

**MODELO ADAPTABLE DE TASACIÓN DE SERVICIOS PARA IPTV EN  
ENTORNOS NGN**



Universidad  
del Cauca

**Monografía Trabajo de Maestría**

**Ing. Mary Cristina Carrascal Reyes**

**Director:**

**PhD. José Luis Arciniegas Herrera**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Línea de Investigación en Servicios Avanzados de Telecomunicaciones  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA TELEMÁTICA  
Departamento de Telemática  
Popayán  
2018**

# TABLA DE CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 . MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Arquitectura IMS.....	1
1.1.1 Descripción de los componentes de IMS.....	3
1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SERVICIOS IMS NATIVOS .....	11
1.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL USUARIO Y LOS SERVICIOS.....	13
1.1.4 MECANISMO DE SINCRONIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE USUARIO A TRAVÉS DE LA INTERFAZ Sh .....	14
1.1.5 GENERALIDADES DE LA ARQUITECTURA IPTV .....	16
1.1.6 ARQUITECTURA IPTV-IMS.....	17
1.2 TERMINOLOGÍA ASOCIADA A LA TASACIÓN E INTERACCIÓN DE PROCESOS.....	18
1.2.1 Terminología asociada .....	18
1.2.2 Actores y stakeholders .....	20
1.2.3 Descripción de la información usada en la tasación.....	21
1.2.4 ON LINE CHARGING EN LOS ESTÁNDARES DEL 3GPP .....	22
1.2.5 Información de tasación usada en 3GPP OCS.....	26
1.3 ESTADO DEL ARTE .....	27
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA TASACIÓN DE SERVICIOS MULTIMEDIA.....	30
2.1 Tendencias del Mercado .....	31
2.1.1 Ventajas de un entorno BSS en tiempo real.....	32
2.1.2 Requerimientos en tiempo real para la tasación de contenido.....	40
2.1.3 Ejemplos de cómo los Sistemas en tiempo real crean nuevas oportunidades de mercado para los CPS. ....	41
2.2 Retos de la implementación. ....	42
2.3 Identificación de parámetros a ser considerados .....	42
CAPÍTULO 3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE TASACIÓN ADAPTABLE .....	44
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	44
3.2 SISTEMA DE TASACIÓN ADAPTABLE .....	45
3.2.1 Requerimientos funcionales.....	45
3.2.2 Requerimientos no funcionales.....	46
3.2.3 Argumentación de la propuesta .....	46
3.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	50
3.3.1 Descripción del funcionamiento.....	50
3.4 Arquitectura propuesta .....	51

3.4.1	Arquitectura estática .....	51
3.4.2	Arquitectura dinámica .....	52
CAPÍTULO 4 . IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO .....		55
4.1	Núcleo y cliente IMS. ....	56
4.1.1	Herramientas evaluadas para el core IMS .....	56
4.1.2	Implementación seleccionada .....	60
4.2	Servicio IPTV básico .....	60
4.2.1	Opciones evaluadas para la implementación. ....	60
4.3	Servidores de aplicaciones SIP .....	65
4.4	Exploración y selección de herramientas para la implementación del middleware de sincronización de la información .....	65
4.4.1	Herramientas consideradas .....	65
4.4.2	Descripción de la solución implementada para la sincronización. ....	66
4.5	Aplicación Generadora de Información - AGI.....	67
4.5.1	Diagrama de casos de uso .....	68
CAPÍTULO 5 . VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO .....		69
5.1	DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DEL SERVICIO IPTV.....	69
5.2	PRUEBAS REALIZADAS PARA EVALUAR LA SINCRONIZACION DE LOS DATOS. ....	72
5.3	Descripción de los escenarios .....	73
5.3.1	Escenario A.....	73
5.3.2	Escenario B.....	75
5.4	Resultados obtenidos .....	77
5.4.1	Captura 1.....	77
5.4.2	Captura 2.....	80
5.4.3	Captura 3.....	82
5.4.4	Captura 4.....	85
5.4.5	Captura 5.....	88
5.4.6	Captura 6.....	91
5.4.7	Captura 7.....	95
5.4.8	Captura 8.....	97
5.4.9	Captura 9.....	100
5.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	104
5.5.1	Análisis Escenario A.....	104
5.5.2	Análisis Escenario B.....	106
5.5.3	Análisis comparativo entre los dos escenarios .....	108

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	113
6.1 Conclusiones.....	113
6.2 Trabajo Futuro .....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Arquitectura de IMS .....	2
Figura 1-2. Entidades del CSCF .....	3
Figura 1-3. Funcionalidad del Proxy-CSCF .....	4
Figura 1-4. Funcionalidad del Interrogating CSCF .....	6
Figura 1-5. Funcionalidad del Serving CSCF .....	8
Figura 1-6. Funcionalidad del HSS .....	9
Figura 1-7. Tipos de Servidores de Aplicación .....	11
Figura 1-8. Arquitectura para la prestación de Servicios IMS Nativos .....	12
Figura 1-9. Arquitectura IPTV basada en IMS para el despliegue de servicios multimedia[22] .....	17
Figura 1-10. Procesos relacionados al charging .....	19
Figura 1-11. Proceso de <i>charging</i> – descripción general .....	21
Figura 1-12. Entradas y salidas de los datos usados en la tasación .....	21
Figura 1-13. Niveles operativos de la tasación según el 3GPP .....	23
Figura 1-14. Sistema de Tasación Online del 3GPP y funciones con las cuales se encuentra relacionada. (Release 14)[69] .....	25
Figura 2-2. Funciones del Negocio relacionadas con el cliente y los sistemas implicados .....	33
Figura 3-1. Incorporación de la plataforma middleware con <i>group communication</i> en IMS .....	49
Figura 3-2. Descripción general del prototipo .....	50
Figura 3-3. Diagrama de componentes del sistema de tasación adaptable para IPTV .....	52
Figura 3-4 – Arquitectura dinámica del acceso a los contenidos .....	54
Figura 4-1. Diagrama de casos de uso general – Servicio IPTV .....	62
Figura 4-2. Diagrama de interacción. Servicio IPTV .....	64
Figura 4-3. Diagrama de casos de uso para la AGI .....	68
Figura 5-1. Interfaz gráfica cliente IMS .....	69
Figura 5-2. Reproducción de contenido VoD en el Servicio de IPTV .....	70
Figura 5-3. Flujo de señalización para el acceso a contenidos .....	71
Figura 5-4. Arquitectura para el Escenario A .....	74
Figura 5-5. Flujo de Información en el Escenario A .....	74
Figura 5-6. Arquitectura para el Escenario B .....	76
Figura 5-7. Flujo de Información en el Escenario B .....	76
Figura 5-9. Escenario B Captura 1 .....	79
Figura 5-11. Escenario B Captura 2 .....	81
Figura 5-13. Escenario B Captura 3 .....	84
Figura 5-15. Escenario B Captura 4 .....	87
Figura 5-17. Escenario B Captura 5 .....	90
Figura 5-19. Escenario B Captura 6 .....	94
Figura 5-21. Escenario B Captura 7 .....	96
Figura 5-23. Escenario B Captura 8 .....	99
Figura 5-25. Escenario B Captura 9 .....	103
Figura 5-26. Comparación del Número de KBytes variando el Retardo de Actualización y con el Número de Usuarios Constante en el Escenario B .....	107
Figura 5-27. Comparación de desempeño con un período de actualización de 500 ms .....	109
Figura 5-28. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 500 ms .....	109
Figura 5-29. Comparación de desempeño con un período de actualización de 250 ms .....	110

Figura 5-30. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 250 ms .....	110
Figura 5-31. Comparación de desempeño con un período de actualización de 125 ms .....	111
Figura 5-32. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 125 ms .....	111

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1 Lista de información de tasación (3GPP TS 22.115) .....	26
Tabla 3-1. Análisis de las opciones consideradas vs los requerimientos identificados .....	47
Tabla 5-1. Resultados Escenario A Captura 1 .....	77
Tabla 5-2. Resultados Escenario B Captura 1 .....	78
Tabla 5-3. Resultados Escenario A Captura 2 .....	80
Tabla 5-4. Resultados Escenario B Captura 2 .....	81
Tabla 5-5. Resultados Escenario A Captura 3 .....	82
Tabla 5-6. Resultados Escenario B Captura 3 .....	84
Tabla 5-7. Resultados Escenario A Captura 4 .....	85
Tabla 5-8. Resultados Escenario B Captura 4 .....	86
Tabla 5-9. Resultados Escenario A Captura 5 .....	88
Tabla 5-10. Resultados Escenario B Captura 5.....	89
Tabla 5-11. Resultados Escenario A Captura 6.....	91
Tabla 5-12. Resultados Escenario B Captura 6.....	93
Tabla 5-13. Resultados Escenario A Captura 7.....	95
Tabla 5-14. Resultados Escenario B Captura 7.....	96
Tabla 5-15. Resultados Escenario A Captura 8.....	97
Tabla 5-16. Resultados Escenario B Captura 8.....	98
Tabla 5-17. Resultados Escenario A Captura 9.....	100
Tabla 5-19. Comparación Tiempo de Respuesta en el Escenario A (resultados en segundos) .....	104
Tabla 5-20. Promedio del Tiempo de Procesamiento de las Peticiones de Actualización en el Escenario A (resultados en segundos) .....	105
Tabla 5-21. Comparación Tiempo de Respuesta en el Escenario B (resultados en segundos) .....	107
Tabla 5-22. Promedio del Tiempo de Procesamiento de las Peticiones de Actualización en el Escenario B (resultados en segundos) .....	108

# RESUMEN ESTRUCTURADO

**Contexto:** La tasación de servicios en entornos convergentes presenta un nuevo reto para los operadores de telecomunicaciones que se ven cada vez más presionados por un entorno competitivo; en el que entender a los usuarios y sus necesidades es un elemento clave a la hora de mantener a sus clientes satisfechos y garantizar la viabilidad de su negocio a largo plazo. Los modelos de tasación tradicionales adoptados por los operadores han sido basados en un modelo de suscripción, donde el usuario abona un valor fijo que es independiente del uso que éste le dé al servicio y esto no encaja con la filosofía de los servicios en entornos convergentes como el servicio de IPTV - *Internet Protocol Television* Televisión por protocolo de Internet, el cual propone el paradigma de la fluctuación del uso del servicio dependiendo del perfil de los usuarios. Se propone entonces a través de este proyecto diseñar un modelo de tasación que permita mayor granularidad en los procesos de tasación y que se adapte a diferentes modelos de negocio definidos por los operadores de telecomunicaciones de acuerdo a sus necesidades particulares.

**Método:** El modelo que se plantea incluye como parte de sus componentes los siguientes aspectos:

- el análisis de las tendencias actuales en la tasación de servicios,
- la identificación y clasificación de los diversos parámetros que deberían incluirse en la tasación de los servicios centrándose en el servicio de IPTV.
- la arquitectura del sistema de tasación que permita la incorporación de diversos parámetros provenientes de diversos servicios que se pueden desplegar dentro del entorno convergente.

Para validar la propuesta, finalmente se realiza la implementación de un prototipo a través del cual se realizó el análisis del comportamiento de señalización y control del despliegue del Sistema de tasación, así como un análisis comparativo del desempeño de las interfaces típicamente implicadas en los procesos de tasación del servicio de IPTV versus la solución propuesta.

**Resultados:** El sistema resultante alcanza mayor eficiencia en comparación con los resultados evaluados del uso de las interfaces estandarizadas para los procesos de tasación actuales y además logra el objetivo de incorporar fácilmente nuevos parámetros, cumpliendo con la característica de adaptabilidad a diversos modelos de negocio.

**Conclusiones:** Se observó que el sistema cumple con todos los requerimientos de funcionalidad requeridos y que es fácilmente implementable sin ser intrusivo. Además, realizando la comparación con los sistemas definidos hasta el momento para el proceso de tasación, la solución propuesta se destaca por generar menos sobrecarga y consumo de recursos.

# INTRODUCCIÓN

A pesar de que la tasación, tarificación y facturación son aspectos esenciales para cualquier operador de red posicionado comercialmente, actualmente los modelos usados para realizar los cobros son simples. La mayoría de estos se basan en algunos parámetros de tiempo y volumen y hacen uso de esquemas de tarifa plana para los precios. Sin embargo, con la convergencia de las redes de comunicación, la creciente integración de las diferentes tecnologías de acceso y el advenimiento de una amplia gama de nuevos servicios los requisitos para los sistemas de cobro de servicios de telecomunicaciones está en aumento, dada la dura competencia a la que se ven expuestos los diferentes actores del mercado y considerando los diversos aspectos legales que cada uno de ellos debe atender. Entre estos requisitos se encuentran una mayor flexibilidad, escalabilidad y eficiencia.

Actualmente los operadores de redes y servicios tradicionales han identificado como nichos potenciales de desarrollo la incorporación de redes de alta velocidad y el servicio de IPTV, los cuales dada la convergencia, son vistos como la oportunidad para revitalizar económicamente los negocios debido a su potencial para revertir la disminución de ingresos de los servicios tradicionales, como por ejemplo el de la voz.

Con la introducción de IPTV, los proveedores de servicios tradicionales y los proveedores de contenido están introduciéndose en un nuevo mercado. El éxito de esta incursión depende principalmente de la velocidad de despliegue del servicio, pero sobre todo de la flexibilidad y conveniencia del servicio ofrecido al suscriptor, por ejemplo, las opciones de considerar la personalización de las características del servicio de acuerdo al perfil del cliente, así como el esquema de tarificación y cobro que se le ofrecerá. La llegada de las comunicaciones basadas en el protocolo IP y especialmente el servicio de IPTV ha cuestionado el uso de los métodos de tarificación legados.

Dada la evolución esperada para el servicio y la diversidad de aplicaciones que está en capacidad de soportar, es necesario el despliegue de los sistemas de tarificación para IPTV que estén en capacidad de adaptarse a dichos cambios.

Al requerir la recolección de la información de uso de los recursos, este proceso también necesita hacer uso de recursos del sistema que son necesarios para el despliegue del servicio. Es por esto que en la actualidad el uso del cobro con tarifa plana (asociada con las características de transporte de mejor esfuerzo) es el más comúnmente usado en la red IP. En el caso de contar con la incorporación de QoS en la red, los operadores están en capacidad de diferenciar el tratamiento que se le debe dar por parte de las funcionalidades de transporte a los diferentes servicios. Al poder hacer una diferenciación de los tipos de tráfico se provee la contabilidad escalable a través de una cuidadosa planeación de la gestión para utilizar mecanismos de contabilidad simples que se adaptan a los diferentes niveles de QoS. Los dos casos expuestos son los más usados pero dada la tendencia evolutiva del servicio de IPTV no se adaptan a los nuevos requerimientos impuestos por la convergencia de servicios y las tendencias del mercado.

Con el objetivo de mejorar la experiencia de los usuarios a través del servicio de IPTV, los operadores necesitan actualmente un sistema de cobro de servicios con capacidades de tasación/facturación en tiempo real [13] [12]. Como ya se explicó, los modelos de tasación tradicionales adoptados por los operadores han sido basados en un modelo de suscripción, donde el usuario abona un valor fijo que es independiente del uso que éste le dé al servicio y esto no encaja con la filosofía del servicio IPTV, el cual propone el paradigma de la fluctuación del uso del servicio dependiendo del perfil de los usuarios. Es por esto que este proyecto de maestría, se centra en proponer un modelo para el sistema de tasación para IPTV, acogiéndose a los estándares existentes; específicamente dentro del entorno de las Redes de Nueva Generación. Se propone la provisión de un modelo de tasación que dé a los operadores la facilidad de incorporar nuevos modelos de negocio y proveer a sus usuarios flexibilidad en el acceso al servicio.

Para abordar la definición del modelo, se propusieron como objetivos los siguientes:

Objetivo General: Proponer un modelo que permita la incorporación de parámetros adicionales a las funciones de tasación del servicio IPTV en entornos NGN.

Objetivos específicos:

- Analizar y establecer los requerimientos de tasación del servicio IPTV considerando las tendencias existentes.
- Definir el modelo de tasación que permita la incorporación de parámetros adicionales al servicios de IPTV
- Diseñar la arquitectura que implemente el modelo propuesto y que permita su incorporación a la NGN.
- Validar el mecanismo propuesto a través de la implementación de un prototipo que lo implemente para uno de los parámetros planteados.

Las partes constitutivas del modelo en esta propuesta son: la base inicial de conocimientos, la descripción de la arquitectura del modelo propuesto y su incorporación a la red NGN (ver Figura 1)

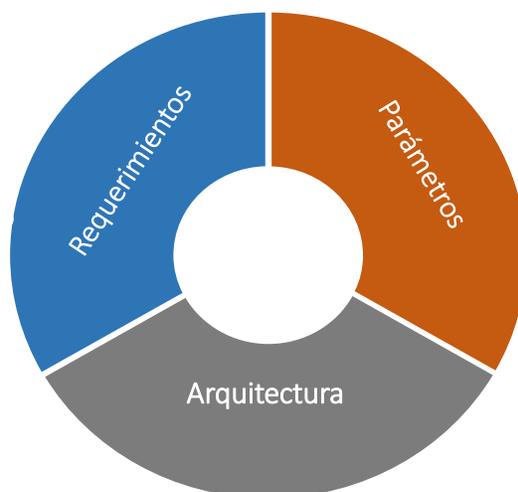


Figura 1. Partes constitutivas del modelo de tasación propuesto

El resultado producto de las actividades desarrolladas para la definición del modelo propuesto se ha documentado y se presenta organizado de la siguiente forma:

En el capítulo uno se exponen el marco teórico el cual incluye los principales conceptos referentes a la estructura de IMS y el servicio IPTV en un entorno convergente. .

En el capítulo dos se condensan la información recopilada acerca de las tendencias en la tasación de servicios convergentes a nivel global, así como el análisis de esta información para definir así cuáles son los parámetros deseables de tasar y que no se encuentran considerados en muchos casos en los sistemas de tasación actual e identificar algunos requerimientos que debieron tomarse en cuenta para la construcción de la propuesta.

El capítulo tres contiene la descripción de los requerimientos identificados para el modelo y la descripción de la arquitectura planteada para el sistema.

El capítulo cuatro explica los pasos seguidos en la implementación del prototipo.

Y en el capítulo cinco se recopilan la descripción de las pruebas realizadas y el análisis de sus resultados.

Por último en el capítulo de las conclusiones se discuten los hallazgos derivados del análisis de los resultados de la evaluación y se proponen algunos trabajos futuros.

# CAPÍTULO 1 . MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen los conceptos implicados en la concepción del modelo de tasación propuesto. En la primera parte se describe como el servicio de IPTV es albergado dentro de la arquitectura IMS (*IP Multimedia Subsystem* – Sistema Multimedia IP) y en la segunda parte se describe como los sistemas de tasación se encuentran actualmente estandarizados con el fin de comprender los vacíos de las implementaciones actuales y así entender el alcance de la presente propuesta.

IMS (*IP Multimedia Subsystem* – Sistema Multimedia IP) es esencialmente la plataforma diseñada para la provisión de servicios multimedia. La mayoría de los servicios IPTV que actualmente están implementados, son desplegados en arquitecturas no NGN (*Next Generation Network* – Redes de Próxima Generación). A pesar de que existe cierta interconexión de estas plataformas con las NGN, generalmente las capas de control y servicio se encuentran separadas. Al desplegar IPTV sobre la arquitectura IMS se ganan varios beneficios entre los que se puede destacar:

- Registro y autenticación integrados.
- Gestión de cada una de las sesiones.
- Integración con gran cantidad de servicios existentes en la NGN.
- *Roaming*.
- QoS (*Quality of Service* – Calidad del Servicio).
- Facturación unificada de servicios.

Antes de explicar cómo IPTV puede ser proveído en un entorno IMS, se explicará la arquitectura IMS. El IMS definido por el 3GPP, describe la arquitectura a nivel funcional, es decir, se describe el conjunto de funciones de cada una de las entidades del sistema, las cuales pueden ser implementadas de manera flexible por parte de los desarrolladores.

## 1.1 Arquitectura IMS

Las especificaciones de IMS definen una arquitectura completa de la capa de control (por encima del dominio de conmutación de paquetes) y cubren también todos los elementos necesarios para soportar el establecimiento de sesiones multimedia en la red de paquetes. Mientras IETF (*Internet Engineering Task Force* - Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) ha estandarizado el protocolo SIP, el más apropiado en relación a las soluciones cliente/servidor, pero sin asociarlo con las arquitecturas, 3GPP (*3rd Generation Partnership Project* - Proyecto Asociación de Tercera Generación) ha definido con precisión las arquitecturas y los procedimientos para hacer la capa de control y los núcleos de la red seguros, fiables y que puedan ser gestionados [1].

A diferencia de las redes tradicionales que aseguran la Calidad de Servicio de forma individual dependiendo del servicio que proveen, en IMS se busca la convergencia de servicios móviles y fijos con QoS a través de una serie de políticas que son definidas por los operadores y los Acuerdos de Nivel de Servicio establecidos con sus usuarios.

En los procesos de QoS dentro de IMS, el control juega un papel importante a través de una serie de indicadores que son evaluados según el tipo de servicio, como: el ancho de banda, el retardo, la variación del retardo, la tasa de datos y la tasa de error de bits [2]. Las organizaciones 3GPP y TISPAN definen un conjunto de cuatro clases de QoS para redes de transporte [3] en el entorno de IMS: platino, oro, plata y bronce, cada una de las cuales enmarca diferentes características de transporte de acuerdo al tipo de servicio.

Los componentes principales relacionados con los servicios de comunicación son (Figura 1-1):

- CSCF (*Call State Control Functions*, Funciones de Control de Estado de Llamada) son las entidades de control de la sesión. Hay varios tipos de CSCF en función de su papel dentro del control de las sesiones.
- HSS (*Home Subscriber Server*, Servidor de Suscriptor Local) es la base de datos centralizada de la red y de los servicios.
- AS (*Application Server*, Servidor de Aplicaciones) son las plataformas de servicios que proporcionan servicios relacionados con la sesión a los usuarios (presencia, conferencia, etc.).

Mientras la función CSCF pertenece a la capa de control, HSS y AS están en el límite entre la capa de control y la capa de servicio. APIs (*Application Programming Interface*, Interface de Programación de Aplicaciones) como SA/Parlay o SIP servlet son las recomendadas para el desarrollo de aplicaciones.

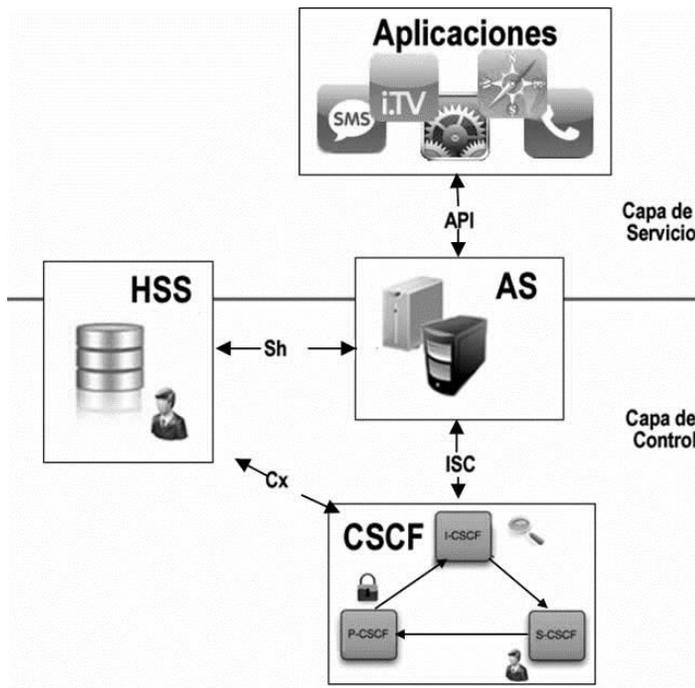


Figura 1-1. Arquitectura de IMS

## 1.1.1 Descripción de los componentes de IMS

### 1.1.1.1 Call Session Control Function (CSCF)

En la arquitectura genérica de una red IMS, la entidad funcional clave es el nodo CSCF. Su función principal es el control de sesiones y llamadas. Esta función está distribuida a lo largo de la red buscando la eficiencia y escalabilidad. Existen 3 entidades que son responsables por el control de sesiones y llamadas (Figura 1-2)[8].

