la calle en general (25%) y en otros lugares (10%) [54].

Es importante destacar que la Televisión Móvil para la mayoría de los usuarios españoles es aún un servicio que causa curiosidad, por lo cual su primer acercamiento puede ser de escasa duración, aparte se considera el hogar como el espacio donde mejor puede tener

lugar la exploración de este. Sin embargo para los usuarios la característica de movilidad que presenta el servicio es el mayor atractivo que encuentran sobre este, pues aunque sea la casa el lugar donde más veces acceden al servicio, no renuncian por interesarse en acceder a este desde cualquier lugar.

4. ¿Qué inconvenientes ven en el uso de la tecnología?

Los inconvenientes pueden catalogarse de dos maneras, la primera por los usuarios españoles que no han accedido ninguna vez al servicio y los que usaron el servicio y no quedaron conformes con el mismo, para los usuarios que no han accedido al servicio los mayores inconvenientes en hacer uso de este los encuentran en el elevado precio (24%), poco interés en la tecnología (17%), preferencias en la televisión tradicional (11%), falta de tiempo (7%), falta de información sobre el servicio (6%), entre otros; y para los usuarios que ya han hecho uso del servicio los inconvenientes en la experiencia son la mala calidad (31%), el precio elevado (20%), la pantalla pequeña (18%), cortes en la emisión (8%), entre otros [54].

Cabe anotar que es el proveedor de servicio y el proveedor de acceso los que tienen en las manos la solución a la mayoría de los inconvenientes presentados anteriormente, pues en ellos recaen todas las responsabilidades de generar las necesidades de consumo por parte de los usuarios, el costo y la calidad del servicio, que son factores determinantes en la percepción del servicio pero a la vez manejables.

Después del análisis de los resultados expuestos anteriormente, se puede determinar que los usuarios españoles demandan, por encima de un modelo basado en la recepción de la señal convencional, que la Televisión Móvil permita un mayor control sobre los contenidos y la personalización de los mismos, además de destacar sus necesidades en diversidad de contenidos de entretenimiento e información; al contextualizar el análisis de los datos para el caso español en el entorno colombiano, se puede determinar que la entrada del servicio al país debe presentar contenido multimedia exclusivo, personalizado y original, orientado al entretenimiento e información en tiempo real, que cause impacto en los usuarios, de forma tal que este servicio puede brindarlo, en otras palabras, se debe adicionar a estos contenidos todas las características de movilidad que permite el servicio de IPTV Móvil, como ver programas y contenidos en el lugar y el momento deseado.

Es posible destacar dos puntos esenciales en el estudio del comportamiento de los usuarios colombianos con la entrada del servicio de IPTV Móvil en el país, el primero hace

referencia al interés encontrado entre los abonados por consumir contenidos multimedia en el móvil y el segundo es el deber de los proveedores generar estas necesidades por medio de la implementación del servicio, es por esto que se afirma que la clave del servicio en Colombia se encuentra en la definición de los contenidos a brindar y en el modelo de negocio a implementar, la base de los contenidos multimedia a ofrecer pueden basarse en los lineamientos presentados anteriormente, surgidos del estudio del comportamiento de los españoles en el uso de la Televisión Móvil.

Finalmente se considera necesario realizar diferentes estudios de mercado (como [72]) y estudios de adopción de la tecnología (como [73]), con el fin de obtener una mejor aproximación del comportamiento de los usuarios en el entorno colombiano con la implementación del servicio de IPTV Móvil.

2.2.2 Vista de Aplicación

Para adaptar la Vista de Implementación del modelo presentado en la sección 2.1 a la Vista de Aplicación para el servicio de IPTV Móvil en Colombia, se debe tener muy presente los resultados obtenidos en el análisis de la Vista de Comunidad anteriormente descritos, además de tener en cuenta los tres factores indispensables para esta vista:

- La realización de una transacción completa se debe conseguir en pocos pasos.
- Los pasos del proceso deben ser comprensibles e intuitivos para el usuario.
- La información sobre el estado del proceso, debe estar disponible para el usuario.

Realizando un acercamiento del marco de referencia de Stanoevska-Slabeva sobre m-commerce al servicio de IPTV Móvil para el entorno colombiano, es posible observar gracias al comportamiento social, que deben seguirse de manera estricta los factores recomendados en la Vista de Implementación del marco para aplicaciones m-commerce, como ajustar la aplicación a las características de los dispositivos móviles, permitir compras y ordenes en pocos pasos, entre otros. Con el propósito de definir de mejor manera los lineamientos para el servicio en la Vista de Aplicación se propone además de los procesos para la ejecución del servicio, una arquitectura de referencia (ver capítulo 3) y capturar todos los requisitos que la implementación del servicio debe cumplir. Los factores nombrados anteriormente son la base para la definición de los tres grandes grupos en los que se han dividido los lineamientos para la Vista de Aplicación del servicio:

Tareas requeridas para el uso del servicio de IPTV Móvil

Para definir de forma general las tareas que debe realizar el usuario a la hora de hacer uso del servicio, es necesario recordar, como se mencionó en el apartado 1.1.5, cuales son los diferentes tipos de servicios prestados en la Televisión Móvil, empezando por la Televisión en vivo, el pagar por ver instantáneo, el cuasi vídeo bajo demanda, la realización conjunta y el pagar por ver. Por otra parte, en la Vista de Aplicación del servicio de IPTV Móvil para Colombia se hace necesario seguir muy de cerca las diferentes recomendaciones del modelo de Stanoevska-Slabeva, en las que se recomienda que la aplicación móvil se realice por medio de procesos simples, cortos, comprensibles, intuitivos para el usuario y que al mismo tiempo se muestre en cada uno de los pasos el estado del proceso.

Teniendo en cuenta todos los factores anteriormente expuestos se propone un proceso único sobre el cual se basan las aplicaciones que soportarán cada uno de los servicios pertenecientes a la IPTV Móvil y su forma de interactuar con los usuarios.

1. Para empezar la aplicación deberá presentar por medio de una interfaz muy simple pero atractiva, cada uno de los diferentes tipos de servicios que presta la IPTV Móvil, además de permitirle al usuario escoger el que a su gusto desee consumir.
2. Es tarea de la aplicación pedir a los servidores la información necesaria de los diferentes contenidos brindados pertenecientes al servicio seleccionado por el usuario, petición de la guía interactiva, esto por medio del protocolo de comunicación HTTP, además de presentar en detalle cada una de las descripciones de los contenidos en interfaces simples pero que satisfagan al mismo tiempo la necesidad de información del mismo por parte del usuario.
3. Después que el usuario ha seleccionado el contenido deseado de la guía interactiva, es tarea de la aplicación realizar los procesos necesarios para la petición de la carga útil del contenido específico seleccionado por el usuario por medio del protocolo RTSP y su posterior llegada por medio de RTP.
4. Como una última tarea delegada a la aplicación, se tiene la reproducción o consumo del contenido previamente seleccionado por parte del usuario y que debe ser desplegado satisfactoriamente en su dispositivo móvil.

Requisitos del servicio de IPTV Móvil

Uno de los puntos clave a la hora de realizar la implementación de un servicio, es la correcta recolección de cada uno de los requisitos que el sistema debe cumplir, en la correcta captura de estos factores se basa principalmente el éxito del servicio en cuanto a la implementación de las funcionalidades exigidas. Con el objetivo de complementar los lineamientos en el ámbito de la IPTV Móvil para el entorno colombiano, se ha realizado captura de requisitos del sistema en el contexto del servicio IPTV Móvil referido.

No funcionales

1. Toda la información de los contenidos multimedia a brindar por medio del servicio debe estar guardada en las respectivas bases de datos, debe ser enviada a modo de guía interactiva a los usuarios, la descripción de los contenidos debe incluir información clara y concisa, como por ejemplo el nombre, una corta reseña y el género al cual pertenece.
2. El servicio debe brindar el contenido usando los protocolos RTSP y RTP, sobre los cuales se fundamenta IPTV.
3. El sistema debe tener la capacidad de trabajar sobre diferentes tipos de redes inalámbricas y móviles.
4. El formato de video escogido para el envío del contenido multimedia debe ser el adecuado para mantener una buena relación entre la calidad del servicio y el bajo consumo de ancho de banda.
5. El sistema debe ser escalable, apto para la migración a nuevas tecnologías como WiMAX en dispositivos móviles, redes celulares de 3G y 4G.
6. El sistema debe ser usable.
7. El sistema debe funcionar sobre el protocolo Internet y en tiempo real sobre los protocolos específicos para IPTV.
8. El sistema debe ser flexible y ajustarse a la mejora de las características de las redes sobre las que trabaja.

Funcionales

1. El sistema debe realizar la gestión del contenido multimedia brindado, por medio de este se debe poder obtener y adecuar el contenido, actualizar la información que se presenta en la guía interactiva y actualizar el contenido del servidor de Streaming.

2. El sistema debe realizar diversas gestiones sobre las cuentas y las sesiones de los usuarios, entre las que se encuentran crear, modificar y eliminar sus cuentas, modificar la información y el estado de las sesiones de los mismos.
3. El sistema debe ejercer el control de los servicios prestados por el sistema, entre las funciones se encuentran la de crear, modificar o eliminar solicitudes de contenido, realizar el manejo del mismo y controlar la facturación del servicio.
4. El sistema debe registrar los usuarios para permitirles el uso de los diferentes servicios.
5. El sistema debe ofrecer acceso a una guía Interactiva, sobre la cual los clientes podrán informarse acerca del contenido multimedia brindado por el servicio.
6. El sistema debe permitirle al usuario seleccionar el tipo de servicio deseado.
7. El sistema debe permitir que el usuario genere compras, pedidos de contenido o suscripción a un servicio en particular.
8. El sistema debe permitirle al usuario observar el contenido pedido con anticipación a la hora prevista.
9. El sistema debe permitir que el usuario maneje el contenido observado, permitiéndole tener el control de la reproducción para los casos que el servicio lo permita.

Arquitectura de referencia software

Otro lineamiento esencial propuesto para el servicio de IPTV Móvil en el entorno colombiano correspondiente a la Vista de Aplicación es la arquitectura de referencia software sobre la que se creará el servicio en general (ver detalle en el capítulo 3).

2.2.3 Vista de Servicio

En los modelos de Schmid y Stanoevska-Slabeva, descritos en el apartado 2.1 de esta monografía, se propone que para las aplicaciones de m-commerce la Vista de Servicio sea dividida en cuatro servicios básicos y esenciales en donde se realicen los procesos fundamentales de coordinación y comunicación para cualquier transacción móvil; acercando esta importante consideración al marco de referencia para prestar el servicio de IPTV Móvil en Colombia y para la creación adecuada de los lineamientos en la Vista de Servicio, se ha considerado modificar los cuatro servicios básicos y esenciales adaptándolos al entorno de la IPTV Móvil y la adecuada implementación de los diferentes tipos de servicios que por medio de este se pueden prestar:

Tipos de servicio

Después de analizar las implementaciones realizadas alrededor del mundo sobre IPTV Móvil y los servicios que con este se ofrecen, se propone hacer uso de los siguientes servicios para el entorno colombiano: PPVI, CVBD, RC y PPV. (Ver detalles en 1.1.5).

Servicios básicos

Conocimiento: este servicio básico se basa en la premisa de la adecuada distribución de la información en la fase de conocimiento del usuario para con el servicio en general y de los diferentes contenidos que presenta cada uno de los servicios ofrecidos por la IPTV Móvil vistos en los apartados anteriores. Este servicio básico se ve como un prerrequisito necesario para llegar a una posterior transacción de consumo del servicio. Los procesos esenciales propuestos para la implementación adecuada del Servicio de Conocimiento son: la presentación de cada uno de los tipos de servicio de forma independiente, apoyada en una adecuada, pero simple, interfaz de presentación del mismo, la creación de guías interactivas en donde se presente los contenidos ofrecidos por cada uno de los diferentes tipos de servicio, y una posterior descripción detallada de estos contenidos por medio de interfaces dedicadas pero sencillas.

Teniendo en cuenta cada una de las consideraciones mencionadas, se propone para la implementación de este servicio básico el uso de **Portales Duales** (Portales Web y Móviles), en donde el usuario pueda usar el servicio paso a paso, de forma simple e intuitiva, pero agregándole características de movilidad, es decir gracias a los portales Web este podrá acceder a la información necesaria de los tipos de servicio, sus contenidos y la descripción de los mismos desde un navegador cualquiera (en un cliente tradicional o en dispositivo móvil) o desde una aplicación específica del servicio de IPTV que se ejecute en su dispositivo móvil; la información contenida en estos portales deberá entregar el contenido de información de forma resumida y de tal manera que pueda ser adaptado a pantallas limitadas.

Intención: este servicio básico se basa en la premisa del pronóstico de las intenciones de compra y necesidades del usuario, además se debe ver esta fase en la Vista de Servicio como un prerrequisito obligatorio para la negociación del consumo del servicio de IPTV Móvil. En contraste al servicio básico de conocimiento, descrito previamente y el cual permite el soporte de captura de información por parte del usuario mediante una amplia descripción de los tipos de servicios y los contenidos ofrecidos por estos, el Servicio de

Intención proporciona la oferta estructurada de cada uno de los contenidos descritos en el Servicio de Conocimiento, agregando un pequeño grado de compromiso, por medio del despliegue de pocas palabras, las cuales deben ser suficientes para prestar la oferta del contenido, garantizando así una alta probabilidad de uso del servicio IPTV Móvil.

Compras y Ordenes: este servicio básico es tal vez el más importante en el nivel de Vista de Servicio, pues gracias a él se obtiene el principal objetivo del servicio de IPTV Móvil, el cual es el consumo del servicio y de los contenidos brindados a través de este, el servicio básico de Compras y Ordenes se basa en la premisa de la negociación y los trámites necesarios en la fase de compra y ordenamiento del consumo del contenido multimedia ofrecido por el servicio.

Para el caso específico del consumo del servicio de IPTV Móvil se debe tener en cuenta la presencia de dos tipos de contratos, el primero hace referencia a un contrato formal y escrito referente a la negociación de los servicios básicos ofrecidos y la suscripción al servicio de IPTV Móvil, con este se pretende crear el compromiso de pago por parte de los usuarios y generar las respectivas acciones legales que el incumplimiento de estos generen, el segundo tipo de contrato se refiere a la compra de los servicios adicionales ofrecidos, estos se realizan por medio de los llamados contratos informales, este tipo de compras permiten adicionar al servicio las características de personalización de contenidos pues es el cliente el que las solicita a su gusto, es importante recordar los pequeños mensajes enviados al usuario con información de las transacciones a realizar; con lo nombrado anteriormente se pretende crear órdenes de compra **sencillas y con confirmación**, las cuales son las características primordiales para este servicio básico.

Sistema: el último de los servicios básicos se basa en la premisa del establecimiento y realización de las obligaciones adquiridas anteriormente en el servicio básico de Compras y Ordenes, es decir la culminación de la transacción realizada, que en otras palabras es lo concerniente a la logística del consumo de los servicios adquiridos. Este servicio básico hace referencia al soporte requerido para la entrega y posterior ejecución de los servicios convenidos. La **Orientación a la Movilidad** es la base fundamental con la que se rige este servicio básico, la implementación de esta propiedad adiciona características primordiales al servicio de IPTV Móvil, consumo a cualquier hora y en cualquier lugar, permitiéndole al servicio en general dar solución a los requerimientos básicos de entrega, alcanzados a través del envío de información y contenidos, hacia cualquier lugar donde el usuario acceda al servicio. Todo lo nombrado anteriormente para el servicio básico de Sistema es posible lograrlo gracias a que IPTV Móvil es basado en IP, permitiendo así

tener a la mano diferentes opciones a la hora de escoger las tecnologías para implementarlo.

Las recomendaciones para realizar la implementación de los servicios mencionados, se presentan en el capítulo 4 a partir de la descripción del piloto de IPTV Móvil creado.

2.2.4 Vista de Datos

El marco de referencia propuesto para prestar el servicio de IPTV Móvil en Colombia, mostrado en la Figura 3, muestra una crucial diferencia con el modelo de referencia propuesto por Stanoevska-Slabeva, descrito en la sección 2.1.2 de este documento, este presenta cuatro vistas, las cuales hacen referencia a las diferentes etapas en el diseño e implementación de servicios; en el contexto de la Televisión Móvil es necesario aclarar que los elementos base en la prestación del servicio son los contenidos multimedia generados por los diferentes proveedores y consumidos por los usuarios. Además de esto es inevitable mencionar que la información generada por parte de los proveedores de contenidos debe ser adaptada, agregándole diferentes características, para que pueda ser enviada hacia los usuarios. Teniendo como base lo citado anteriormente se propone una nueva vista en el marco de referencia, se trata de la Vista de Datos, generando a través de esta una serie de lineamientos útiles en el diseño e implementación del servicio de IPTV Móvil.

Con el ánimo de generar una mayor comprensión de la Vista de Datos y de los lineamientos que sobre esta se proponen, se ha generado el diagrama de movilidad de la Figura 5, en el que se presenta la modificación y el movimiento realizado por los diferentes contenidos multimedia generados por los proveedores, ofrecidos por el servicio y consumidos por los usuarios, además de la presentación de los formatos multimedia propuestos en la utilización del servicio.

El diagrama de movilidad de contenido propuesto, Figura 5, está dividido en siete procesos (vista horizontal), los cuales describen los diferentes pasos por los cuales los contenidos multimedia pasan, desde su creación hasta su posterior consumo.

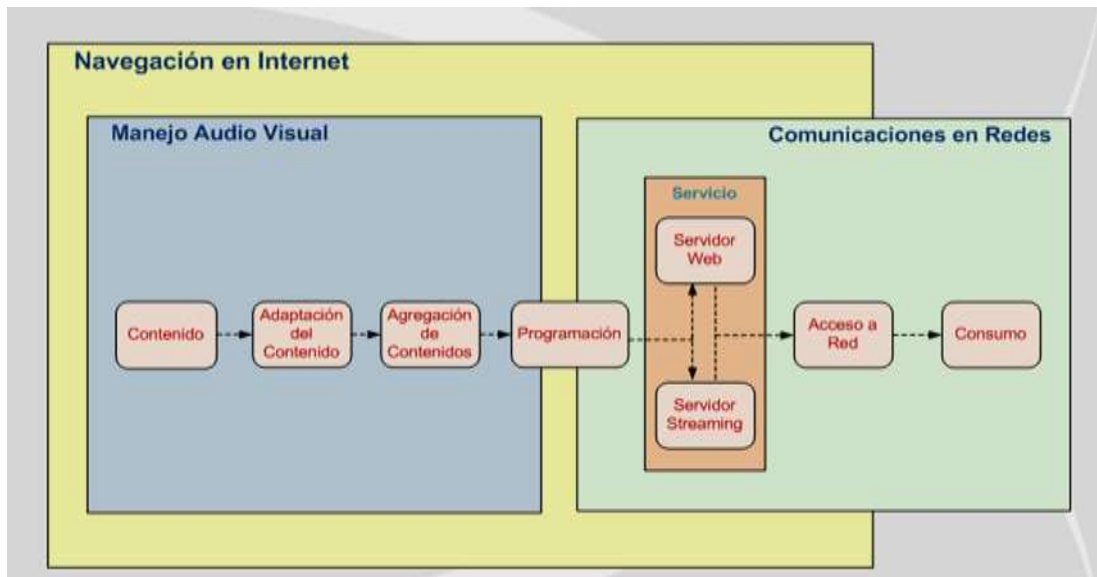


Figura 5. Diagrama de Movilidad de Contenido

El primer proceso del diagrama de movilidad, *Contenido*, representa la generación de los archivos multimedia por parte del proveedor de contenidos, este punto es importante porque aparte de generar los elementos básicos ofrecidos por medio del servicio, el proveedor debe realizar los dos primeros procesos de modificación, la primera reforma realizada a estos elementos hace referencia a la edición del contenido creado con el fin de que este sea de total agrado para los usuarios y la segunda reforma se refiere a adaptación a los formatos multimedia y las particularidades del audio y video concretados para la correcta reproducción en los dispositivos móviles de los usuarios.

Después de la creación adecuada del contenido multimedia por parte de los proveedores este es entregado a los proveedores del servicio de IPTV Móvil, estos últimos son los encargados de realizar el segundo proceso en el diagrama de movilidad de contenido propuesto, la *Adaptación del Contenido*, es un proceso obligatorio para agregar a los diferentes elementos multimedia las características necesarias para que puedan ser emitidos a través de un servidor de Streaming.

El tercer paso en el diagrama de movilidad se refiere a la *Agregación de Contenidos*, este es el proceso en el cual se incorporan los nuevos y modificados contenidos multimedia en la base de datos del servidor de Streaming, permitiendo de esta manera al proveedor del servicio de IPTV Móvil actualizar los elementos ofrecidos de manera autónoma.

El cuarto proceso esta asociado a los pasos necesarios que se deben seguir en la modificación de las guías interactivas presentadas a los usuarios, *Programación* de las guías, se hace necesario recordar que estas son presentadas por medio de portales duales y en estas se realiza toda la descripción de cada uno de los elementos multimedia creados, modificados y descritos anteriormente con la intención de presentar el soporte necesario al Servicio Básico de Conocimiento descrito en la Vista de Servicio.

El quinto proceso, *Servicio*, hace referencia a la preparación final del contenido sobre los diferentes servidores que lo soportan, en este paso se puede observar que se ha diferenciado el *Servidor Web*, encargado de la base del conocimiento y por ende de las guías interactivas presentadas al usuario, del *Servidor de Streaming*, encargado de las peticiones y posterior envío del contenido, con la intención de mostrar que son al menos dos los servidores que deben ser actualizados cada vez que se deseen adicionar nuevos contenidos multimedia y así poder ofrecerlos a través del servicio.

El sexto proceso, *Acceso a Red*, se refiere al uso de las redes inalámbricas como el acceso de los usuarios al servicio, estas realizan el intercambio de información de cada una de las negociaciones entre el servicio y el usuario, además del envío de la carga útil desde el servidor de Streaming hacia el dispositivo móvil.

El séptimo y último proceso, *Consumo*, se refiere a la entrega del contenido multimedia al usuario y su posterior reproducción sobre un dispositivo móvil. El consumo de los elementos multimedia es la etapa final del proceso de movilidad de contenido y a la vez muestra que el objetivo principal del servicio ha sido logrado (ofrecer contenidos televisivos para que usuarios los consuman en sus dispositivos móviles).

Formatos multimedia

Otro punto esencial en el desarrollo del servicio de IPTV Móvil y que al mismo tiempo afecta directamente la eficiencia a la hora de realizar su puesta en operación, es la selección del formato multimedia adecuado, pues de este dependen dos factores supremamente importantes, el primero es el ancho de banda necesario para la utilización del servicio y el cual debe ser soportado por la red de acceso para el envío de los datos, y el segundo corresponde a la capacidad de los dispositivos móviles en soportarlo.