- P-CSCF el *Proxy Call Session Control Function*.
- I-CSCF el *Interrogating Call Session Control Function*.
- S-CSCF el *Serving Call Session Control Function*.

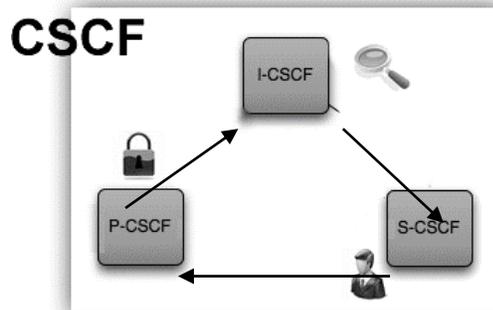


Figura 1-2. Entidades del CSCF.

Las diferencias entre estas entidades radican en las tareas y procedimientos que realizan, a continuación se describe de manera general cada una de ellas.

### 1.1.1.2 Proxy CSCF (P-CSCF)

El P-CSCF es el punto de entrada a la red IMS. Esta entidad actúa como el punto de acceso al dominio SIP desde una perspectiva de control de sesión [1][8].

El primer intercambio de información tiene como fin registrar la localización del dispositivo; esta localización está asociada con la dirección IP de su ubicación actual. Dado que el dispositivo se comunica con otros dispositivos, lo primero que se debe establecer es una sesión, así bien el establecimiento de sesiones se realizan en primera instancia a través del P-CSCF. Cuando se activa por primera vez el equipo terminal de un suscriptor, la red de servicio le asigna a este una dirección IP, una vez esta ha sido asignada, el equipo buscará el P-CSCF local (o el P-CSCF que haya sido asignado para servir en esta parte de la red). El P-CSCF, así como todas las entidades IMS, tiene una dirección con un formato SIP URI (*Universal Resource Identifier*, Identificador de Recursos Universal) (haciendo más fácil el enrutamiento de los mensajes al P-CSCF apropiado) [8].

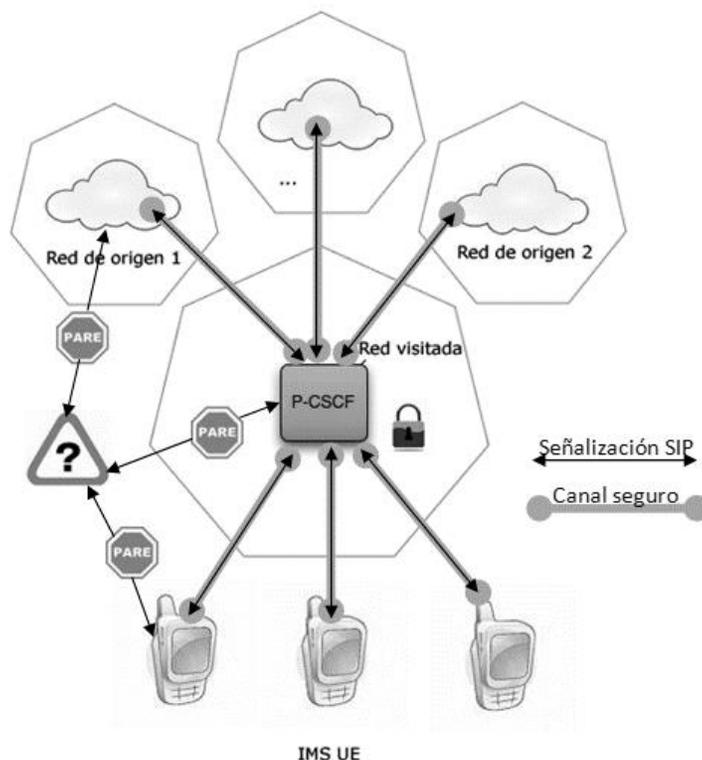
Cuando el dispositivo está encendido, envía su dirección IP al HSS y al S-CSCF mediante un proceso de registro. El P-CSCF juega un rol importante en el proceso de registro, el primer rol, sin embargo, es identificar la red de origen y el dominio del suscriptor (utilizando la URI de su dirección). El nombre de dominio de la red de origen es resuelto por un servidor DNS (Domain Name System, Sistema de Nombres de Dominio). El DNS identifica la dirección del I-CSCF que será utilizado para acceder a la red de origen. El I-CSCF proporciona la pasarela de acceso a cualquier red. Esto dispone al P-CSCF para que pueda determinar cómo direccionar cualquier mensaje SIP recibido por el equipo

terminal. Por ejemplo, cuando el P-CSCF recibe un INVITE, el debe decidir a donde será enviado el mensaje [9].

Al igual que todas las entidades CSCF al interior de IMS, el P-CSCF genera CDRs (*Call Data Records*, Registro de Datos de Llamada) para todas las sesiones que pasan a través de él. El P-CSCF también adiciona cabeceras a los mensajes de solicitud y respuesta antes de su envío hacia el próximo CSCF [8][9].

El P-CSCF genera el ICID (*IMS Charging Identifier*, Identificador de Cobro IMS) utilizado en los procedimientos de cobro donde se correlacionan las sesiones y los gastos, esto dado que el P-CSCF como ya se expuso es el punto de entrada en IMS. Estas cabeceras son agregadas con el fin de que las entidades puedan intercambiar datos de facturación dentro de los mensajes SIP, sin tener que considerar el soporte de otra interface para estos fines. Sin embargo también existe una interface de facturación separada que es soportada por el protocolo DIAMETER[8][9].

Las cabeceras que son usadas para la facturación no son compartidas con otras redes; el P-CSCF sólo envía estas cabeceras a entidades funcionales dentro de la misma red. Esto impide a otros proveedores tener acceso a información sobre suscriptores y servicios. Esta es otra función del P-CSCF la cual está basada en políticas configuradas por el operador. Desde una perspectiva de seguridad, el P-CSCF tiene una tarea crítica en la prevención de accesos no autorizados a la red (Figura 1-3). El P-CSCF puede ser usado para restringir el acceso a cualquier dispositivo. Sin embargo, el P-CSCF no ejecuta el proceso de autenticación dentro de IMS [9].



**Figura 1-3. Funcionalidad del Proxy-CSCF.**

El P-CSCF es responsable de los dispositivos que intentan establecer una sesión sin encontrarse registrados, o cuando se hace un intento de registro. PDF (*Policy Decision Function*, Función de

Políticas de Decisión) puede residir en el P-CSCF y ser usada para determinar la forma como se debe reaccionar ante escenarios específicos. PDF permite a los operadores establecer reglas que son aplicadas para manejar el acceso a las redes. PDF controla la Función de Ejecución de Políticas en la red de portador. Esto permite a los operadores controlar el flujo de acuerdo a los permisos y a las direcciones de origen y destino [8][9].

### 1.1.1.3 Interrogating CSCF (I-CSCF)

Mientras el P-CSCF es el punto de acceso a la red IMS, el I-CSCF sirve como pasarela o puerta de enlace dentro de cada red IMS. El I-CSCF determina si se concede el acceso a otras redes que envían mensajes SIP hacia el operador. Por esta razón, el I-CSCF puede ser usado para ocultar los detalles de la red a otros operadores, determinando el enrutamiento al interior de un dominio seguro. El I-CSCF ayuda a proteger al S-CSCF y al HSS de accesos no autorizados por parte de otras redes. Cuando el S-CSCF está enviando peticiones o respuestas a otras redes, el mensaje primero es enviado hacia el I-CSCF, el cual a su vez lo envía hacia la red de destino [8][9].

El I-CSCF en la red destino tiene la responsabilidad de identificar la localización del usuario al que ha sido dirigido el mensaje (posiblemente a través del SLF (*Subscription Location Function*, Función de Localización de Suscriptor). La localización hace referencia a la identificación del S-CSCF que ha sido asignado al usuario, así como también el HSS en el que se han almacenado los datos de suscripción. Esta información es suministrada por el SLF. El I-CSCF cumple un rol importante en IMS ayudando tanto en la seguridad en el acceso como en la protección de las identidades (direcciones de enrutamiento) del S-CSCF y el HSS (ver Figura 1-4) [8][9].

La función de pasarela que cumple el I-CSCF es algo diferente con la misma función que ejecuta el P-CSCF, ya que el P-CSCF actúa como una pasarela hacia redes que no son IMS y como punto de acceso hacia IMS, mientras que el I-CSCF actúa como pasarela entre dos redes IMS. Otra función importante del I-CSCF es la asignación del S-CSCF, esto se hace de acuerdo a la capacidad o a las políticas del proveedor del servicio. Hay dos opciones disponibles para su implementación, un método es asignar el S-CSCF de acuerdo con los servicios que se necesita soportar. Por ejemplo, si una video conferencia está siendo establecida, se asignara un S-CSCF que este suministrando acceso a recursos de video. Este método puede ser favorable para los proveedores de servicio que observan la forma de distribuir multimedia a lo largo de la red o en porciones específicas de la misma. Este modelo funciona bien en redes de datos donde los servicios y las plataformas están localizados de acuerdo al contenido multimedia que deba ser soportado [8][9].

En un modelo de Proveedor de Servicios de Aplicación, por ejemplo, el servidor de video puede estar localizado al interior de un data center, junto con un S-CSCF para así dar soporte a servicios de video. La información del S-CSCF que se asigna es almacenada en el HSS para ser referenciado en el futuro. Para operadores de redes inalámbricas y cableadas, probablemente los suscriptores son asignados de acuerdo a la localización de sus hogares y todos los servicios son soportados a lo largo de la red y no por segmentos [8][9][4][5].

El S-CSCF es asignado por el I-CSCF cuando un suscriptor se registra en la red. Así el I-CSCF almacena esta información (junto con la información de enrutamiento) durante la existencia del registro. En el momento en que el I-CSCF recibe peticiones o respuestas envía los mensajes al S-CSCF que ha sido asignado según los datos de registro. El registro dura mientras el equipo terminal permanezca en el área de servicio. Por ejemplo, en una red inalámbrica, mientras el equipo terminal continúe recibiendo un servicio desde la misma celda, el registro permanece sin cambios, sin embargo tan pronto como el suscriptor se cambie a otra celda, el registro cambiará (debido a que la dirección de

la celda cambió). En el modelo de las redes cableadas, mientras un equipo terminal mantenga la misma dirección IP, el registro se mantiene sin cambios, no obstante si al suscriptor se le asigna otra dirección IP, el equipo terminal debe registrar esta nueva dirección.

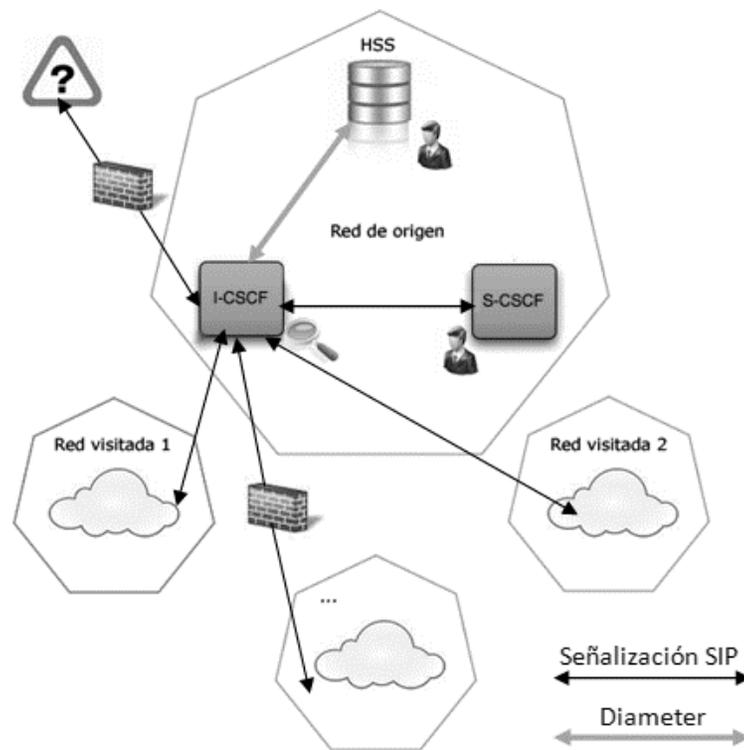


Figura 1-4. Funcionalidad del Interrogating CSCF.

#### 1.1.1.4 Serving CSCF (S-CSCF)

En IMS el S-CSCF cumple el papel de núcleo principal de la red. Esta entidad controla todos los aspectos relacionados con los servicios de un suscriptor, manteniendo el estado de cada una de las sesiones que han sido iniciadas. Una sesión es básicamente cualquier cosa que un dispositivo desee hacer, tal como mensajería instantánea, e-mail, envío de imágenes, listas de correo, voz, etc. El S-CSCF controla la mensajería y la distribución de contenidos. Este proporciona el estado del registro de un suscriptor a otras aplicaciones (servidores de aplicación) y mantiene el control sobre esos servicios mientras el dispositivo este registrado. El S-CSCF es responsable por la autenticación de todos los suscriptores que intentan registrar su ubicación con la red [8][9].

Desde una perspectiva SIP, el S-CSCF es el registrador, responsable de autenticar a todos los usuarios que intentan registrar su ubicación con la red. Cuando esto sucede, el S-CSCF forzará al equipo terminal a enviar otro mensaje REGISTER el cual lleva las credenciales apropiadas y las claves de autenticación antes de permitir el acceso a los servicios.

Después del registro el S-CSCF almacena la siguiente información relacionada con el dispositivo:

- La dirección del HSS
- El perfil de usuario

- La dirección del P-CSCF (punto de entrada durante el registro)
- El dominio del P-CSCF (en el caso de que el dispositivo haya entrado desde otra red)
- Identidad de usuario publica
- Identidad de usuario privada
- Dirección IP del dispositivo

El S-CSCF también tiene la responsabilidad de habilitar servicios mediante el acceso a diversos AS dentro de la red [8][9].

Por ejemplo, si un equipo terminal intenta unirse a una videoconferencia, el S-CSCF proporcionaría la conectividad al AS apropiado de acuerdo con la suscripción (como haya sido definido en el HSS) y los requerimientos multimedia definidos en el protocolo SIP SDP (*Session Description Protocol*, Protocolo de Descripción de Sesión) [8][9].

Esto significa que el S-CSCF necesita conocer los servicios a los cuales se tiene permitido el acceso, y las direcciones de los servidores que proporcionan tales servicios. El S-CSCF accede al HSS para identificar el perfil de la suscripción, este a su vez incluye el perfil del servicio (ver Figura 1-5).

El S-CSCF siempre debe mantener el estado de todos los registros y sesiones que se encuentren bajo su control, de esta manera al conocer los estados el S-CSCF tiene la capacidad de actualizar a otras entidades que pueden haberse suscrito a las notificación de eventos utilizando el método SIP SUSCRIBE.

Siempre que el estado de un equipo terminal cambie dentro de la red, el S-CSCF deberá notificar a todas las entidades que participan del cambio de estado. Esto le permite a servicios tales como presencia, ser notificados si el estado del registro de un suscriptor debe cambiar, previniendo también el acceso no autorizado al estado del registro. Sólo entidades autorizadas tienen permitido el uso del método SUBSCRIBE, las mismas han sido validadas por el S-CSCF. Esto también elimina la necesidad de que el equipo terminal por si mismo envíe el estado del registro a múltiples entidades en la red [8][9].

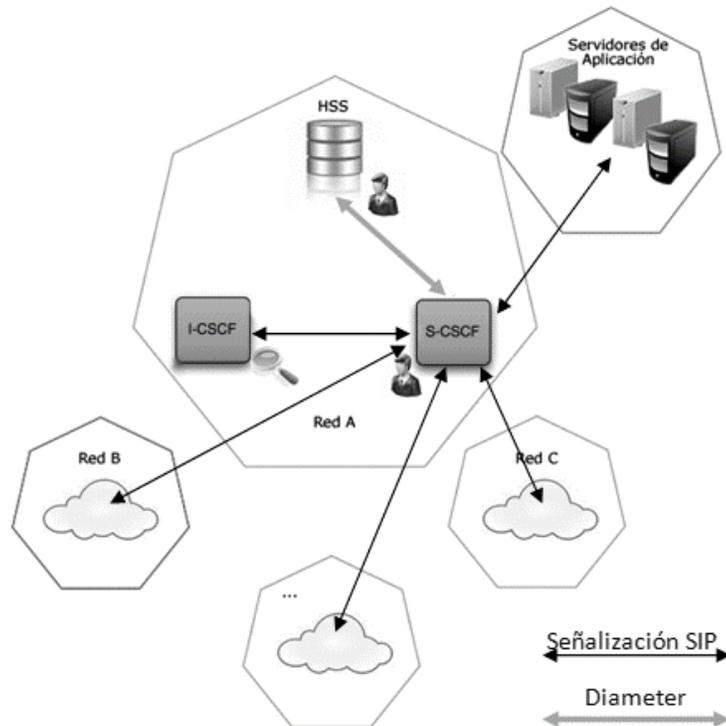
En resumen, el S-CSCF es el núcleo de IMS. Este es el corazón de la red, el cual proporciona un punto de control que permite a los operadores manejar tanto la distribución de servicios como el establecimiento de sesiones. En redes de gran tamaño deben existir varios S-CSCF, así bien esta es una función distribuida. El S-CSCF debe ser desplegado en la red de acuerdo con el número de suscriptores que se posean y según el tipo de servicios que esta entidad deba controlar y soportar [8][9].

#### **1.1.1.5 Home Subscriber Server (HSS)**

El *Home Subscriber Server* (HSS) es la base de datos maestra que contiene la información de usuario y de suscriptor y se encarga de apoyar a las entidades de red en el establecimiento tanto de llamadas como de sesiones [8][9]. Ofrece las siguientes funciones:

- manejo de la identificación,
- autorización para el acceso,
- autenticación,
- gestión de la movilidad (seguimiento de las entidades de control de sesión, que están brindando un servicio al usuario),
- soporte para el establecimiento de sesión,
- soporte para la prestación de servicios y

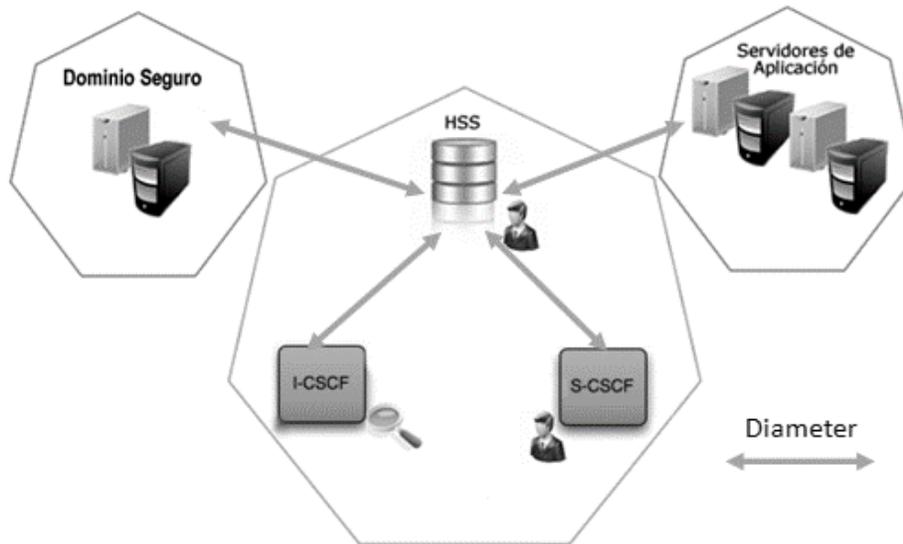
- soporte para la autorización de servicios.



**Figura 1-5. Funcionalidad del Serving CSCF**

Cuando un usuario se registra en un dominio IMS, el perfil de usuario (definido como la información relevante, relacionada con los servicios que están habilitados para el usuario) es descargado desde el HSS al CSCF. Para el establecimiento de una sesión, el HSS proporciona información del CSCF que actualmente está prestando sus servicios al usuario. Cuando existe más de un HSS desplegado en la red, entra en acción el SLF, cuya función es localizar al HSS que está almacenando los datos de suscripción de un determinado usuario. Tanto el HSS como el SLF utilizan el protocolo DIAMETER (bajo las interfaces Cx y Dx) [8][9].

Mientras el S-CSCF actúa como el núcleo de la red, el HSS cumple con el papel de fuente central de los datos del suscriptor. El HSS almacena los datos del usuario tales como los servicios a los que un suscriptor tiene acceso, las diversas identidades (la identidad de usuario privada, y todas las identidades de usuario públicas), las redes a las cuales el usuario tiene acceso para transitar (en el caso de las redes inalámbricas), y la localización del dispositivo del suscriptor [10]. Cuando un suscriptor se registra en la red, el S-CSCF accede al HSS para obtener el perfil de usuario. El perfil de usuario es lo que identifica a todas las identidades públicas y privadas asociadas a la suscripción, así como los perfiles de servicio para cada una de las identidades [8][9] (ver Figura 1-6).



**Figura 1-6. Funcionalidad del HSS**

Siempre que hay un cambio en la suscripción de un equipo terminal, la información es llevada al S-CSCF. El HSS envía la totalidad de los datos de suscripción al S-CSCF, y de ninguna manera datos parciales. Esto elimina la posibilidad de que existan datos corruptos o que se encuentren fuera de sincronización con el HSS. A continuación el S-CSCF, sustituye todos los datos de suscripción que tiene almacenados por los datos que son enviados por el HSS [8][9].

El objetivo del registro es proporcionar una localización para el equipo terminal. La localización no significa necesariamente la localización exacta. En el caso inalámbrico, esta puede estar dada por las coordenadas de un GPS, pero por lo general está dada por el identificador del sitio donde se encuentra la celda. En las redes fijas, la localización depende de donde esté ubicado el P-CSCF que fue usado para acceder a la red. Esta también puede estar dada por la dirección IP asignada al equipo terminal. En otras palabras, la localización identifica como encaminar las sesiones hacia el suscriptor en cualquier momento [9][10].

Es por esto que el registro es tan dinámico. En cada momento el suscriptor cambia de localización, las direcciones asignadas en el nivel IP deben ser cambiadas y actualizadas en el registro de tal manera que las sesiones se puedan establecer correctamente [9][10].

Los datos del suscriptor también hacen parte de la información de registro, tanto la identidad privada del usuario como las identidades públicas son almacenadas como parte de los datos de registro. Esto le permite al S-CSCF proveer un soporte completo al equipo terminal del suscriptor y a cualquier servicio que desee utilizar [8][9].

Los servicios tienen identificadores y se almacenan asociados a una identidad de usuario pública. Las identidades de usuario públicas pueden ser asignadas a múltiples identificadores de servicio, basándose en la suscripción. Esta información es almacenada en el HSS, y es compartida con el S-CSCF cuando el dispositivo terminal se registra en la red [8][9].