El factor del ancho de banda con el que cuenta cada usuario, también depende de las capacidades de la red sobre la cual este accediendo al servicio, para este caso en particular la red de menor capacidad, sobre la que se puede implementar el servicio, es la red GPRS, como se mostró en los apartados anteriores, con esta red se pueden obtener tasas de transmisión reales que oscilan entre los 20 Kbps y los 90 Kbps, este problema de limitación del ancho de banda puede verse minimizado con la correcta selección y posterior uso del códec y del formato multimedia adecuado.

Desafortunadamente en el ambiente móvil se presenta un problema de difícil solución, este sale a relucir cuando se intenta hacer uso de los códec y formatos multimedia que presentan mayor eficiencia, ya que estos involucran el uso de algoritmos de compresión muy complejos, lo que implica requerir altos recursos a nivel hardware sobre los dispositivos móviles, los recursos adecuados que estos códec y formatos exigen se pueden encontrar en la actualidad sobre los dispositivos móviles de última generación, pero si se desea cumplir con los requerimientos propuestos y en especial con el de brindar el servicio a los usuarios generalizados apoderados de un importante porcentaje de dispositivos móviles presentes en el país, se hace necesario seleccionar un códec y un formato multimedia que presenten buena compresión y calidad, pero que al mismo tiempo pueda ser decodificado y soportado por los dispositivos móviles mas comunes.

Uno de los estándares más reconocidos en la actualidad mundial y que a la vez es soportado por la mayoría de los dispositivos usados en el país, es el 3GP, este formato de archivo fue definido por el grupo 3GPP y consiste en el uso de un contenedor multimedia, es decir, un formato de archivo que puede contener diferentes tipos de elementos multimedia pero codificados a través de codificadores especializados. Es posible decir que este contenedor es una versión simplificada del estándar MPEG-4 parte 14, sobre el cual las secuencias de video pueden ser codificadas con MPEG-4 o con H.263 y las secuencias de audio pueden ser codificadas con AMR-NB (Adaptive Multi-Rate -Narrow Band) o con AAC-LC (Advanced Audio Coding – Low Complexity).

Con la intención de aclarar de la mejor forma posible los lineamientos propuestos en la Vista de Datos, se realizará una comparación entre los diferentes códec que pueden ser utilizados en el formato 3GP, aunque los códec de video fueron mencionados en apartados anteriores es necesario mencionar las diferentes tasas de bits que necesitan para transmitirse, antes de esto se debe precisar que la tasa de bits varia y depende de tres factores esencialmente, el primero es el número de imágenes que se presentan por

segundo, el segundo es la dimensión de la imagen y el último es la cantidad de pixeles que cada imagen contiene, cuando se varían estos factores la tasa de bits aumenta o disminuye según conveniencia, a mayor cantidad de imágenes por segundo o a mayor dimensión de la imagen o a mayor cantidad de pixeles la tasa de bits aumenta, pero al mismo tiempo se hace necesario mencionar el aumento de la calidad del video.

En lo referente a MPEG-4 que es uno de los códec soportados por el formato 3GP, no ha sido creado para conexiones con poco ancho de banda, este códec maneja tres diferentes tipos de calidad, baja, media y alta, la variación del ancho de banda que necesita varía desde los 80 Kbps hasta los 4.4 Mbps y a veces un poco más [56].

Por otra parte H.263 es un códec especializado para ser transmitido bajo redes que poseen muy poco ancho de banda, esto se debe a esquemas de compresión simples pero muy afectivos, el ancho de banda que este códec necesita desde los 16 Kbps hasta valores muy superiores a los 256Kbps.

Por otra parte se tiene en los códec de audio, el AMR-NB, este es un códec de tasa variable adaptativa para conexiones de bajo ancho de banda, en donde se sacrifica calidad de audio por necesidad de un menor ancho de banda, este códec puede tomar valores entre 4.75 Kbps y los 12.2 Kbps [39].

Por otro lado el códec AAC-LC es una codificación avanzada de audio pero de baja complejidad, este es un códec que presenta mayor calidad en sonido pero que sacrifica el ancho de banda necesario para transmitirlo, este puede tomar valores entre los 32 Kbps hasta los 320 Kbps [56], estos altos niveles de transmisión provienen de funcionalidades adicionales que el códec presenta, como soporte de canal estéreo, entre otros.

Por lo mencionado anteriormente y debido al limitado ancho de banda que presentan las redes GPRS, se sugiere utilizar para IPTV Móvil el formato 3GP con la unión entre los códec de audio y video que menor ancho de banda demanden, en cuanto al códec de video se considera necesario la implementación del códec H.263 y para el códec de audio se recomienda el uso del AMR-NB; la combinación de estos códec diseñados y especializados para conexiones de bajo ancho de banda permitirá que el servicio de IPTV Móvil pueda ser desplegado sobre redes GPRS, EDGE, sobre redes inalámbricas por Wi-Fi y por múltiples redes de acceso que posean un mayor ancho de banda, como las redes de 3G, las cuales están entrando de forma progresiva al país gracias al operador de red Comcel, y las redes WiMax, implantadas por UNE Comunicaciones.

2.2.5 Vista de Servicios de Red

En los modelos de referencia desarrollados por Stanoevska-Slabeva y Schmid, descritos en la sección 2.1.2, se encuentra que la última vista hace referencia a los sistemas de comunicación y software utilizados para construir las aplicaciones referidas en los mismos. En la adaptación correspondiente para prestar el servicio de IPTV Móvil en Colombia se ha decidido llamar a esta la Vista de Servicios de Red, esto debido a la gran importancia del soporte que posean las redes de acceso a los diferentes estándares y tecnologías bases propuestas para la implementación del mismo. Para un mayor entendimiento y una mejor comprensión de los lineamientos propuestos, se ha dividido esta vista en cuatro factores básicos: las Tecnologías de Transmisión de Datos Multimedia, los Protocolos de Comunicación, las Tecnologías de Red y las Tecnologías de Implementación.

Tecnologías de Transmisión de Datos Multimedia

Una de las actividades de mayor importancia y complejidad en la implementación del servicio de IPTV Móvil se presenta a la hora de estudiar a profundidad las precauciones necesarias a tener en cuenta en lo concerniente a la calidad y la percepción del cliente con el uso del servicio, por ende se establece que debe ser lo suficientemente confiable y a la vez presente una calidad aceptable, además se establece que por ningún motivo se puede sobrepasar los niveles de transmisión mínimos establecidos en los apartados anteriores, para cumplir a cabalidad con estos lineamientos se debe estudiar y comprender cada uno de los elementos del paquete de tecnologías seleccionados sobre los que se basa el servicio, para ello se ha dividido en tres factores la descripción de la tecnología de transmisión de datos multimedia propuesta.

Streaming

Como se mencionó en el apartado 1.3.2, es el proceso en el cual se transfieren datos en tiempo real de audio, video o de contenido multimedia en general desde un origen a un destino. El uso de esta tecnología actualmente a nivel mundial se encuentra en auge, debido a las considerables ventajas que presenta en comparación con las otras tecnologías de transmisión de datos multimedia existentes, la revolución provocada por la aparición de nuevos servicios que incursionan en esta área en particular, se debe en gran parte al desarrollo presentado por esta tecnología y en la aceptación que ha tenido en los fabricantes de dispositivos y en los desarrolladores de aplicaciones.

Streaming en Colombia

A nivel nacional la tecnología Streaming para transmisión de datos multimedia sobre Internet, se encuentra en la etapa de entrada, fase en la cual se realizan implementaciones de nuevos servicios y son ofrecidos por medio de proveedores a través de la red para determinar el comportamiento social reflejado en el consumo de los mismos, además es necesario mencionar que los usuarios no están totalmente familiarizados y enterados de los verdaderos beneficios ofrecidos por esta tecnología [57].

En la actualidad el servicio de Streaming de audio es el más brindado por los proveedores y demandado por parte de los usuarios; este servicio es brindado generalmente por las cadenas radiales para ofrecer nuevas opciones de comunicación a sus clientes y permitirles al mismo tiempo permanecer el mayor tiempo posible con ellos, aunque esta tecnología es relativamente nueva en el país, es posible decir que una cuota importante de sintonía para las emisoras colombianas en banda FM la generan a través de los servicios Streaming por Internet [57], y esto se debe en gran parte al papel fundamental realizado por los desarrolladores del servicio, al conservar las características preferidas por los usuarios.

Algunas de las emisoras Colombianas que ofrecen en la actualidad el servicio de Streaming de audio por Internet son Amor Estéreo, Antena 2, Cadena Básica, La FM, La Mega, Radio Uno y Rumba Estéreo como emisoras afiliadas a RCN radio, Los 40 Principales, W Radio, Radioactiva, Tropicana, Bésame, Colorín Colorradio, La Vallenata y Oxígeno como emisoras afiliadas a Caracol radio, aparte de la gran cantidad de emisoras universitarias que ofrecen este mismo servicio como la emisora de la Universidad de Cauca, la Universidad Autónoma, la Universidad Javeriana, la Universidad del Valle, entre otras.

Por otra parte el servicio de Streaming de Video ya empezó a ofrecerse a través de Internet, pero aún no ha tenido la acogida esperada por parte de los usuarios, portales Web como www.television-gratis.com/tv-colombia.htm ofrecen diferentes canales de televisión colombianos de manera gratuita, en este portal es posible encontrar canales como Caracol Televisión y CMI en donde se presentan emisiones de las noticias del día, o como Canal Cuatro, el canal de televisión universitaria. Este servicio también es común encontrarlo en la transmisión de eventos de alta envergadura realizados en el país, como

la Transmisión del Consejo Nacional de Rectores, El Congreso Nacional y Andino de Telecomunicaciones – Andicom, entre otros.

Finalmente, respecto al Streaming en Colombia se recomienda a los proveedores de servicios seguir ofreciendo diferentes tipos de contenidos multimedia, esto con el objetivo de permitir a los usuarios seguir consumiéndolos, familiarizarlos con la tecnología y propiciar el crecimiento del mercado y posteriormente ofrecer diferenciación de servicios para generar óptimos canales de retorno de inversión en los proveedores.

Streaming en Dispositivos Móviles

Las redes móviles han incrementado su capacidad de transmitir datos en los últimos años, de la misma manera avanzadas capacidades multimedia han sido incluidas en los nuevos dispositivos móviles, al combinar estas características nacen nuevas posibilidades para la creación de novedosos servicios, el Streaming de contenido multimedia para dispositivos móviles es uno de ellos [5].

Este servicio depende en gran parte de las características de la red, entre las que se tiene la velocidad de transmisión de datos, el ancho de banda y el soporte de los protocolos usados, aparte de las características presentes en el dispositivo móvil, como son las capacidades para soportar diferentes formatos de audio y video, los diferentes protocolos para el uso del Streaming y de un reproductor multimedia adecuado.

Es importante indicar que bajo las redes GPRS y EDGE es posible realizar envíos de Streaming multimedia a dispositivos móviles, pero la fiabilidad y la calidad del envío de datos depende de la implementación realizada, es bajo estas consideraciones que se ha tenido especial cuidado con los protocolos seleccionados para el envío de los datos multimedia, ya que de estos depende el buen funcionamiento del servicio propuesto en el marco de referencia para prestar IPTV Móvil.

Como se mencionó en los apartados anteriores, para la implementación de servicios Streaming se debe usar un conjunto de protocolos que deben ser soportados por los dispositivos destino y por las diferentes redes de acceso usadas, al mismo tiempo, la combinación de estos protocolos es de vital importancia debido a que cuando estos interactúan entre sí, maximizan su funcionamiento. Algunos de los múltiples protocolos usados en esta tecnología fueron creados específicamente para incrementar la eficacia en la implementación de la tecnología, unos de estos son usados para inicializar y controlar

las sesiones de Streaming (RTCP, RTSP, SDP), otros son los responsables del transporte de la carga útil (RTP), todos estos a su vez fueron desarrollados para poder ser transportados sobre el stack de protocolos TCP/IP o UDP/IP a través del intercambio de información entre las redes móviles e Internet.

Dado el caso que los dispositivos móviles destino, no soporten los protocolos usados en el Streaming multimedia, estos deben ser implementados en los dispositivos por medio de soluciones software, permitiéndoles interactuar correctamente y hacer uso del servicio de forma adecuada. Para un mejor entendimiento sobre el uso de estos protocolos se puede observar la Figura 1, la sección 1.3.5 y la 3.1 de esta monografía en donde son descritos de forma más profunda.

Con el objeto de cumplir a cabalidad los requerimientos de la aplicación descritos en el apartado 2.2.2 de este documento, específicamente hablando, el de brindar servicio a la mayoría de dispositivos disponibles actualmente por los usuarios en el país, se propone realizar la implementación por medio de software del manejo de los protocolos de Streaming necesarios para usuarios con dispositivos que no posean el soporte de la tecnología, debido a que este sólo viene incluido como característica en los dispositivos de última generación o de gama alta, en otras palabras se puede decir que se debe realizar la implementación del servicio de IPTV Móvil para Colombia para dos tipos de dispositivos móviles con características diferentes, una para usuarios gama alta, usuarios que poseen dispositivos avanzados con el soporte tecnológico necesario, y otra para usuarios generalizados, en donde se clasifican consumidores del servicio con dispositivos móviles pertenecientes a gama media, con estos lineamientos se pretende dar el soporte necesario y la futura utilización del servicio de forma indiscriminada.

Protocolos de Comunicación

Para ilustrar de mejor forma el uso de los diferentes protocolos para el intercambio de datos para el servicio de IPTV Móvil en general y al mismo tiempo cumplir con los requerimientos propuestos en los apartados anteriores, se hace necesario realizar una explicación detallada del uso de los protocolos necesarios en el intercambio de datos usados en la implementación, este ítem es profundizado en la sección 3.2.3.

Tecnologías de Red

En cuanto a los sistemas de comunicación de datos que hace referencia Stanoevska-Slabeva y los analizados a profundidad para el caso Colombiano en la sección 1.2, es posible determinar que existe una amplia gama de opciones con las cuales la entrega del contenido multimedia a los clientes del servicio puede hacerse realidad; pensando en la adecuada selección de las tecnologías de comunicación se debe tener en cuenta la presencia de múltiples factores tecnológicos, sociales y administrativos que sobre las mismas afectan.

Primero para el contexto Colombiano se debe en primera instancia implementar el servicio de IPTV sobre las redes existentes, Wi-Fi, WiMax, Celular de 2.5G y celular 3G; además de esto se debe tener en cuenta que en el entorno colombiano la implementación de los servicios produzca la menor inversión posible, realizando ahorro en costos por la compra de licencias e infraestructura de red extra como ejemplo.

Red Celular de 2.5G: El desarrollo actual de los servicios ofrecidos por los proveedores de telefonía celular se ha visto inclinado a la preferencia del uso de las redes de última generación (3G) debido en gran parte a la capacidad de ancho de banda en la transferencia de datos de estas, sin embargo esto no significa que sea la única forma en la que nuevos servicios pueden ser implementados. Crear servicios sobre redes de generaciones anteriores, entre las que se encuentran las redes de 2.5G, presenta múltiples ventajas para los proveedores de servicios, sobre todo para aquellos que no tengan la capacidad económica ni la infraestructura adecuada para implementar los desarrollos en el área mencionada anteriormente, y ventajas para los usuarios a los cuales no les sea posible el cambio inmediato a dispositivos de última generación, pero que al mismo tiempo deseen hacer uso del servicio, realizando de esta manera un primer acercamiento a la tecnología, o simplemente por evaluar beneficio que esta le traerá.

Es lógico pensar que el implementar estos servicios en este tipo de redes trae desventajas, las cuales en algunos casos pueden generar barreras insuperables que posteriormente conlleven a desistir de dicha implementación o desarrollo del servicio; para el caso específico de la transmisión de contenidos televisivos sobre redes celulares basadas en GPRS y EDGE, que son redes de 2.5G, se presenta la desventaja de la baja capacidad de canal para el envío de datos multimedia, lo cual a la vez se convierte en la barrera más fuerte que se debe superar en la implementación del servicio en las redes

colombianas, y en general en cualquier lugar donde no se posean redes inalámbricas y celulares con razonable ancho de banda, como redes de 3G.

En el modelo de negocio del servicio de IPTV Móvil para el caso colombiano es necesario destacar que la implementación de este sobre redes de 2.5G que están en transición hacia 3G es a priori el más adecuado para los diferentes operadores móviles celulares al no requerir inversiones adicionales, basta con la infraestructura de red existente actualmente, sin embargo el marco de referencia que se propone para la implementación del servicio de IPTV Móvil para Colombia presenta las características necesarias de escalabilidad y está diseñado para adaptarse a la actualización de redes que los operadores implementen, este modelo es beneficioso siempre que la demanda del servicio se mantenga en unos niveles que impidan la posible congestión de la red ante el creciente consumo de ancho de banda por parte de los usuarios.

Para el caso específico de GPRS, se encuentra que la *tasa teórica* máxima a obtener es 172,2 Kbps, pero la *máxima tasa real* se encuentra en el orden de los 20 a los 70 Kbps, es por esto que se deben tomar todas las precauciones pertinentes en el desarrollo del servicio para no ir a sobrepasar los niveles de transmisión de datos mínimos, con esto se logra que el servicio sea extensible y escalable a los diferentes tipos de redes.

Para el caso específico de la red EDGE, se tiene la ventaja de la mejora significativa en la tasa de transmisión de datos de la obtenida con GPRS, por medio de esta tecnología es posible alcanzar una transferencia *teórica* máxima de datos de 473,6 Kbps y una *tasa de transmisión real* de 384 Kbps. Por lo nombrado anteriormente se puede concluir que basta con un adecuado manejo en cuanto a las precauciones sobre GPRS para garantizar el correcto funcionamiento del servicio de IPTV Móvil sobre las redes celulares en general.

Una importante ventaja, la cual se debe mencionar, es la compatibilidad existente entre las redes EDGE y GPRS, específicamente hablando del intercambio de información entre estas, es posible afirmar que en lugares donde EDGE no se encuentre habilitado, GPRS puede ser usado inmediatamente y de forma automática, este cambio es totalmente transparente para el usuario y no debe reflejarse en la calidad de la transmisión.

Red Celular de 3G: La evolución de los sistemas celulares introduce nuevas características de banda ancha para las transmisiones de datos con velocidades de acceso de hasta 2 Mbps, provocando el desarrollo de nuevos servicios apoyados en las

capacidades de la red, permitiendo a los operadores celulares ofrecer una mayor cantidad de servicios a una significativa cantidad de suscriptores. Los servicios asociados con la tercera generación son considerados más sofisticados y proporcionan la posibilidad de transferir voz y datos en una misma llamada (videollamada) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de email, y mensajería instantánea). Junto con la adopción de la especificación de la ITU para redes 3G (IMT-2000), a nivel mundial se ha elegido por parte de los proveedores el uso del estándar UMTS (Universal Mobile Telephone System) como la tecnología para la transmisión de datos a alta velocidad dentro de las redes 3G.

Entre las ventajas que se encuentran para esta tecnología en el entorno colombiano se tiene: el manejo de IP basado en paquetes, mayor velocidad de acceso, comparándola con las tecnologías anteriores, UMTS sumado al soporte IP son combinados para prestar servicios multimedia y nuevas aplicaciones de banda ancha, como servicios de video-telefonía, video-conferencia y televisión móvil. Entre las desventajas encontradas en la implantación de este tipo de redes en Colombia se tiene: cobertura limitada, tecnología no orientada a la conexión, paquetes enviados por rutas diferentes, lo que puede generar llegada de paquetes en desorden o duplicados, la necesidad de adquirir una licencia adicional para el espectro de frecuencias usado por las redes 3G diferente a las que eran utilizadas por las tecnologías anteriores, además de los elevados costos de implementación [58].

Red Wi-fi: El constante desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación de datos, ha traído como consecuencia la incursión en áreas que al principio parecían inexplorables, en el caso específico de las redes inalámbricas se puede decir que han presentado significativos avances, los cuales las acercan cada vez más a obtener las mismas capacidades de las redes cableadas, pero conservando las múltiples características de las inalámbricas, en cuanto a movilidad, flexibilidad y banda ancha se refiere.

Esta tecnología es especificada en el estándar IEEE 802.11 y utiliza bandas de radiocomunicaciones libres, por lo cual se considera como una tecnología muy económica y de libre uso. Otras de las ventajas encontradas en Wi-Fi son: *La Movilidad*, ya que permite conectarse desde cualquier sitio dentro de la cobertura; *la fácil instalación*, en cuanto a la rapidez y simplicidad de la puesta en funcionamiento de la tecnología; *la Flexibilidad*, por la facilidad de implementación de la red en entornos de difícil acceso; *la Adaptabilidad*, ya que soporta cambios frecuentes en la topología de la red y facilita su

escalabilidad; *facilidad en la incorporación de nuevos usuarios*, por la incorporación de manera transparente y casi de forma automática de los nuevos usuarios.

También se hace necesario mencionar las desventajas presentes en esta tecnología, se debe empezar por los niveles de seguridad, esta deficiencia se debe prácticamente al medio de comunicación usado, el aire, al cual cualquier intruso tiene acceso, la recomendación 802.11g propone un sistema de encriptación para superarla, por otra parte se hace necesario señalar que la banda de frecuencia utilizada por Wi-Fi es de uso libre, por lo cual otras tecnologías como bluetooth y los teléfonos inalámbricos provocan interferencias y deterioro de la señal.

En cuanto a características de velocidad, se puede resaltar la alta capacidad que esta tecnología presenta, las velocidades de comunicación dependen y varían según el estándar que se utilice, el estándar IEEE 802.11a alcanza 54 Mbps pero su principal desventaja es la incompatibilidad con los estándares 802.11b y 802.11g que son los más usados en la actualidad por los diferentes tipos de dispositivos a nivel mundial, el estándar IEEE 802.11b alcanza los 11 Mbps pero presenta desventajas en cuanto a seguridad se refiere, por último el estándar IEEE 802.11g ofrece velocidades de hasta 54 Mbps y mejora los niveles de seguridad de la red.

La tecnología Wi-Fi, en el entorno colombiano, se encuentra en una etapa de madurez, debido a que entro desde el año de 1990 y en la actualidad es la mas difundida, implementada a gran escala en lugares como instituciones educativas, universidades, centros comerciales, oficinas, salas de Internet, entre muchos otros.

Por lo mencionado anteriormente se recomienda el uso de los estándares IEEE 802.11b y 802.11g, asegurando con ellos sobrepasar los niveles de transmisión de datos mínimos que necesita la IPTV Móvil.

WiMax: Es el nombre comercial de un grupo de tecnologías inalámbricas que emergieron de la familia de estándares WirelessMAN (Wireless Metropolitan Area Network) publicado en el estándar IEEE 802.16. Es una tecnología de acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad, con conexión permanente que posibilita la implementación de servicios interactivos de voz y de datos de diferentes contenidos. WiMax sirve para conexiones a Internet para ciudades pequeñas, con la cual los usuarios pueden acceder desde cualquier punto de la ciudad en que se encuentre, sin necesidad de dispositivos físicos de conexión.