Si un suscriptor no tiene acceso a los servicios, el operador bloquea en el HSS la identidad de usuario pública o privada asociada con la suscripción. Esto proporciona una ubicación central donde la suscripción puede ser controlada. Si el suscriptor se encuentra en otra red, la restricción de los

servicios sigue siendo válida, desde la red visitada se consulta al HSS mediante el S-CSCF para así determinar los servicios a los que el suscriptor puede tener acceso. [8][9]

Una de las funciones más críticas del HSS es proporcionar la encriptación y las claves de autenticación para cada suscripción. Cuando el equipo terminal se registra en la red, el S-CSCF asignado pide los datos de identificación almacenados por el HSS. El S-CSCF consulta al HSS cuáles son los datos de identificación que fueron consignados durante el registro, el equipo terminal retorna un mensaje que contiene la información de identificación adecuada.

Sólo el proveedor de red y el equipo terminal conocen las claves, estas se encuentran programadas en el equipo terminal (más específicamente en la tarjeta SIM del equipo) y en el HSS. Esta es una de las razones por las que las funcionalidades ofrecidas por HSS y el S-CSCF se encuentran en el núcleo de la red.

Pueden existir muchos HSS desplegados en una misma red IMS, dependiendo del número de suscriptores que deben ser soportados por la red. El HSS debe tener la capacidad de soportar a los suscriptores que le sean asignados [8][9].

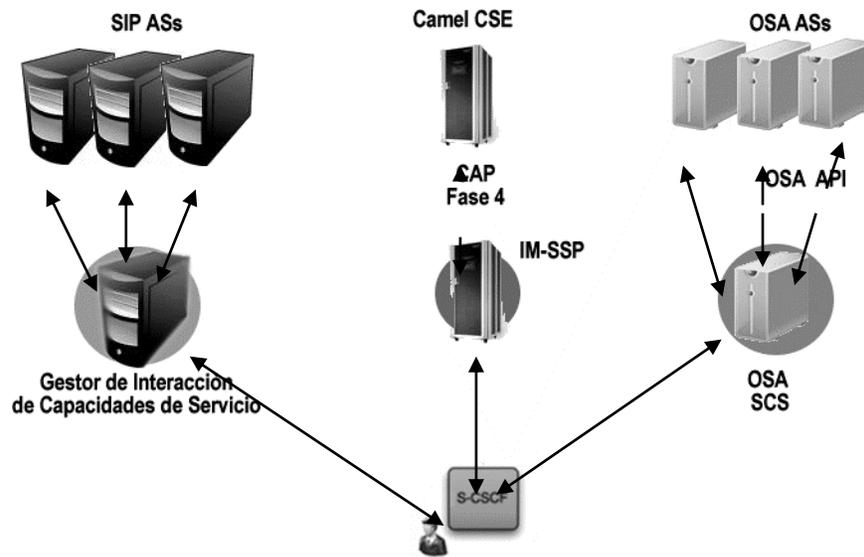
Se puede decir que el HSS es como el “cerebro de la operación”. Todos los servicios a los que un suscriptor tiene acceso se encuentran registrados en esta entidad, en el HSS también se registran los cambios que se realicen en la suscripción. Esta es una marcada diferencia con las implementaciones de VoIP, donde el suscriptor y sus privilegios son manejados a través de diversos softswitches, en una configuración en malla o usando servidores de aplicación accesibles por el suscriptor.

#### **1.1.1.6 Servidores de Aplicación (AS)**

Los Servidores de Aplicación proveen servicios específicos a los usuarios finales. Estos servicios comprenden: juegos multi-usuario, videoconferencia, mensajería, servicios comunitarios y compartimiento de contenido. IMS define tres tipos de servidores de aplicación (ver Figura 1-7):

- Servidores SIP (*Session Initiation Protocol* – Protocolo de Inicio de Sesión),
- Servidores OSA (*Open Service Access, Acceso a Servicios Abiertos*)
- Servidores CAMEL (*Customise Applications for Mobile Networks Enhanced Logic, Aplicaciones a la Medida para Redes Móviles con Lógica Mejorada*)

Los servidores SIP se comunican directamente con los S-CSCF a través del protocolo SIP. Los servidores OSA cumplen la misma función, pero requieren el uso de un servidor SCS (*Service Capability Server, Servidor de Capacidades de Servicio*) entre el servidor OSA y el S-CSCF para traducir mensajes SIP. El ambiente de servicio CAMEL, es un conjunto de mecanismos que permiten al operador de la red entregar servicios específicos de operador a los usuarios, incluso cuando se encuentran haciendo ‘*roaming*’, a través de IM-SSP (*IP Multimedia - Service Switching Point, IP Multimedia – Punto de Conmutación de Servicios*), que traduce las solicitudes CAMEL a solicitudes SIP. Dependiendo de la implementación, un AS puede contener una o más aplicaciones IMS. En ambos casos, el AS manipula e interpreta los mensajes SIP enviados por el S-CSCF para enviar de vuelta una respuesta a través de este mismo servidor. La arquitectura IMS permite al proveedor establecer diferentes aplicaciones en el mismo dominio. Diferentes ASs pueden ser desplegados para diversas aplicaciones o grupos de usuarios. El S-CSCF decide a cual servidor de aplicación envía una solicitud SIP, esta decisión se basa en información de filtro entregada por HSS.



**Figura 1-7. Tipos de Servidores de Aplicación**

Cuando el HSS transfiere la información y dirección de más de un AS, el S-CSCF debe contactar cada AS en el orden provisto. El S-CSCF utiliza la primera respuesta de un AS como entrada para el segundo y así sucesivamente. El servidor de aplicación usa reglas de filtrado para decidir que aplicaciones serán servidas al usuario en la sesión. Durante la ejecución del servicio, el servidor puede comunicarse con el HSS a través del protocolo 'DIAMETER' para adquirir información adicional del suscriptor o aprender de los cambios en el perfil de usuario. Los servidores de aplicación deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Soporte para un amplio rango de servicios para usuarios finales.
- Rápido despliegue y creación del servicio.
- Configuración sencilla del servicio.
- Evolución independiente entre servicios e infraestructura.
- Soporte para ambientes multi-jugador.
- Acceso universal a los servicios.

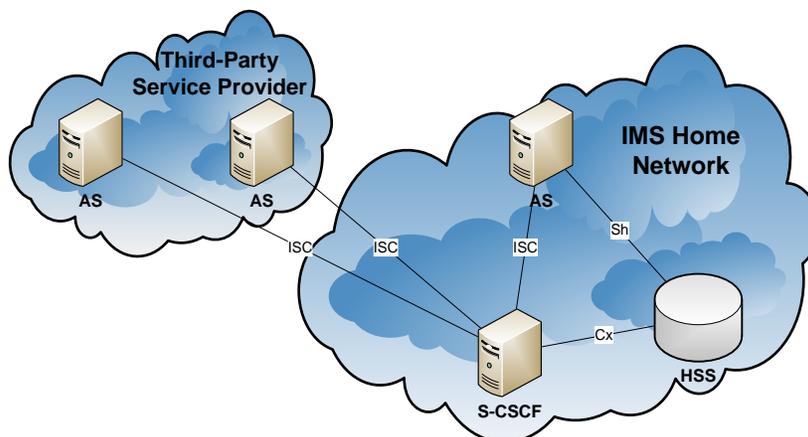
### 1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SERVICIOS IMS NATIVOS

Para la prestación de servicios en IMS se puede hacer uso de los tres tipos de Servidores de Aplicación que existen; SIP AS, OSA-SCS, IM-SSF. Debido a que la mayoría de servicios nuevos que se van a ofrecer en IMS se basarán en SIP, el proyecto expuesto en este documento, se enfoca en la arquitectura de servicios para los Servicios IMS Nativos, prestados por los SIP AS.

Dichos Servidores de Aplicaciones SIP se pueden encontrar tanto en la red home como también en redes de terceros como se puede apreciar en la Figura 1-8. En la misma figura, también se pueden observar las interacciones directas que presentan los SIP AS al momento de ejecutar servicios. Las funciones con las que éstos interactúan son el S-CSCF de la red home y el HSS.

El S-CSCF se encarga de seleccionar el SIP AS adecuado para la prestación del servicio que el usuario esté demandando. Para cumplir con esta tarea el S-CSCF hace uso de la información contenida en

el Perfil de Usuario que se encuentra guardado en el HSS y que es descargado al S-CSCF en el momento del registro de dicho usuario.



**Figura 1-8. Arquitectura para la prestación de Servicios IMS Nativos.**

El camino de señalización con el cliente se completa con la comunicación del S-CSCF con el P-CSCF asignado y de este con el equipo de usuario IMS.

Para realizar la comunicación entre las funciones que aparecen en la Figura 8, el 3GPP ha definido unas interfaces y protocolos que se describen a continuación junto con los procesos que se ejecutan a través de ellas.

### **1.1.2.1 Interfaz ISC**

La interfaz ISC (IMS Service Control), es usada para la comunicación entre el S-CSCF y los SIP-AS mediante el uso del protocolo SIP.

Esta interfaz transporta información relacionada con el registro de los usuarios y las capacidades y características del Equipo de Usuario; información que el S-CSCF determinará si debe ser conocida por el AS para prestar un servicio de forma adecuada.

### **1.1.2.2 Interfaz Cx[13]**

La interfaz Cx se encuentra especificada entre el S-CSCF y el HSS. Aunque también se ha estandarizado como conexión entre el HSS y el I-CSCF. Por otra parte, cuando existen varios HSS en una misma red se involucra al SLF el cual se comunica con el I-CSCF y con el S-CSCF a través de la interfaz Dx, la cual cumple con la misma funcionalidad que la Cx[11].

En la arquitectura para la prestación de Servicios IMS Nativos presentada en la Figura 1-8, sólo se tendrá en cuenta la interfaz Cx entre el HSS y el S-CSCF. Las funciones que tiene la interfaz Cx entre estos puntos son:

- Descargar desde el HSS al S-CSCF los vectores de autenticación de usuario.
- Grabar en el HSS la dirección del S-CSCF asignado al usuario
- Descargar desde el HSS el Perfil del Usuario.
- Sobrescribir el Perfil de Usuario en el S-CSCF cuando éste haya cambiado en el HSS.
- Informar al HSS sobre el estado de registro de una identidad de usuario.

El protocolo que se maneja en esta interfaz es DIAMETER, y existe una aplicación propietaria que ha aceptado el 3GPP, la cual tiene definidos ciertos comandos y AVPs (Attribute Value Pairs) para ejecutar sus funciones.

### **1.1.2.3 Interfaz Sh [13]**

La interfaz Sh se usa para transferir información entre un SIP AS o un OSA-SCS y un HSS y viceversa. Se caracteriza porque es una interfaz intra-operador; es decir, que los dos puntos que conecta se encuentran en la misma red.

Esta interfaz provee la funcionalidad de guardar y recuperar información desde el HSS, el cual se hace responsable de la información suministrada a cada AS. Además de descargar información desde el HSS, el AS puede suscribirse a un servicio de notificación, mediante el cual es alertado sobre cambios realizados en la información contenida en el HSS.

Con la interfaz Sh también se puede transferir información relacionada con el usuario o con el servicio y que sea completamente transparente (no entendible) para la interfaz y el protocolo.

Otro tipo de información que se puede transportar es información estandarizada, o aquella que puede ser compartida y comprendida por varios AS. Así mismo, un AS puede enviar información relacionada con la activación o desactivación de su propio Initial Filter Criteria o requerir información de localización del usuario.

El protocolo que se usa en esta interfaz es DIAMETER, con la adición de una Aplicación DIAMETER propietaria, que de la misma forma que para la interfaz Cx, ha definido unos comandos y AVPs dispuestos para soportar la funcionalidad de la interfaz.

## **1.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL USUARIO Y LOS SERVICIOS**

Para la correcta prestación de servicios IMS nativos, es necesario el intercambio de cierta información entre las funciones de la arquitectura de servicios que se aprecia en la Figura 1-8 (HSS, S-CSCF y SIP AS). Este intercambio de información se realiza en el momento del registro del usuario y algunos datos pueden variar una vez el usuario se encuentre registrado en la red.

A continuación se listan los parámetros que se intercambian en la prestación de servicios según la interfaz que se usa para tal fin.

### **1.1.3.1 Datos Transferidos por la interfaz ISC[14]**

Esta información se transmite para notificar al AS desde el S-CSCF sobre un registro implícito de Identidad de Usuario Público - *Public User Identities*, el estado del registro y las capacidades y características del Equipo de Usuario.

### **1.1.3.2 Datos Transferidos por la interfaz Cx[11][14]**

Estos datos se transfieren entre el HSS y el S-CSCF.

- Identidades públicas y privadas de usuario
- Identidades públicas y privadas de servicio
- Indicación de prohibición de una Identidad Pública de Usuario para cualquier comunicación
- Lista de redes visitadas autorizadas
- Información relacionada con el estado de registro

- Información de autenticación y cifrado
- Nombre en *Display*
- Nombre y dirección de AS
- Datos relacionados con los servicios de la red *core*
- Nombre y dirección de S-CSCF
- Información de tarificación
- Perfil de Usuario

Entre la información anteriormente citada se encuentran unos datos que pueden ser modificados, tales como, el nombre de S-CSCF, el estado del registro, las direcciones y nombres del AS y S-CSCF, información de autenticación y cifrado, la dirección del HSS y cierta información propia del perfil de usuario.

### 1.1.3.3 Datos Transferidos por la interfaz Sh[11][13]

La interfaz Sh transfiere información entre el HSS y el AS, como la que se lista a continuación:

- Datos transparentes a la interfaz, la cual es información específica sobre el servicio que el AS se encuentra prestando y que se guarda en el *Repository Data* del HSS
- Identidades públicas
- Estado del usuario
- Nombre del S-CSCF
- Información de localización
- Información de tarificación
- Perfil de usuario

Parte de esta información puede ser modificada, como los datos transparentes, el estado de usuario, el nombre del S-CSCF y la información contenida en el *Repository Data*[14]. Estos datos deben ser actualizados automáticamente en el HSS o en el AS, dependiendo de en donde se haga la modificación.

### 1.1.4 MECANISMO DE SINCRONIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE USUARIO A TRAVÉS DE LA INTERFAZ Sh

Como se describió en 1.1.2 , la interfaz Sh se encuentra definida para comunicar un *SIP Application Server (SIP AS)* o un *OSA Service Capabilities Server (OSA-SCS)* con el HSS, con el objetivo de:

- Descargar y actualizar datos de usuario
- Pedir y enviar notificaciones en cambios en datos de usuario

Así, la sincronización de información de usuario entre el HSS y los AS se resume en los anteriores puntos. Para cumplir con este propósito se usa el protocolo DIAMETER en su forma base con una extensión que maneja los mensajes definidos para esta interfaz.

DIAMETER es un protocolo usado para el manejo de procesos de autorización, autenticación y contabilización (AAA, por sus siglas en inglés) en IMS. Surge como una evolución de RADIUS y opera en la parte superior de la pila de protocolos de transporte seguros como lo son TCP y SCTP. El RFC 3588 del IETF define el protocolo base el cual provee la capacidad de negociaciones entre los entes involucrados en la comunicación, la notificación de errores y la entrega de *Attribute-Value-Pair (AVP)* como las unidades de información dentro de un mensaje DIAMETER. También es posible realizar extensiones al protocolo, como la aplicación Sh, adhiriendo nuevos comandos y AVPs[16].

### 1.1.4.1 La Aplicación Sh

Para la implementación de la aplicación Sh, el 3GPP especifica una serie de *Command Codes* que extienden el protocolo base DIAMETER, los cuales son los siguientes[16][14][17]:

- UDR *User-Data-Request*: se usa por el AS para requerir información de usuario al HSS.
- UDA *User-Data-Answer*: la respuesta al UDR con el result code y la información requerida si es el caso.
- PUR *Profile-Update-Request*: lo usa el AS para actualizar información relacionada con un servicio, que haya sido guardada en el HSS.
- PUA *Profile-Update-Answer*: respuesta al PUR por parte del HSS.
- SNR *Subscribe-Notifications-Request*: es el comando usado por un AS para suscribirse a las notificaciones de actualización automática de información.
- SNA *Subscribe-Notification-Answer*: respuesta por parte del HSS al SNR.
- PNR *Push-Notification-Request*: el HSS usa este comando para enviar la información que ha cambiado al AS que se haya suscrito.
- PNA *Push-Notifications-Answer*: es la confirmación de recepción por parte del AS al PNR.

### 1.1.4.2 Tabla de permisos para los AS

El HSS mantiene una lista de permisos para cada AS y la verifica cada vez que este último requiere información relacionada con el usuario. Entonces, para cada AS se establecen los derechos que tiene a leer, actualizar o suscribirse a notificaciones [15][18].

### 1.1.4.3 Procedimientos del mecanismo de sincronización de información usando la interfaz Sh

Los *Command Codes* definidos para la aplicación de la interfaz Sh se usan en los siguientes procedimientos que resumen el mecanismo de sincronización de información de usuario.

#### Lectura de Datos (*Sh-Pull*)

Este procedimiento es invocado por el AS para leer información de un usuario específico desde el HSS y es mapeado a los comandos UDR/UDA de la aplicación Sh.

El AS crea un UDR con el tipo de información que requiere y la identidad pública del usuario al que pertenece dicha información. El HSS recibe este comando y verifica los derechos de lectura en la tabla de permisos para el AS en cuestión. Si el AS se encuentra habilitado, el HSS envía un UDA con la información requerida o un result code con una excepción si es el caso.

#### Actualización de Datos (*Sh -Update*)

El procedimiento Sh-Update se usa entre el AS y el HSS para permitir al AS actualizar información transparente guardada en el Repository Data del HSS. Este procedimiento es mapeado a los comandos PUR/PUA de la aplicación Sh.

El AS envía un mensaje PUR al HSS con el tipo de los datos que desea actualizar, el valor de los mismos, el servicio al que pertenecen y la identidad pública del usuario al cual pertenecen. Aquí el HSS también verifica los permisos de escritura en la tabla de permisos y responde con un mensaje PUA, el que contiene el resultado de la operación.

#### Subscripción a Notificaciones (*Sh-Subs-Notif*)

Este procedimiento se invoca por el AS y se usa para subscribirse a notificaciones cuando la información de un usuario en particular haya sido actualizada desde el HSS. Este procedimiento es mapeado a los comandos SNR/SNA de la aplicación Sh.

El AS envía la petición de subscripción a notificaciones al HSS con un SNR. Una vez este compruebe sus permisos, le regresa el resultado en un SNA.

#### Notificaciones (*Sh-Notif*)

Este procedimiento es usado entre el AS y el HSS y lo invoca este último para informar al AS sobre cambios en la información a la cual éste se ha suscrito previamente para recibir notificaciones. Es mapeado a los comandos PNR/PNA de la aplicación Sh.

El HSS envía la información actualizada en el PNR y el AS regresa el resultado de la operación en un PNA.

### 1.1.5 GENERALIDADES DE LA ARQUITECTURA IPTV

IPTV comprende tanto el servicio de televisión en vivo (*broadcasting*) como el almacenamiento de videos (VoD -Video en Demanda). En los dos casos el usuario debe contar con un terminal que puede ser un PC o un Set Top Box para poder hacer uso de estos servicios. El contenido de video es típicamente comprimido usando un códec de video que usualmente es MPEG-2 ó MPEG-4, el cual es enviado a través de un *Stream* MPEG a través de IP *Multicast* en el caso del *Broadcast* o a través de IP *Unicast* en caso de VoD. En el lado del usuario se re-ensambla la información y se realiza el proceso de decodificación del contenido [11].

En la arquitectura de un sistema IPTV se pueden distinguir entonces tres bloques que son: el usuario final, la cabecera de video y la red de transporte [22].

- A. Usuario Final. En el lado del cliente, generalmente un Set Top Box es el dispositivo principal. Este se conecta con el terminal del usuario (ejm. Televisión, PC. *Laptop*) a través de diversos medios cableados o inalámbricos. El software del STB usualmente actúa como un Middleware con las funciones de obtener los datos de la guía de programación, decodificación y el despliegue en pantalla.
- B. Cabecera de video. Codifica las señales analógicas en tiempo real de un proveedor de contenido a un formato basado en una tecnología de compresión de video como MPEG 2/4.
  - a. Servidor de *Broadcast* de video en vivo. Se encarga de encapsular y reformatear el *stream* de video. Este servidor se conecta con el core de la red y transmite la señal de video hacia la red de acceso.
  - b. Servidor VoD-Video *on demand*. Atiende las “demandas” de los usuarios y transmite el contenido solicitado.
- C. Red de transporte. Consiste principalmente de dos partes denominadas red de *core* y red de acceso.

### 1.1.6 ARQUITECTURA IPTV-IMS

Actualmente IMS es ampliamente aceptada como una de las plataformas para el despliegue y composición de servicios en el entorno de las comunicaciones, por lo que también es usada para soportar el servicio de IPTV. ETSI TISPAN (*Telecommunication and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networks*) extendió la arquitectura especificada para IMS para incluir el servicio de IPTV en sus especificaciones [22](ver Figura 1-9).

En TISPAN NGN R2, varias especificaciones se dirigieron hacia los requerimientos de servicio y arquitectura con subsistemas IPTV basados en IMS. La arquitectura IPTV-IMS especifica las funciones IPTV basadas en el subsistema IMS y permite el reuso de las funcionalidades IMS e iniciación de servicios basados en SIP y mecanismos de control.

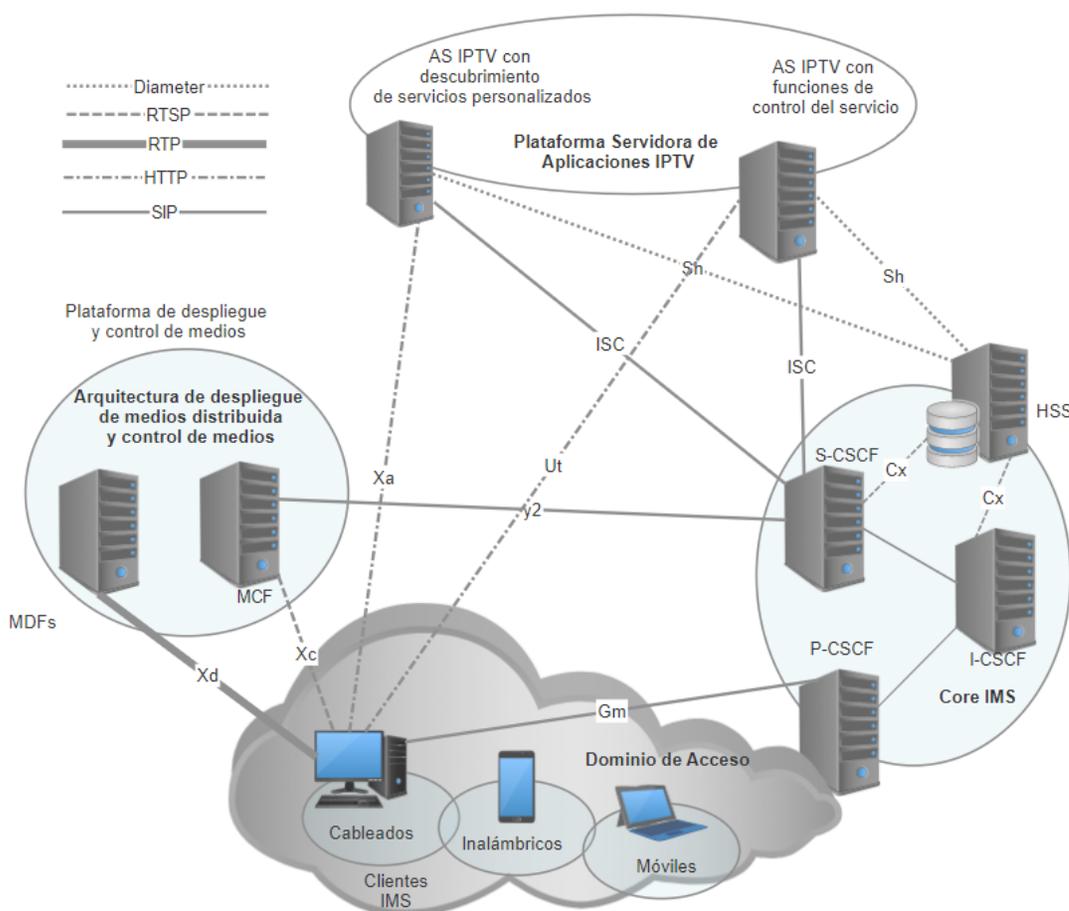


Figura 1-9. Arquitectura IPTV basada en IMS para el despliegue de servicios multimedia[22]

### 1.1.6.1 Función de control del servicio IPTV – (IPTV SCFs).

IPTV SCFs maneja las solicitudes relacionadas con IPTV y ejecuta el control de sesión y servicios para todos los servicios IPTV. Esas funciones son también responsables por las interacciones con el Core IMS en la capa de control de servicio. Sus funciones principales son:

- Interacción con el S-CSCF para recibir, validar y ejecutar las solicitudes del servicio IPTV de los usuarios.
- Iniciación de sesiones y control de servicio para servicios IPTV.
- Selección de las funciones de despliegue y control de medios relevantes para el servicio.
- Control de crédito.