Las variaciones de la especificación IEEE 802.16 publicado en el 2002 y soporta 134 Mbps con un alcance hasta de 50 Km, son la especificación IEEE 802.16a creada en el 2003 para soportar ciertos sistemas y protocolos, la IEEE 802.16c publicado el mismo año para soportar bandas de frecuencias mejoradas, pero están prácticamente olvidadas, debido a la atención creada por el estándar IEEE 802.16d (802.16-2004) creado para añadir ciertos perfiles aprobados por el WiMax fórum, y la última modificación al estándar es la IEEE 802.16e, creada para soportar conexiones de banda ancha para dispositivos portátiles como notebooks y celulares. La principal desventaja de la tecnología que ha atrasado su implementación en Colombia, teniendo para esta actualmente servicio en las principales ciudades, se presenta por las bandas de frecuencias utilizadas, pues necesitan unas licencias de operación que son algo costosas, además del elevado costo en el despliegue de red [59].

Tecnologías de implementación

Después de determinar cada uno de lineamientos propuestos para las tecnologías base, solo queda una pregunta por resolver ¿Con que tecnologías de implementación se puede generar el servicio teniendo en cuenta los lineamientos descritos en cada una de las capas del marco de referencia propuesto?, para resolver este interrogante se ha decidido describir las diferentes tecnologías existentes y al mismo tiempo mencionar las razones por las cuales se propone el uso de algunas de ellas para el marco de referencia del servicio de IPTV Móvil en Colombia

Este factor está relacionado con las tecnologías que pueden ser seleccionadas para el desarrollo e implementación del servicio de IPTV Móvil, en la actualidad es posible encontrar múltiples tecnologías para el desarrollo de diferentes proyectos, pero a la vez, es común encontrar en estas la presencia de características propias que deben ser estudiadas profundamente para seleccionar las más apropiadas para el desarrollo del servicio de IPTV Móvil en Colombia.

Entre las funcionalidades que las tecnologías de implementación deben soportar se encuentran brindar el soporte de la navegación para los diferentes contenidos ofrecidos, realizar el manejo de sesiones de usuario, de la sesión de Streaming y del envío de los contenidos multimedia, además de permitir manipular el servicio de forma ágil, sencilla y agradable.

Lenguajes

Entre los lenguajes de programación existentes hoy en día, que pueden ser usados para la implementación del servicio de IPTV Móvil se tiene:

- Java: Es una tecnología desarrollada por Sun Microsystems que implementa un portafolio de productos basados en el poder de las actuales redes y en la idea de realizar software que pueda ser ejecutado en diferentes sistemas y dispositivos, esta tecnología implementa un lenguaje de programación orientado a objetos sobre una plataforma independiente, por medio de la programación en Java, se pueden realizar aplicativos de diversa índole, una de las áreas de mayor acogida para esta tecnología son los desarrollos Web, permite el desarrollo de aplicaciones bajo esquemas de cliente servidor, lo que permite realizar de manera más eficiente la conexión entre dos o más dispositivos [60]. .
- JavaME. Se conoce así a la plataforma Java 2, Edición Micro, es la plataforma Java para dispositivos de consumo como teléfonos móviles, PDA, sintonizadores de TV y una amplia gama de aparatos móviles e inalámbricos. La plataforma J2ME es similar al entorno de ejecución Java de Sun Microsystems, Edición estándar (JRE), ya que se ha creado siguiendo un conjunto estándar de directrices Java y se ha desarrollado con la ayuda de los principales fabricantes de teléfonos móviles y proveedores de servicios inalámbricos. JavaME es el tipo de plataforma que ofrece potencia para las nuevas aplicaciones y máxima conectividad inalámbrica al dispositivo portátil siempre que se necesite [65].

Sistemas Operativos Móviles

Por último se describirán los sistemas operativos presentes en los actuales dispositivos móviles y el respectivo aporte de estos a la implementación de los clientes para el servicio de IPTV Móvil.

- Symbian OS. Es un robusto sistema operativo especializado en teléfonos móviles avanzados, smartphones, nacido en el año 1998 por medio de la alianza de fuertes empresas del sector como Nokia, Sony Ericsson, Samsung, Siemens, Panasonic, y Motorola, con el ánimo de competir con el sistema operativo de Microsoft, Windows Mobile; Symbian permite modificaciones a cualquier nivel y la diferenciación entre fabricantes entregando el código del sistema operativo a los proveedores en capas diferenciadas (el kernel, los drivers, el middleware y la interfaz de usuario). Actualmente, el entorno de desarrollo unificado se basa en el entorno Carbide C++ de Nokia (basado en

Eclipse); la desventaja principal que presentan los desarrollos basados en Symbian es la necesidad de este sistema operativo para ser ejecutados, es decir no es una tecnología multiplataforma [66].

- Windows Mobile. Es un sistema operativo compacto creado con la intención de simular las diferentes versiones y herramientas de Windows para dispositivos de escritorio y portátiles, en dispositivos móviles con buenas características de procesamiento y memoria, como SmartPhones, Pocket PC y agendas electrónicas. Entre las características mas sobresalientes de este sistema operativo se incluye soporte HTML para Browser e emails, Windows Live incorporado, capacidad de transferencia de archivos con Windows Live Messenger, Streaming, nuevas versiones de Outlook, Word, Excel, Power Point, .NET compact Framework y SQL Server built, además de integración con Windows Vista [74].

Después de describir cada una de las tecnologías existentes, se hace necesario mencionar las razones por las cuales se propone hacer uso del lenguaje de programación Java, por medio de las plataformas JavaEE y JavaME; se ha establecido que Java es una plataforma independiente, con niveles de seguridad elevados, fiable, orientada a objetos permitiendo facilidad de construcción y de uso libre [34]. La plataforma JavaEE es la edición empresarial de Java, se ha determinado que crea beneficios en el acceso a las bases de datos por medio de JDBC, es robusto para el soporte de aplicaciones Web, con capacidad multiplataforma y soporta los principales protocolos de comunicación, por estas razones se propone a JavaEE como la plataforma adecuada para construir la implementación de la guía interactiva de IPTV Móvil en Colombia para los usuarios Web y móviles [69]. Por último la plataforma JavaME se ha considerado superior a las otras tecnologías existentes para la implementación del servicio de IPTV Móvil en Colombia por permitir la creación de aplicaciones móviles con niveles aceptables de seguridad sobre Internet, factor importante para las conexiones de la guía interactiva y el envío del contenido multimedia, por ser líder en el área de los dispositivos móviles sobre redes GRPS, EDGE y UMTS, aportando la característica de acceso múltiple en redes celulares, por ser soportada por más de 250 millones de dispositivos móviles, 500 millones de tarjetas inteligentes y SIM de teléfonos móviles y 100 millones de otra clase de dispositivos, porque en la actualidad cualquier dispositivo móvil incorpora al menos una máquina virtual de Java, lo que la califica como la tecnología multiplataforma mas importante en la actualidad [70].

2.3 Resumen de los lineamientos para la prestación del Servicio de IPTV Móvil.

Vista de Comunidad.

- Se propone crear un modelo de negocio diferenciado para la prestación del servicio de IPTV Móvil en Colombia, en primera instancia se propone atacar el 15,38% de los usuarios postpago colombianos creando la suscripción a paquetes de servicios con pago mensual, y en segunda instancia abarcar al 84,62% de los usuarios prepago, con el modelo normal usado en telefonía celular para este tipo de usuarios (sistema de recargas).
- Realizar diferentes estudios de mercado (como [72]) y estudios de adopción de la tecnología (como [73]), para obtener una mejor aproximación del comportamiento de los usuarios en el entorno colombiano con la implementación del servicio de IPTV Móvil.

Vista de Aplicación:

- Se propone un proceso único sobre el cual se basan las aplicaciones que soportarán cada uno de los servicios pertenecientes a la IPTV Móvil y su forma de interactuar con los usuarios. Este proceso es ilustrado en la sección 2.2.2.
- Se hace necesario tener en cuenta la captura de requisitos funcionales y no funcionales propuestos en la sección 2.2.2.
- Se propone usar la arquitectura de referencia por niveles para la implementación del servicio de IPTV Móvil en Colombia; en la cual se considera cada uno de los aspectos relevantes mencionados en las vistas del Marco de referencia propuesto. (Esta arquitectura es ampliada en el capítulo 3).

Vista de Servicio.

- Se propone implementar los siguientes servicios de IPTV móvil para el entorno colombiano: PPVI, CVBD, RC y PPV. Estos servicios son detallados en la sección 1.5.5.

Vista de Datos.

- Se propone tener en cuenta el modelo de movilidad de contenidos multimedia (generados por los proveedores, ofrecidos por el servicio y consumidos por los usuarios) mostrado en la Figura 5 (ampliado en la sección 2.2.4).
- Debido al limitado ancho de banda que presentan las redes GPRS, se sugiere utilizar para IPTV Móvil el formato 3GP con la unión entre los códec de audio y video que menor ancho de banda demanden, en cuanto al códec de video se considera necesario la implementación del códec H.263 y para el códec de audio se recomienda el uso del AMR-NB; la combinación de estos códec diseñados y especializados para conexiones de bajo ancho de banda permitirá que el servicio de IPTV Móvil pueda ser desplegado sobre redes GPRS, EDGE, sobre redes inalámbricas por Wi-Fi y por múltiples redes de acceso que posean un mayor ancho de banda, como las redes de 3G, las cuales están entrando de forma progresiva al país gracias al operador de red Comcel, y las redes WiMax, implantadas por UNE Comunicaciones.

Vista de Servicios de Red.

- Se recomienda a los proveedores de servicios seguir ofreciendo diferentes tipos de contenidos multimedia, esto con el objetivo de permitir a los usuarios seguir consumiéndolos, familiarizarlos con la tecnología y propiciar el crecimiento del mercado y posteriormente ofrecer diferenciación de servicios para generar óptimos canales de retorno de inversión en los proveedores.
- Se sugiere realizar la implementación del servicio de IPTV Móvil en Colombia para dos tipos de dispositivos móviles con características diferentes, una para usuarios de dispositivos gama alta, usuarios que poseen dispositivos avanzados con el soporte tecnológico necesario (soporte de protocolos RTSP y RTP), y otra para usuarios generalizados, en donde se clasifican consumidores del servicio con dispositivos móviles pertenecientes a gama media (no soportan protocolos RTSP y RTP) , con estos lineamientos se pretende dar el soporte necesario y la futura utilización del servicio de forma indiscriminada.

- Se recomienda el uso de los estándares IEEE 802.11b y 802.11g, asegurando con ellos sobrepasar los niveles de transmisión de datos mínimos que necesita la IPTV Móvil. (Ampliado en la sección 2.2.5)
- Se sugiere las plataformas JavaEE y JavaMe para la implementación del Servicio de IPTV Móvil en Colombia (Ampliado en la sección 2.2.5).

3.1 Introducción

La prestación del Servicio de IPTV Móvil en Colombia debe tener en cuenta: las características de las redes (ancho de banda, velocidad, soporte de protocolos, interoperabilidad con otras redes), las condiciones técnicas de los dispositivos móviles (sistema operativo, protocolos soportados, capacidad de memoria, capacidades multimedia), la facilidad de acceso de los mismos a la población (teniendo en cuenta el carácter masivo del servicio) y sobretodo las especificaciones, recomendaciones y protocolos bajo los cuales se define el servicio.

Bajo las consideraciones anteriores se presenta a continuación una arquitectura de referencia para obtener un equilibrio entre cada uno de los agentes involucrados: dispositivos, redes, usuarios, servicios.

3.2 Arquitectura de referencia para el servicio de IPTV Móvil en Colombia

En la Figura 3 se presenta el marco de referencia propuesto para el despliegue del Servicio de IPTV Móvil en el entorno colombiano, en el cual se definen los lineamientos necesarios para la preparación del entorno en el cual se va a desplegar el servicio, teniendo en cuenta diferentes ámbitos involucrados, los cuales son definidos por el modelo expuesto en la sección 2.1.2 adecuado para entornos relacionados con el m-commerce. En este modelo se tiene en cuenta la interacción con los usuarios, el valor agregado de los servicios, el posible grado de intención de uso del servicio, los requisitos y el manejo de datos con los que debe contar el servicio, la infraestructura necesaria para el despliegue del mismo, entre otros.

Como parte fundamental del marco de referencia, se ha definido una arquitectura del Servicio, la cual cumple la función de ser una guía para el desarrollo y despliegue del Servicio de IPTV Móvil en Colombia. Esta arquitectura esta de acuerdo con los lineamientos planteados en el capítulo 2 en los diferentes niveles del modelo propuesto en

la sección 2.1.2 y es una herramienta esencial en la vista de aplicación. A continuación se presentan los diferentes niveles de la arquitectura propuesta.

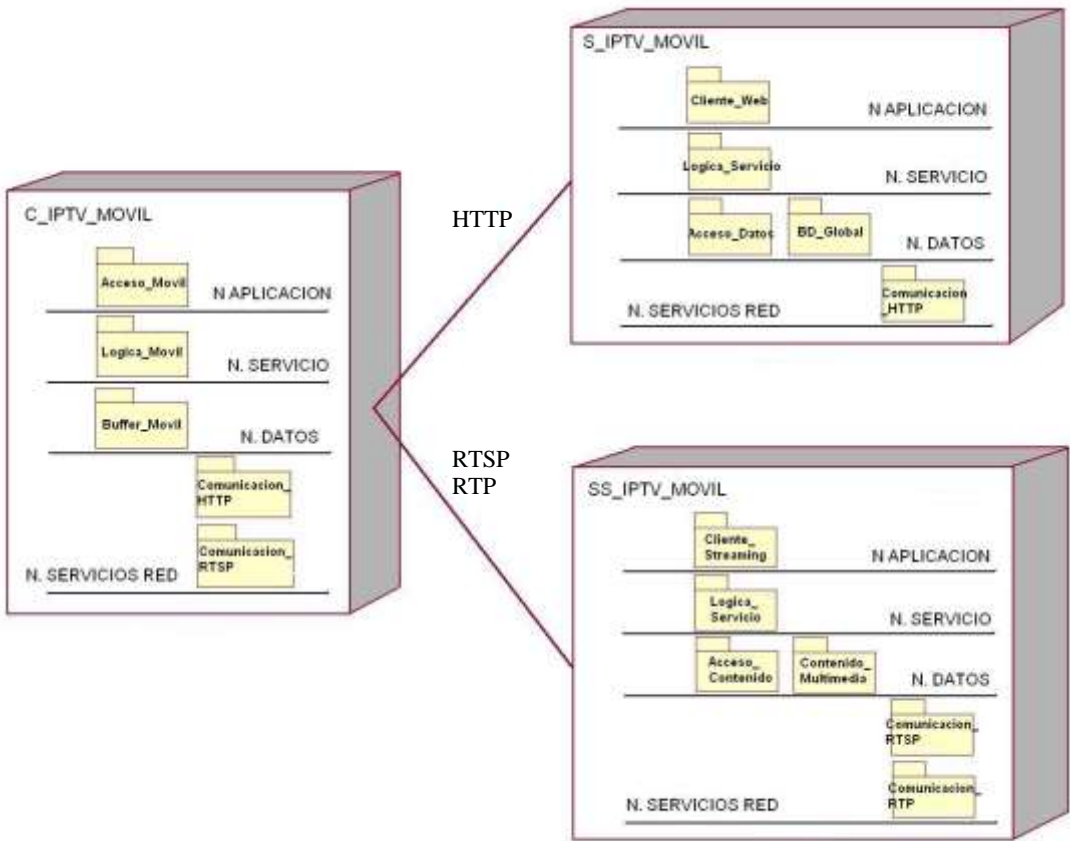


Figura 6. Arquitectura de Referencia Propuesta.

3.2.1 Niveles

Los niveles de Arquitectura mostrados en este apartado, son una abstracción del marco de referencia para la prestación del Servicio de IPTV Móvil en Colombia, presentado en la Sección 2.2.1, el cual corresponde a una adaptación del modelo de referencia creado por Stanoevska-Slabeva en 2003, para el diseño e implementación de aplicaciones en el ámbito del comercio electrónico móvil. Debido a que el servicio de IPTV móvil se mueve en el ámbito del comercio móvil, se ha tomado como referencia en el presente proyecto.

El nivel de Aplicación, se refiere al elemento intermediario entre el usuario y el servicio en general, representa al cliente y sus respectivas sesiones para los diferentes módulos funcionales.

El nivel de Servicio comprende los procesos fundamentales de coordinación y comunicación que permiten llevar a cabo la adecuada preparación del entorno y el adecuado funcionamiento de los cuatro servicios básicos: PPVI, CVBD, RC y PPV (Ver detalles en 1.1.5) del servicio de IPTV Móvil, acordes con el marco de referencia propuesto.

El nivel de Datos, constituye la representación de los elementos necesarios en cada uno de los diferentes módulos, sobre los cuales se guarda la información de los contenidos y de los usuarios, para el módulo S_IPTV Móvil, los contenidos multimedia, para el módulo SS_IPTV Móvil y el buffer en el consumo del servicio, para el módulo C_IPTV Móvil

El nivel de Servicios de Red, representa la infraestructura de red sobre la cual se realizan las diferentes comunicaciones e intercambio de datos entre los diferentes módulos funcionales de la arquitectura propuesta.

3.2.2 Componentes

El módulo del cliente, en adelante denominado “C_IPTV Móvil”, representa al dispositivo en el que se debe ejecutar la aplicación móvil, la cual actuará de intermediario entre el usuario y el servicio, por medio de este componente es posible escoger, interpretar, decodificar y reproducir el contenido de video transmitido vía streaming usando los protocolos RTP, RTSP y codificado mediante los formatos AMR, H263 o MPEG. Estas tareas fueron descritas en los lineamientos de la Vista de Aplicación (Sección 2.2.2)

Otro de estos elementos fundamentales para la implementación del servicio de IPTV Móvil es el módulo que se ejecuta sobre un Servidor Web, y que en adelante será denominado “S_IPTV Móvil”, en este componente se debe implementar el servicio de guía interactiva que los clientes móviles solicitan vía HTTP, en el cual se muestra la descripción de contenidos brindados por los servicios de IPTV Móvil (televisión a la carta, televisión en vivo), además en este componente de la arquitectura se implementa conjuntamente la gestión y las respectivas bases de datos donde será almacenada toda la información de los usuarios y el contenido multimedia brindado por medio del servicio.

El último componente de la arquitectura propuesta, es el módulo Servidor de Streaming denominado “SS_IPTV Móvil”, este componente será el encargado de manejar todas las sesiones y envío del contenido multimedia en general, solicitado por parte de cada uno de

los usuarios que consumen el servicio de IPTV Móvil. Todo lo anterior haciendo uso de los protocolos sobre los que se fundamenta IPTV Móvil: RTSP y RTP.

3.2.2.1 Niveles de Cada Componente

3.2.2.1.1 S_IPTV_Movil.

Nivel de Aplicación:

Este nivel representa los clientes móviles y Web que acceden al componente S_IPTV_Movil para descargar el catálogo con el contenido multimedia, mediante el protocolo HTTP.

Nivel de Servicio:

Dentro de este nivel se controla el proceso o la lógica encargada de brindar el catálogo o guía interactiva a los clientes móviles y Web.

Nivel de Datos:

Este nivel controla las funciones de consulta y modificación sobre la base de datos que contiene la guía interactiva.

Nivel de Servicios de Red:

Se encarga de recibir las peticiones o solicitudes de guía interactiva, hechas mediante el protocolo HTTP.

3.2.2.1.2 SS_IPTV_Movil.

Nivel de Aplicación: Este nivel representa al cliente móvil que establece la conexión RTSP para el control de la sesión de Streaming y la conexión RTP para la recepción del contenido multimedia.

Nivel de Servicio: Dentro de este nivel se controla el proceso o la lógica encargada del establecimiento de la conexión para el control de la sesión de streaming, el control de la sesión y el envío del contenido multimedia.

Nivel de Datos: Este nivel controla las funciones de acceso al contenido multimedia.

Nivel de Servicios de Red: Se encarga de recibir las peticiones o solicitudes RTSP y RTP hechas por el cliente móvil.

3.2.2.1.3 C_IPTV_Movil

Nivel de Aplicación: Este nivel representa cada una de las vistas o interfaces del cliente móvil, entre ellas: la de elección de contenido, la de descripción del contenido, la de reproducción, etc.

Nivel de Servicio: Dentro de este nivel se controla la navegación por las vistas y la lógica encargada del establecimiento de las conexiones RTSP, RTP, además de la reproducción del contenido multimedia.

Nivel de Datos: Este nivel mantiene un almacenamiento temporal del contenido que arriba al cliente móvil desde el componente SS_IPTV_Movil, este contenido temporal es reproducido y después descartado.

Nivel de Servicios de Red: Se encarga de enviar las peticiones o solicitudes RTSP y RTP hacia el componente SS_IPTV_Movil.

3.2.2.2 Funciones de Cada Componente

S_IPTV_Movil: La función principal de este componente es administrar el catálogo multimedia que reside en una base de datos y enviarlo al cliente móvil mediante el protocolo http.

SS_IPTV_Movil: La función principal de este componente es crear una sesión de control RTSP con el dispositivo móvil, para administrar el envío del contenido multimedia mediante RTP.

C_IPTV_Movil: La función principal de este componente es acceder a la guía interactiva del modulo S_IPTV_Movil y consumir el contenido multimedia del modulo SS_IPTV_Movil usando los protocolo RTSP y RTP.

3.2.3 Protocolos

Con el fin de explicar el uso de los diferentes protocolos para el intercambio de datos en el servicio de IPTV Móvil y al mismo tiempo cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales propuestos en la sección 2.2.2, es necesario dividir en dos partes fundamentales el manejo de los protocolos de comunicación del sistema, la primera hace referencia al intercambio de datos necesarios entre el módulo C_IPTV_Movil y S_IPTV_Movil, el cual proporciona la guía de contenidos multimedia y realiza la gestión de cada una de las cuentas de usuarios y las respectivas compras u órdenes de servicio, la segunda parte y la de mayor importancia hace referencia a las comunicación entre el módulo C_IPTV_Movil y SS_IPTV_Movil para el envío de los datos multimedia y la administración de la Sesión.

Como se muestra en la Figura 7, los protocolos involucrados en el Servicios de IPTV Móvil son: HTTP, RTSP, RTCP, RTP, SDP y el mediador de acceso a Base de Datos.

Dentro del servicio, C_IPTV_Movil usa el protocolo HTTP para solicitar la guía interactiva a manera de catálogo en la pantalla del dispositivo, este proceso se realiza a través de peticiones hacia S_IPTV_Movil. La aplicación que se ejecuta sobre S_IPTV_Movil es la encargada de atender esas peticiones y obtener la información o catálogo multimedia desde la base de Datos de S_IPTV_Movil, para realizar este proceso de consulta se hace uso de protocolos, encargados de servir de puente, entre el lenguaje en el cual está implementada la aplicación residente en S_IPTV_Movil y el lenguaje de consultas a la Base de datos.

Como se mencionó anteriormente, en el proceso de escogencia del contenido a visualizar esta involucrado el protocolo HTTP, una vez escogido el contenido a visualizar, C_IPTV_Movil solicita a SS_IPTV_Movil la descripción de la disponibilidad para la transmisión del contenido (revisa si el contenido esta listo para ser transmitido), en caso de estar disponible, se prepara y establece la sesión RTSP, cabe anotar que este protocolo es bidireccional, puesto que SS_IPTV_Movil confirma a C_IPTV_Movil las peticiones, debido a que RTSP es un protocolo orientado a la conexión y trabaja sobre el protocolo seguro TCP. Una vez establecida la conexión RTSP, C_IPTV_Movil solicita a SS_IPTV_Movil que inicie el envío de paquetes por medio del protocolo RTP, el *protocolo* RTP lleva en su carga útil la información codificada de acuerdo al códec de video y audio utilizado. Cabe anotar que este protocolo es no orientado a la conexión y trabaja sobre el

protocolo UDP, esto hace eficiente el envío de contenido multimedia, puesto que no es necesario confirmar el envío de datos, lo cual haría lento el proceso de transferencia. Por su parte los protocolos afines RTCP y SDP son usados para obtener reportes de la calidad de la conexión y para describir la sesión RTSP.

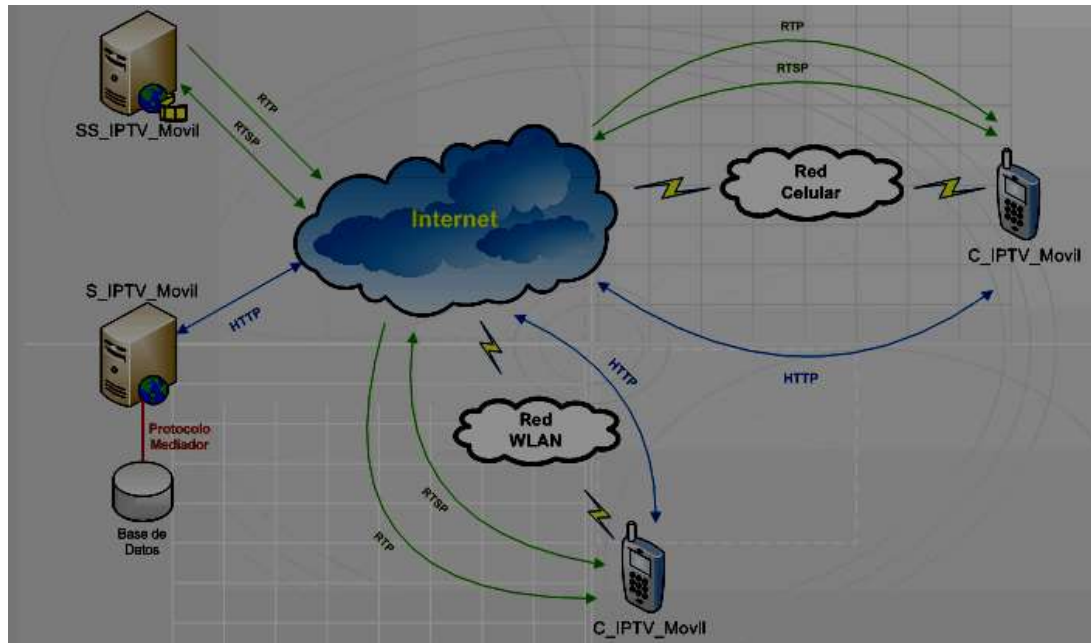


Figura 7. Protocolos de Comunicación

Es importante resaltar que los protocolos de transporte de datos a los que se hace referencia en este apartado, operan sobre el protocolo de Internet o protocolo IP. Es posible acceder a Internet por medio del dispositivo móvil usando la red celular, o una red inalámbrica WLAN, si el dispositivo cuenta con el soporte adecuado.

3.3 Vista de Subsistemas

En esta sección se describen modularmente los componentes del Marco de referencia, la interacción entre ellos y su agrupación en paquetes:

3.3.1 Descripción de Módulos

3.3.1.1 SS_IPTV_Movil

Módulos

Los módulos del SS_IPTV_Movil (Servidor de Streaming) se presentan a continuación:

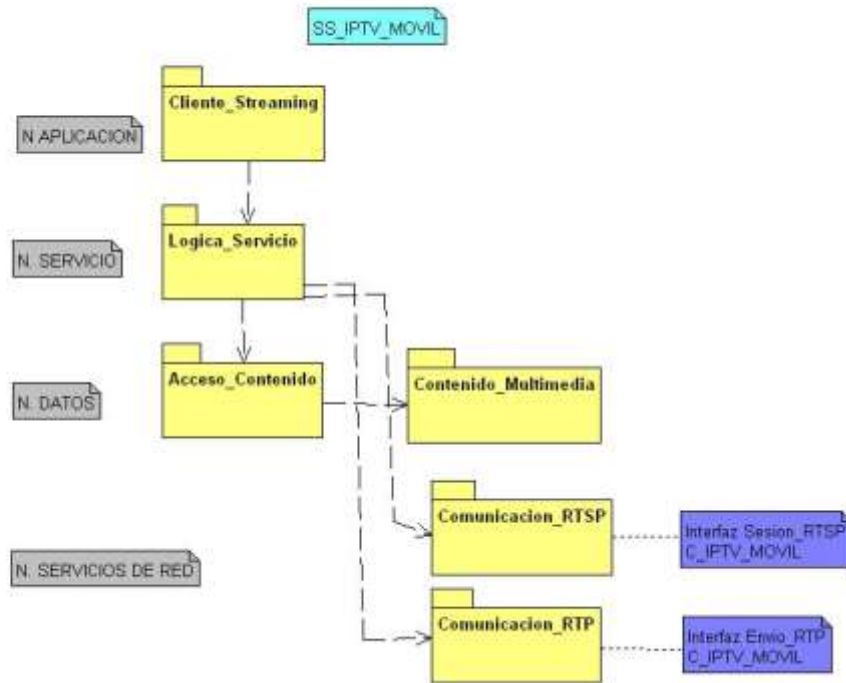


Figura 8. SS_IPTV_Movil

- **Cliente_Streaming.** Es el módulo que representa al cliente móvil, encargado de hacer las solicitudes del contenido multimedia mediante los protocolos de IPTV (RTSP, RTP).
- **Logica_Servicio.** La función principal de este módulo es procesar las peticiones hechas por el módulo Cliente_Streaming y responder a las mismas. Estas peticiones son: solicitud de descripción de contenido multimedia mediante RTSP y solicitud de contenido mediante RTP.
- **Acceso_Contentido.** Este módulo contiene funciones que se encargan de administrar el acceso a los contenidos multimedia del Servidor de Streaming, permite consultar si el contenido se encuentra listo para la transmisión de los contenidos y solicitarlos cuando es necesario realizar el envío.
- **Contenido_Multimedia.** Aquí residen todos los contenidos multimedia adecuados en su formato y listos para ser transmitidos haciendo uso de los protocolos RTSP y RTP.
- **Comunicacion_RTSP.** Este módulo se encarga de recibir las peticiones RTSP provenientes desde el cliente móvil y de enviar respuestas del mismo tipo, mediante

conexiones TCP/IP. Contiene una interfaz llamada Sesion_RTSP a través de la cual se comunica con el cliente C_IPTV_Movil para establecer la sesión RTSP.

- **Comunicacion_RTP.** Se encarga de recibir peticiones RTP provenientes desde el cliente móvil y de enviar los paquetes RTP con el contenido multimedia, mediante conexiones UDP/IP. Contiene una interfaz Envio_RTP a través de la cual se comunica con C_IPTV Móvil para el envío de paquetes RTP.

3.3.1.2 S_IPTV_Movil

Módulos

Los módulos pertenecientes a S_IPTV_Movil se presentan a continuación:

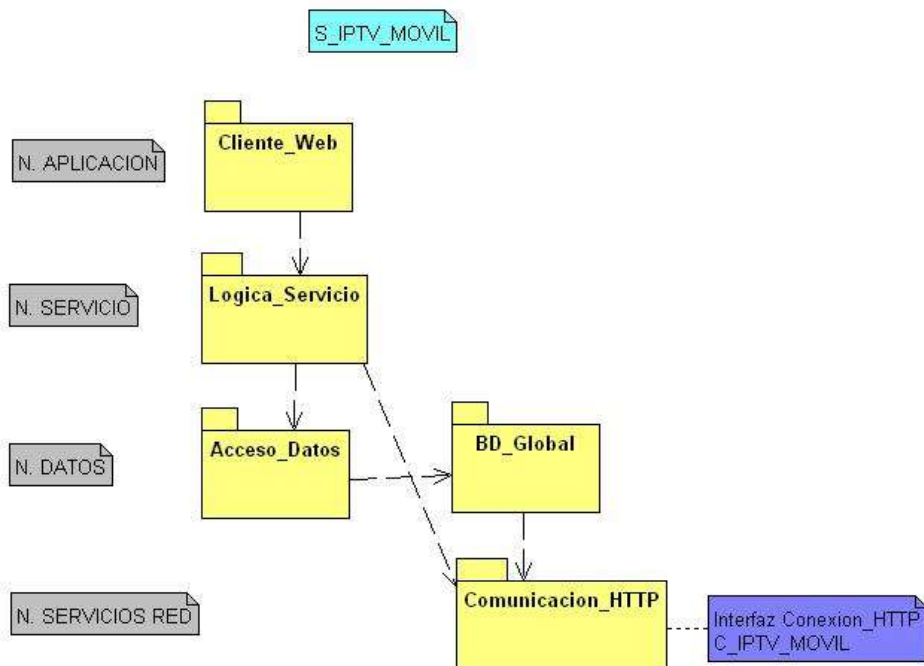


Figura 9. S_IPTV_Movil

- **Cliente_Web.** Este módulo representa al cliente Web que accede desde un navegador para hacer funciones de consulta o administración de la información o catálogo del contenido multimedia del servicio de IPTV. Todo esto dependiendo si se trata de un usuario corriente del servicio, o del administrador del mismo.

- **Logica_Servicio.** En este bloque se procesan las peticiones enviadas desde el cliente Web, permitiendo dirigir labores de consulta y administración del catálogo con el contenido multimedia.
- **Acceso_Datos.** Este módulo se encarga de ejecutar funciones de alto nivel, de acuerdo con la lógica del servicio, dichas funciones se adecuan al modelo del negocio y hacen uso de las operaciones de capa inferior que permiten acceder y manejar la base de datos de los catálogos multimedia.
- **BD_Global.** En este bloque se realizan los procesos de administración de la base de datos de los catálogos de contenido multimedia, entre ellos los de consulta, inserción y modificación.
- **Comunicación_HTTP.** Este módulo recibe las solicitudes de información y administración del catálogo multimedia desde los clientes Web y envía las respuestas hacia los mismos, todo esto haciendo uso del protocolo HTTP.

3.3.1.3 C_IPTV_Movil

Módulos

Los módulos pertenecientes a C_IPTV_Movil son:

- **Acceso_Movil.** Consta de las interfaces gráficas en las cuales el usuario del servicio de IPTV móvil puede seleccionar el contenido multimedia y visualizarlo.
- **Logica_Móvil.** Este módulo se encarga de administrar la presentación de las interfaces gráficas de usuario en la pantalla del dispositivo, además de manejar la información proveniente desde SS_IPTV_Movil. En caso que el dispositivo no soporte los protocolos RTSP y RTP es necesario implementar los protocolos y decodificar la información (de acuerdo a los codecs usados) para presentarla en la pantalla del móvil. De lo contrario solo es necesario preocuparse por la lógica de presentación.
- **Buffer_Movil.** En esta sección se almacenan pequeños bloques de información que arriban por medio del protocolo RTP, el objetivo de este módulo es permitir que la reproducción del contenido multimedia sea más continuo.
- **Comunicacion_HTTP.** Este módulo se encarga de establecer la comunicación HTTP con **S_IPTV_Movil** a fin de recibir la información del catálogo con el contenido multimedia. Contiene una interfaz llamada S_IPTV_Movil a través de la cual se comunica con S_IPTV_Movil para la solicitud del catálogo.
- **Comunicacion_RTSP.** En esta sección se establece la comunicación RTSP y RTP con el fin de preparar el envío del contenido multimedia. Esto haciendo uso del

protocolo TCP y UDP respectivamente. Contiene las interfaces Sesion_RTSP y Envio_RTP a través de las cuales establece el canal de control y recibe los paquetes RTP del SS_IPTV_Movil.

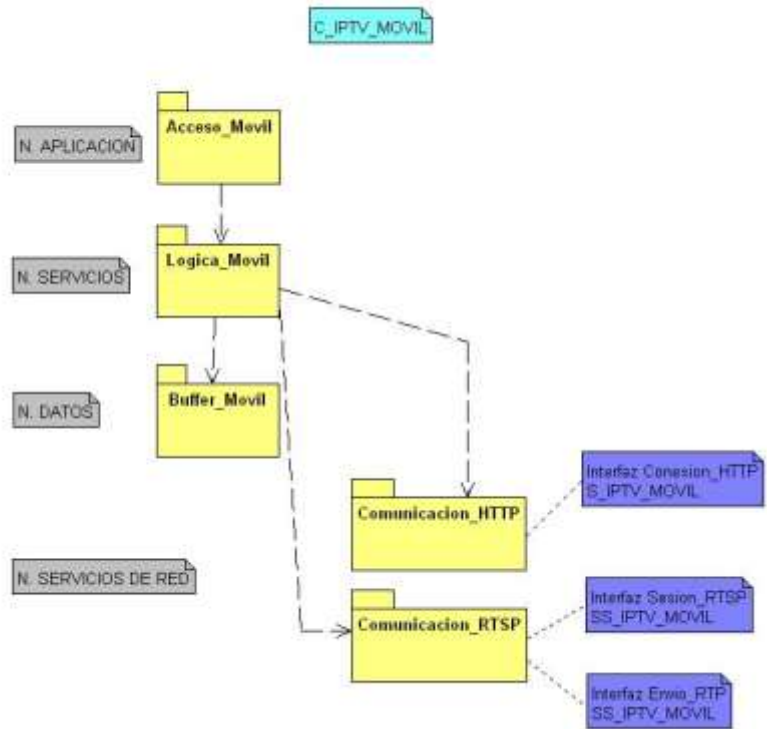


Figura 10. C_IPTV_Movil

3.3.2 Interacción de los Módulos

Cabe anotar que la interacción entre los componentes de la arquitectura se realiza solamente a través del Nivel de Servicios de Red y mediante los protocolos especificados en la arquitectura.

S_IPTV_Movil.

La interacción de los módulos en S_IPTV_Movil se presenta a continuación:

A través de un **Cliente_Web** por medio de un navegador o a través de la aplicación móvil se hace una solicitud, ya sea de consulta o manejo de la información del catálogo multimedia. El módulo **Logica_Servicio** usa a **Comunicacion_HTTP** para recibir las

peticiones y procesarlas realizando funciones de administración (inserción, consulta, modificación, etc.) en el módulo **BD_Global** por medio de **Acceso_Datos**. Estos cambios son comunicados al módulo **Lógica Servicio** quien responde al cliente a través de **Comunicacion_HTTP**.

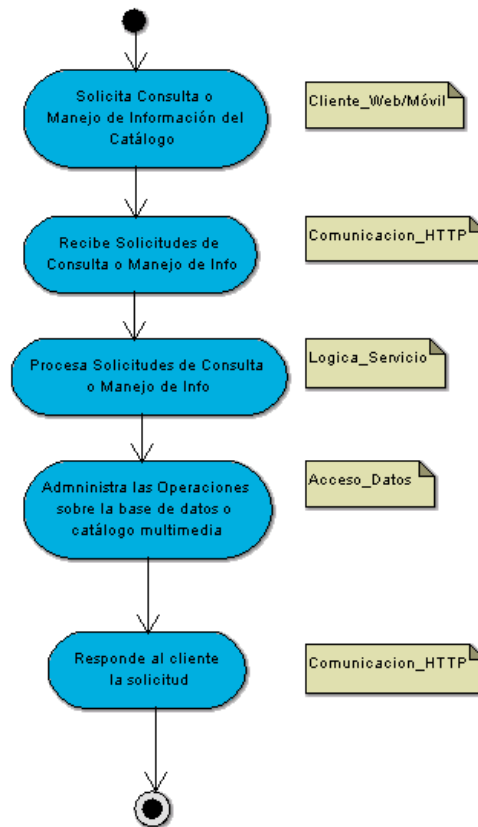


Figura 11. Interacción Módulos S_IPTV_Movil

SS_IPTV_Movil.

La interacción de los módulos en S_IPTV_Movil se ilustra a continuación:

A través de un **Cliente_Streaming**, es decir a través de un dispositivo móvil se solicita la descripción de un contenido multimedia (previamente seleccionado de la guía interactiva) por medio del protocolo RTSP a **Logica_Servicio** y usando el módulo **Comunicación_RTSP**. El módulo **Logica_Servicio** realiza la consulta del contenido residente en el Servidor a través de los módulos **Acceso_Contenido** y **Contenido_Multimedia**; en caso de que el contenido este disponible **Logica_Servicio** envía una acuse de listo para transmitir o no disponible a **Cliente_Streaming** por medio de **Comunicacion_RTSP**. Si el contenido esta disponible **Cliente_Streaming** hace una solicitud RTP a **Logica_Servicio** vía **Comunicacion_RTP**. **Logica_Servicio** solicita el contenido a transmitir a **Acceso_Contenido**, el cual solicita y recibe el contenido de

Contenido_Multimedia y lo envía a **Logica_Servicio** quien lo trasmite a **Cliente_Streaming** usando **Comunicacion_RTSP**. Una vez finalizada la reproducción del contenido o en el momento en que se desee interrumpir su envío, **Cliente_Streaming** manda un mensaje RTSP de finalización a **Logica_Servicio** por medio de **Comunicacion_RTSP**. **Logica_Servicio** interrumpe entonces la transmisión.

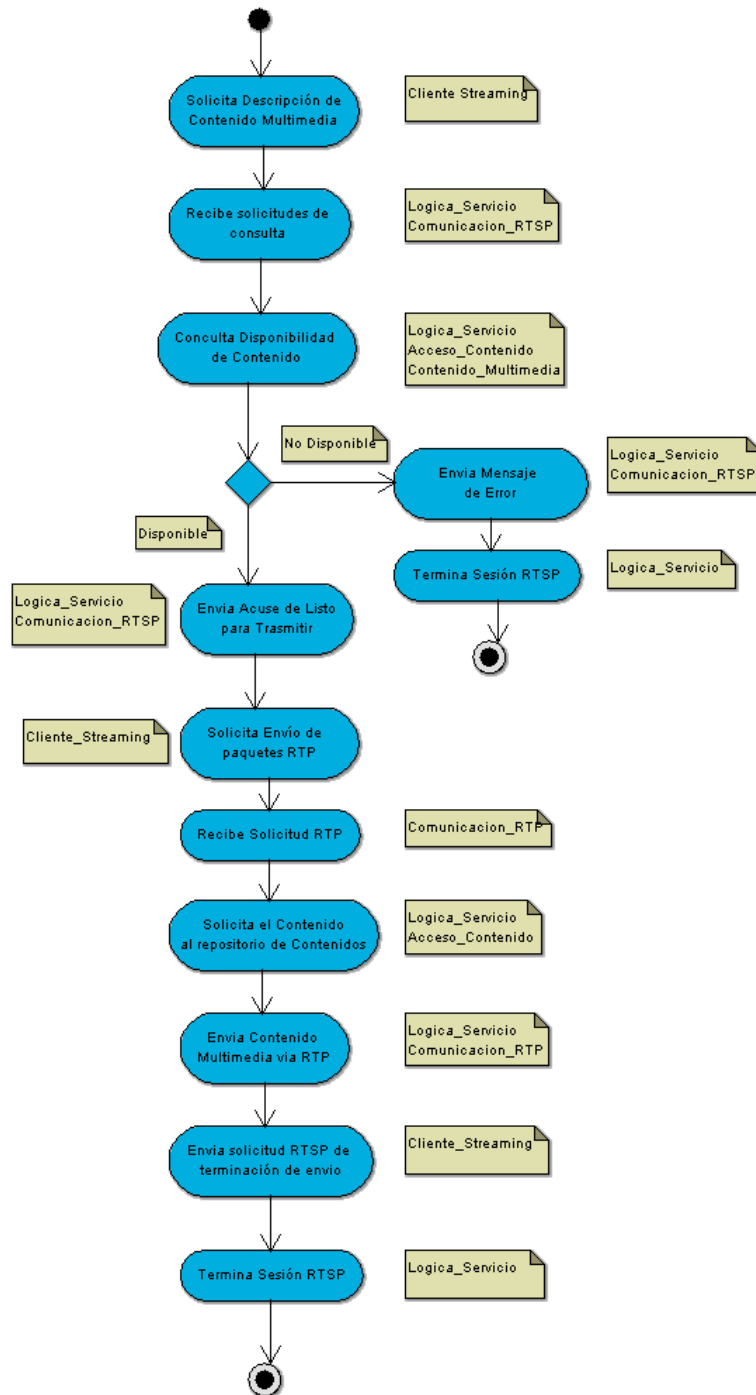


Figura 12. Interacción Módulos SS_IPTV_Movil

C_IPTV_Movil.

La interacción de los módulos en C_IPTV_Movil se presenta a continuación:

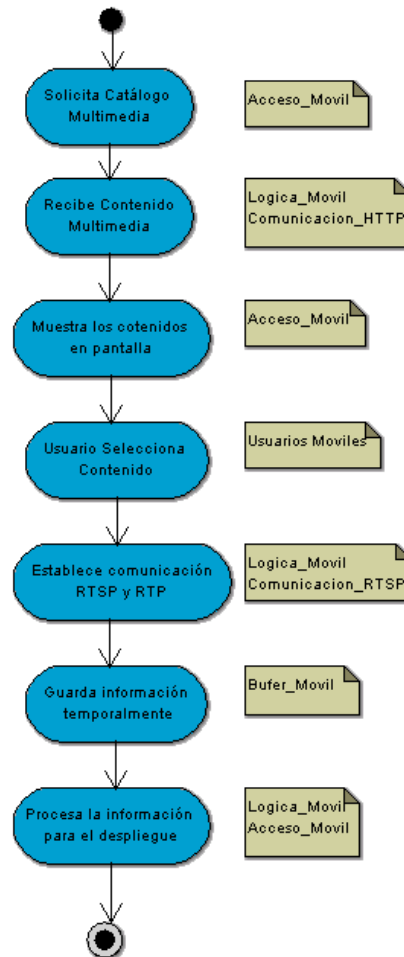


Figura 13. Interacción Módulos C_IPTV_Movil

A través del módulo **Acceso_Movil** se hace una solicitud a modo de catálogo del contenido multimedia disponible en **S_IPTV_Movil**, al módulo **Logica_Movil**, el cual se comunica directamente con el módulo **Comunicación_HTTP** para establecer una conexión HTTP y solicitar la lista con el contenido multimedia. El módulo **Logica_Movil** recibe los contenidos y los publica en la pantalla del dispositivo por medio de **Acceso_Movil**, el usuario del Servicio de IPTV móvil selecciona el contenido que desea visualizar para que **Logica_Movil** establezca la comunicación RTSP y RTP con el servidor de Streaming por medio de **Comunicacion_RTSP**, la información multimedia

enviada a través de RTP se guarda temporalmente en un buffer y se procesa para ser desplegada mediante los módulos **Buffer_Movil** y **Logica_Movil** respectivamente.