### 1.1.6.2 Funciones de medios IPTV.

Incluyen la Función de Control de Medios (MCF-*Media Control Function*) y La Función de Despliegue de Medios (MDF-*Media Delivery Function*).

#### MCF – Media Control Function

Sus principales funciones son:

- Seleccionar el MDF relevante.
- Aplicar las políticas para la distribución y gestión de contenido.
- Mapeo del ID del contenido y la localización del MDF correspondiente.
- Gestión del almacenamiento.
- Interacción con el equipo de usuario.
- Recolección de información estadística acerca del uso del servicio.

#### MDF – Media Delivery Function.

Son responsables del despliegue de los medios (video, voz y datos) hacia el equipo del usuario. Las principales tareas del MDF son:

- Manejo de los flujos multimedia.
- Procesar, codificar o transcódicar los medios entre diversos formatos.
- Almacenar los contenidos usados frecuentemente por los usuarios o contenidos específicos.

## 1.2 TERMINOLOGÍA ASOCIADA A LA TASACIÓN E INTERACCIÓN DE PROCESOS

### 1.2.1 Terminología asociada

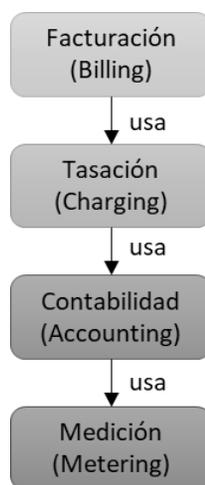
Desafortunadamente, la terminología asociada a la tasación no se encuentra armonizada. Para facilitar el entendimiento de los términos en el área, a continuación se describen los términos y definiciones adoptados en este proyecto. Existen cuatro términos que son considerados como los más importantes relacionados a los procesos de la tasación. **Metering** se refiere al proceso de recolectar la información acerca del recurso usado en un elemento de red particular. **Accounting** usa los logs generados en el proceso de *metering* y adiciona información acerca del uso de los recursos proveniente de diferentes elementos de red. **Charging** se refiere al proceso de calcular el costo, expresándolo en unidades aceptables para la gestión de la red, de un consumo de servicio, haciendo uso de la información de *Accounting*. En el proceso de **Billing**, los costos son agrupados, y el procedimiento de pago del servicio es direccionado hacia la parte que consumió el servicio (ver Figura 1-10).

Dependiendo del tipo de pago convenido, pueden ser usados como método de *billing* la modalidad prepago o pospago. Estos métodos son definidos como opciones de *charging* por Kurtansky y Stiller [23]. En el *billing* prepago, se debe depositar una cierta cantidad de dinero como avance en una cuenta, el cual se descuenta de acuerdo con el uso del servicio. En la modalidad pospago, se debita de la cuenta en función del uso de los servicios, pero el pago se realiza después de cierto intervalo de tiempo (Ej., un mes) a través de la emisión de una factura que agrega todos los costos de los servicios usados en el intervalo dado.

La literatura diferencia entre los términos *charging models* (modelo de tasación) y *charging mechanisms* (mecanismo de tasación). Un modelo de tasación define una lista de criterios que serán aplicados con el fin de calcular el costo monetario del uso de un servicio, así como una lista de precios, también conocidos como las tarifas, de una unidad de servicio definida que será usada en el cálculo de los costos, aplicando el criterio establecido. Por ejemplo, el modelo de tasación basado en volumen usa la cantidad de datos transferida como un criterio, definiendo un precio por cada KB transferido. Otro modelo muy usado es el modelo basado en tiempo, el cual usa el tiempo transcurrido como criterio y el modelo basado en contenidos, el cual usa el tipo de servicio/contenido proveído como el criterio de cobro [24][25].

Un mecanismo de tasación (*charging mechanism*), puede ser ejecutado en línea (*online*) o fuera de línea (*offline*) e identifica donde es tasado el servicio, mientras es proveído o si el proceso es pospuesto en el tiempo.

Los mecanismos de tasación fuera de línea separan en el tiempo la ejecución de la tasación del despliegue del servicio. La tasación es solicitada por el servicio cuando este inicia pero solamente los procesos de *metering* y *accounting* son iniciados. Cuando el servicio termina, se procesan los datos de *accounting*, se calcula el costo final del servicio y se envía la información al dominio del *billing*.



**Figura 1-10. Procesos relacionados al charging**

Los mecanismos de tasación en línea son ejecutados en tiempo real de acuerdo a la provisión del servicio, exigiendo a su vez que los procesos de *metering* y *accounting* también se ejecuten en tiempo real. La principal ventaja de este mecanismo es la habilidad de controlar el costo del servicio en cada punto de la sesión. Además, habilita la introducción de mecanismos de autorización de servicio (control sobre la autorización o no a los componentes de un servicio en particular) ó se pueden

tomar decisiones sobre la terminación en la prestación del servicio de acuerdo a ciertas condiciones y *billing* por parte de los dos organismos de estandarización que definen estos procesos, la IETF y el 3GPP. La IETF usa el término *rating* para referirse a los que el 3GPP y este proyecto denominan *charging* [26]. El 3GPP se refiere a *accounting* como el proceso de distribuir los costos entre las partes involucradas en el despliegue del servicio y define *billing* generalmente como se ha descrito en este documento [27]. Sin embargo, *charging* es en 3GPP usado en sentido amplio, como un término sombrilla para todos los sub-procesos involucrados. La diferencia en la terminología es explicada en detalle en [28][29][30].

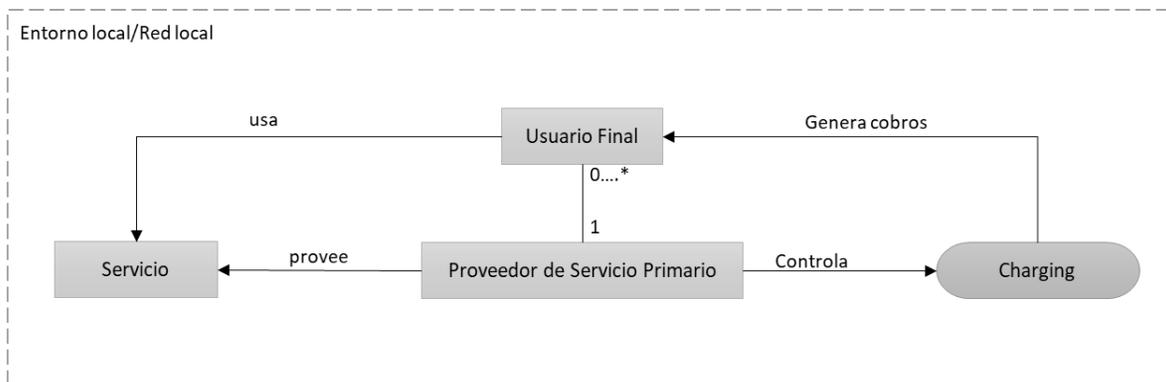
## 1.2.2 Actores y stakeholders

Hay dos roles que son identificables en los procesos relacionados con el *charging*: usuario y proveedor. El usuario es la entidad que recibe o usa el servicio siendo tasado por usarlo. Un proveedor es la entidad que provee el servicio. En general el rol de proveedor es desempeñado por diferentes *stakeholders* como el operador de red móvil, el proveedor de servicios de Internet, o un proveedor de servicio de una tercera parte. El término proveedor de servicio será usado desde ahora para referirse a los *stakeholders*.

El rol de usuario puede ser desempeñado por cualquier persona natural que recibe un servicio o por un proveedor de servicios, esto permite que cualquier proveedor de servicios pueda prestar un servicio, pero que también pueda ser usuario de otro servicio proveído por otro proveedor.

El proveedor de servicio primario es un proveedor de servicio que tiene una relación de negocios establecida con un usuario final, generalmente mediante un Acuerdo de Nivel de Servicio (*SLA-Service Level Agreement*) y es responsable de la prestación general y el control de los servicios dirigidos hacia el usuario [31]. En 3GPP, una red controlada por el PSP se denomina como *Home Environment* [27]. Desde el punto de vista del usuario final, su PSP es el único que es responsable por la tasación. En el caso en que un servicio sea proveído usando recursos de servicios de sub-proveedores adicionales, es necesario el establecimiento de procedimientos de *charging* interdominio. Diferentes aspectos de la tasación inter dominio entre diferentes proveedores de servicios se discuten en (ver Figura 1-11)[32][33][34][35].

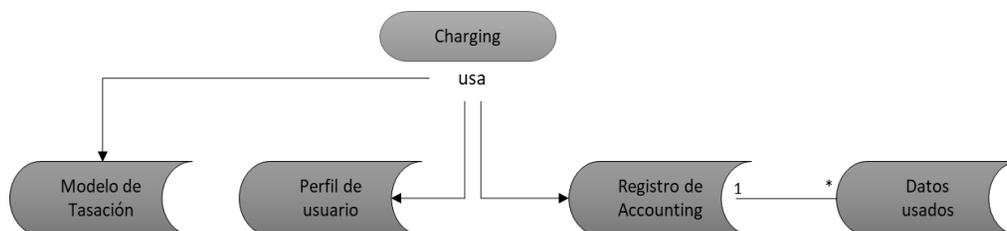
Los esfuerzos de estandarización se han enfocado hacia los sistemas de *charging* basados en políticas [33][34][35]. Como se define en [36], una política es 1) una meta, línea o método de acción para guiar y determinar las decisiones presentes y futuras; 2) un conjunto de reglas para administrar, gestionar y controlar el acceso a los recursos de red. Mediante el uso de sistemas basados en políticas, es posible intercambiar mensajes que contienen información de gestión agregada (incluida la información de tarificación) y, por lo tanto, reducir la señalización.



**Figura 1-11. Proceso de *charging* – descripción general**

### 1.2.3 Descripción de la información usada en la tasación.

Dependiendo del tipo de información a la que se refieren los datos de *charging*, se ha clasificado la información en los siguientes grupos: Perfil de usuario, Modelo de tasación, y *accounting record* como se muestra en la Figura 1-12.



**Figura 1-12 Entradas y salidas de los datos usados en la tasación**

Perfil de usuario o *user profile* se refiere a la información relacionada con el usuario final, gestionada por el PSP. Para efectos de la tasación, solamente se toma en cuenta la información usada para este proceso, por lo que se centra en una fracción de lo que se conoce como el perfil de usuario. Estos parámetros incluyen por ejemplo, el monto del crédito que es disponible para gastar, la lista de los servicios a los cuales el usuario tiene derecho a acceder, potenciales límites de crédito para ciertos servicios, y referencias el modelo de tasación usado. El perfil de usuario es actualizado durante y/o después del proceso de tasación, por ejemplo deduciendo el crédito gastado por el uso de un servicio, actualizando contadores.

Modelo de tasación (*charging model*) es el conjunto de datos contenidos en 1) reglas que determinan como calcular el costo de un servicio, y 2) las tarifas usadas.

*Accounting Record* (generado por el proceso de *accounting*) es la colección de datos de los registros de uso agregados desde los diferentes elementos de red generalmente por el proceso de *metering*. Estos registros son generalmente usados en la tasación fuera de línea para propósitos de post-procesamiento, y en ese caso son llamados *Charging Data Records*. De manera general, son también

usados en la tasación en línea como parámetros de entrada para el cálculo del costo de los servicios en tiempo real.

Dado que los procesos de *billing*, *charging accounting* y *metering* son llevados a cabo por el PSP, este tiene el control total sobre ellos. El usuario final, tiene un SLA establecido con su PSP, en el cual se han acordado los términos de uso del servicio, incluyendo el contenido del perfil de usuario, así como los *charging mechanism*, *charging model*, y el método de *billing* a usarse.

Una vez el servicio es iniciado, el proceso de *charging* solicita el perfil de usuario y el modelo de tasación convenido como datos de tasación iniciales e inicia el proceso de *charging*. En consecuencia los procesos de *metering* y *accounting* son usados para generar los registros de *accounting* y los registros de los datos de uso, respectivamente. El registro de *accounting* es usado para calcular el costo del servicio en un cierto punto de la sesión de servicios, lo cual habilita al proceso de *charging* para permitir o denegar uso adicional del servicio. Durante o después del proceso de *charging*, el perfil de usuario es actualizado en consecuencia.

#### 1.2.4 ON LINE CHARGING EN LOS ESTANDARES DEL 3GPP

Hay una gran cantidad de documentos del 3GPP que se ocupan de los procesos de la tasación en línea (*online charging*). La especificación Técnica (TS) 32.240 [37] es el documento general que contiene una descripción de la estructura de las especificaciones de *charging* en el 3GPP (tanto en línea como fuera de línea). Las especificaciones son categorizadas en dos partes, la primera cubre diferentes arquitecturas relacionadas con la tasación y la segunda se dedica a los parámetros de tasación, descripción de la sintaxis e interacciones dentro de la red.

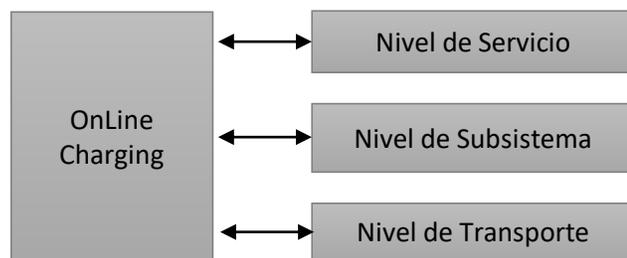
El Operador de Red Home del Usuario (PSP) es definido por el 3GPP como una entidad central que es responsable por la tasación del usuario final. Si el PSP tiene acuerdos de *roaming* con otros operadores de red, el usuario estará habilitado para usar la infraestructura de red de esos operadores. En este caso, el sistema de tasación de PSP es también responsable de los procedimientos de *charging* inter-dominio. Además, el usuario final está en capacidad de consumir servicios proveídos por proveedores de aplicaciones y contenido de terceros.

Los principios y requerimientos de tasación generales para la arquitectura del 3GPP son listados en el TS22.115 [38][39]. Los requerimientos mas importantes son:

- Los usuarios finales deben ser conscientes y conocer todos los cargos relacionados con ellos. Esto incluye el informar a los usuarios de las tasas que están a punto de ser aplicadas, para que él pueda aceptar o rechazar el servicio.
- Se debe incorporar la funcionalidad para tasar separadamente cada componente de medios dentro de una sola sesión para realizar la tasación de acuerdo a los recursos de red usados.
- Se debe considerar la función de tasar a los usuarios dependiendo de su localización, presencia, es decir del contexto del servicio que está siendo consumido.
- El modelo de tasación acordado con el PSP debe respetarse así este se encuentre en la red de otro operador haciendo uso de las funciones del *roaming*.

De manera general la tasación on-line definida por el 3GPP se ve en la Figura 1-13. La tasación puede ser usada a tres niveles dentro de la arquitectura: a nivel de transporte, a nivel de subsistema y a nivel de servicio. Las funcionalidades de tasación son ejecutadas en diferentes niveles. A nivel

de transporte, *charging* puede controlar los recursos de red usados en el despliegue del servicio. A nivel del Subsistema, donde se sitúa IMS [40], la tasación controla las sesiones de los servicios y permite o deniega el inicio de sesión. En el nivel de servicio, los servicios específicos pueden ser tasados (ejm. IPTV), así como el contenido de un servicio en particular.



**Figura 1-13. Niveles operativos de la tasación según el 3GPP**

Un Sistema de Tasación en Línea (*Online Charging System - OCS*), definido en TS 32.296 por el 3GPP[41], es una arquitectura funcional que provee soporte a los tres niveles de la tasación en línea. El OCS también apoya la arquitectura de la política y control de carga (*Policy and Charging Control - PCC*), la cual conecta los procesos a nivel de subsistema con los de nivel de transporte. Estas funcionalidades se describen más adelante en el ítem 1.2.4.2 de éste documento.

#### **1.2.4.1 Antecedentes de los estándares IETF.**

La arquitectura AAA genérica descrita en el RFC 2903 especifica un *framework* que incorpora la autenticación de usuario, la autorización de servicio y los procedimientos de *accounting*, apuntados para ser usados en el entorno de internet. Aunque fue publicada en el año 2000, esta arquitectura aún se usa (parcial o completamente) como base en la construcción del estado del arte de las arquitecturas de *charging*, incluyendo al OCS del 3GPP. El 3GPP adoptó dos ideas claves de la arquitectura AAA para el entorno de las telecomunicaciones:

- Los procesos de *Accounting* y por lo tanto de *charging* son llevados a cabo por un punto central en la red, y
- Las funciones de *accounting* son incorporadas dentro de los procedimientos de autorización de servicio.

La descripción detallada de los procedimientos de *accounting* definidos por la IETF se encuentran en el RFC 3334 [42]. El documento define un modelo de referencia de tres capas incorporando las políticas de *metering*, *accounting* y *charging*, sin embargo, solamente las políticas de *accounting* son descritas con mayor detalle y son usadas para instruir a una entidad remota de red en como recolectar los datos de *accounting*. El concepto de políticas es aceptado en el 3GPP para la gestión de los recursos red (a cargo de la arquitectura PCC) y para los procedimientos de autorización de servicios (a cargo del OCS).

El protocolo Diameter es el usado en el OCS del 3GPP para la transmisión de la información de AAA. Este es especificado en el RFC 2865 [43]. El protocolo Diameter básico contiene mensajes para las funcionalidades AAA en general así como la especificación del contenido de esos mensajes, almacenados en estructuras de datos llamadas *Attribute Value Pairs (AVP)*. Cualquier otro procedimiento que haya sido especificado para un servicio en particular o una función de red que usa Diameter, pueden definirse mediante aplicaciones de Diameter. Estas aplicaciones son, la

aplicación de control de crédito de Diameter, RFC 4006 [48] , usado por el OCS de 3GPP para controlar el costo durante la sesión del servicio, y aplicaciones de interfaces específicas usadas para señalar diferentes funciones 3GPP.

El control de crédito es un mecanismo usado para interacciones en tiempo real entre un OCS y un proveedor de servicio para controlar y/o monitorear todas las tasas relacionadas con su uso. El mecanismo puede ser usado para escenarios de tasación basados en eventos como en los basados en sesión.

#### **1.2.4.2 Sistema de *charging Online* definido por el 3GPP**

El OCS, mostrado en la Figura 1-14[69], se establece como una función central en la tasación en línea dentro del 3GPP. Este está compuesto por cuatro elementos:

- *Online Charging Function* (OCF)
- *Account Balance Management Function* (ABMF)
- *Rating Function* (RF)
- *Charging Gateway Function* (CGF).

Estos elementos se conectan con otras funciones/nodos a través de los tres niveles de *charging*, por ejemplo con *el Mobile Switching Center* (MSC), *el Serving GPRS Support Node* (SGSN), los Servidores de Aplicación IMS (AS), y el PCC.

El ABMF contiene información acerca del crédito del usuario final así como de los contadores asociados a cada uno de los usuarios. Un contador es una agregación de unidades del servicio usado, la cual puede estar en relación a los términos contractuales del usuario con el PSP (por ejemplo, un número de minutos libres de cobro cada mes). Cuando se usa un servicio, el valor del contador asociado con el servicio es actualizado en concordancia. A través de los contadores se pueden implementar programas de lealtad, ofreciendo descuentos en uso de servicios o programas de bonificación.

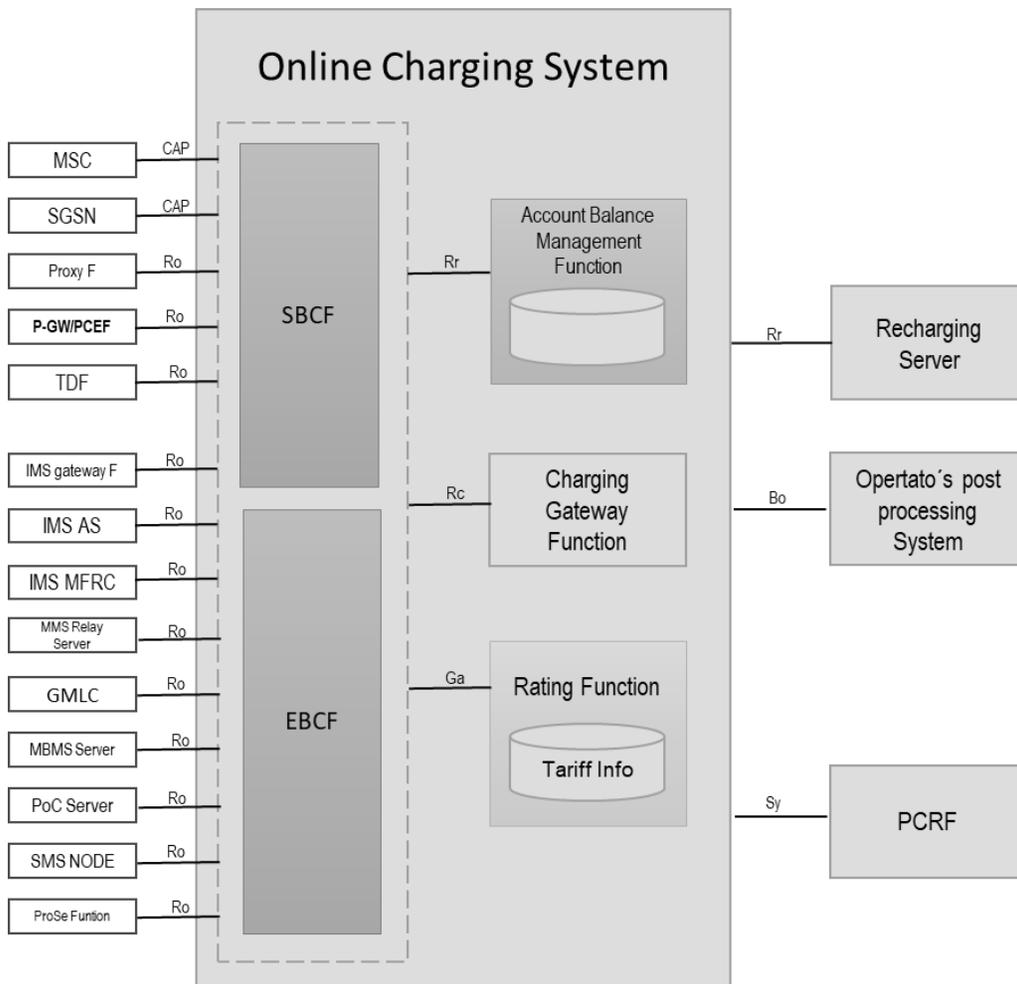
El ABMF es además conectada con el servicio de recarga que se usa para comprar más crédito en el caso de que los créditos inicialmente disponibles sean descontados.