A continuación se ilustra la interacción de módulos del servicio de IPTV Móvil:

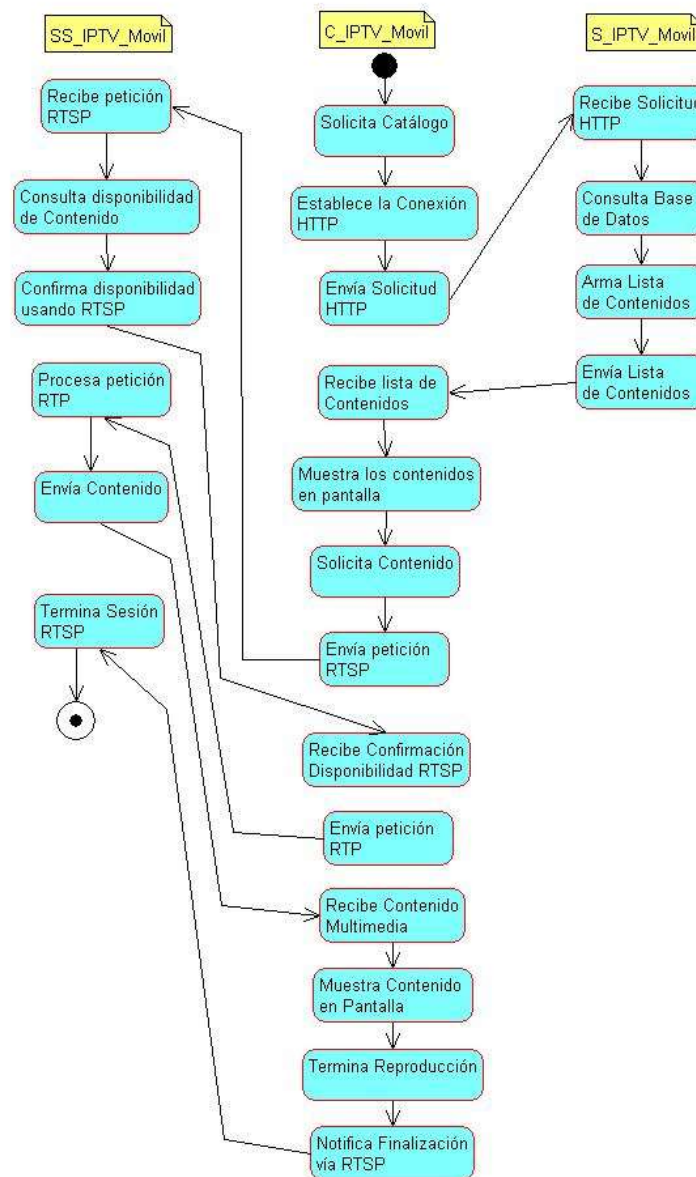


Figura 14. Interacción Módulos IPTV Móvil

* El subflujo de consultar disponibilidad hace referencia, a si el contenido esta preparado para ser transmitido.

4.1 Introducción.

A partir del marco de referencia presentado en la sección 2.2.1 se obtuvieron algunos aspectos importantes para la implementación del piloto para la prestación del Servicio de IPTV Móvil a la carta, los cuales fueron extraídos de las vistas presentadas en el modelo.

De la vista de comunidad se pudo obtener algunos aspectos importantes acerca de la posible intención de uso del servicio en países con características similares a Colombia, teniendo en cuenta el perfil de los potenciales usuarios, sus gustos, la disponibilidad a la hora del pago del servicio y la preferencia por el servicio de televisión a la carta por encima de otros servicios de IPTV Móvil.

A partir de la vista de aplicación se pudo abstraer los requisitos funcionales y no funcionales del Servicio IPTV Móvil en general, un subconjunto de los cuales aplica al servicio de televisión a la carta presentado en este apartado.

La vista de Servicio sirvió de aporte para tener en cuenta las recomendaciones propias ya no de la implementación, sino de las características propias del servicio, relacionadas con el modelo del negocio en el que se mueve el servicio de televisión a la carta.

De la vista de datos se pueden obtener las características necesarias para el manejo de los contenidos que son desplegados en la pantalla del dispositivo del usuario, ello incluye tener en cuenta el proceso necesario para adaptar este contenido a través de las recomendaciones de movilidad de contenido.

A partir de la vista de Servicios de red se toman en cuenta las tecnologías para la transmisión de datos, de acuerdo a los protocolos manejados por la televisión IP: RTP, RTSP.

En este capítulo se detalla la implementación del servicio de televisión a la carta, incluyendo las tecnologías usadas, los patrones empleados y las pruebas y resultados obtenidos con la implementación del mismo.

4.2 Descripción del servicio

De acuerdo al estudio presentado en el apartado 2.2.1, en la sección de Valor Agregado, Entre los servicios que ofrece la Televisión móvil existe especial interés por parte de los usuarios en aquellos contenidos que pueden ser configurados para ser observados en el momento que se desee. Esta es precisamente una de las características del Servicio de televisión a la carta o pagar por ver.

Teniendo en cuenta lo anterior la arquitectura propuesta en el capítulo 3 y que hace parte fundamental de los lineamientos para la implementación el servicio de IPTV Móvil en Colombia, ha sido probada a través del servicio de televisión a la carta. Tal como se mencionó en la sección 1.1.5, este tipo de servicio permite al usuario pagar por el contenido que realmente le interesa para ser visualizado a cualquier hora y en cualquier lugar gracias a la movilidad que posibilitan las redes celulares e inalámbricas.

En el servicio de IPTV a la carta el usuario solicita el catálogo o guía con el listado del contenido multimedia a un Servidor de Guía, en el cual la lista de contenidos es actualizada de acuerdo a la disponibilidad (contenidos listos para transmitir) de los mismos en el Servidor de Streaming. El Servidor de Guía envía el catálogo multimedia al dispositivo móvil usando el protocolo HTTP y una vez recibe el contenido lo presenta en pantalla, El usuario puede ver la descripción de cada uno de los contenidos, escoger el contenido que desea visualizar y comprarlo. Una vez el contenido es comprado, el dispositivo móvil establece la comunicación directa con el Servidor de Streaming por medio del protocolo RTSP, para luego iniciar el proceso de envío del contenido multimedia a través del protocolo RTP.

A continuación se presentan los requisitos funcionales y no funcionales del Servicio de IPTV a la carta:

No funcionales

- La información de los contenidos multimedia debe estar indexada en un Servidor de Guía, y debe ser enviada a modo de guía interactiva a los usuarios, con una breve descripción de cada uno de los contenidos y haciendo uso del protocolo HTTP.
- El contenido debe ser enviado al dispositivo móvil por los protocolos RTSP y RTP.
- El servicio debe operar sobre distintos tipos de redes: inalámbricas y móviles.
- Los formatos de audio y video deben garantizar un bajo consumo de ancho de banda.

- El servicio de televisión a la carta hace uso de los formatos H-263 y AMR que cumplen con este propósito.
- El servicio debe ser escalable, apto para la migración a nuevas tecnologías como WiMAX en dispositivos móviles, redes celulares de 3G y 4G.
- La aplicación en el dispositivo móvil debe seguir tener en cuenta recomendaciones de usabilidad en el ámbito de las aplicaciones móviles.

Funcionales

- El servicio debe garantizar la gestión del contenido multimedia brindado, lo cual incluye actualizar la información que se presenta en la guía interactiva y actualizar el contenido del servidor de Streaming.
- El sistema debe ejercer el control sobre el servicio, permitiendo crear, modificar o eliminar solicitudes de contenido, realizar el manejo del mismo y controlar la facturación del servicio.
- El servicio debe ofrecer acceso a una guía Interactiva, sobre la cual los clientes podrán informarse acerca del contenido multimedia brindado por el servicio.
- El servicio debe permitir al usuario comprar el contenido multimedia.
- El servicio debe permitirle al usuario observar el contenido pedido con anticipación a la hora prevista.

4.3 Definición de requisitos

4.3.1 Casos de uso

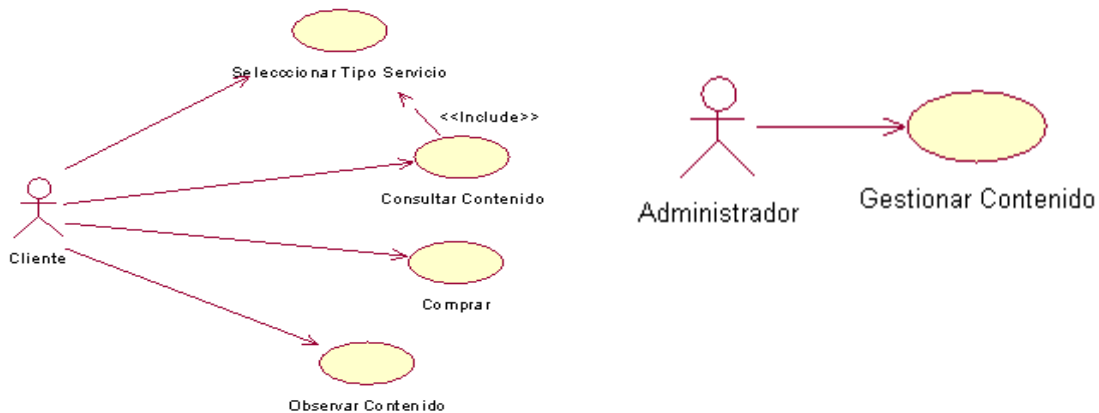


Figura 15. Diagrama de Casos de Uso

4.3.1.1 Actores y entidades

- **Cliente:** corresponde al usuario objetivo del Servicio de IPTV Móvil a la carta, se encarga de escoger el contenido, comprarlo y visualizarlo.
- **Administrador:** Es el encargado de gestionar el contenido que va a ser enviado al cliente, lo cual incluye funciones de adaptación para que este sea enviado vía Streaming usando la red. (Inalámbrica, Celular).
- **BD_Guia:** Contiene la información concerniente al catálogo multimedia, lo cual incluye la descripción básica de cada uno de los contenidos de los catálogos, que son enviadas al usuario del dispositivo móvil.
- **Aplicación Móvil:** Corresponde a la aplicación encargada de interpretar los protocolos para el envío y administración de la sesión: RTP y RTSP respectivamente. Además tiene como función adecuar el contenido según el códec de audio y video usado para luego presentar el contenido multimedia en la pantalla del dispositivo.
- **Aplicación Web:** Corresponde a la aplicación encargada de administrar vía Web el catálogo con los contenidos multimedia, de acuerdo a los contenidos residentes en el servidor de Streaming.

4.3.1.2 Realización de casos de uso esenciales



Parte Web



Parte Móvil

Nota: La siguiente configuración será usada en los diagramas de secuencia y en los de caso de uso

Caso de uso	Seleccionar Tipo de Servicio
Actores	Usuario (iniciador).
Tipo	Primario.
Propósito	Seleccionar el tipo de servicio ofrecido por la plataforma, entre los servicios de televisión a la carta y televisión en vivo, para permitir a los usuarios acceder al primero de estos.
Resumen	Posterior a la publicación de la lista de servicios de IPTV Móvil (televisión en vivo, televisión a la carta) en el menú principal de la aplicación móvil, el Usuario puede seleccionar el servicio de IPTV Móvil a la Carta, para después recibir de la plataforma los títulos de los contenidos multimedia que pertenecen a este servicio en particular. La plataforma envía la información extrayéndola desde la base de datos BD_Guia (ver Figura 16 y Figura 17).
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> – Este caso de uso inicia cuando un usuario accede a la aplicación y se le despliega en el menú principal los tipos de servicio pertenecientes a IPTV Móvil: televisión en vivo, televisión a la carta. – El Usuario selecciona el servicio de televisión a la carta y se le envía al sistema esta información para que este realice las respectivas acciones. – El sistema extrae de la base de datos BD_Guia, los títulos de los diferentes contenidos multimedia asociados al servicio seleccionado (televisión a la carta). – El sistema envía a la aplicación la información de los títulos del contenido multimedia ofrecido por el

servicio de Televisión a la carta y posteriormente esta es desplegada en una lista de selección en la aplicación móvil del cliente.

Poscondiciones

- El Cliente puede escoger entre los diferentes títulos de los contenidos multimedia para mirar su descripción.

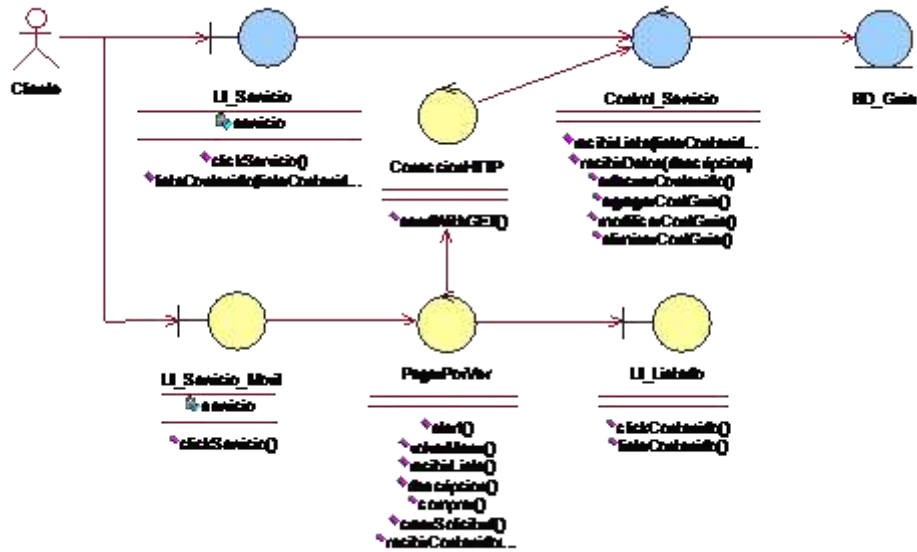


Figura 16. Seleccionar Tipo Servicio – Diagrama de Clases

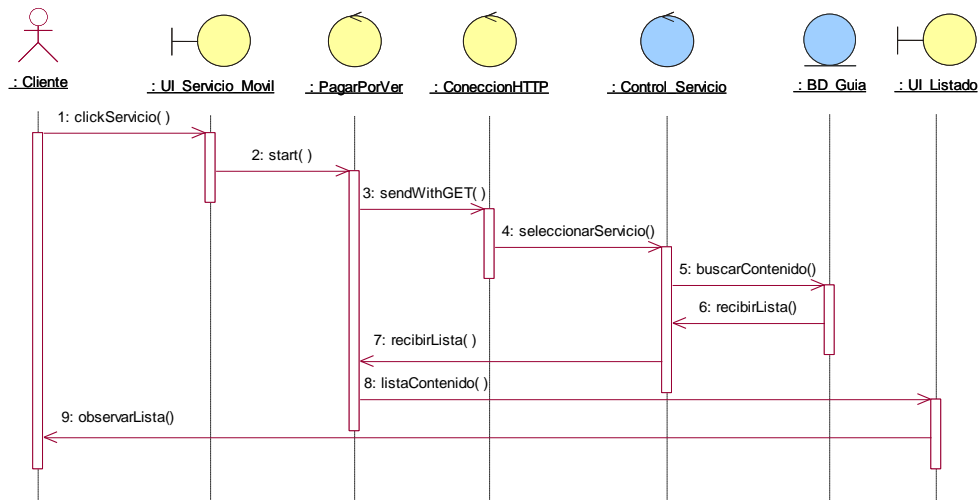


Figura 17. Seleccionar Tipo Servicio – Diagrama de Secuencia*

Caso de uso	Consultar Contenido
Actores	Usuario (iniciador).

*El mismo proceso se realiza para la parte Web

Tipo	Primario.
Propósito	Permitir a los usuarios obtener información específica de uno de los contenidos multimedia.
Resumen	Después que el usuario selecciona uno de los diferentes contenidos multimedia ofrecidos en la lista de contenidos, el sistema le envía toda la información relacionada a este. El sistema extrae la información necesaria desde la base de datos BD_Guia. De esta forma el usuario queda totalmente informado del contenido que quiere acceder para posteriormente poder realizar la compra de este (ver Figura 18 y Figura 19).
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> - Este caso de uso inicia cuando el usuario selecciona uno de los contenidos multimedia ofrecidos por medio de una lista de selección con los títulos del contenido que el servicio de IPTV Móvil ofrece. - El usuario escoge el contenido multimedia del cual desea recibir mayor información. - El sistema envía la información solicitada por el usuario. - El sistema despliega en el aplicativo móvil la información del contenido multimedia que el usuario solicitó.
Poscondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Cliente puede comprar un contenido multimedia en particular.

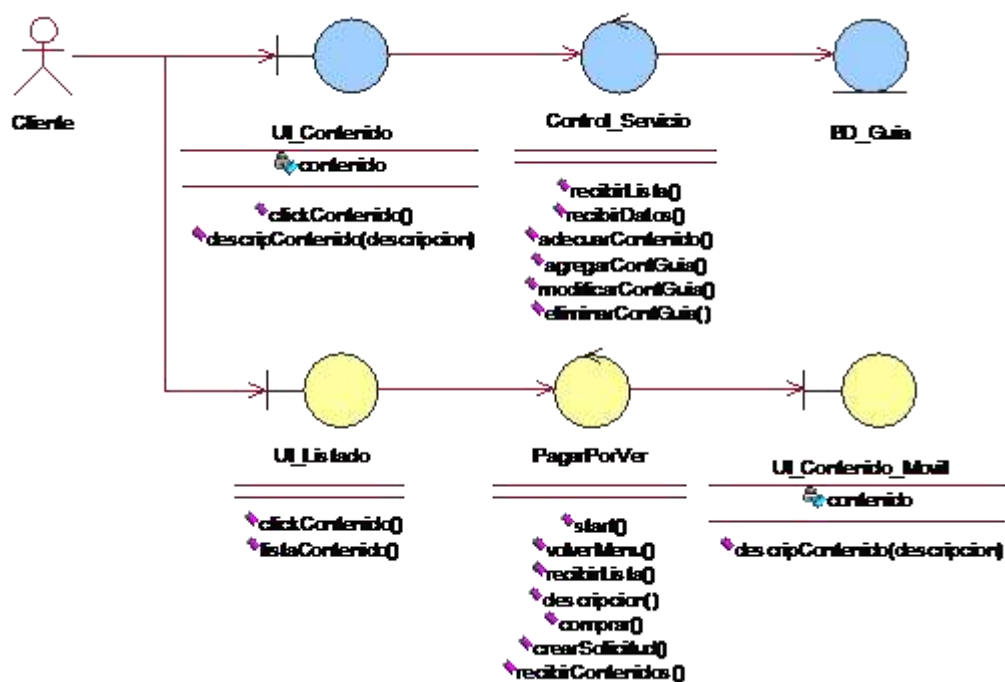


Figura 18. Consultar Contenido – Diagrama de Clases

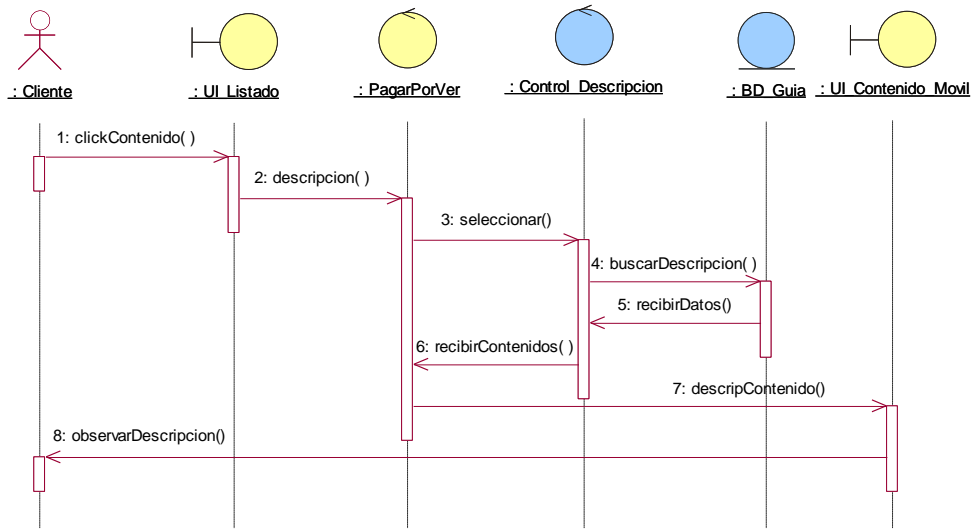


Figura 19. Consultar Contenido – Diagrama de Secuencia*

Caso de uso	Comprar
Actores	Usuario (iniciador).
Tipo	Primario.
Propósito	Permitir a los usuarios realizar la compra de un contenido en particular del servicio de IPTV Móvil a la Carta.
Resumen	Después que el usuario ha observado la información del contenido multimedia seleccionado, este puede realizar una petición de compra del mismo. Posteriormente esta información es enviada al sistema, para que este se prepare para el envío del contenido al aplicativo móvil del usuario (ver Figura 20 y Figura 21).
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> – Este caso de uso inicia cuando el usuario escoge el contenido multimedia que desea observar. – El usuario genera la petición de compra del contenido seleccionado y envía esta solicitud al sistema. – El sistema se prepara para el envío del respectivo contenido al usuario.
Poscondiciones	<ul style="list-style-type: none"> – Cliente en espera para observar el contenido comprado.