La RF contiene los precios de todos los servicios disponibles. Está en capacidad de proveer al OCF información acerca del precio de cierta unidad de servicio considerando el modelo de tasación usado, o con la información acerca del precio de una sesión de un servicio de datos, considerando el precio de la unidad de servicio, modelo de *charging* usado y el número de unidades de servicio consumidas. Además. La RF mantiene la información de contexto del usuario, el cual en esta arquitectura se encuentra definido por una lista de servicios activos actualizada en todo momento.

La OCF es una función central que interactúa con otras funciones en la red para poder ejecutar la tasación *online*. La tasación se puede realizar basada en evento o basada en sesión, dependiendo del servicio usado. La OCF es conectada con el ABMF y la RF usando Diameter en los puntos de referencia Rc y Re respectivamente. Estas interfaces son usadas para recuperación y/o actualización del crédito disponible, precios de los servicios, posibles contadores, etc.

Los procesos del nivel de transporte son responsables por el establecimiento, modificación y la terminación de los flujos IP usados para la prestación del servicio. Este nivel, es posible no solamente permitir o denegar el uso de un servicio usado a través de las funcionalidades OCS, si no que también puede reservar ciertos recursos de red, en los casos en los que es necesario cierta QoS para los flujos IP dentro de la sesión, de acuerdo al perfil de suscripción del usuario final.

Para soportar esos mecanismos, el 3GPP define una arquitectura PCC (TS 23.203) [70] la cual establece un *framework* para mapear los datos relacionados a la sesión en la capa de señalización o los datos relacionados a la red en una capa de conectividad, por ejemplo los datos de QoS y de *charging*. Los datos relacionados a la sesión son recibidos desde la Función de Aplicación, situada en el nivel de subsistema. Cada flujo de medios tiene una política para asegurar el QoS y la tasación, llamada una norma PCC. La toma de las decisiones basadas en políticas y la creación de las reglas PCC se realiza en el *Policy and Charging Rules Function* (PCRF). Cuando se crea una regla PCC, se toma una decisión acerca de como el flujo de medios es tratado en la red de conmutación de paquetes, dependiendo de la información de usuario específica, recuperada desde el *Subscription Profile Repository* (SPR). *Policy and Charging Enforcement Function* (PCEF) hace cumplir las políticas, creando, modificando o eliminando flujos IP y asegurando los requerimientos de QoS de cada flujo. En el reléase 8, se introdujeron funciones adicionales en la arquitectura PCC para soportar la movilidad y el *roaming*, lo cual es bien explicado en[71].



**Figura 1-14 Sistema de Tasación Online del 3GPP y funciones con las cuales se encuentra relacionada. (Release 14)[69]**

La arquitectura PCC es conectada con el OCS a través del punto de referencia Gy y desde el *Release* 11 a través del punto de referencia Sy.

El punto de referencia Gy implementa la aplicación de control de crédito de la IETF para permitir la tasación *on line* de cada flujo IP usado durante la sesión del servicio.

El punto Sy es usado para utilizar los contadores que son mantenidos en el OCS, cuyo estado puede influenciar las políticas de decisión ejecutadas en el PCRF. A través de Sy, la PCRF puede acceder a la información referente a los límites impuestos a un usuario al usar cierto servicio. Si se alcanza uno de los umbrales establecidos como límite, la PCRF puede, por ejemplo, ajustar la QoS del servicio.

### 1.2.5 Información de tasación usada en 3GPP OCS

La información de tasación usada en la tasación *on line* planteada por el 3GPP se puede agrupar en dos grupos:

- 1) Información proveída por las funciones de red al OCS cuando se requiere tasación *on line*, incluyendo el nivel de servicio, nivel de subsistema y las funciones de transporte.
- 2) Información almacenada en el OCS y usada en la tasación.

El primer grupo de información se muestra en la Tabla 1-1.

**Tabla 1-1 Lista de información de tasación (3GPP TS 22.115)**

Información proveída por el usuario final	Identidad Identidad de la red Home Identidad del terminal Recurso solicitado Parámetros de QoS Identificador de servicio solicitado
Información proveída por la red home o una red en roaming	Identificación de la red Tiempo universal para eventos específicos durante la sesión Cantidad de datos transferidos desde y hacia el usuario Recursos asignados al usuario QoS Proveído Localización del usuario Información de presencia
Información de tasación proveída por un proveedor de una tercera parte	Identidad del proveedor Tiempo universal para eventos específicos durante la sesión Tipo de servicio Tipo de contenido

En general, los actores que pueden verse incluidos en el despliegue de un servicio son: el usuario final, la red home u operador local, la red visitada (en caso de *roaming*) y proveedores de servicio

de terceros (si el usuario está accediendo a ese servicio), los datos en su mayoría contienen información de identidad, unidades de servicio solicitadas, QoS solicitado. Localización e información de presencia.

El segundo grupo de información es almacenada en las funciones que pertenecen al OCS, y esta ha sido mencionada previamente. La información más importante incluye:

- Crédito disponible del usuario final.
- Contadores relacionados a la historia de uso del servicio del usuario final, número permitido de unidades de servicio, etc.
- La lista de los servicios activos por usuario final
- La lista de precios de los servicios

Los primeros ítems representan información relacionada con el usuario final: disponibilidad de crédito como una parte del perfil de usuario; ciertos contadores pueden tomar determinados valores dependiendo de la suscripción del usuario y una lista de los servicios activos que representan una parte del contexto en el cual el usuario final consume el servicio dado. Sin embargo, la información acerca de los servicios que son tasados es reducida a la información acerca del precio del servicio. Además, el OCS en sí mismo no provee ninguna especificación acerca de los procedimientos inter-dominio, esta surge de la información almacenada en los SLA establecidos entre los proveedores.

Finalmente, dadas las numerosas funciones de red que pueden conectarse con el OCS haciendo uso de los puntos de referencia estandarizados, para proveer al OCS con la información de tasación necesaria y solicitudes de tasación, surge el problema de la gran cantidad de señalización generada por el *charging*.

### 1.3 ESTADO DEL ARTE

En cuanto a los proyectos encontrados y considerados como referencia con relación a los temas de tasación en IPTV, se tiene:

En [72], Se propone una funcionalidad de tasación adaptable en redes definidas por software, pero en un entorno diferente al de las NGN y la adaptabilidad se limita a una función de tasación básica en el nivel de transporte.

En [73] se plantea una plataforma BSS bajo una aproximación orientada a servicios. Esta patente no se orienta específicamente a entornos NGN, ni considera específicamente el servicio IPTV, pero presenta una aproximación arquitectural que se evaluó entre las posibles opciones para el diseño de la arquitectura.

[74] desarrolla un nuevo modelo de tasación basado en intervalos cortos para TV de pago lineal sobre IPTV denominado carga activada por conmutación de canal. Para el diseño, implementación y evaluación de este modelo, se consideraron los requisitos de los consumidores de televisión por suscripción y los operadores de servicios. En particular, se hace especial hincapié en los aspectos de aceptación. Este modelo de cobro se basa en las acciones de cambio de canal convencionales de los usuarios y se realiza mediante el uso de esquemas de cifrado de multidifusión.

En [75] el trabajo titulado "*Policy control for IPTV domain*" se hace un barrido de varias de las áreas de dominio IPTV donde son factibles de usar políticas de control. Las políticas son definidas como

un conjunto de reglas las cuales regulan el uso de recursos críticos que impactan principalmente la Calidad de Servicio (QoS) y la seguridad. Se centra en el control de la calidad de servicio extremo a extremo y aspectos de desempeño de la red. Este trabajo se enfoca hacia los niveles inferiores de la red, sin tener en cuenta las necesidades de acuerdo a los posibles modelos de negocio, los cuales tienen un impacto más directo sobre las capas superiores o de servicios.

En [76] se ocupan de los mecanismos de tasación usados de manera general en las NGN. Este proyecto no toma en cuenta las peculiaridades del servicio de IPTV, y se centra en esquemas de cobro simplificados y basados en el comportamiento de la capa de transporte (QoS). El trabajo realiza una propuesta sobre la incorporación de las funcionalidades de gestión y tasación en entornos IMS. Realiza un análisis funcional de los requerimientos de los proveedores en este tipo de entornos, así como las características de los servicios que soportan las NGN.

[77] propone un modelo de tasación orientado al usuario en el que no se considera la suscripción o el *pay-per-view*, o el VoD, si no que propone un tipo de “tasación” por cortos periodos de tiempo, es decir, que se cobre por el tiempo que se está usando el servicio. Este trabajo presenta los resultados de una encuesta a fin de evaluar la aceptación de este modelo. Alrededor del 33% de los encuestados favorecen corto intervalo de carga respecto a los otros modelos tradicionales. Además, presenta el sistema implementado, describe su arquitectura y los parámetros requeridos para este tipo de modelo de negocio.

En [78], los autores presentan un análisis del modelo de negocio centrado en la personalización del contenido que se les ofrece. Es de interés dado que profundiza en la descripción de algunos parámetros que podrían incidir en el sistema de tasación a ser implementado. Amplían las implicaciones que tiene la personalización del contenido y cómo impacta este requerimiento la arquitectura del servicio IPTV.

En [79] presentan una API abierta para sistemas IPTV gestionados o no gestionados. Esta se presenta con el objetivo de facilitar el acceso a los recursos de IPTV, pero no considera los aspectos de tasación específicamente, aunque algunas funciones de las presentadas son necesarias para poder implementar este servicio. Está API considera las recomendaciones realizadas al interior del IPTV Fórum y la ETSI (*The European Telecommunications Standards Institute*) en cuanto a las características y funcionalidades a ser consideradas.

Dada la expansión de IPTV en el mercado se han comenzado a incluir servicios IPTV de próxima generación que proporcionen nuevas experiencias al usuario. Dada esta tendencia, el trabajo presentado en [80] presenta una iniciativa denominada Open IPTV a través del cual los usuarios tienen la oportunidad de experimentar diferentes contenidos y servicios más fácilmente. Se presenta una política de servicio basado en una estrategia abierta en la que no se consideran directamente las funcionalidades de tasación, dada la filosofía de la tendencia presentada, aunque se propone para trabajar con redes NGN no IMS.

Debido a la alta exigencia que tienen para la red los servicios multimedia, y la necesidad de tener un control más efectivo de la red de transporte incorporando mecanismos de QoS, en [81] se presenta una solución basada en servicios Web para gestionar los servicios de la red. En este trabajo no se habla directamente de las políticas de tasación, pero presentan una posible aproximación de desarrollo que se podría usar en el caso específico de este proyecto.

El trabajo presentado en [82], es una propuesta para incorporar el servicio de Rating a las funciones de tasación ya definidas dentro de la arquitectura IMS. El alcance de esta propuesta es limitado

puesto que no realizan un análisis más profundo acerca de las necesidades de los modelos de negocio IPTV.

En [83] se propone la arquitectura de un sistema de mercadeo para IPTV basado en IMS. Incorpora algunas funcionalidades de tasación pero orientadas a un sistema específico de publicidad inteligente de bajo costo, el cual le permite a los vendedores de productos tener acceso a una franja específica de usuarios directamente.

[84] describe la incorporación de un sistema de facturación para los servicios X-play de un operador de Telecomunicaciones en Bosnia y Herzegovina usando los principios de Procesos de gestión. Hace énfasis en la selección del estándar de gestión correcto para este tipo de sistemas, seleccionando la propuesta por eTOM (*enhanced Telecom Operations Map*). Este artículo resulta de interés puesto que describe las funcionalidades de gestión a ser tomadas en cuenta de manera general en la implementación de este tipo de sistemas.

En cuanto a la implementación y despliegue de plataformas de control para el servicio de IPTV el trabajo presentado en [85] incorpora el uso de SOA (*Service Oriented Architecture*). En esta plataforma se incorporan funcionalidades como el control del terminal, control de la conectividad de las sesiones, etc., buscando una gestión más eficiente de los recursos implicados en la prestación del servicio. Se ha diseñado para un entorno IMS. Aunque se centra en el control de los servicios, no incorpora mecanismos de tasación.

Al hacer una revisión de las patentes presentadas en los dos últimos años, se encontró la patente referenciada en [86], donde se registró el diseño de un sistema basado en un modelo de negocio específico como son las políticas de uso ilimitadas en servicios de telecomunicaciones en entornos 3G, y no considera específicamente el servicio IPTV.

## CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA TASACIÓN DE SERVICIOS MULTIMEDIA

Actualmente, los operadores de telecomunicaciones se encuentran ante grandes desafíos: la evolución es una obligación, la prestación de servicios que se ajusten a las necesidades de los clientes y que los posicionen un paso delante de sus competidores es apremiante. En esta ineludible evolución, los servicios de gestión juegan un rol fundamental. Poder ofrecer alternativas personalizadas para el cobro de los servicios también es clave en la retención o no de los clientes, pero también puede ser una herramienta para lograr un mejor uso de los recursos de los que se dispone.

En este capítulo se presenta una descripción de las principales estrategias de tasación que se han detectado en diversos operadores a nivel mundial. Esta información busca dar un panorama sobre lo que se espera de los sistemas de tasación, y así, dadas las tendencias reconocidas, identificar en buena parte los parámetros que serían deseables de tasar, como una primera aproximación al dimensionamiento del sistema propuesto.

El procesamiento en tiempo real es una necesidad en el entorno de la tasación de los servicios de telecomunicaciones. Posicionar servicios diferenciados y proporcionar una experiencia superior al cliente, causa un profundo impacto en los sistemas subyacentes de AAA, y está implicando transformaciones y cambios en los procesos establecidos.

La capacidad en tiempo real es fundamental para las nuevas ofertas de servicios de telecomunicaciones que requieren el uso de sistemas de recarga en línea y de políticas de gestión, pero también es importante para otros tipos de nuevos servicios (como la facturación directa al operador<sup>1</sup>, por ejemplo). El paso a un entorno en tiempo real para mejorar la experiencia del cliente, permite a las Plataformas de Servicios de Comunicaciones presentar ofertas que son más relevantes para los clientes actuales y potenciales, y por lo tanto ayuda a generar nuevas fuentes de ingresos. También proporciona una mejor y más completa información del comportamiento de los clientes y permite ofrecer opciones de autoservicio. Cada uno de estas características ayudaría a reducir la rotación de los usuarios y aumentaría la probabilidad de que los clientes actuales recomienden los servicios a otros.

La creación de un *Business Support Systems* (BSS) en tiempo real es muy complejo y requiere de cambios significativos en la mayoría de los procesos y sistemas establecidos. Estos sistemas pueden incluir entre otros los sistemas de facturación y de carga, el sistema de gestión de políticas y las herramientas de análisis. En la mayoría de los casos, la incorporación de capacidades en tiempo real implica cambios significativos en estos, y requiere una planificación cuidadosa.

Este capítulo describe los diversos aspectos de un BSS en tiempo real, y se estructura de la siguiente manera: una primera parte con las tendencias clave del negocio; explicando por qué es necesario un BSS en tiempo real. En la segunda parte se describen los detalles de los diferentes casos identificados al realizar el análisis de los portafolios de servicios de una muestra de las empresas

---

<sup>1</sup> La facturación del operador permite a los consumidores adquirir contenidos digitales, haciendo compras con el teléfono, simplemente agregando el costo de una compra directamente a su factura del teléfono, casi idéntica a la compra de un programa o película *On-demand* y añadirlo a la factura de cable. Se utiliza para los diferentes tipos de productos digitales, por ejemplo: aplicaciones, música, u otras compras. Hoy la facturación del operador hace \$ 3 mil millones en transacciones móviles hechos dentro de un app, o el 12% del mercado mundial de contenido digital móvil. Se espera que alcanzará \$13 mil millones o el 22% del mercado en 2017

más innovadoras a nivel global, las cuales muestran cómo un BSS en tiempo real se pueden utilizar tanto para mejorar los procesos o servicios actuales como para crear otros nuevos; y se finaliza con la identificación de los desafíos e impactos que los requisitos de tiempo real tienen sobre los sistemas críticos de tasación.

## 2.1 Tendencias del Mercado

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones se encuentran con que la frase "el tiempo es dinero" nunca ha sido más aplicable que ahora. Cada vez más los procesos en tiempo real son una necesidad cuando se habla de procesos de soporte de servicios, pero estos sistemas y procesos que actualmente son necesarios para apoyar la operación en tiempo real, muchas veces son más grandes que los usados para los que funcionan fuera de línea.

Los aspectos claves que actualmente están marcando las tendencias del mercado se pueden clasificar dentro de tres áreas:

1. Mejorar la experiencia del usuario. Los clientes esperan cada vez más una mejora en su experiencia de uso de los servicios. Esto incluye la capacidad de obtener los servicios que mejor se adaptan a sus necesidades, poder evitar las "facturas exorbitantes", el acceso al autoservicio (con facturación en tiempo real y la información de la cuenta), y la capacidad de resolver rápidamente los asuntos relacionados con su cuenta, características de sus servicios y proceso de pago. Todos estos factores ayudan a reducir la probabilidad de que los clientes abandonen a su proveedor.
2. Aumentar o mantener los ingresos de los servicios actuales. Los operadores están constantemente buscando maneras de incrementar los ingresos que generan a partir de su oferta de servicios actual. La capacidad de operar casi en tiempo real permite mejorar los servicios que se prestan, por ejemplo, ofrecer aumentos de velocidad temporales o descuentos de datos a clientes de pospago, lo que les permite compartir los saldos de pospago con cuentas de prepago, ofreciendo además diferentes niveles de calidad de servicio para algunos servicios particulares. Estos nuevos complementos para los servicios actuales también incluyen la creación de ofertas de datos de "grano fino", donde los usuarios de aplicaciones específicas pueden pagar un costo de uso fijo por el acceso a dichas aplicaciones, como las redes sociales. Estos servicios requieren un conocimiento en tiempo real de los tipos de datos que se ofrecen a precios diferenciados basándose en el contenido.
3. La creación de nuevas fuentes de ingresos. A pesar de las variaciones, los flujos de ingresos provenientes de servicios existentes continuarán proporcionando las fuentes más importantes de ganancia en el corto y mediano plazo, pero en el largo plazo, cada vez más, se tendrán que obtener ingresos de los tipos de servicios no tradicionales. Estos incluirán servicios como la facturación directa al operador para los pagos móviles, el suministro de datos en tiempo real para la publicidad móvil, nuevos modelos de negocio basados en datos de empresas denominadas *over-the-top*, y la capacidad de ofrecer servicios como parte de esquemas de lealtad.

La creación de un BSS en tiempo real, es un aspecto clave y crítico en la capacidad de un CSP para poder monetizar cada una de estas tres áreas, dado que contando con él, puede crear ofertas atrayentes para los clientes, y contar con la capacidad necesaria para apoyar y cobrar por los servicios. Los Sistemas BSS y de gestión de ingresos de la actualidad están en el corazón de cada interacción que un CSP tiene con sus clientes, y requieren varios aspectos que deben responder cada vez más en tiempo real, buscando que la experiencia del usuario sea "óptima".

Históricamente, solamente los servicios prepago y los sistemas de Gestión de políticas se han desempeñado con capacidades cercanas al tiempo real, pero dadas la dinámicas del mercado, se reconoce que otros procesos adjuntos son más efectivos cuando se cuenta con capacidades en tiempo real como los servicios de mercadeo, tales como la oferta y la gestión de las campañas de ventas.

El movimiento hacia operaciones en tiempo real también tiene un impacto en la eficacia de los procesos de creación de nuevos servicios, la oferta, medidas del cumplimiento del servicio, la atención al cliente y la gestión de otros aspectos. Algunos procesos de atención al cliente sólo son eficaces si pueden trabajar en tiempo real; un ejemplo es la facturación directa del operador, donde un pago móvil debe ser completado con el fin de lograr finalizar una transacción (como se indica en la

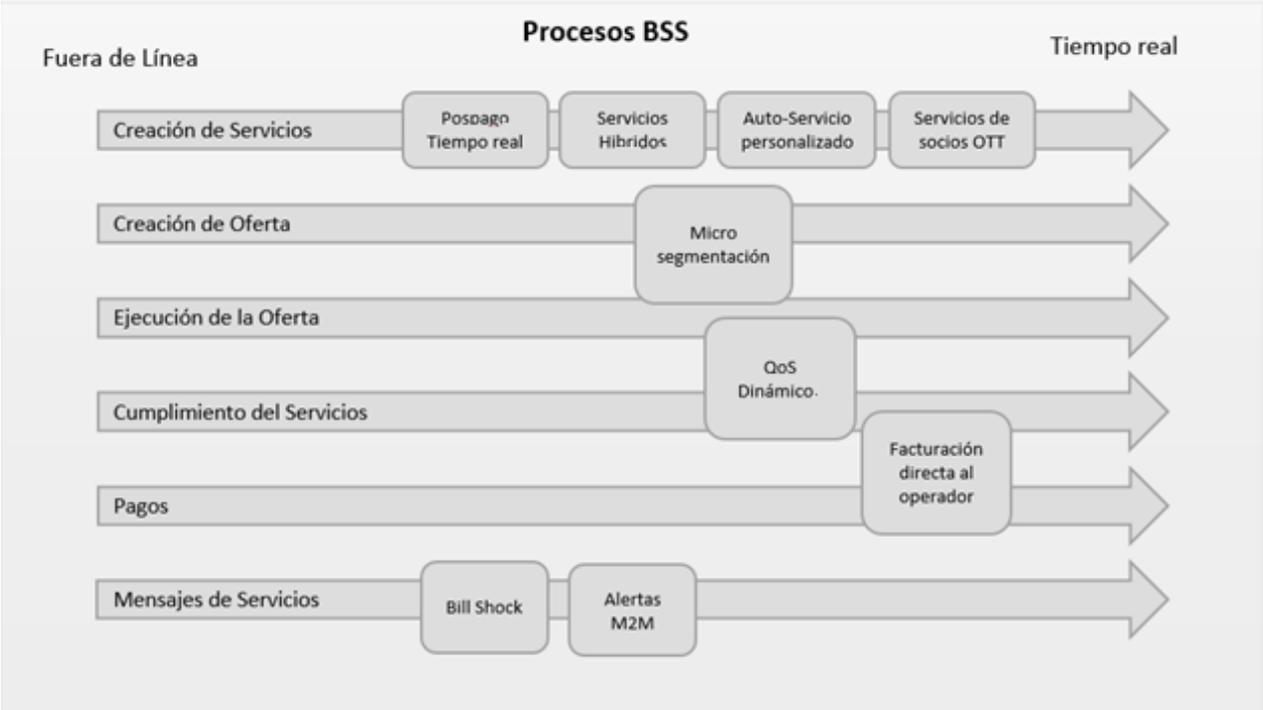


Figura 2-1 )

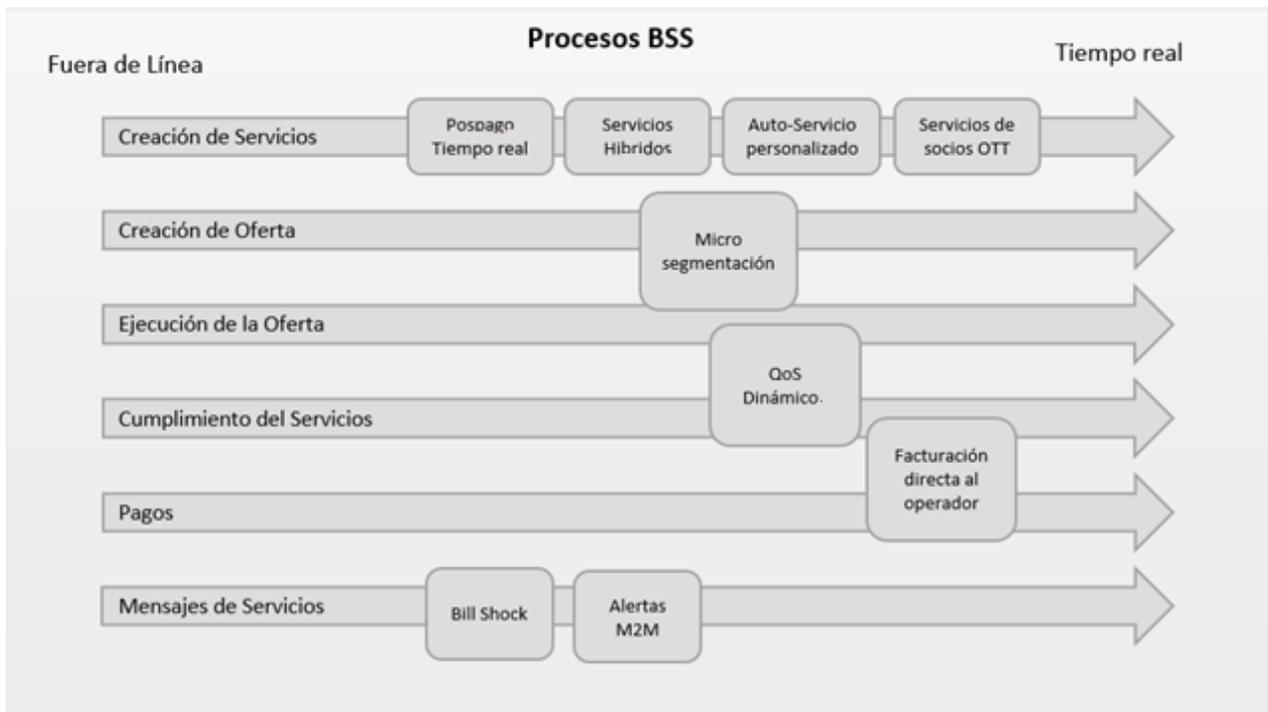
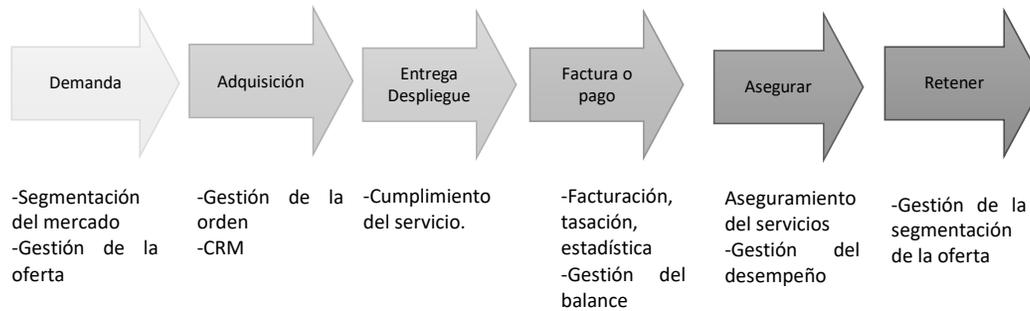


Figura 2-1. Procesos BSS necesarios para soportar operaciones en tiempo real.

### 2.1.1 Ventajas de un entorno BSS en tiempo real.

Tradicionalmente, pocos sistemas BSS han tenido la necesidad de trabajar en tiempo real, siendo las excepciones más representativas los sistemas de apoyo a los servicios de prepago y la gestión de políticas, y en particular los mecanismos para satisfacer la legislación de varios países para evitar las facturas exorbitantes. En los mercados maduros donde los operadores son conscientes de las ofertas de sus competidores y donde los nuevos lanzamientos de servicios son imitados rápidamente por la competencia, la fijación de precios por sí sola no puede proporcionar la diferenciación necesaria para aumentar la cuota de mercado, dado que la reacción a la fijación de precios de las ofertas es relativamente simple. Como resultado, se requiere un cambio más profundo para construir una diferenciación de servicios sostenible. Estrategias que ofrecen una experiencia superior a los clientes, proporcionarán la clave para construir un servicio diferenciado sostenido y apoyar la expansión de participación en el mercado.

Los sistemas de gestión de experiencia del usuario son quienes gestionan las interacciones de los CSP tiene con sus clientes, estos se resumen en la Figura 2-2.



**Figura 2-2. Funciones del Negocio relacionadas con el cliente y los sistemas implicados**

Un CSP que ejecuta cada una de sus funciones de negocio en tiempo real, tiene la ventaja de ser capaz de reaccionar instantáneamente a los cambios en el contexto del cliente, incluyendo su entorno, o un cambio en los servicios que se están ofreciendo o utilizados por ellos. Al contar con sistemas que son capaces de utilizar los datos en tiempo real, un operador está en mejores condiciones para hacer frente a las demandas del cliente y diferenciarse de sus rivales de manera sostenida.

Es crítico para un CSP tener la capacidad de crear nuevos servicios y mantener sus ingresos. De hecho, las funciones de marketing despliegan considerables recursos y sistemas en la creación de nuevos servicios. La capacidad de almacenar más datos y reaccionar en tiempo real para ajustar los procesos a medida que ocurren se ve cada vez más como una ventaja en el mercado. Esta sección considera dos aspectos de esta: activación en tiempo real y de marketing sensible al contexto con datos en tiempo real.

### **2.1.1.1 Activación en tiempo real de ofertas sensibles al contexto**

Cuando un CSP desea optimizar la experiencia del cliente, uno de los procesos más importantes que debe abordar es la capacidad de generar ofertas atractivas en tiempo real que sean pertinentes, oportunas, adecuadas y pueden ser activadas por un cliente.

Por sí sola la Información en tiempo real no es suficiente; los sistemas y procesos también tienen que estar preparados para permitir que el CSP reaccione a esa información y luego actúe en consecuencia. Los datos en tiempo real provienen de tres fuentes principales:

1. interacciones de los clientes con los canales que utilizan (sitio web, aplicación, representante de atención al cliente, en la tienda o a través de un socio)
2. Los datos de la red, que pueden ser utilizados para proporcionar información sobre la ubicación del cliente, calidad de servicio, fallas en el servicio o problemas de rendimiento del servicio
3. Uso de la información - qué servicios o aplicaciones están siendo utilizados, los sitios web que se han visitado, los umbrales de uso de servicios, los límites de facturación, límites de crédito y las transacciones en curso.

Estos datos "disparadores" o "eventos" pueden ser usados para señalar un proceso en tiempo real para influenciar cambios en el comportamiento del cliente. Aunque los datos de activación se transmiten en tiempo real, la segmentación y el perfil de los datos del cliente se realizan generalmente de modo fuera de línea, donde los modelos son ejecutados usando múltiples

atributos de datos que sean apropiados a las necesidades particulares del negocio. Una vez que la segmentación se ha completado los eventos de activación se establecen con respuestas predefinidas apropiadas. Por ejemplo, si se identifica que un cliente pos-pago se ha acercado a su umbral de uso de datos durante el mes anterior, esto podría desencadenar una respuesta proactiva y cuando él alcance el 80% de su asignación en el mes siguiente, se le ofrece un plan de servicio con un umbral de datos más grande.

Esta combinación de procesamiento fuera de línea y en tiempo real permite procesar grandes volúmenes de datos sin tener que correr diseños complejos en tiempo real. Sin embargo, donde los volúmenes de transacciones sean probablemente más bajos (por ejemplo, cuando los clientes interactúan con los representantes de servicio al cliente), existe la posibilidad de realizar el modelado de gran complejidad en los volúmenes de datos más pequeños para adelantarse a las necesidades de un cliente específico. Estas interacciones de servicio al cliente pueden incluir la personalización de las opciones de los menús de los sistemas IVR para tratar de desviar las llamadas entrantes a respuestas automáticas, o proporcionar al representante de servicios al cliente una evaluación en tiempo real de la razón más probable de la llamada entrante, para proporcionarles la siguiente mejor acción, mejores ofertas y posibles soluciones a los problemas que pudieran haber surgido.

### **2.1.1.2 Ofertas sensibles al Contexto**

El uso de la información contextual en tiempo real, cada vez más es visto como una estrategia para incrementar significativamente la adopción de las nuevas ofertas de servicios. El amplio conjunto de datos que está disponible para los proveedores de servicios de telecomunicaciones les permite usar información complementaria al crear una oferta personalizada para un potencial cliente. Aunque muchos de los mismos datos ahora pueden estar al alcance de los vendedores “over-the-top”, los proveedores de servicios tienen sin duda la más rica y completa fuente de datos para evaluar a los clientes, tanto a nivel individual, como de la red. Por ejemplo, el uso de la información basada en la ubicación, aunque los proveedores de servicios “Over the top” es usada ampliamente; el proceso de comprensión de esta información y la posibilidad de combinarla con lo que el cliente está haciendo en su dispositivo a cada momento, qué aplicaciones tiene abiertas, pueden ser puntos importantes de datos si se usan en tiempo real. Por ejemplo, si un cliente está buscando cafeterías y acababa de recibir una llamada de un miembro de su lista de números más frecuentes que se encuentra en las proximidades esto podría indicar una oportunidad para vender publicidad de una cafetería de las inmediaciones.

La recolección de datos en tiempo real puede proporcionar detalles altamente granulares de datos históricos (como la localización de un cliente a cada minuto del día). Dependiendo de los datos particulares, esta información puede tener valor a pesar de no utilizarse en tiempo real, proporcionando una mayor granularidad, que permita a otros procesos trabajar más eficientemente. Por ejemplo, los datos en tiempo real se pueden recoger en la adopción de una campaña de marketing. La comprensión de cada adopción de una oferta en tiempo real es menos importante que ser capaz de considerar un conjunto de resultados para evaluar la eficacia de la campaña. La ventaja de monitoreo en tiempo real es que las campañas se pueden evaluar con mucha más frecuencia (hora por hora, por ejemplo, en lugar de día a día), lo que permite que se hagan ajustes a las ofertas que redunden en un mayor éxito en el mercado.

### 2.1.1.3 Gestión de políticas en tiempo real pueden proporcionar la diferenciación de servicios

La Gestión de políticas (Función de política y reglas de Tasación - PCRF) y sistemas de tasación en tiempo real son usados en conjunto para crear servicios diferenciados. Estos se basan en la oferta de servicios establecidos que incluyen la prevención de facturas exorbitantes, uso razonable, precios diferenciados en el uso, ofertas basadas en el tiempo y servicios gratuitos. El uso de PCRF para el control de servicios en tiempo real, proporciona tipos innovadores de servicio. A continuación se resume algunas de las prácticas más comúnmente implementadas:

#### *Uso razonable del ancho de banda.*

- Descripción: Limitar (acelerador) el ancho de banda disponible para los usuarios más frecuentes en los planes de datos ilimitados
- Objetivo: Protección de la red (mediante el control de la inversión en la red y la entrega de suficiente QoS a los usuarios), que además permite la promoción de paquetes de mayor capacidad.

#### *Congestión en la Red de Acceso de Radio (RAN)*

- Descripción: Se puede garantizar a Clientes Preferenciales un ancho de banda durante periodos de congestión RAN.
- Objetivo: Protección de los límites del espectro y obtención de ingresos mejorando el QoS para clientes preferenciales.

#### *Prevención de cuentas exorbitantes “bill-choqing”.*

- Descripción: Se puede alertar a los usuarios cuando exceden su saldo (pueden incurrir en gastos adicionales)
- Objetivo: Cumplimiento de normativas. Las notificaciones también aumentan la satisfacción del usuario y reducen la tasa de cancelación de clientes.

#### *Servicios Gratuitos*

- Descripción: Aplicando tarifas “cero” a tráfico específico de aplicaciones o sitios web como Facebook, Twitter y MySpace
- Objetivo: Se busca reducir la tasa de cancelación de clientes a través de la satisfacción de los clientes. También busca atraer nuevos clientes e incrementar los ingresos.

#### *Uso basado en tiempo*

- Descripción: ofertas de uso de datos con descuento o gratis según la hora del día (pico o no pico) que puede ser mensual, semanal, diaria o por hora.
- Objetivo: Reducir la tasa de cancelación de clientes, recompensando a los establecidos (fidelidad). También pueden generar nuevos ingresos, fomentando el uso de datos a un precio reducido, lo que aumenta el gasto de los usuarios.

#### *Servicios diferenciados*

- Descripción: CSP puede proporcionar una gama de paquetes con precios ajustados con límites de velocidad de acceso, topes de descarga, la hora del día, etc.

-Objetivo: La capacidad de maximizar la monetización de datos, mediante la sustitución de las tarifas planas "ilimitadas"

#### *Control parental.*

- Descripción: Permite a los padres aplicar filtros de contenido, gestión de topes y control de aplicaciones en los servicios de telecomunicaciones de sus hijos.
- Objetivo: Generación de nuevos negocios y reducción de tasa de cancelación de usuarios porque permite a los padres imponer tope de gasto en las cuentas de sus hijos.

#### *Planes familiares o compartidos.*

- Descripción: Un grupo cerrado de usuarios puede compartir una cantidad de datos predefinida. Ejm. Familias o empresas pequeñas
- Objetivo: Disminuir la cancelación de clientes y generar nuevos negocios

#### *Localización específica.*

- Descripción: Productos o promociones pueden ser activados en tiempo real basados en la ubicación geográfica de un cliente
- Objetivo: Reducción de clientes que cancelan los servicios a través de la oferta de descuentos para los clientes afiliados. Se generan nuevos ingresos a través del fomento del uso de datos.

#### *Tipo de Suscriptor.*

- Descripción: Se pueden ofrecer productos específicos basados en la clasificación de suscriptores, como para estudiantes, jubilados y empresarios.
- Objetivo: Retención de clientes debido a que se les presentan los planes más adecuados dependiendo de sus necesidades.

#### *Control por tipo de dispositivo*

- Descripción: Se definen políticas para los suscriptores basándose en su tipo de dispositivo como (smartphones, tablets módems USB o dispositivos MiFi).
- Objetivo: Generación de ingresos a través de la QoS diferenciada (basada en tipo de dispositivo) e incremento en la venta de dispositivos.

#### *Detección del Tethering.*

- Descripción: Se puede detectar cuando un suscriptor conecta a otros dispositivos usando como modem su teléfono.
- Objetivo: Maximización de los recursos de red y ganancias loqueando esta función a menos que se compre un plan de datos particular-.

#### *Modelo de compartición de ingresos.*

- Descripción: Los operadores de red ofrecen a los proveedores de contenido (OTT) un canal de comunicación directa con sus clientes objetivo a cambio de un costo monetario.
- Objetivo: Generación de ingresos al proporcionar acceso y calidad de servicio a los proveedores de contenido.

#### *Aumento de velocidad.*

- Descripción: Los clientes pueden aumentar temporalmente su velocidad máxima de banda ancha y volumen de uso al utilizar aplicaciones intensivas en el uso de banda ancha.
- Objetivo: La generación de ingresos a partir de una sola venta, puede influir en los clientes para comprar un plan de datos de mayor capacidad para una mejor experiencia de usuario

#### *Servicios basados en QoS.*

- Descripción: Priorizar los datos de aplicaciones o contenido específico para diferentes tipos de ofertas y clientes.
- Objetivo: Generación de ingresos ofreciendo altos estándares de QoS para clientes preferenciales.

#### *Planes de precios personalizados.*

- Descripción: Planes adaptados (servicios y precios) en función del uso y el comportamiento de cada suscriptor. Incluye análisis y marketing dirigido.
- Objetivo: Reducción cancelaciones mediante la mejora de la experiencia del cliente, y la generación de ingresos provenientes de nuevos clientes.

#### *Planes definidos por el usuario.*

- Descripción: Permite a los suscriptores personalizar sus propios planes (servicios y precios) de una lista de ofertas establecidas
- Objetivo: Reducción de cancelaciones de servicio (debido al empoderamiento de los clientes), y la generación de nuevos ingresos (debido a que los clientes son más conscientes de los servicios disponibles y podrán solicitar nuevos servicios).

#### *Planes de precios dinámicos.*

- Descripción: Permite mezclar y combinar las tarifas establecidas de acuerdo al comportamiento, ubicación, necesidades de utilización o cambios de un usuario (el usuario puede auto-proveerlas)
- Objetivo: Nuevos ingresos, pero requiere análisis en tiempo real en profundidad, integración y despliegue de servicios, los cuales no son posibles con las actuales de políticas.

#### *Nuevos Servicios(M2M, m-health).*

- Descripción: CSP pueden ofrecer servicios diferenciados de datos, como servicios en la nube y servicios para industrias verticales específicas (como la banca, los servicios públicos, el transporte, la seguridad y la salud)
- Objetivo: Nuevos ingresos, mediante la suscripción de nuevos clientes de mercados verticales de la industria

Aunque el PCRF puede ser aplicado a casi todos los elementos de servicio, éste es usado frecuentemente con los servicios de datos en lugar de con los servicios de voz. Cuando los planes compartidos se ofrecen, son frecuentemente ofrecidos en conjunción con planes de voz y texto. Este indicador, muestra una limitación de los sistemas de tasación de voz y texto actualmente implementados, los cuales aún trabajan de manera tradicional, por lo que un proyecto de tasación convergente deberá convertir estos procesos al modo de tiempo real (como es usual en los sistemas prepago).

A continuación se resume algunas de las ofertas anunciadas (anuncios publicitarios) por diversas empresas a nivel mundial:

Empresa	Oferta	Descripción
Verizon Wireless[87]	Plan compartido o Plan familiar	El plan <i>Share Everything</i> ofrece llamadas de voz y texto ilimitados junto con un conjunto central de datos que pueden ser compartidos por varios dispositivos. El costo del plan depende de dos factores: el número de dispositivos (hasta 10) y la cantidad de datos que se comparten. Por ejemplo, 2 teléfonos inteligentes + 1 teléfono básico + 4 GB de datos compartidos + conversación ilimitada + texto ilimitado costaría USD180.
TeliaSonera[88]		Permite a los clientes en Suecia gestionar hasta siete dispositivos en un único plan. El plan <i>Telia Moil Dela</i> ofrece llamadas de voz ilimitadas y mensajería y uso de datos de 2-10GB.
Rogers Communications[89]		Permite a los clientes compartir su información con cuatro dispositivos adicionales de Internet móvil, incluyendo tabletas, módems USB de banda ancha móviles, <i>hotspots</i> móviles y computadoras portátiles.
EE[90]		Anunció un plan de datos compartidos en el Reino Unido que permite conectar hasta cinco dispositivos en un solo plan (4GEE). Proporciona voz ilimitada, mensajes de texto y varias capacidades de datos
SaskTel [91]	Uso justo y prevención de "bill shock"	Se implementan políticas de <i>bill shocking</i> para contener facturas de roaming. Se envía al cliente un mensaje SMS cuando se aproxima a su límite de datos.
Sprint[92]	Detección de <i>Tethering</i> <sup>2</sup>	Ofrece dos planes de conexión: un plan de 2 GB por mes por USD 20 y uno de 6 GB por mes para USD50. El usuario puede recibir notificaciones cuando ya ha llegado al 75%, 90% o el 100% de los datos asignados.
China Mobile[93]		Ofrece diversos planes en los que se paga por una cantidad de datos que puede ser compartida por cierto número de dispositivos.
Roger Communications[89]	Basado en tiempo	Lanzó dos productos. Uno incluye una cantidad de datos por 24 horas y el otro incluye 60MB por un periodo de una semana. La intención fue crear un camino de transición

<sup>2</sup> Se denomina anclaje a red o tethering al proceso por el cual un dispositivo móvil con conexión a Internet actúa como pasarela para ofrecer acceso a la red a otros dispositivos. Dicho dispositivo móvil asume un papel similar al de un módem o enrutador inalámbrico.

		para a futuro convertir al usuario en un cliente permanente.
Kyivstar (Ukraine)		Provee acceso ilimitado a internet entre las 00:00 y las 08:00 por un precio fijo de EUR 4.8
Telekom Deutschland (T-Mobile) [95]		Ofrece varias opciones de datos (por Día o semana) para usuarios casuales.
Vodafone D2 [96]		Apunta a usuarios casuales que desean sesiones de internet de corta duración. El plan provee 15 mins de acceso con un límite de 1 GB por un valor de EUR 0.49
Vodafone Qatar [97]	Freemium	Le ha dado a sus clientes acceso a Facebook y todo el tráfico no-multimedia a en su sitio web sin costo. Los usuarios tienen sus fotografías y videos cargados en el portal como enlaces y no se cobra cuando se hace click en estos enlaces.
T-Mobile USA[98]		Ofrece uso de datos 4G para algunas laptops Dell y HP libres de cobro los primeros 200MB cada mes.
Vodafone Australia[99]		Proporciona acceso ilimitado a las redes sociales (Facebook, Twitter, MySpace, Instagram)
Telefónica O2[100]	Tiered Service	Ha lanzado planes basados en límites mensuales de uso de datos.
Vodafone UK[101]		Simplifica el pago mensual basándose en minutos de voz, texto y datos.
Rogers Communications [89]	Speed boost	Se incrementa temporalmente la velocidad del servicio de Internet de los clientes durante un periodo de tiempo de un día desde la activación.
Verizon Wireless [87]		Pone a disposición de los clientes un “botón de Turbo” disponible para todos los suscriptores por un precio de USD0.99. Proveyendo una cantidad limitada antes de que el servicio vuelva a su estado normal nuevamente. Es atractivo a usuarios quienes necesitan incrementos poco frecuentes. Se cuenta con un API para el uso de este botón por parte de desarrolladores.
MegaFon (Russia) [102]		El botón Turbo fue lanzado en el 2010 y en el primer mes fue usado 150.000 veces. Aún hoy se encuentra disponible.
Vodafone España[103] and Vodafone Nederland [104]	Basado en la QoS	Ofrece un servicio Premium para clientes corporativos en España y países bajos, ofreciendo priorización del tráfico en la red de datos. El servicio se ofrece con una prueba de 6 meses esperando los clientes tomen de manera permanente el servicio.

NTT DOCOMO[105]	Contenido Premium (video/music)	Asociado con proveedores de video OTT, provee acceso a sus clientes a películas y shows de TV desde PC, SmartPhone o Tablet. Combina casos de cobro basado en QoS.
AT&T[106]		Tiene un convenio con Hulu para ofrecer contenido <i>on demand</i> . Incluye películas, música, TVShows que son accesibles desde set-top box, Smartphone y tablets.

### 2.1.2 Requerimientos en tiempo real para la tasación de contenido.

Algunos requisitos de tiempo real para la tasación de contenido se cubrieron en la sección anterior, se describió cómo las PCRF se pueden utilizar para proporcionar ventajas mutuas para los operadores y clientes. Estos incluyen: la capacidad de asignar un cero (o preferencial) a la Tasa de datos (o llamadas) para contenido o aplicaciones específicas. La otra característica es el incremento de la velocidad o calidad para un contenido o servicio dado con el fin de mejorar la experiencia del cliente. En algunos casos como el video, esto puede convertirse en un factor crítico para que una aplicación sea viable pues un bajo ancho de banda podría hacerla insostenible.