Figura 20. Comprar – Diagrama de Clases

* El mismo proceso se realiza para la parte Web

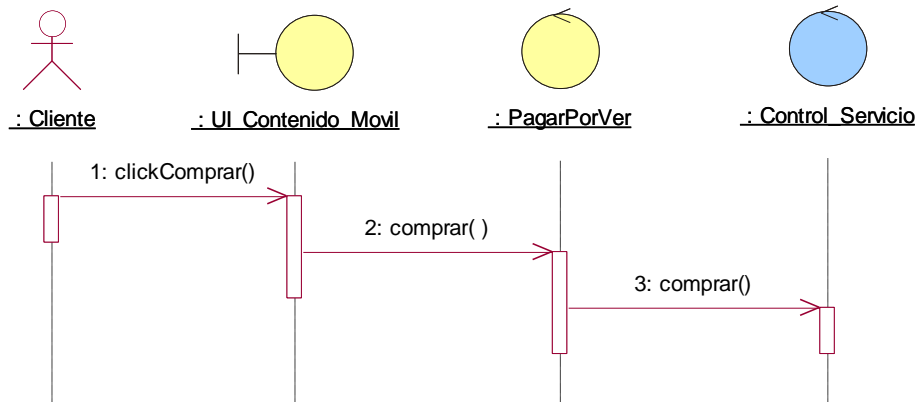


Figura 21. Comprar – Diagrama de Secuencia

Caso de uso	Observar Contenido
Actores	Usuario (iniciador).
Tipo	Primario.
Propósito	Permitir a los usuarios observar el contenido multimedia comprado.
Resumen	Después que el usuario ha realizado la respectiva compra del contenido multimedia, este entra a un estado de espera, el sistema procesa el contenido pedido y empieza el envío de datos. En el instante que la recepción de los datos en el dispositivo móvil del usuario comienza, la reproducción del contenido también es desplegada, permitiéndole tener en su dispositivo móvil el contenido que ha solicitado anteriormente en tiempo real (ver Figura 22 y Figura 23).
Precondiciones	
El sistema debe contar con la siguiente información:	
<ul style="list-style-type: none"> - Usuario debe haber generado pedido de contenido. 	
Flujo Principal	
<ul style="list-style-type: none"> - Este caso de uso inicia cuando el usuario genera compra un contenido multimedia en particular. - El sistema envía el contenido al dispositivo móvil del usuario en donde comienza la recepción de los datos y su respectiva reproducción sobre la pantalla. - Cuando la recepción de los datos termina el usuario tiene dos opciones, volver a navegar en la guía interactiva o finalizar la aplicación en el dispositivo móvil. 	
Poscondiciones	
<ul style="list-style-type: none"> - El Cliente puede volver a hacer uso de los diferentes servicios. - Contenido Observado. 	

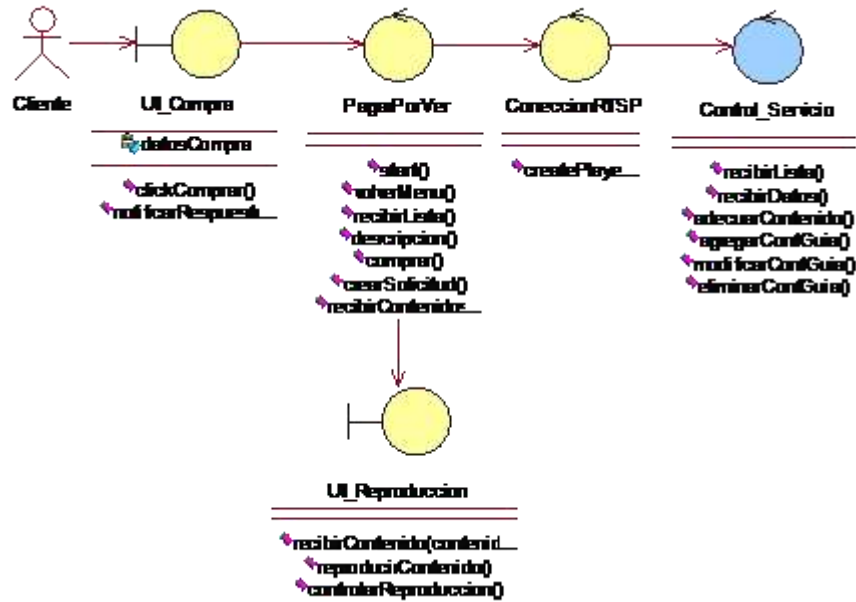


Figura 22. Observar Contenido – Diagrama de Clases

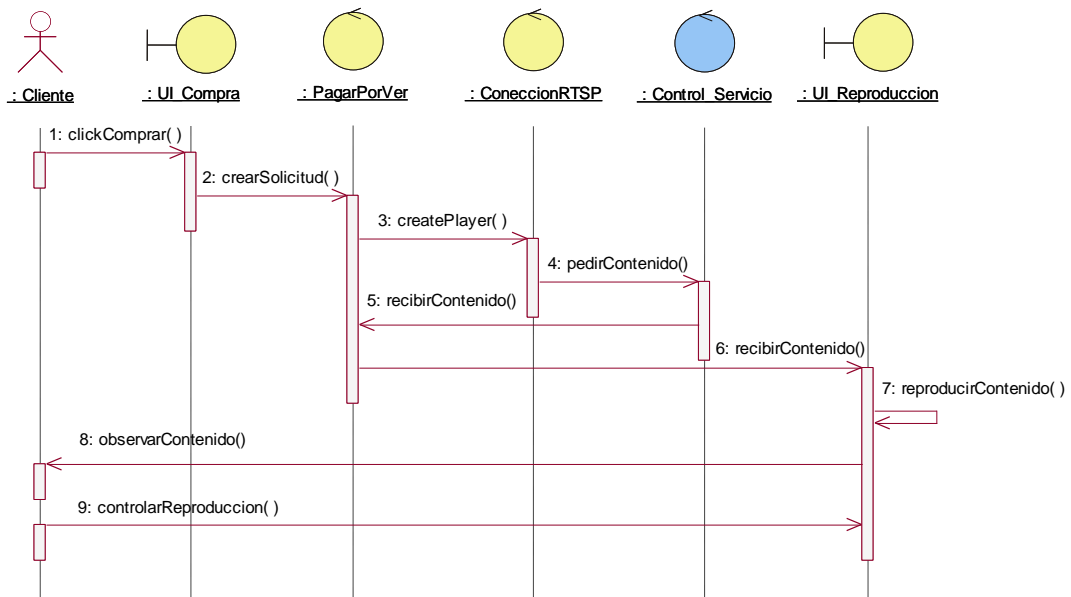


Figura 23. Observar Contenido – Diagrama de Secuencia

Caso de uso	Gestionar Contenido
Actores	Administrador (iniciador – Acceso Web).

Tipo	Primario.
Propósito	Permitir al administrador del sistema ejercer el control sobre los contenidos del servicio de IPTV Móvil a la Carta que brinda a los usuarios.
Resumen	El administrador del sistema puede realizar algunas funciones por medio de la plataforma para realizar las gestiones necesarias y adecuar el contenido que será brindado a los usuarios. Entre las funciones que debe realizar el administrador se tiene la de obtener y adecuar el contenido generado para que pueda ser enviado vía Streaming por la red, actualizar la información que se presentará en la guía interactiva por medio de la base de datos BD_Guia y actualizar el contenido presente en el servidor de Streaming (ver Figura 24 y Figura 25).
Flujo Principal	<ul style="list-style-type: none"> - Este caso de uso inicia cuando el administrador del sistema desea realizar las gestiones necesarias sobre el contenido multimedia que será prestado a los usuarios por medio de la plataforma del servicio de IPTV Móvil a la Carta. - El administrador adecua el contenido recibido para que pueda ser enviado vía Streaming por la red. - El administrador actualiza la información de la guía interactiva, a la que acceden los usuarios vía web o a través del dispositivo móvil. - El administrador elimina el contenido que no es utilizado en el servidor de Streaming. - El administrador agrega el nuevo contenido en el servidor de Streaming para que pueda ser enviado por este a los usuarios.
Poscondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Contenido Listo para ser brindado por el servicio de IPTV Móvil a la Carta.

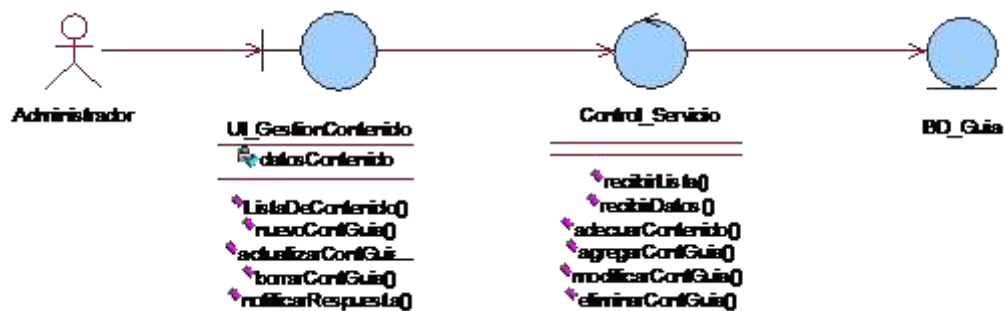


Figura 24. Gestionar Contenido – Diagrama de Clases

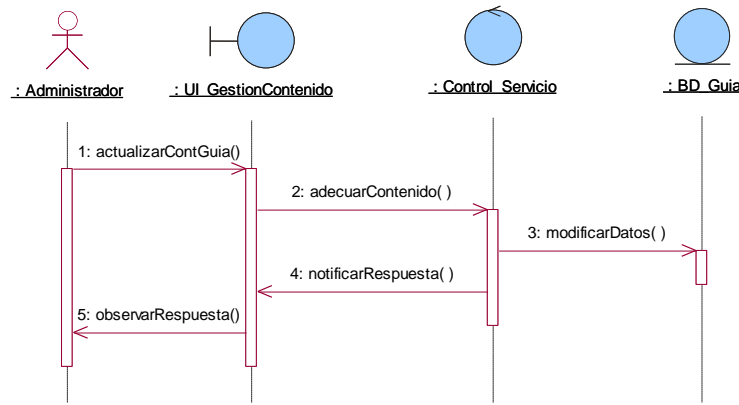


Figura 25. Gestionar Contenido – Diagrama de Secuencia

4.4 Implementación

A partir de la arquitectura propuesta en el capítulo 3, se han mapeado los componentes del presente piloto de acuerdo a los niveles de la arquitectura, tal como aparece en la Figura 26. En este gráfico se presentan las interfaces que facilitan la comunicación de los 3 componentes de la Arquitectura. La interfaz *Conexión_HTTP* permite la comunicación HTTP entre el cliente móvil y el Servidor Web, con el fin de que este último obtenga el catálogo o guía con los contenidos multimedia. La interfaz *Sesion_RTSP* posibilita la creación de un canal de control de la sesión de Streaming entre el cliente móvil y el Servidor de Streaming usando el protocolo RTSP y la Interfaz *Envio_RTP* posibilita la creación de un canal no seguro (trabaja sobre UDP) para el envío de paquetes RTP con el contenido multimedia.

En las líneas siguientes se presenta la descripción de cada uno de los componentes del Servicio de de IPTV Móvil mapeados a partir de la arquitectura de referencia y que en adelante serán llamados: Servidor Web o Servidor de Guía, Servidor de Streaming y Cliente Móvil.

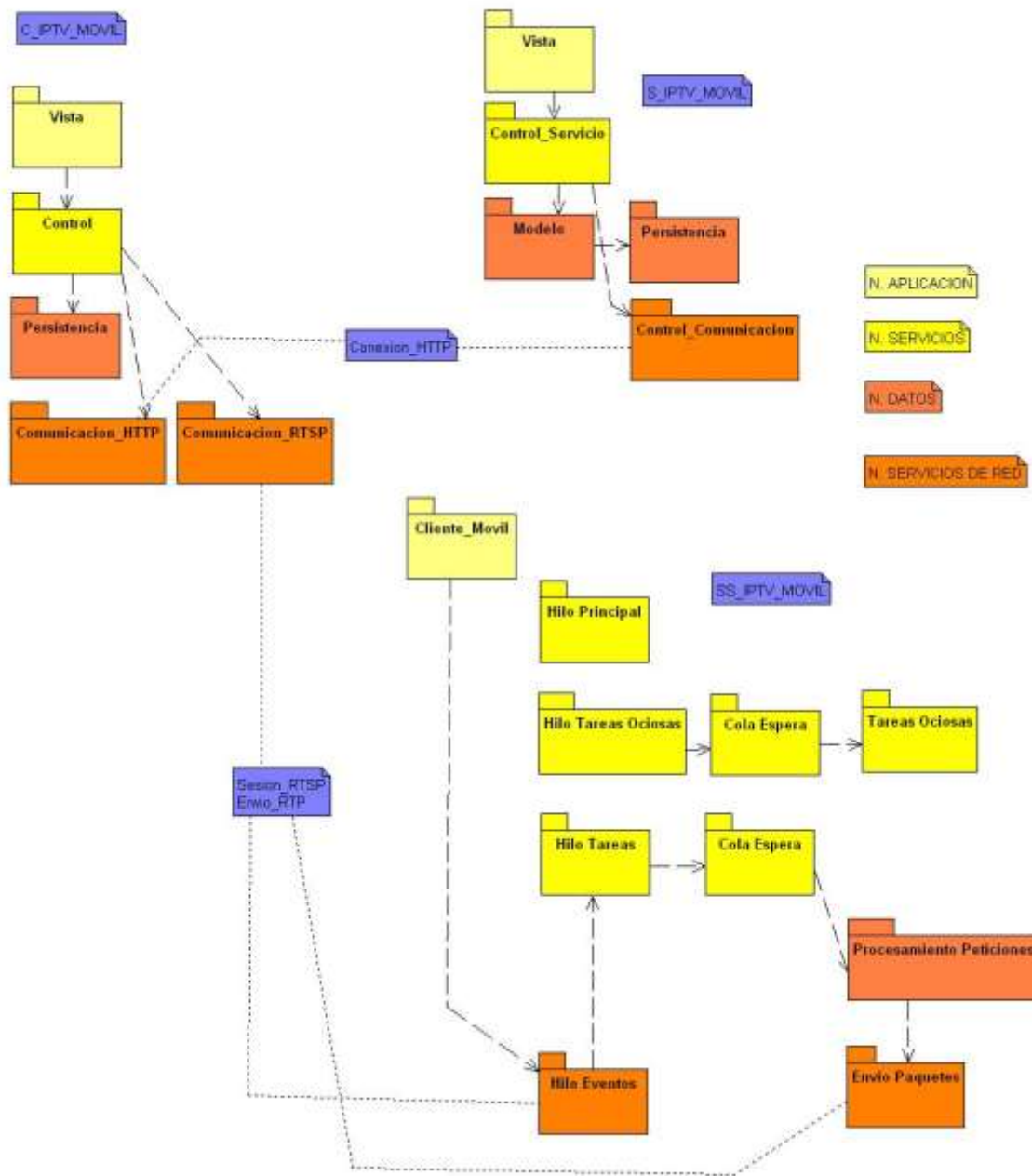


Figura 266. Mapeo de la Arquitectura

4.4.1 Parte servidor

4.4.1.1 Servidor Web

Cabe anotar que los módulos funcionales descritos en el capítulo 3 y acordes con el modelo de niveles, han sido agrupados de la siguiente manera en el Servidor Web.

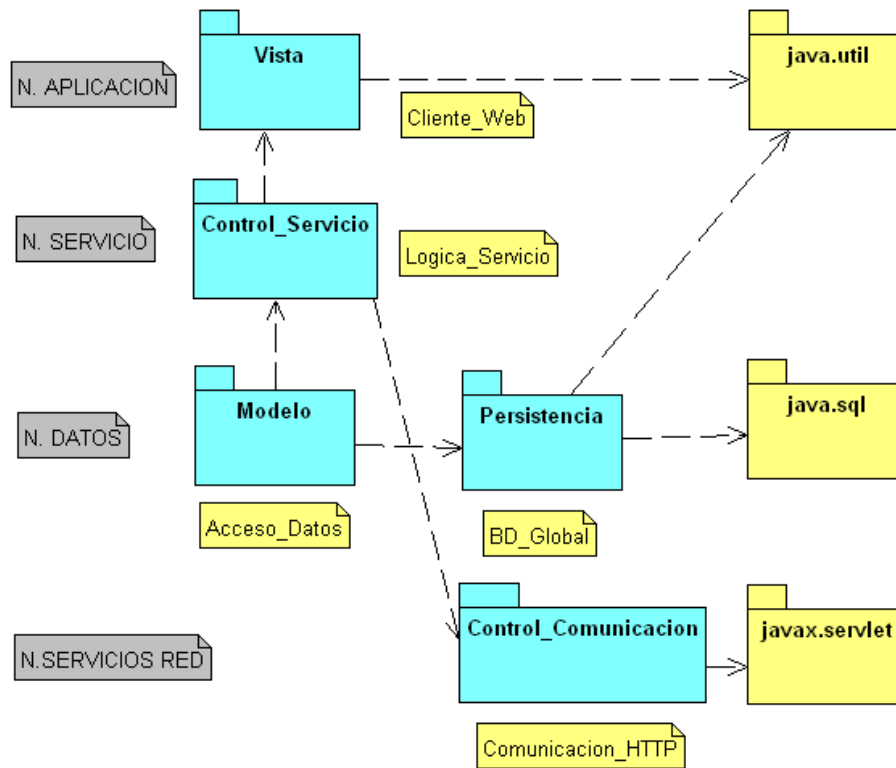


Figura 277. Diagrama de Paquetes – Servidor Web

*Dentro de los comentarios aparecen los módulos que hacen parte de cada paquete, y que han sido definidos en la arquitectura de referencia del capítulo 3.

- **Vista:** Contiene cada una de las páginas jsp que pueden ser accedidas desde un navegador Web con el objetivo de consultar o administrar el catálogo de películas multimedia. Estas páginas al ser jsp contienen bloques de código java insertado en medio de la estructura de presentación, estos bloques de código java corresponden a listas (java.util.List) de información que son enviadas desde el Servlet y luego presentadas a través de objetos Iterator (java.util.Iterator) mediante lógica de presentación.

- **Control Servicio:** Se encarga de responder a las solicitudes del cliente móvil y el cliente Web que arriban al modulo **Control_Comunicacion**, de tal manera que se encarga de dar tiempo y prioridad a las labores de consulta a la base de datos y

respuesta de la solicitud del catálogo multimedia. Las labores de consulta a la base de datos la realiza a través del paquete modelo y usando los métodos del paquete persistencia. Este catálogo es retornado por medio del a través de un Objeto de tipo Iterator y enviado al paquete vista para ser desplegado en las paginas jsp mediante lógica de presentación, en el caso del cliente móvil la información es enviada en forma de cadena, con los parámetros que describen el contenido multimedia unidos de acuerdo a un protocolo de concatenación; estos parámetros son: nombre, descripción y género.

Control Comunicacion: Se encarga de recibir las peticiones del cliente móvil o el cliente Web. La información solicitada por el cliente móvil corresponde al catálogo o listado del contenido multimedia disponible en el Servidor de Streaming. El cliente Web por su parte hace solicitudes de administración del catálogo multimedia o solicitudes del catálogo en si. Para realizar las acciones anteriores este paquete hace uso de la interfaz javax.servlet.Servlet y de la clase javax.servlet.http.HttpServlet. Las solicitudes hechas por el cliente Móvil acerca del catálogo multimedia son a través del método doGet del Servlet, mientras que las hechas por el cliente Web son a través del doPost. Estas peticiones son atendidas y controladas por el modulo **Control_Servicio**. De igual manera a través de este paquete se envían las respuestas a las solicitudes, cuando el modulo Control_Servicio así lo disponga.

- **Modelo:** Este paquete contiene funciones de alto nivel que permiten realizar distintas clases de operaciones con la base de datos y de acuerdo a las necesidades que el modelo del negocio del servicio exige. Entre estas operaciones se encuentran guardar en el catálogo la información de una nueva película, buscar una película por su nombre y editar su información, actualizar la información de una determinada película y administrar la conexión a la base de datos. Este paquete usa el paquete persistencia y las funciones generales de consulta, modificación e inserción, actualización que allí se implementan siguiendo el patrón DAO (Data Access Object).
- **Persistencia:** Este paquete implementa el acceso a la base de datos a través del patrón DAO, de tal manera que la tabla que contiene la información del contenido multimedia es mapeada como un objeto con métodos set y get denominado objeto Películas, además de lo anterior existe una clase encargada de la administración de la base de datos por medio de las operaciones de consulta, inserción, actualización y borrado, cada una de estas funciones recibe o retorna el objeto que representa la tabla con la información del contenido multimedia, de tal manera que el acceso a la información de la base de datos es encapsulado en un objeto (Patrón Value Object). Al interior de

cada una de las operaciones de la base de datos se desencapsula el objeto para obtener los parámetros sobre los cuales se va hacer búsqueda y se encapsula para realizar tareas de almacenamiento o actualización. Cada una de estas operaciones a este nivel se implementa con sentencias del lenguaje SQL y haciendo uso de las clases del paquete java.sql.

4.4.1.2 Servidor Streaming

De acuerdo a la estructura presentada en el capítulo 3 del Servidor de Streaming y teniendo en cuenta las alternativas tecnológicas, el modelo que mas se adapta al diseño es el del Darwin Streaming Server. El cual presenta una estructura que se asemeja al modelo vista controlador formada por 3 bloques, tal como se presenta en la figura 27.

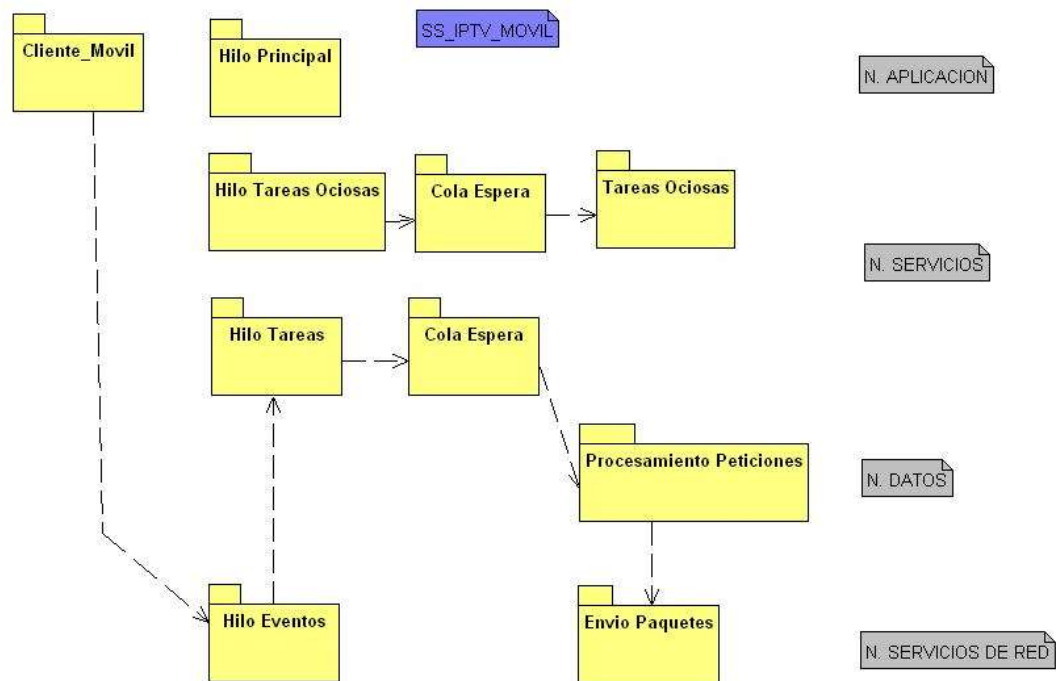


Figura 288. Diagrama de Paquetes – Servidor Streaming

Estos tres bloques o paquetes son: Cliente, Corazón del Servidor, Módulo.