La estructura para la tasación de contenido en tiempo real depende del acuerdo comercial que un operador tiene con cada proveedor de contenidos. Hay cuatro tipos típicos de acuerdo comercial que se resumen a continuación. Sin embargo, cabe señalar que las restricciones de servicio o la negación de un servicio o contenido siempre se llevarán a cabo en tiempo real, a través del uso de la gestión de políticas y herramientas de gestión.

El primer tipo de acuerdo es en el que el CSP crea un servicio adicional que se paga ya sea como una sola transacción o sobre la base del uso del mismo (tiempo, contenido u otros parámetros). Este tipo de acuerdo generalmente se aplica a clientes prepago e implica que todas las transacciones se deben realizar en tiempo real y realizar el débito del saldo del cliente.

El segundo tipo también es aplicable al caso de los clientes prepago y consiste en que el CSP crea un nuevo plan de servicio combinado que incorpora contenido del socio (proveedor de contenido) e igualmente implica que todas las transacciones son en tiempo real y debitada del saldo del cliente.

En el tercer caso el CSP crea un servicio adicional que se paga ya sea en una única operación o uso basado en el tiempo, el contenido u otros parámetros. Es aplicado a clientes Pospago cuando un nuevo servicio está fuera del plan de la tarifa actual esto puede ser pagado como un hecho aislado. Se crea una opción de facturación híbrida.

Como último y cuarto caso general el CSP crea un nuevo plan de servicio combinado que incorpora contenido de socios (proveedores de contenido) y es también aplicable a los clientes en modalidad pospago. En la mayoría de casos esto será adicionado a la cuenta.

### 2.1.3 Ejemplos de cómo los Sistemas en tiempo real crean nuevas oportunidades de mercado para los CPS.

Los datos en tiempo real y sistemas asociados abren nuevas oportunidades para los CSPs, es así como la inmediatez de la información ofrece el potencial a los CSP de obtener una ventaja sobre sus competidores, o crear nuevos ingresos por servicios en nuevos mercados.

Esta sección discute dos de los ejemplos de servicios ofrecidos que involucran consideraciones de sistemas en tiempo real.

### **2.1.3.1 Planes de servicios personalizados.**

Al dar a los clientes la capacidad de crear sus planes de servicio personalizados, los CSP pueden lograr incrementar la satisfacción del cliente y reducir los costos. Por ejemplo, si una oferta de servicios se divide en una serie de opciones y los clientes son capaces de seleccionar los minutos de voz, texto, datos y datos específicos de las aplicaciones que requieren, habrá una reducción de la rotación de clientes al aumentar su satisfacción y se generarán ingresos adicionales. Sin embargo, este enfoque tiene un impacto en los CSP, quienes tienen que proporcionar los sistemas en tiempo casi real para apoyar los planes individuales de servicios (los cuales requieren tasación, monitoreo, supervisión y gestión). Mientras que los CSP pueden haber tenido previamente cientos de planes en uso en un momento dado, la introducción de planes de servicio personalizados significa que miles de posibles y potenciales tarifas se podrían utilizar en cualquier momento. Por ejemplo, si un CSP ofrece seis variables diferentes (minutos de voz nacionales, *roaming*, textos, megabytes de datos nacionales, megabytes de aplicaciones de medios sociales, y megabytes de juegos), cada uno con sólo cinco opciones o bandas, esto crea 15.625 opciones. Por otro lado, si además se proporciona la capacidad a los clientes para compartir cada parte del plan con otros miembros de su familia en tiempo real, esto aumenta potencialmente la complejidad.

Actualmente en el mercado son mucho más probados los portales de Auto-monitoreo, que permite a los clientes tener acceso al soporte que ellos necesitan para sus servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, ya que los clientes se vuelven más conocedores de sus necesidades de telecomunicaciones y están al tanto de las opciones de servicios que se encuentran disponibles, es una extensión lógica para los CSP, darles la posibilidad de personalizar sus planes de servicio.

### **2.1.3.2 Facturación directa del operador.**

La facturación directa del operador necesita funcionar en tiempo real para asegurar que cada paso en la transacción es efectuada exitosamente y así completar el pago. Los requerimientos de tiempo real incluyen la comprobación del balance en una cuenta prepago o el límite de crédito accesible en una cuenta pospago. Además, se necesitan más controles en tiempo real para aplicar diferentes tarifas para diferentes mercados y productos, y realizar todas las comprobaciones anti-fraude que se requieren (como el envío de un SMS de confirmación al dispositivo móvil designado).

## **2.2 Retos de la implementación.**

Tres sistemas son requeridos para crear una infraestructura en tiempo real de BBS y gestión de ganancias:

- Un entorno de tasación en tiempo real que habilite servicios a ser pagados por el cliente.
- Un sistema de gestión de políticas en tiempo real que pueda gestionar y enfocar las decisiones.

- Una infraestructura de análisis en tiempo real que proporcione análisis de datos y puntos de vista en consonancia con los procesos en tiempo real.

Dado que el interés de éste trabajo es centrarse en la tasación de los servicios, en seguida se expondrán los retos específicos de una solución de tasación convergente.

## 2.3 Identificación de parámetros a ser considerados

Después de realizar la recopilación y análisis de los parámetros necesarios para implementar cada una de las clases de modelo de negocio identificadas se procede a identificar los parámetros a ser tasados para poder cumplir con las expectativas de la implementación de un sistema de tasación “adaptable”, que permita flexibilizar el cobro de los servicios, así como su control y conocimiento de los clientes. Se identificaron los siguientes:

Parámetros en el servidor de aplicaciones IPTV
Identificación de contenido. Proveedor del contenido. Distribuidor del contenido. Fecha de registro. Fecha de actualización. Género. Hora de la reproducción. Lenguaje. Calidad de contenido. Tamaño del consumo/recurso/video. Hora de acceso
Parámetros en el Core de la Red IMS y otros AS
Identificación del pago. Hora del pago. Dispositivo. País. Identificación de servicios complementarios a los que el usuario tiene acceso o se encuentra suscrito. Hora de acceso a la información de servicios complementarios utilizados. Identificación de terminal. Ubicación del terminal. Tipo de acceso. Detección de <i>thetering</i> . Ancho de banda contratado. Saldo disponible. QoS

Al realizar el análisis de los parámetros identificados para el servicio de IPTV y realizar la comparación con los parámetros que ya son registrados en los módulos de IMS, es de notar que

todos los que están relacionados con las características del usuario como con las características del transporte se encuentran en repositorios de la arquitectura IMS y no propiamente en la base de datos del Servidor de Aplicaciones de IPTV. Por esto, este trabajo considera los parámetros propios del servicio de IPTV y busca complementarlos con los datos provenientes del *core* IMS. En el Anexo [A] se hace la descripción de la base de datos HSS y su conformación, para así dar más claridad acerca de su función dentro del sistema.

Es importante notar el problema de que la información necesaria para poder realizar una tasación que contemple todos los aspectos de la prestación de un servicio, se encuentra distribuida entre los repositorios de información el *Core IMS* y las bases de datos y *logs* de los servidores de aplicación.

## CAPÍTULO 3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE TASACIÓN ADAPTABLE

### 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como ya se explicó, actualmente uno de los objetivos de los operadores es ofrecer y proveer a los usuarios de servicios multimedia personalizados y en tiempo real, según las preferencias y condiciones que se presenten a cada momento [58]. Para la prestación de estos servicios personalizados es de vital importancia conocer y gestionar adecuadamente la información relacionada con el usuario y con el uso de los recursos dentro del sistema (información de *charging*), la cual se genera a partir de una serie de parámetros activados por diferentes condiciones como la ubicación, las capacidades del dispositivo, las preferencias de QoS, la presencia, la adición o la sustracción de ciertos servicios en tiempo real, entre otros [58][59]. Por ejemplo, en un entorno convergente en el que un usuario este usando el servicio de IPTV mientras hace uso del transporte público, es deseable desde el punto de vista del operador, conocer las características del contenido al que está teniendo acceso, como la clase, la calidad, el tipo de dispositivo que está siendo usado, el ancho de banda utilizado, la ubicación precisa en el momento de uso del contenido, los servicios adicionales que ha usado, etc. , para así poder realizar procesos de cobro y adecuar dinámicamente opciones personalizadas en la prestación de los servicios. Se podría, de acuerdo a su suscripción, inyectar publicidad de productos o locales comerciales que se ubiquen en la zona geográfica en la que se encuentra, así como poder realizar otros análisis más avanzados; tomar los datos de los contactos del usuario en las redes sociales, para sugerir un encuentro en una cafetería de la zona debido a que se detectó la ubicación de un amigo en las cercanías, o informar acerca de los contactos que ya vieron o están viendo el contenido al cual él está teniendo acceso en ese momento y así poder intercambiar comentarios, etc. Lograr este tipo de dinámica en la prestación de servicios de telecomunicaciones, impone importantes retos puesto que actualmente la información del usuario y su comportamiento en el uso de los servicios se encuentra distribuida en diferentes elementos de red: en el núcleo se contará con la información sobre ancho de banda, tipo de dispositivo, servicios habilitados, tipo de terminal, hora de acceso, etc., pero los detalles acerca del servicio IPTV se encontrarán en el servidor de aplicaciones que presta el servicio (tipo de contenido, formato, etc.) y las coordenadas de la ubicación del usuario estará dado por un AS cumpliendo esta tarea.

Así, el despliegue de servicios de calidad y de forma transparente[60] implica un elevado número de fuentes heterogéneas y consumidores de datos ubicados en diferentes redes, dominios y dispositivos, que requiere un manejo eficiente de la información. Entre estos datos se encuentra información específicamente relacionada con el usuario y su uso de los servicios, la cual debe ser distribuida con el fin de poder lograr la gestión de las preferencias necesaria en la personalización de los servicios, así como todo lo concerniente a la tasación y facturación de los mismos entre otros aspectos. Es por esto que para poder prestar y gestionar los diferentes servicios en este tipo de redes, es necesario tener una colección de datos relacionados con el usuario y el servicio dinámicamente actualizada, y que pueda ser accedida oportunamente, en cualquier momento, desde cualquier lugar y sin importar la carga que pueda tener la red [58][59][60].

En este ambiente, donde se requiere que la información de tasación se transporte desde y hacia varios nodos de red en forma oportuna, también es necesario garantizar la consistencia de los datos

que permitan obtener una réplica coherente de la información donde esta sea demandada y que además posibiliten el uso eficiente de los recursos de la red [58][60].

Además, no se ha estandarizado la información de tasación del servicio de IPTV por lo que muchos de los parámetros que se requieren para tener una visión completa de las características de prestación y uso de recursos y así lograr mayor granularidad en la tasación no se encuentran especificados dentro del HSS. Esta información entonces debe ser incorporada desde los Servidores de Aplicaciones habilitados para la prestación del servicio IPTV.

Pasando a un escenario más puntual, en el Capítulo I se describió como en IMS se ha definido un mecanismo para el transporte y replicación de datos de usuario dentro de la Arquitectura de Servicios Nativos, usando las interfaces Sh y Cx con la implementación de aplicaciones DIAMETER que ejecutan los procesos de actualización y notificación entre los nodos de dicha arquitectura, es decir entre el HSS, el S-CSCF y los AS [33][34]. Además, específicamente hablando de la información de *charging*, se ha especificado la interfaz Ro. Sin embargo, los organismos encargados de la estandarización, no se han preocupado por definir un mecanismo de replicación que ayude a mejorar el desempeño de los nodos comprometidos mientras se garantiza la consistencia de la información.

Además, la habilitación de las interfaces Ro, Sh y Cx, junto con la implementación de las aplicaciones DIAMETER en los nodos, resultan ser dos procesos que demandan bastante tiempo y dinero ya que es necesario modificar el núcleo de estos nodos, adicionando código que ejecute los procesos definidos para la sincronización de la información.

Es por esto, que se propone implementar como núcleo del modelo de tasación planteado un sistema de sincronización de la información de *charging*, el cual permita centralizar la información proveniente de diversas fuentes en un repositorio sobre el cual el servicio de *charging* pueda procesar.

Así, se observa una necesidad de definir un mecanismo de replicación de información que sea fácil de implementar y sea capaz de inter-operar con las distintas bases de datos que se encuentran en una red IMS y en general en las NGN.

## **3.2 SISTEMA DE TASACION ADAPTABLE**

### **3.2.1 Requerimientos funcionales**

- El sistema debe adaptarse a las condiciones impuestas para la prestación de servicio dentro de IMS, es decir, el control del servicio, el registro de usuarios, el perfil del servicio, la dinámica de la señalización en el despliegue del servicio deben ser los ya definidos por la estandarización de IMS.
- Debe contar con un repositorio de información general en el cual se actualice permanentemente la información de tasación del servicio IPTV como de otros servicios del nivel de aplicación.
- El sistema de tasación debe interactuar con los servidores de aplicación, específicamente con sus bases de datos de manera constante. Se debe buscar una solución que no sobrecargue la red.
- El sistema de tasación debe mantener los registros del comportamiento del uso de los servicios a nivel de aplicación.

### 3.2.2 Requerimientos no funcionales

Para poder realizar la propuesta de un sistema que solucione el problema planteado anteriormente, se realizó un estudio de las exigencias de IMS en cuanto al tratamiento de información de señalización se refiere. Después de un análisis se encontró los siguientes requerimientos como los más sobresalientes.

- Compatibilidad con IMS: la arquitectura debe ser modular en orden de soportar la interoperación con un entorno IMS. Con funciones correspondientes a las entidades funcionales de la arquitectura IMS.
- Escalable: el prototipo debe proponer una base de código capaz de escalar eficientemente en el uso de recursos de red.
- Sistema abierto de protocolos internacionalmente aceptado y basados en IP [36]: la solución debe limitarse al uso de protocolos que se encuentren estandarizados y que se sean de libre uso con el objetivo de lograr una interoperabilidad con todas las bases de datos de las NGN. Dichos protocolos deben estar de acuerdo con la piedra angular de la convergencia de redes, el protocolo IP.
- Red funcionalmente distribuida [36][37]: que las funciones de la red se distribuyan en varios nodos lógicos y físicos con el objetivo de mejorar el rendimiento de sus componentes.
- Uso eficiente de recursos [36]: tanto a nivel del procesamiento de los componentes de red, como en el uso del ancho de banda disponible.
- Alta escalabilidad [37]: se requieren soluciones capaces de soportar a largo plazo, el constante incremento del número de usuarios de los sistemas de telecomunicaciones a nivel mundial.
- Transporte oportuno de la información [37][25][37]: para poder prestar el servicio de tasación en tiempo real con altos índices de calidad y de forma transparente para el usuario. La sincronización de los datos es un aspecto clave para lograr un modelo adaptable de tasación, puesto que es imprescindible contar con los datos de tasación provenientes de diversos servidores de aplicación en el momento preciso.
- Consistencia de la información [37]: una coherencia semántica de la información replicada debe garantizarse como punto de partida para la adecuada prestación de servicios.
- Red de telecomunicaciones geográficamente dispersa [25]: la interconexión y operación de los sistemas de telecomunicaciones a nivel mundial, proporciona la oportunidad de integrar en la prestación de un servicio a actores que encuentran en diferentes partes del mundo. Por lo tanto, la solución debe ajustarse a esta situación sin presentar un mayor traumatismo su desempeño.

### 3.2.3 Argumentación de la propuesta

Reiterando lo expuesto en el Capítulo II, el estándar IMS es una solución efectiva y aceptada mundialmente para la consecución de la convergencia de redes y por ende de las NGN. Por este motivo, se enfatizó el análisis en la proposición de un sistema de tasación que incluyera como base un mecanismo de acceso a la información que se integre fácilmente en un entorno IMS.

Comprendidos los requerimientos para la incorporación de un sistema de tasación adaptable en el entorno IMS, se procedió a analizar de forma detallada las referencias consignadas en el Capítulo I. Es decir, se examinó el Estado del Arte de las técnicas de replicación en las redes de datos, como también la evolución de los mecanismos de replicación en los sistemas de telecomunicaciones fijos y móviles hasta llegar a IMS.

Se procedió a evaluar las opciones tecnológicas que podrían ser usadas como base para la arquitectura del modelo.

Las opciones consideradas versus los requerimientos identificados en el ítem anterior se pueden observar en la Tabla 3-1.

Requerimientos	Opciones tecnológicas		
	XML-eXtensible Markup Language – Lenguaje de Marcado Extensible	JSON-JavaScript Object Notation – Notación de Objetos de JavaScript)	Middleware de replicación
Sistema abierto de protocolos internacionalmente aceptado y basados en IP	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Red funcionalmente distribuida	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Uso eficiente de recursos – bajo overhead	✓	✓	✓✓✓
Alta escalabilidad	✓✓	✓✓	✓✓✓
Transporte oportuno de la información – Sincronización de datos	✓	✓	✓✓✓
Consistencia de la información	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Red de telecomunicaciones geográficamente dispersa	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Facilidad de implementación	✓✓	✓✓	✓✓✓
Solución poco intrusiva			✓✓✓

**Tabla 3-1. Análisis de las opciones consideradas vs los requerimientos identificados**

De esta forma, se lograron las siguientes deducciones:

- Por las características de su arquitectura, se puede determinar que IMS presenta una similitud con los DDBS, ya que las bases de datos de cada red y dominio existentes comparte información entre ellas. Por lo tanto, se considera viable la aplicación de técnicas de replicación de los DDBS a IMS.
- Dichas bases de datos por pertenecer físicamente a diferentes operadores de red y proveedores de servicio son heterogéneas en ciertas características, como el DDBMS que usan (Oracle, PostgreSQL, MySQL), la funcionalidad de sus servidores (HLR, HSS, VLR, etc.) y los protocolos e interfaces que tienen implementadas los mismos.

- En IMS existen varias bases de datos que se pueden considerar heredadas, esto debido a la interoperabilidad con otros tipos de redes (GPRS/GSM, UMTS, Red Inteligente, RDSI, PSTN).
- El core IP en IMS es de gran importancia para una eventual interconexión de estas bases de datos.
- El HSS, como repositorio central de la información en IMS, tiene varias tareas asignadas, por lo que es bastante útil delegar la funcionalidad de replicación de información a otro módulo cuando esta labor requiera un alto consumo de recursos.

Así, se determinó que la forma de mejorar el desempeño en los procesos de replicación de bases de datos para apoyar las funciones del servicio de tasación en IMS garantizando la consistencia en su información, era introducir las técnicas de replicación usadas en el contexto de las redes de datos, en especial en los sistemas de bases de datos distribuidos (DDBS). Esto, debido principalmente a la posibilidad de ver las bases de datos de IMS como un DDBS y a la opción de usar IP como protocolo base para las conexiones necesarias [44][45][46].

Posteriormente, se fueron examinando los requerimientos, encontrando que las primitivas de *group communication* usadas en las técnicas de replicación de los DDBS, junto con las arquitecturas *middleware* ayudan a cumplirlos de la siguiente forma:

- Las técnicas de replicación que usan *group communication* ayudan a lograr un transporte oportuno de la información, ya que reducen el *overhead* en los procesos de replicación [10].
- Middleware ofrece independencia del proveedor del DBMS, lo cual facilita su interoperabilidad en entornos de bases de datos heterogéneas y heredadas. Además, facilita la portabilidad de aplicaciones, ayudando a que la solución sea poco intrusiva y fácil de implementar [13].
- El uso de *group communication* en un mecanismo de replicación garantiza la consistencia de la información gracias a las primitivas que usa [11].
- Una arquitectura middleware con *group communication* permite un uso eficiente de los recursos de red ya que reduce considerablemente el *overhead* [13].
- El manejo de un número elevado de usuarios no es un problema con las arquitecturas middleware ya que la escalabilidad es una propiedad inherente de ellas [39].
- Una arquitectura middleware está pensada para trabajar en entornos geográficamente distribuidos [13][40][47].

Entonces, se determinó implementar el *Repositorio de Datos*, base para el servicio de tasación, sincronizando la información de las diversas bases de datos que se encuentran tanto en el núcleo de IMS (HSS) como en los AS donde reposa la lógica de los servicios y buena parte del registro de su uso. El HSS y los AS tiene bases de datos que pueden ser conectadas a la plataforma middleware.

De esta forma, se plantea la inclusión de una plataforma middleware entre los nodos mencionados.

En la Figura 3-1 se puede apreciar el diseño inicial para la incorporación de la plataforma middleware con *group communication* en IMS. Una plataforma especializada se encarga del proceso de replicación usando las técnicas de los DDBS y las bondades ofrecidas por las arquitecturas *middleware*, interconectando las bases de datos que sean necesarias para compartir en tiempo real la información que necesiten. De esta manera el Sistema de tasación podrá disponer de toda la

información necesaria en un solo lugar y además la introducción de nuevos parámetros provenientes de nuevos servidores de aplicaciones serán fácilmente introducidos.