Cliente:

Este paquete contiene los componentes que se encargan del envío y recepción de peticiones de tipo RTP y RTSP desde y hacia los clientes móviles.

Corazón del Servidor:

Dentro de este paquete residen los elementos cuya función es servir de interfaz de comunicación entre el paquete **Ciente** y el paquete **Módulo**. En esta sección se destacan los siguientes submódulos:

- Hilo Principal: Se encarga de revisar las solicitudes de terminación del Servicio, información de reportes, o información de estadísticas.
- Hilo de Tareas Ociosas: Maneja tareas que ocurren periódicamente, entre ellas administración de sockets y terminación de sesión.
- Hilo de Eventos: Se encarga de escuchar peticiones RTSP a través de sockets y enviarlas al submódulo **Hilo de Tareas**.
- Hilo de Tareas: Recibe las solicitudes RTSP y las encamina hacia el paquete **Módulo** donde se procesarán las peticiones hechas por el cliente.

Módulo:

Dentro de este paquete se encierra la funcionalidad de procesar las peticiones desde el paquete clientes y enviar paquetes enrutados hacia el cliente móvil. Esta parte cuenta con los siguientes submódulos:

- Tareas Ociosas: Se encarga de procesar las tareas de terminación de sesión y las funciones relacionadas que involucran el manejo de sockets.
- Procesamiento de Peticiones: Procesa las peticiones o solicitudes de tipo RTSP, lo cual implica armar los mensajes de respuesta, verificar la disponibilidad del contenido multimedia y armar los paquetes RTP de respuesta.
- Envío de Paquetes: Enruta los paquetes RTP con el contenido multimedia en la carga útil hacia los clientes móviles que han establecido la sesión RTSP.

Como puede observarse estos 3 bloques o paquetes funcionales se adecuan al modelo vista controlador, usado como patrón para la implementación del servicio, razón por lo cual se ha optado por usar este servidor en el presente piloto.

4.4.2 Parte Móvil

Los módulos funcionales descritos en el capítulo 3 y acordes con el modelo de niveles, han sido agrupados de la siguiente manera en el Dispositivo Móvil:

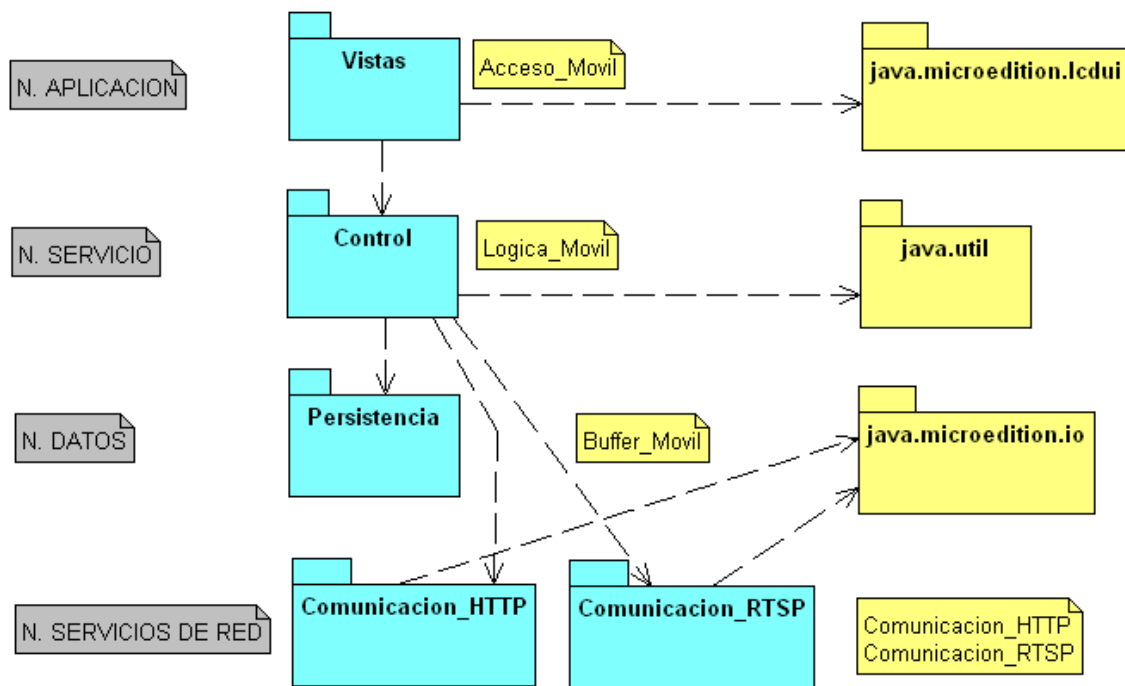


Figura 299. Diagrama de Paquetes – Dispositivo Móvil

*Dentro de los comentarios aparecen los módulos que hacen parte de cada paquete, y que han sido definidos en la arquitectura de referencia del capítulo 3.

Vista: Contiene las Interfaces gráficas con las cuales el usuario final puede interactuar de manera directa. Estas interfaces posibilitan la selección del tipo de servicio de IPTV Móvil, en este caso el de televisión a la carta, la escogencia del contenido multimedia y el despliegue del mismo.

Dentro de Java ME existen interfaces de alto nivel y de bajo nivel, las primeras corresponden a estructuras definidas por el lenguaje, mientras que las otras permiten personalizar la experiencia de interfaz gráfica de usuario, en ambos casos estas están contenidas en el paquete javax.microedition.lcdui. Para el presente servicio se usan interfaces gráficas a bajo nivel teniendo en cuenta las características de interactividad del Servicio y considerando que este tipo de interfaces se ejecutan con mayor rapidez en el dispositivo móvil. Las interfaces de bajo nivel heredan de la clase Canvas y permiten

construir un lienzo en pantalla para personalizar, de acuerdo a las funciones de dibujo con los que cuenta la clase superior.

El despliegue del catálogo con la información multimedia y la reproducción del contenido son las funciones más importantes que se realizan dentro de este paquete. Para la primera acción, a través del paquete comunicación se obtiene vía HTTP el catálogo con el protocolo de concatenación en formato de cadena de caracteres, es necesario deconcatenar de acuerdo al protocolo usado y mostrar la información en pantalla, por lo cual se hace uso de las funcionalidades que provee la clase **String** y sus métodos de obtención de subcadenas de caracteres. Para el caso de la segunda acción el contenido es presentado en el lienzo de la pantalla a través de la interfaz **VideoControl**, la cual maneja la presentación del contenido y lo fija en la pantalla de tipo Canvas; por su parte la obtención del contenido vía Streaming se realiza a través de la interfaz **Player** quien maneja la url de tipo rtsp y se encarga de los procesos de reproducción y de almacenamiento en el búfer. Estas 2 interfaces VideoControl y Player hacen parte del api conocido como **MMAPI (Mobile Media API)** definido en la recomendación JSR (Java Specification Request) 135.

En el caso de que el dispositivo no soporte el protocolo RTSP, este tipo de URL no va a funcionar con la interfaz Player, por lo cual es necesario implementar el protocolo RTSP e interpretar los datos de la trama RTP, lo anterior implica decodificar la información de audio y video que viajan de manera intercalada en la trama. Para el caso del contenido de audio a partir de la carga útil de RTP se arma el archivo AMR durante un intervalo de tiempo y se reproduce, mientras tanto como siguen llegando paquetes con contenido de video H263 es necesario decodificar la información aplicando procesos de cuantificación, transformada inversa del coseno, escaneo y formación de las imágenes en formato RGB, para desplegarlas haciendo uso del **Objeto** Graphics de la clase Canvas y del método **drawRGB()**, de manera que el manejo de video se haría como una secuencia temporizada de imágenes.

Como puede verse el proceso anterior requiere compromisos de sincronización en la presentación en la pantalla del dispositivo, puesto que audio y video llegan de forma alterna en los paquetes RTP, sin embargo el rango de disponibilidad del servicio en los dispositivos de gama media se vuelve más amplio.

Control: Contiene las clases encargadas de administrar el orden en que se van presentando las interfaces gráficas en la pantalla del dispositivo. Su funcionalidad es parecida a la de una pila, el primer elemento que entra es el último que sale.

Esta formado por una clase que hereda de Stack perteneciente al paquete java.util, cuya función es servir como pila de objetos, en donde cada objeto representa una vista o en este caso una interfaz Canvas o de bajo nivel. Cada vez que se quiere hacer una navegación por menús en el servicio, la pila crece o decrece de acuerdo a si la navegación es un avance o un retroceso; la ventaja principal de implementar un control de navegación de este tipo es que optimiza recursos de memoria permitiendo el rehúso de objetos.

Comunicacion RTSP : Contiene las clases encargadas de realizar la comunicación con el Servidor de Streaming mediante los protocolos RTSP y RTP y haciendo uso de la clase HTTPConnection del paquete javax.microedition.io. Por medio del protocolo RTSP se establece el canal de control del contenido y por medio del protocolo RTP se establece el canal de envío de la información.

Comunicacion HTTP: Contiene las clases encargadas de la comunicación con el Servidor Web o Servidor de Guía vía el protocolo HTTP, para obtener el catálogo con los contenidos multimedia. El catálogo multimedia es enviado por el Servidor de guía usando el método GET de HTTP y más específicamente la clase HTTPConnection del paquete javax.microedition.io. Este catálogo llega como cadena de caracteres bajo un protocolo de concatenación definido en el lado del servidor. Este paquete se encarga de establecer la comunicación con la aplicación Web (Servlet), recibir el catálogo y enviarlo al paquete **Vista** en donde la información es ordenada y presentada en la pantalla del dispositivo.

Persistencia: Representa la información que se va acumulando durante un determinado tiempo de manera dinámica y mediante arreglos de bytes, para luego ser reproducida en el paquete vistas, es el símil de una memoria temporal de datos.

4.5 Implantación

4.5.1 Entorno emulado

El entorno emulado de pruebas consta de un equipo con sistema operativo Windows XP Versión 2002 Service Pack 2, sobre el cual funciona el Servidor Darwin Streaming Server 5.5.4 y la librería Active Perl (Perl es el lenguaje sobre el que esta implementado este Servidor de Streaming). Dentro de la carpeta de instalación del Servidor se encuentra el contenido multimedia que es accedido a través del dispositivo móvil.

De igual forma en un equipo con características similares se cuenta con la Máquina Virtual o SDK de Nokia para dispositivos de la serie 60, segunda y tercera edición. Para el desarrollo y actualización del componente que es publicado en el emulador de hace uso del entorno de desarrollo ECLIPSE 3.3 y del plugin EclipseME 1.7.6 para habilitar las características de Java Me al entorno. Cabe anotar que es necesario tener instalada la máquina virtual de Java para que el entorno de desarrollo Eclipse pueda funcionar correctamente, en este caso se tiene la versión 1.5.

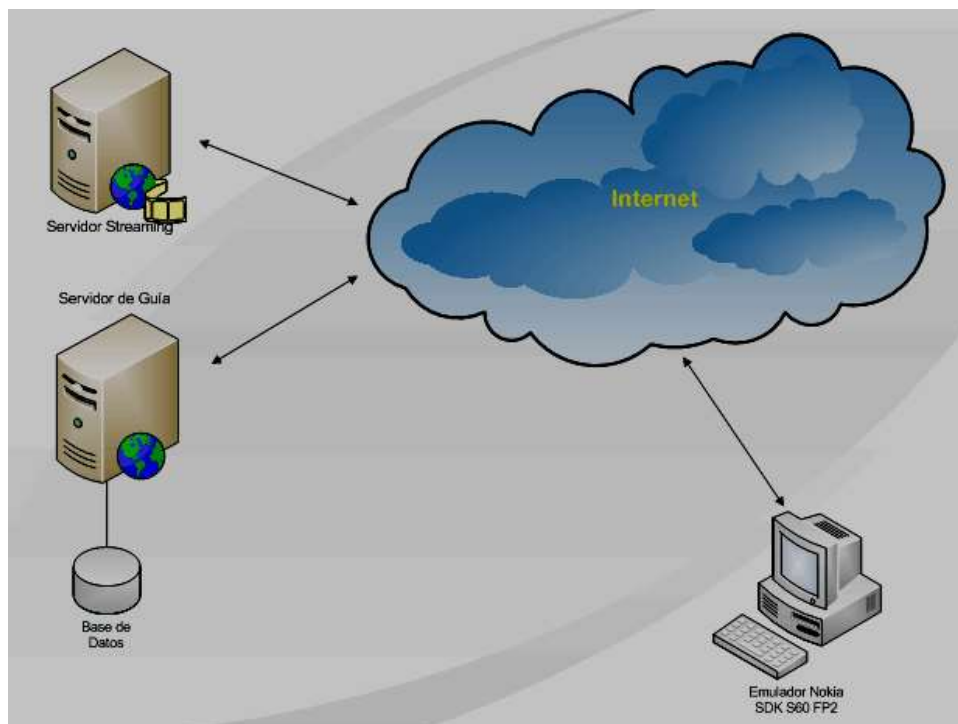


Figura 30. Entorno Emulado de Implementación

Por último se cuenta con un equipo con características similares en el cual se tiene instalado el Servidor Web Tomcat 5.5 y el Servidor de Bases de Datos Postgres 8.2.5. En el cual se harán las consultas del catálogo multimedia.

4.5.2 Entorno real

En el entorno real de pruebas se cuenta con el celular N93 como cliente móvil por medio de la red inalámbrica Wi-Fi o a través de la red GPRS/ EDGE de Movistar o Comcel, puesto que este dispositivo soporta los estándares de red inalámbrica 802.11 b/g. De igual manera a través de un portátil con soporte Wi-Fi o un modem GPRS/EDGE instalado es posible acceder al servicio lanzando la aplicación desde el emulador de Nokia.

El resto de consideraciones para el Servidor de Streaming, Servidor Web, Servidor de Bases de datos son las mismas que en el entorno emulado de implementación.

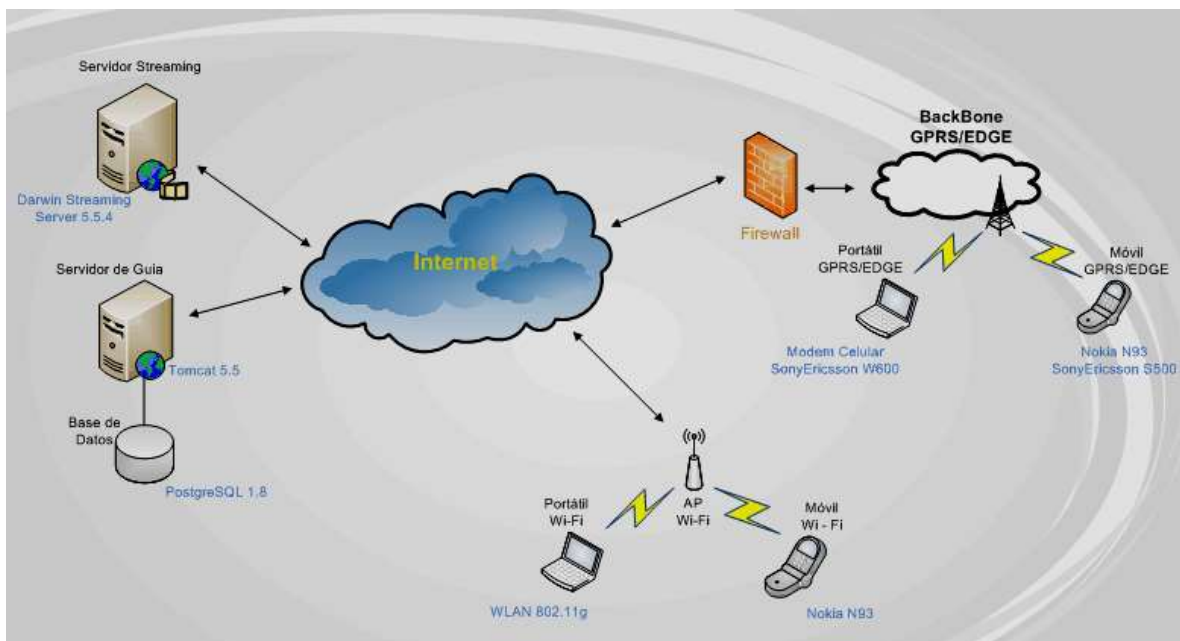


Figura 301. Entorno Real de Implementación

4.5.3 Pruebas realizadas

Las pruebas presentadas a continuación se realizaron teniendo en cuenta los siguientes elementos en la implementación del piloto: un Servidor Web (Tomcat 5.5), un Servidor Streaming (Darwin Streaming Server 5.5.4) y un Servidor de Base de Datos (Postgres 8.2.5), sobre un sistema operativo Windows XP Versión 2002 Service Pack 2, Procesador Pentium(R) 2.80GHz y memoria RAM de 1GB; el emulador usado fue el SDK de Nokia de la Serie 60 (SDK, S60, Versión 3.2) al ser el único emulador con soporte para los protocolos RTSP/RTP y la ejecución del cliente móvil en un ambiente real se realizó haciendo uso del dispositivo Nokia N93 (Figura 30).

Es necesario aclarar que las pruebas presentadas en este apartado corresponden a

dispositivos que soportan el protocolo RTSP, RTP y 3GP (MMAPI, JSR135); entre este tipo de dispositivos se encuentran: todos los terminales Nokia de la Serie 60 segunda edición y tercera edición (3230, 5700, 6110, 6120, 6260, 6290, 6620, 6670, 6600, 6630, 6680, 6681, 6682, 7610, E50, E60, E61, E65, E70, E90, N70, N71, N72, N73, N76, N77, N80, N90, N91, N92, N93, N95), todos los de la Serie 80 (9210, 9290, 9300, 9500) y los de la Serie 90 (7710), algunos celulares Sony Ericsson (G700, G900, P800, P900, P910, M600, P990, P1, W950, W960), otros celulares Motorola (A920, A925, A1000, M1000, RIZR Z8, RIZR Z10), Panasonic (X700, X800) y los Samsung (SGH-D720, SGH-Z600, SGH-D730), entre muchos otros.

Para la construcción de la implementación del servicio de IPTV Móvil a la carta, se obtuvo videos en formato 3GPP, estos videos fueron manipulados para habilitar su uso sobre el servidor de Streaming (mediante Quick Time Pro 7.0) y a la vez fueran entendidos por el dispositivo móvil Nokia N93.

Se hicieron 4 tipos de pruebas para el piloto de IPTV Móvil a la carta: Pruebas de Consumo de Memoria, de Procesamiento, Tiempo de Respuesta, Ancho de Banda, los resultados de las mismas son presentados en la sección 4.4.1.

4.5.4 Resultados obtenidos

Consumo de Memoria: la figura 31 muestra los valores de consumo de memoria durante los procesos fundamentales, estas medidas se tomaron por medio del monitor de memoria del emulador Nokia de la serie 60, con un promedio de cien medidas.



Figura 312. Consumo de Memoria

El consumo de memoria presenta valores incrementales de proceso a proceso ya que el monitor de memoria no permite tomar valores independientes por cada acción ejecutada, este trabaja realizando la sumatoria del consumo de memoria de cada proceso de la implementación. En este sentido el consumo de memoria más bajo lo presenta el proceso de solicitud del catálogo de las películas ofrecidas por el servicio de televisión a la carta, con un consumo de 782.336 Bytes, característica importante para el soporte de la movilidad del usuario y para la implementación sobre el Servidor Web, además de lo nombrado anteriormente, el consumo de memoria más alto, lo presenta el proceso de reproducción del contenido multimedia comprado, esto se debe al buffer creado en el dispositivo móvil para la reproducción del contenido en tiempo real, este consume 3.545.088 Bytes. Se puede determinar que el consumo de memoria de la aplicación es un poco elevado, pero comparándolo con otro tipo de aplicaciones móviles, es posible ubicarlo sobre el rango permitido para este tipo de aplicaciones (4Mb a 8Mb para teléfonos básicos y 16Mb a 128Mb para teléfonos gama alta [56]).

Procesamiento: la figura 32 muestra los resultados obtenidos en cuanto al procesamiento del dispositivo móvil, los resultados son una media aritmética de cien resultados.



Figura 323. Procesamiento

Sobre el monitor de procesamiento del emulador Nokia, se muestra un gráfico de secuencia de tiempo contra porcentaje de procesamiento del dispositivo, presentando las diferentes muestras de las principales tareas ejecutadas por la aplicación.

El monitor presenta valores independientes por cada proceso, así se muestra la variación de la aplicación con respecto al procesamiento generado por cada una de las tareas fundamentales ejecutadas, distinguiendo al proceso de mayor porcentaje de procesamiento, el inicio de la aplicación, esto se debe a la cantidad de procesos que debe

ejecutar el dispositivo para darle inicio a una aplicación en general; por otra parte se puede resaltar el proceso de menor consumo de procesamiento, la navegación por el menú de la aplicación, esta tarea consume pocos recursos debido a la independencia de otras aplicaciones y conexiones externas, la navegación por el menú depende de la aplicación y todos los recursos necesarios los obtiene directamente de ella.

Por último se debe aclarar que los porcentajes de procesamiento presentados anteriormente, no representan problemas en la ejecución de la aplicación, por el contrario son datos de apoyo para resaltar el buen funcionamiento de la misma, estos datos son base para certificar la superación de barreras como lentitud, bloqueo y distorsión del contenido enviado desde el servidor.

Tiempos de Respuesta: la figura 33, muestra los tiempos de espera en la ejecución de los procesos que involucran peticiones y respuestas de los servidores Web y Streaming, esto para los dos tipos de redes sobre los cuales se probó la implementación, estos valores dependen directamente de la velocidad de la red de acceso, de la rapidez de los servidores involucrados y del procesamiento sobre dispositivo móvil. Estas muestras fueron tomadas haciendo uso del método java: System.currentTimeMillis(), ejecutado dentro de la aplicación móvil; la petición del listado de películas ofrecidas por el servicio y la reproducción del contenido multimedia enviado por el servidor de Streaming son los procesos evaluados, la grafica se basa en la media entre cien muestras tomadas.

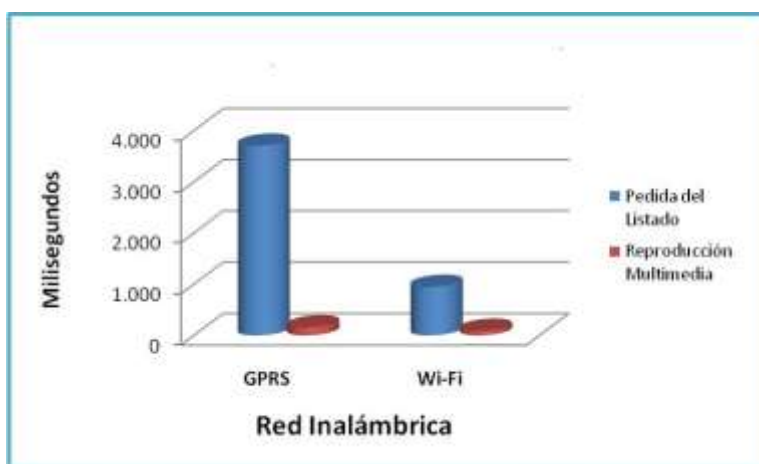


Figura 334. Tiempos de Respuesta

En cuanto al tiempo de respuesta se puede notar una gran diferencia entre un proceso y el otro, el proceso de petición del listado de películas tarda más que el de reproducción del contenido multimedia, debido a que el primero involucra procesos complejos como el de realizar petición de información del servidor Web al servidor de base de datos, y al

procesamiento que realiza el dispositivo en recibir y entender esta información. También es necesario mencionar el problema causado en la aplicación móvil al no tener certificado los procesos de conexión, es decir, para cada conexión que la implementación necesite es solicitada una validación por parte del usuario, razón por la cual el tiempo de respuesta se incrementa. Para dar solución a este inconveniente se debe tener un certificado digital, con esto la interacción dispositivo/cliente disminuye realizándose de forma transparente.

Ancho de Banda: la figura 34 muestra los resultados obtenidos en las pruebas de ancho de banda necesario en el envío del contenido multimedia por medio de Streaming entre el cliente y el servidor. Cabe aclarar que el proceso de petición del listado de las películas ofrecidas por el servicio no se incluyó en las pruebas realizadas, debido a que este se basa en comunicaciones HTTP de mensajes muy cortos que no generan mayores problemas en el congestionamiento del canal.

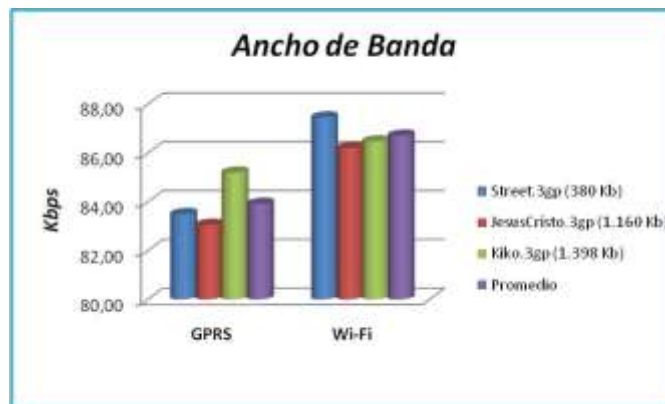


Figura 345. Ancho de Banda

Las pruebas de ancho de banda se realizaron independientemente para cada red de acceso con las que se probó el servicio, además de tres diferentes archivos multimedia pedidos por medio de la aplicación, los resultados obtenidos son el resultado de la media de 90 muestras tomadas, 30 muestras por cada contenido multimedia y 15 para cada red de acceso, en estas es posible observar diferencias entre el tipo de red utilizada, con lo que se comprueba mejores prestaciones, en lo que al ancho de banda se refiere, ofrecidas por la red inalámbrica Wi-Fi ante la red celular GRPS; es preciso mencionar que el ancho de banda utilizado en el servicio no depende únicamente de la red de acceso, otro punto importante lo brinda las características agregadas a los contenidos ofrecidos en la etapa de configuración, en esta etapa no solo se agregan al contenido las características de envío por medio de Streaming, sino que además se configuran parámetros claves como el tamaño del archivo, los fotogramas del video, la calidad del

contenido y la compresión, que afectan directamente el ancho de banda necesario para el envío del contenido multimedia desde el servidor hacia el usuario.

En la figura 34, se puede observar el ancho de banda promedio de cada una de las redes de acceso utilizadas, para el caso de la red celular con transferencia de datos por GPRS, siendo este el caso más crítico por su restringida capacidad en ancho de banda, se presenta un valor de 83,918 Kbps, este valor se encuentra no solo en el rango de tasa de transferencia teórico (172,2 Kbps) de este tipo de red, sino que además se encuentra bien ubicado dentro del rango de transferencia real (90 Kbps) brindado por este tipo de red [30] [31]; con lo anterior se puede asegurar que el servicio de IPTV Móvil a la carta no presentara ningún problema en lo concerniente al ancho de banda total necesario para la comunicación HTTP y Streaming entre los servidores y el dispositivo móvil del cliente.

5.1 CONCLUSIONES

En seguida se presentan las conclusiones más sobresalientes del proyecto, extraídas del marco de referencia para el despliegue del servicio de IPTV Móvil en Colombia propuesto y del piloto de validación creado

- La temática de la Televisión móvil en el país se encuentra en estados de investigación y realización de pruebas, por consiguiente es de vital importancia contribuir con propuestas y desarrollos sobre el tema, logrando con ello el fortalecimiento de la base conceptual y la maduración del servicio en el entorno Colombiano.
- El marco de referencia para prestar IPTV Móvil agiliza la construcción de cada uno de los diferentes tipos de servicios que se pueden prestar, gracias a la definición de vistas, paquetes y clases genéricas las cuales son adaptables a la creación de los servicios de la IPTV Móvil.
- La adopción de este marco de referencia para la creación de servicios de IPTV Móvil permite mejorar la implementación de los mismos, al tener en cuenta no solamente el aspecto tecnológico, sino también otros aspectos, como las preferencias de los usuarios, el modelo del negocio, los roles que juegan los proveedores de red, los proveedores de servicio, los proveedores de contenido; todos ellos referidos en los lineamientos propuestos para el servicio.
- El marco de referencia para el despliegue del servicio de IPTV Móvil en Colombia propuesto, reduce a un mínimo la probabilidad de violación de los derechos de autor, esto gracias a la utilización de un buffer en el dispositivo móvil, creado por la necesidad de reproducir los contenidos multimedia en tiempo real, permitiendo que la información reproducida sea eliminada y no guardada en el terminal.
- La implementación de servicios de IPTV Móvil basados en el marco de referencia propuesto, no solo generará valor agregado a los usuarios sino también creará una nueva tendencia hacia la necesidad de uso del servicio, gracias a las características de movilidad del mismo.
- La implementación del servicio de IPTV Móvil en Colombia es posible, pero se deben tener en cuenta las características de las redes y la tecnología a usar a la hora de implementar el servicio, Entre estos factores se encuentran el ancho de banda, la

velocidad de transmisión, los estándares soportados, las características de calidad de servicio entre otros. Estos aspectos son la clave para determinar el conjunto de especificaciones a emplear durante la implementación del mismo.

- La realización de este tipo de proyectos, demuestra que en el país y específicamente en la Universidad del Cauca, existe el talento suficiente para aportar conocimiento al mundo tecnológico actual, esto gracias al apoyo prestado para la adaptación de los servicios de nueva generación a las redes presentes en el país, permitiendo a los usuarios tener acceso a muy bajos costos y a los proveedores del servicio generar las bases necesarias para la adopción de nuevas tecnologías.
- El manejo de Streaming haciendo uso de los protocolos sobre los que se basa IPTV (RTSP y RTP) vuelve más eficiente el envío del contenido multimedia a los terminales móviles, teniendo en cuenta que el control de la sesión y el envío multimedia, son manejados sobre los protocolos adecuados TCP y UDP, en cuanto a control de envío en el primer caso y en cuanto a tamaño de la trama en el segundo caso.
- El desempeño del piloto de IPTV a la carta sobre 2 entornos diferentes: red WLAN y GPRS/EDGE, muestra que para el caso de la red celular el consumo de ancho de banda está justo en el tope y en ocasiones un poco por encima del mismo, lo cual genera retardo en algunas ocasiones; para el caso de la red WLAN el servicio funciona de manera normal. Esta tendencia permite pensar que un ambiente más propicio para la prestación del servicio de IPTV Móvil, es el manejo de una red dedicada con soporte para estándares de mayor alcance que WLAN (MAN), o el manejo de redes celulares con anchos de banda superiores.

5.2 TRABAJOS FUTUROS

A continuación se listan los trabajos futuros que pueden ser desarrollados basados en el marco de referencia propuesto.

- Realizar pruebas del servicio sobre un rango más amplio de dispositivos móviles (gama media y gama alta) y sobre redes con mayor ancho de banda, lo que permitirá una aplicación más genérica en el soporte de los servicios, además de permitir el ajuste de la calidad de servicio acorde con el ancho de banda de la red usada.
- Extender la implementación del marco de referencia a otras tecnologías de acceso, como por ejemplo WiMax y redes celulares de 3G, que mejoren las capacidades del servicio y al mismo tiempo permitan verificar la escalabilidad presente.

- Implementar el marco de referencia propuesto para la gama de servicios que forman parte de IPTV Móvil: PPVI, CVBD y RC (Ver sección 1.1.5), acorde con la evolución tecnológica nacional.
- Agregar al marco de referencia el soporte necesario para controlar el acceso no seguro a la información extremo a extremo, permitiendo actualizar el marco de referencia, de tal manera que se garantice mayor confiabilidad a los usuarios y a los proveedores del servicio.
- Agregar a la implementación realizada el soporte de la gestión de los usuarios y los métodos adecuados para los procesos de facturación en el consumo del servicio.
- Realizar nuevos procesos de investigación para la adopción del servicio de IPTV Móvil en Colombia, entre los que se recomienda, ejecutar estudios de Mercado y Adopción Tecnológica sobre la población colombiana.

REFERENCIAS

- [1] PC-News.com. "Adoptar o no DVB, ¡he ahí el dilema!". Agosto 2006. [Online]. Disponible: <http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=10&Ida=2550>
- [2] C. Carlsson y P. Walden. "Mobile TV - To Live or Die by Content,". Conferencia Internacional de Sistemas y Ciencia, Hawai 2007.
- [3] L. Paulson. "TV comes to the mobile phone,". IEEE Computer, vol.39, no. 4 pp. 13 -16.
- [4] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España. "La TV móvil crece y el DVB-H se establece como estándar,". Octubre 2006. [Online]. Disponible: http://www.dialogica.com.ar/astrolabio/2006/10/la_tv_movil_crece_y_el_dvbh_se.php
- [5] B. Mascarell y S. Ramos. "Alternativas tecnológicas y de negocio para la prestación de servicios de TV Móvil,". Revista Enter, Edición 46, Febrero 2007.
- [6] C. Lin y M. Chen. "On Controlling Digital TV Set-Top-Box by Mobile Devices via IP Network". IEEE Computer, 0-7695-2489-3.
- [7] M. Huertas y G. Lasso. "TV en Demanda". [Online]. Disponible: <http://www.aposada.net/redes2/tv.ppt>
- [8] Pontificia Universidad Católica del Perú. "Televisión digital,". Abril 2007. [Online]. Disponible: <http://www.concortv.net/concortv/documentos/eventos/tv-digital-concortv-2007.ppt>
- [9] J. Montiel. "Diseño De Un Sistema De Tv Local Digital Signage Para La ULPGC,". [Online]. Disponible: http://www.etsit.ulpgc.es/cat_telefonica/Proyectos_Tesis/PI+D/PI%20I+D.htm
- [10] Víctor Castelo, Juan Antonio García. "El camino hacia una Internet multimedia,". [Online]. Disponible: <http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/cuad6-7/castelo.htm>
- [11] Y. Donoso, R. Fabregat. "Un esquema de optimización no lineal aplicada a la transmisión de n-flujos multicast realizando balanceo de carga en redes MPLS". Revista: Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. Edición No14: 158-175, 2003.
- [12] B. Mascarell y S. Ramos. "Alternativas tecnológicas y de negocio para la prestación de servicios de TV Móvil,". Febrero 2007. [Online]. Disponible: http://www.madrimasd.org/tic/Seleccion/Downloads_GetFile.aspx?id=6476
- [13] T. Ahmed y I. Djama. "A Cross-Layer Interworking of DVB-T and WLAN for Mobile IPTV Service Delivery". IEEE Computer, vol.53, no. 1 pp. 382 - 390.
- [14] Club DAB Italia. "Live DAB-IP e T-DMB al 3GSM,". Febrero 2007. [Online]. Disponible: http://www.dab.it/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=2
- [15] Qualcomm.com. "The MediaFLO System,". Marzo 2007. [Online]. Disponible: <http://www.qualcomm.com/mediaflo/products/flossystem.shtml>

- [16] J. Sierra y A. de la Fuente. "DMB,". Mayo 2006. [Online]. Disponible: http://www.lpi.tel.uva.es/~miguel/pdf/ingenieria_ondas_II/trabajos/0506/DMB_Trabajo.pdf
- [17] European Telecommunications Standards Institute. "Digital Video Broadcasting- Handheld," Noviembre 2004. [Online]. Disponible: <http://www.dvb-h.org/PDF/DVB-H%20Specification%20-%20En302304.V1.1.1.pdf>
- [18] I. Muñiz. "Televisión IP: Una Experiencia Totalmente Personalizada,". [Online]. Disponible: <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=34>
- [19] N. Anderson. "An introduction to IPTV,". Noviembre 2004. [Online]. Disponible: <http://arstechnica.com/guides/other/iptv.ars>
- [20] International Telecommunication Union. "Audiovisual and multimedia systems," Marzo 2007.[Online]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H/e>
- [21] Moving Picture Experts Group."The MPEG Home Page,". Octubre 2004.[Online]. Disponible: <http://www.chiariglione.org/mpeg/>
- [22] T. Berlanga. "Descripción de servicios de televisión interactivos,".Diciembre 2006. [Online]. Disponible: <http://berlanga.iies.es/pfc/8.htm>
- [23] D. Gómez, N. Cardona, A. Bria y J. Zander. "Affordable Mobile TV Services in Hybrid Cellular and DVB-H Systems,". *IEEE Computer*, vol.21, no. 2 pp. 34 - 40.
- [24] Cintel. "Colombia en la era de la TV Interactiva,".Febrero 2004. [Online]. Disponible: <http://www.cintel.org.co/noticintel/noticia.php3?nt=762>
- [25] WordPress. "MHP abre las puertas a la Televisión digital Interactiva,". Mayo 2007. [Online]. Disponible: <http://formacion.wordpress.com/2007/05/02/mhp-abre-las-puertas-a-la-television-digital-interactiva/>
- [26] A. Yarali, A. Cherry. "Internet Protocol Television (IPTV)," . *IEEE Computer*, pp. 1 -6.
- [27] Internet Streaming Media Alliance. "Planning the Future of IPTV with ISMA,".[Online]. Disponible: http://www.isma.tv/technology/white-papers/ISMA-IPTV_whitepaper_V11_2006-09-14.pdf
- [28] International Engineering Consortium. "Internet Protocol Television (IPTV),".[Online] Disponible: <http://www.iec.org/online/tutorials/iptv/>
- [29] Signals Telecom Consulting. "Telefónica lanza televisión directa al hogar,". Abril 2007. [Online]. Disponible: <http://www.con-cafe.com/index.php/2007/04/05/telefonica-apela-lanza-television-directa-al-hogar-como-estrategia-en-al/>.
- [30] UMTSForum.NET. "La omnipresencia de los servicios 3G,". [Online]. Disponible: http://www.umtsforum.net/mostrar_articulos.asp?u_action=display&u_log=48.
- [31] Ministerio de Educación. "Se Reduce Brecha Tecnológica," Abril 2006. [Online]. Disponible: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/fo-article-97932.pdf>
- [32] R. Downes. "Adoptar el Camino de Evolución Correcto para obtener la Rentabilidad de 3G,". [Online]. Disponible : http://www.3gsmalliance.org/pdfs/white_paper_08_01_spanish.pdf

- [33] C. Yildiz y N. Tepe. "Cellular Remote Control for a Streaming System,". Mayo 2007.[Online]. Disponible:<http://www.cs.deu.edu.tr/seniorprojects/cellular%20remote%20control%20for%20a%20streaming%20system.pdf>
- [34] S. Tural. "Video Streaming for Wireless Messaging,". Junio 2007. Disponible : <http://www.cs.deu.edu.tr/seniorprojects/st.pdf>
- [35] Microsoft corporation. "Windows Media Services, ".[Online]. Disponible : <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/forpros/server/server.aspx>
- [36] Apple corporation. "QuickTime Streaming Server,".[Online]. Disponible: <http://www.apple.com/es/quicktime/streamingserver/>
- [37] Real Networks Corporation. "Hélix DNA Server,".[Online]. Disponible: http://www.realnworks.com/products/media_delivery.html
- [38] Apple corporation. "Darwin streaming Server,".[Online] Disponible: <http://developer.apple.com/opensource/server/streaming/index.html>
- [39] M. Sillen y J. Nordlund. "Real-Time Audio Streaming in a Mobile Environment Using J2ME,". Julio 2005. [Online].Disponible: <http://www.cs.umu.se/education/examina/Rapporter/SillenNordlund.ps>
- [40] R. Gomes. "Una Solución de Streaming de Video Para Celulares,". Julio 2006. [Online]. Disponible: <http://www.gta.ufrj.br/ftp/gta/TechReports/Clemente06/Clemente06.pdf>
- [41] J. Díaz. "El Servicio de Televisión por Internet: Problemática y Retos,". Abril 2007. [Online]. Disponible: http://www.cintel.org.co/media/reportes_tv_digital_1_20.pdf
- [42] G. Santos. "Televisión digital,". Junio 2007. [Online]. Disponible: http://www.eltiempo.com/opinion/columnistas/guillermosantoscaldern/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR-3555498.html
- [43] Comision Nacional de Television, "Television Digital Terrestre. GUIA DE COLOMBIA,". [Online]. Disponible: http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tdt/contenido7.html
- [44] Comision Nacional de Television, "Television Digital Terrestre. CRONOGRAMA,". [Online]. Disponible: http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tdt/contenido4.html
- [45] Itelogy Partners. "Mercado Brasileiro de Datos para Telefonía Celular,". [Online]. Disponible : <http://www.tele-semana.com/archivo/Download.php?c=0649910006021-283>
- [46] A. Paredes. "Perspectivas del mercado de la televisión móvil a nivel mundial,".[Online]. Disponible: http://www.n-economia.com/notas_alerta/pdf/ALERTA_NE_18-2006.PDF
- [47] Ministerio de Comunicaciones. "Informe Primer Trimestre - Enero a Marzo de 2008,". Abril 2008. [Online]Disponible:http://www.mincomunicaciones.gov.co/mincom/src/user_docs/Archivos/Sectorial/Informe1QComparativo2008.pdf
- [48] DCR, Duff & Phelps de Colombia. "Análisis Crediticio, COMUNICACIÓN CELULAR S.A. – COMCEL,". Febrero 2008. [Online]. Disponible: http://www.dcrcolombia.com.co/noticias/Informe%20Comcel%20Bonos_2008-02.pdf

- [49] B. Schmid (1999). "Mercados Electrónicos - Características, Organización y Posibilidades". Libro: Management-Handbuch Electronic Commerce. 491-506.
- [50] K. Stanoevska-Slabeva. "Towards a Reference Model for M-Commerce Applications,".[Online]. Disponible: <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20030149.pdf>
- [51] MA. Lindemann y B. Schmid (1998). "Framework for Specifying, Building, and Operating Electronic Markets," in International Journal on Electronic Commerce – volume 3, Number 2, pp. 7-21.
- [52] K. Stanoevska-Slabeva (2002). "Towards Community Oriented Design of Internet Platforms" in International Journal of Electronic Commerce – Volume 6, Number 3, pp. 71.
- [53] A.T. Kearney y Cambridge University. "The new MOBILE mindset,". Abril 2003.[Online]. Disponible: http://www.atkearney.com/shared_res/pdf/Mobinet_Monograph_S.pdf
- [54] The Cocktail Analysis. "Televidente 2.0,". Marzo 2008. [Online]. Disponible: http://www.tcanalysis.com/uploads/2008/03/televidente2_presentacion.pdf
- [55] A. Sandobal. "Colombianos prefieren los celulares de alta gama,". Enero 2008. [Online].Disponible en Web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3938685#>
- [56] F. Fitzek y M. Reisslein (Diciembre, 2001). "MPEG-4 and H.263 Video Traces for Network Performance Evaluation". IEEE Network, vol.15, Issue: 6 pp. 40-54.
- [57] Campus Comunicativo. "Emisoras y Usabilidad,". Diciembre 2007. [Online]. Disponible: <http://campuscomunicativo.com/?p=469>
- [58] 3G Americas. "3G: Third Generation Mobile Systems,".[Online]. Disponible: http://www.3gamericas.org/English/Technology_Center/3g.cfm
- [59] CDMA Development Group. "WiMAX: Oportunidades y desafíos en un mundo inalámbrico,". Julio 2005. [Online].Disponible: http://www.cdg.org/resources/white_papers/files/WiMAX%20FINAL%20Spanish.pdf
- [60] Sun Microsystems. "Java Technology,".[Online]. Disponible:<http://www.java.sun.com>
- [61] Microsoft Corporation. "Visual Studio Development System,".[Online].Disponible: <http://msdn2.microsoft.com/es-co/vstudio/products/bb931214.aspx>
- [62] Monografias.com. "introducción al lenguaje C,". [Online].Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos/introc/introc.shtml>
- [63] M. Canneyt y F. Klämpfl. "Users' manual for Free Pascal,".Agosto 2007. [Online]. Disponible: <ftp://ftp.freepascal.org/pub/fpc/docs-pdf/user.pdf>.
- [64] Delphi Forums. "Delphi Programming,".[Online]. Disponible: <http://www.delphiforums.com/>
- [65] Java.com. "¿Qué es la tecnología Mobile Java?,". [Online]. Disponible: http://www.java.com/es/download/faq/what_mj.xml
- [66] Symbian Foundation. "The open mobile operating system,".[Online].Disponible: <http://www.symbian.com/symbianos/index.html>
- [67] Microsoft corporation. "El nuevo paradigma de la programación,". [Online]. Disponible: http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero_9/tendencias.msp

- [68] Google Inc. "Android - An Open Handset Alliance Project,".[Online]. Disponible:
<http://code.google.com/android/documentation.html>
- [69] J. Estrada. "J2EE: Java Two Enterprise Edition", Vnunet. Madrid. Mayo 2004. [Online]. Disponible:
<http://www.computeridea.net/Opini%C3%B3n/Firmas/Infraestructuras/Software/20040527010>.
- [70] Vnunet.es."Java en Cifras,".Mayo 2004. [Online]. Disponible:
<http://www.vnunet.es/es/vnunet/report/2004/05/27/20040527025>
- [71] M. Prins. "Assignment on a system design for mobile music streaming,".Noviembre 2005.[Online]
Disponible:<http://asna.ewi.utwente.nl/education/Student%20assignments/completed%20bachelor%20and%20master%20assignments/Prins.pdf>
- [72] NEI, Negocios e Innovación."Estudio de Mercado,". Abril 2008. [Online]. Disponible:
http://nei.com.co/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=1.
- [73] N. Sagastume, M. Obando, M. Martínez. "Guía para elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua,". Julio 2006. [Online]. Disponible:
<http://www.foprیده.org/cms/librosvirtuales/1175123508.pdf>
- [74] Microsoft Corporation. "Windows Mobile,".[Online].Disponible:
<http://www.microsoft.com/windowsmobile/en-us/default.mspx>