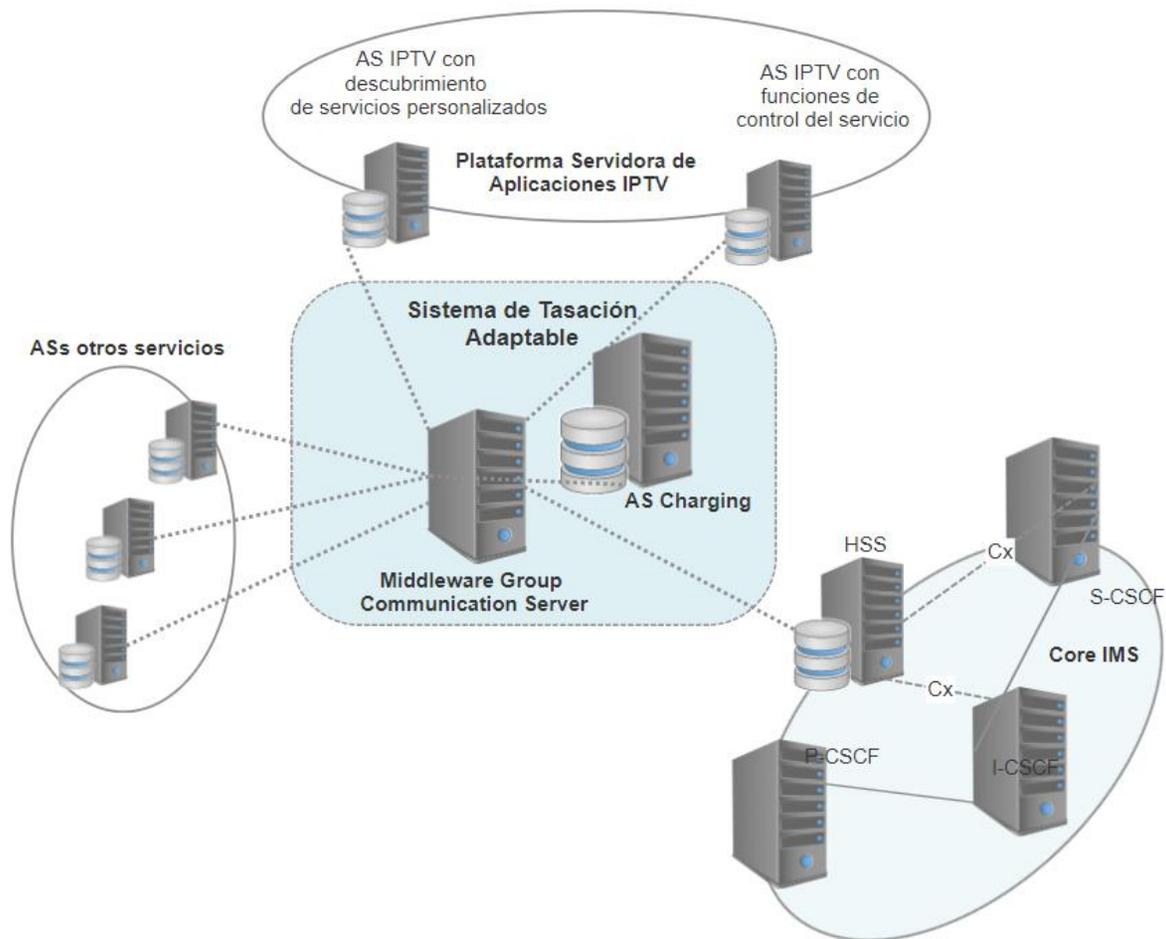
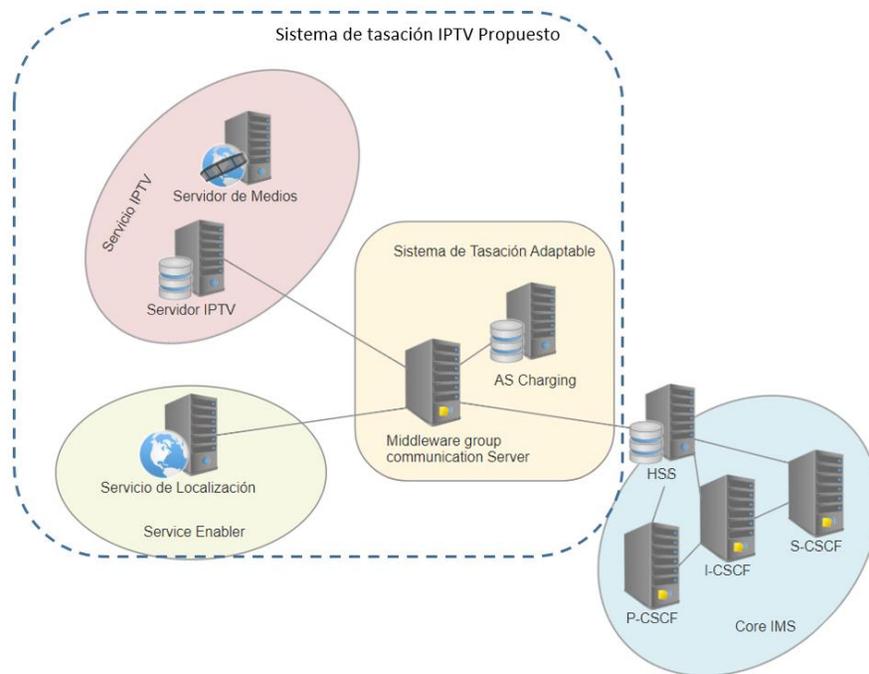


Figura 3-1. Incorporación de la plataforma middleware con *group communication* en IMS.

### 3.3 DESCRIPCION DE LA PROPUESTA

Después de llegar a una idea de la propuesta, se procedió a realizar el diseño del sistema.

La arquitectura del prototipo para la validación se muestra en la Figura 3-2.



**Figura 3-2. Descripción general del prototipo.**

Sin el ánimo de plantear una modificación específica al estándar IMS, si no con la finalidad de realizar las pruebas del mecanismo propuesto, se inhabilita la interfaz Sh y por ende su propio mecanismo de sincronización.

#### 3.3.1 Descripción del funcionamiento

A continuación se presenta una descripción del papel que juega cada uno de los módulos presentes en la arquitectura de la Figura 3-2 y la forma en la cual cada uno de ellos se relaciona con los demás.

- AS Charging: El servidor de aplicaciones es uno de los principales actores en este prototipo. A él es a quien interesa la información que será sincronizada. En este modelo se asume que en la misma máquina donde se está ejecutando el AS se encuentra el motor de bases de datos al que se debe replicar la información del HSS.

- El AS se conecta a la plataforma middleware mediante las librerías o drivers que esta provea, de esta forma se aprovechan las ventajas de este tipo de sistemas y no se deben realizar cambios sustanciales en las aplicaciones y servicios que se encuentren desplegados en este.
- HSS: Este es el contenedor principal de toda la información en la red IMS y por lo tanto es uno de los puntos críticos de esta propuesta, ya que la información que va a ser replicada debe ser elegida cuidadosamente.
- Al igual que en el caso del AS, el HSS se conecta a la plataforma middleware mediante los controladores que esta provea.
- Plataforma Middleware: Es el corazón de la propuesta y es quien va a proporcionar la implementación de los protocolos de replicación para las bases de datos de una forma transparente, permitiendo así el desarrollo del servicio como la tasación y su posterior despliegue.
- Servicio de Localización: Esta aplicación se construyó con el propósito de emular la información generada por un servicio de localización y poder desarrollar las pruebas de sincronización de la información más eficientemente. Esta es una aplicación desarrollada en lenguaje Java y es la encargada de generar la información de localización que se pretende sea sincronizada entre el AS y el HSS.
- Servidor IPTV.

### 3.4 Arquitectura propuesta

#### 3.4.1 Arquitectura estática

Los componentes funcionales de la arquitectura propuesta son (Figura 3-3):

- Interfaz de usuario del sistema de tasación: Interfaz usada por el operador de la red para tener acceso a la información de tasación. Los parámetros que se desplieguen dependerán de los parámetros definidos para cada servicio, en el caso de IPTV podrían incorporarse todos los especificados en la sección 2.5.
- Políticas de tasación. Aunque se entiende que no todas las políticas definidas por el operador de la red tienen como fin la facturación. Estas como se describió pueden estar orientadas a eventos, definir se haga en línea u off-line, etc, como se explicó en el capítulo 2.
- Middleware de replicación. Es toda la lógica basada en las primitivas de *group communication* tomada para la sincronización de la información requerida proveniente de las diferentes bases de datos
- Acceso a base de datos del Core IMS. Se refiere a las interfaces definidas para tener acceso a la base de datos principal de IMS, el HSS.
- Acceso a base de datos de tasación IPTV. Se refiere a las funcionalidades implementadas para que la base de datos de tasación del servicio IPTV esté disponible.
- Tasación del Servicio IPTV. La lógica del servicio IPTV encargada de registrar el uso de recursos de manera local.
- Control de acceso al servicio IPTV. Son las funcionalidades desempeñadas por el core de la red IMS en cuanto a acceso y privilegios de cada uno de los usuarios así como de la disponibilidad del servicio.
- Interfaz de usuario del servicio IPTV. Interfaz donde se despliegan los contenidos solicitados por el usuario.

- Reproducción de contenido VoD IPTV. Componente encargado de la reproducción de los contenidos almacenados en el repositorio de contenidos.

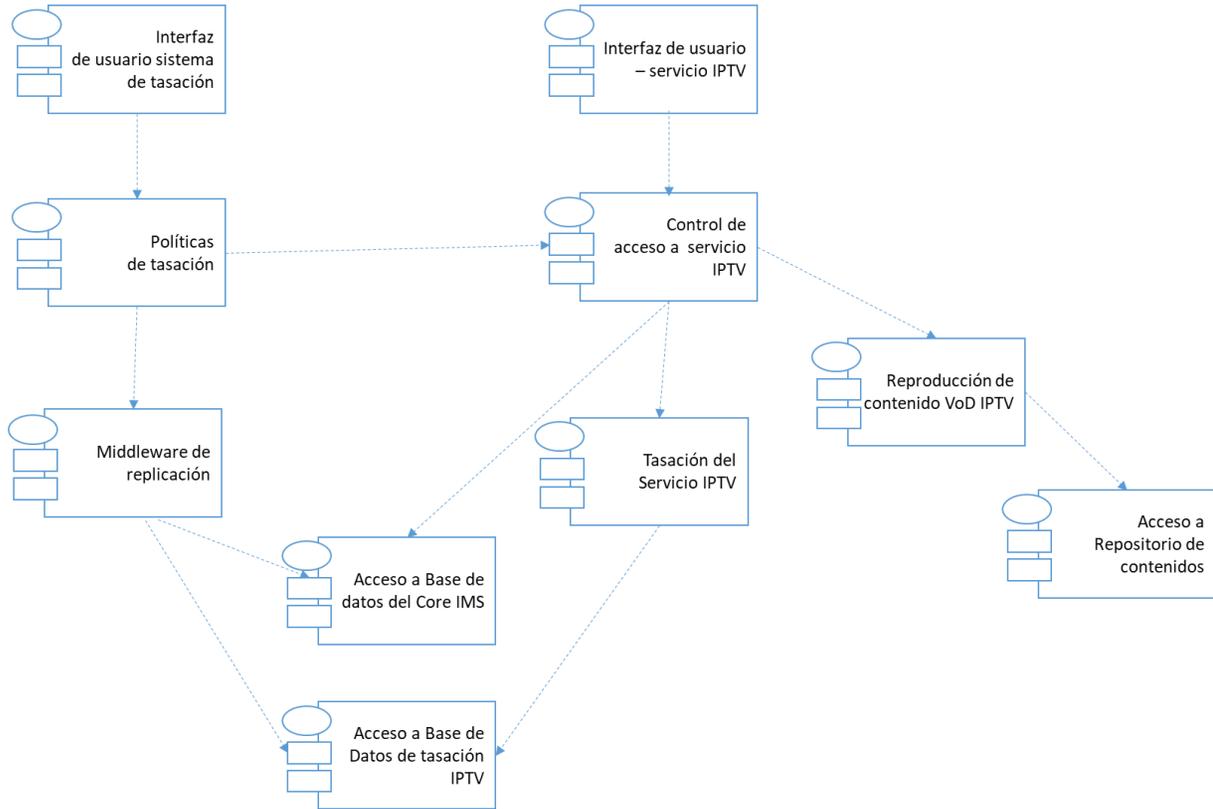


Figura 3-3. Diagrama de componentes del sistema de tasación adaptable para IPTV

### 3.4.2 Arquitectura dinámica

Cada proceso es iniciado por una petición desde el cliente, este proceso maneja la sesión de control entre el cliente y el servidor, y termina cuando la sesión se cierra por el cliente. Una transacción SIP es por definición un mensaje SIP, incluyendo los mensajes reenviados, y su respuesta directa, por ejemplo un mensaje tipo REGISTER enviado por un usuario al servidor SIP con la respuesta tipo OK enviada de regreso. Cuando se establece una relación entre al menos dos actores, cliente- servidor o cliente-cliente, se dice que existe un diálogo SIP, por ejemplo un diálogo se establece cuando es enviado un mensaje INVITE y termina con un mensaje BYE. Finalmente cuando el contenido es intercambiado entre los actores o agentes, se dice que existe una sesión SIP establecida.

## Diálogos y Transacciones.

Es importante entender la diferencia entre transacciones y diálogos. Una transacción agrupa todos los mensajes desde la petición inicial y la respuesta final (incluidas las respuestas internas). Un diálogo por otro lado, es una sucesión de transacciones que controlan la creación, existencia y terminación del diálogo. Todos los diálogos tienen una transacción que los crea y pueden tener o no transacciones que los cambien. En algún momento del diálogo, es posible que las transacciones se pierdan y en este orden de ideas, los diálogos pueden o no tener transacciones que los den por terminado explícitamente [107].

Los actores involucrados pueden intercambiar los siguientes mensajes:

**REGISTER:** Con este mensaje, un cliente puede registrarse y des-registrarse desde un proxy o una central telefónica. Esto significa que se realiza un registro de los terminales, con parámetros (dirección IP, número telefónico e identificador de usuario) que lo identifican y que permiten la comunicación con el terminal. Como se define en la especificación RFC3261.

**INVITE:** Este mensaje se utiliza para hacer nuevas llamadas y es enviado hacia la central telefónica. Especificación RFC3261 SIP: *Session Initiation Protocol*.

**ACK:** Es utilizado para responder a un mensaje de estado de SIP en una llamada establecida. Especificación RFC3261 SIP: *Session Initiation Protocol*.

**BYE:** Este mensaje se usa para terminar una llamada de forma normal. Con el, se da por terminada una llamada establecida por medio del mensaje INVITE. Especificación RFC3261 SIP: *Session Initiation Protocol*.

**OPTIONS:** Este mensaje es utilizado por un terminal para consultar a otro terminal o a una central telefónica sobre sus capacidades y descubrir los métodos soportados, tipos de contenido, extensiones y codecs. Este mensaje se envía antes de establecer una llamada.

**SUBSCRIBE:** Este mensaje es utilizado por un terminal para establecer una sesión de intercambio de datos estadísticos y de actualización de estados. Este mensaje está definido en el RFC 3265 *Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification* [108].

**PUBLISH:** Sube la información del estatus del cliente al servidor. Definido en RFC3903 *Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Event State Publication* [109].

**NOTIFY:** Envía la información después de la suscripción del servicio. RFC 3265 *Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification* .

**CANCEL:** Cancela un registro pendiente en el servidor. Especificación RFC3261.

Los mensajes más utilizados son REGISTER, INVITE, BYE, and CANCEL. Algunos mensajes son utilizados para funciones del servicio de presencia como lo son: PUBLISH, NOTIFY, and SUBSCRIBE.

La arquitectura está construida alrededor de un *core* que recibe los mensajes SIP y habilita la funcionalidad básica para gestionar dichos mensajes. La funcionalidad más importante es ofrecida por este módulo.

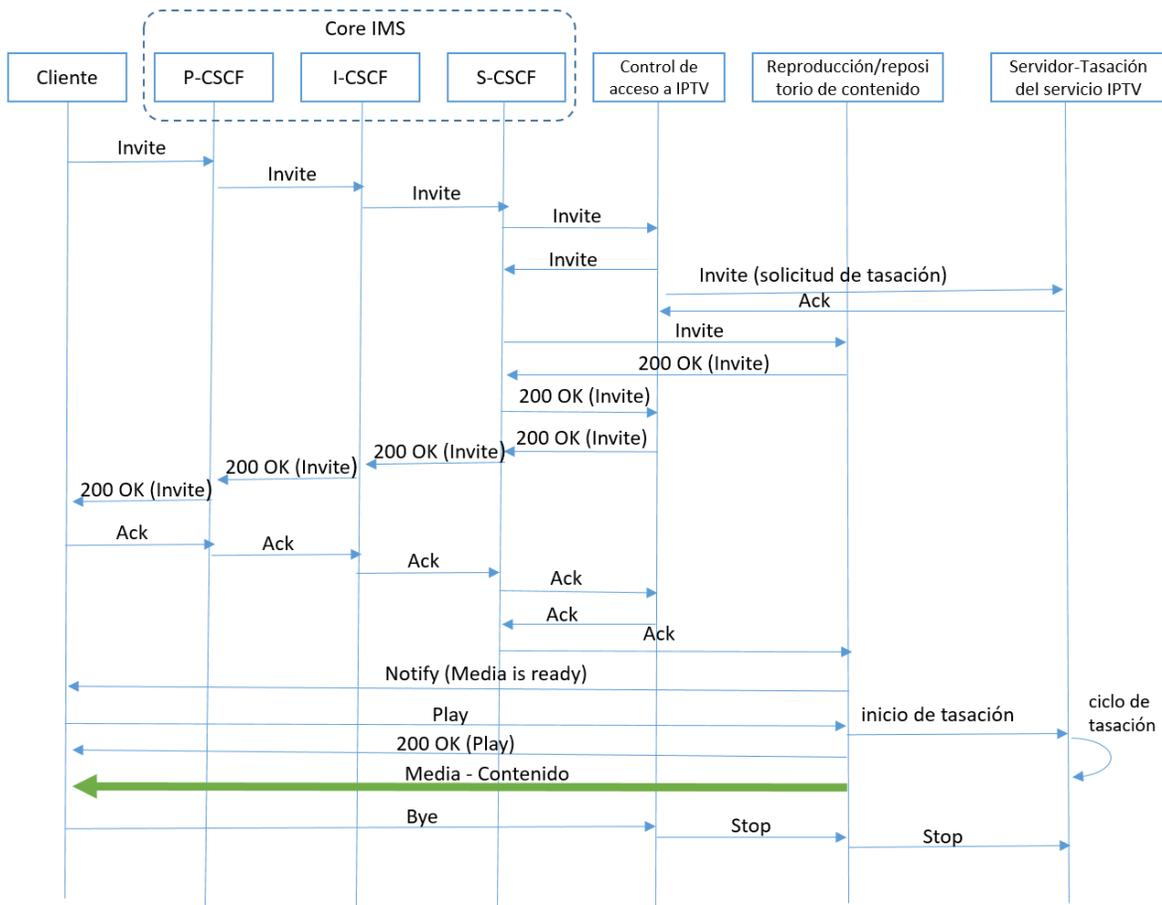


Figura 3-4 – Arquitectura dinámica del acceso a los contenidos.

## CAPÍTULO 4 . IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

En la construcción del prototipo del servicio de tasación para IPTV basado en arquitectura IMS propuesto, se evaluaron las implementaciones comerciales y abiertas que se pueden utilizar, evaluando el lenguaje de programación , la plataforma en que serán desplegados los servicios, las experiencias de otros desarrollos o proyectos relacionados y el alcance requerido teniendo en cuenta criterios como el ambiente en que serán desplegados los servicios.

En este orden de ideas, en este aparte se describirán cuáles fueron las opciones estudiadas para realizar el desarrollo, las pruebas de concepto, los lenguajes, las plataformas de despliegue y las pruebas unitarias y finales realizadas para garantizar que la solución propuesta se apegue a la arquitectura definida en el capítulo anterior y valide su funcionamiento.

Claramente para construir el prototipo se recurre a librerías o proyectos *opensource*, fieles a la filosofía abierta del desarrollo de software difundido en la FIET, que faciliten en alguna medida la implementación de la solución basándose en experiencias y *know how* de proyectos que han sido validados en ambientes de producción en diversas compañías o ambientes de investigación de gran nivel, garantizando la calidad de la solución y trazando a su vez un camino u hoja de ruta a posibles desarrollos en casos de uso reales de proyectos académicos, productivos o de emprendimiento.

Como se describió en las secciones anteriores, para la implementación del prototipo sólo es necesario implementar el núcleo funcional de la arquitectura IMS, limitándose a un grupo acotado de entidades funcionales como son: HSS, P-CSCF, I-CSCF y S-CSCF. Estas cuatro componentes son indispensables para el funcionamiento de una red IMS. El HSS (*Home Subscriber Server*) representa la base de datos que permite el registro de usuarios y la información asociada a los servicios disponibles para ellos. El P-CSCF (*Proxy Call Session Control Function*) es el primer punto de contacto de un usuario con la red IMS. El I-CSCF (*Interrogating Call Session Control Function*) decide que S-CSCF debe atender a cada usuario. Por último, el S-CSCF (*Serving Call Session Control Function*) es el servidor SIP que sirve los requerimientos de un usuario. Tomando en cuenta todas estas funciones se justifica el uso de estos elementos dentro de la construcción del núcleo IMS que servirá de base para la implementación del Servicio de IPTV.

Para formar una plataforma de IPTV básica que funcione sobre IMS se necesitan al menos tres elementos: un Cliente IMS capaz de solicitar el servicio de IPTV, un *IPTV Application Server* donde reposa la lógica del servicio IPTV y un *Media Server* que idealmente soporte RTSP (Real Time Streaming Protocol) para poder controlar el flujo en transmisiones de VoD. Todos ellos interactuarán directamente con el núcleo IMS. El funcionamiento es el siguiente: el cliente previamente registrado con el núcleo IMS realiza una petición de un canal al *IPTV Application Server* quien devuelve al cliente una dirección RTSP correspondiente al canal solicitado, luego el cliente utiliza esta dirección para establecer una sesión RTSP con el *Media Server* indicado. Para establecer las sesiones dentro de la plataforma de IPTV es necesario ocupar un Cliente IMS que permita acceder al sistema, esto posibilita también a los usuarios de la plataforma a una completa gama de servicios que pueda ofrecer el sistema IMS al mismo tiempo que ofrece los relacionados con IPTV, ejemplos de estos pueden ser: realizar videoconferencias, llamadas VoIP y uso de mensajería instantánea con otros usuarios conectados a la plataforma.

Adicionalmente, el servicio de IPTV debe contar con un sistema de tarificación por lo cual tendrán que ser añadidos al sistema dos componentes. Antes de que el IPTV *Application Server* envíe la dirección RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) al cliente IMS, se dispara el proceso de tarificación, enviándose una petición que activa al *Charging Data Function* (CDF) que es el encargado del sistema de tarificación offline, si es el caso en que se desea utilizar un método de post-pago del servicio, o al *Online Charging System* (OCS) que es el encargado en caso de que se desee utilizar la variante de prepago del servicio[38][39]

La implementación del servicio IPTV se abordó por etapas puesto que implica implementar todos los componentes descritos, estas etapas fueron: Instalación del Núcleo y Cliente IMS, Implementación del servicio IPTV básico, implementación del sistema de tarificación, implementación del sistema de sincronización de información.

A continuación se describen las consideraciones y decisiones tomadas en cada una de estas fases para explicar la concepción del prototipo.

## **4.1 Núcleo y cliente IMS.**

### **4.1.1 Herramientas evaluadas para el core IMS**

#### **4.1.1.1 IMS Network Emulator**

Como su nombre lo indica, es un emulador de un core IMS desarrollado por Nokia-Siemens dentro del proyecto *IMS Developer Program*, el cual hace posible la prestación de servicios. Además permite que se prueben aplicaciones para este tipo de redes sin necesidad de contar con una infraestructura real, lo cual se convierte en una gran ventaja para los desarrolladores. Además del *core*, la solución de Nokia-Siemens provee una serie de herramientas tales como SDKs (*Software Development Kits*), APIs (*Application Programming Interfaces*) y servidores de aplicaciones.

Entre las facilidades mostradas por esta alternativa luego de hacer una serie de cortas pruebas se pueden mencionar su facilidad de instalación, y una fácil configuración, mientras que su principal desventaja es el hecho de ser un software privativo, lo cual impide cualquier intento de hacer cambios en la forma en cómo este funciona o interactúa con los componentes de la red, además de esto otra de las limitantes presentadas es el hecho que es dependiente de la plataforma, ya que únicamente puede ser instalado en plataformas Windows con el *framework* de .NET. Además, esta plataforma ya no tiene soporte.

#### **4.1.1.2 Open IMS Core**

*IMS Core*, una implementación de un *core* IMS (CSCF y HSS) realizada en el instituto Fraunhofer de Alemania, la principal característica de esta iniciativa, como su nombre lo indica, es que está basada en *software* libre tal como OpenSER y MySQL y es usable bajo licencia GPLv2 (*General Public License*), la cual permite su libre modificación y distribución.

Esta plataforma alcanzó suficiente madurez y es usada como banco de pruebas dentro del Open IMS *Payground*, un proyecto liderado por el grupo Fokus del instituto Fraunhofer, que ofrece servicios como implementación de soluciones IMS, consultoría, *benchmarking* entre otros.

La implementación del IMS Core puede ser vista como la unión de dos desarrollos, por una parte se tiene la adaptación del servidor de aplicaciones SIP OpenSER para cumplir con el papel de los servidores de aplicaciones que componen el CSCF, es decir el P-CSCF, el I-CSCF y el S-CSCF. Esta parte del *core* está escrita totalmente en lenguaje C para Unix/Linux, lo cual implica que su instalación

debe hacerse en este tipo de sistemas limitando de esta forma el rango de posibilidades donde esta puede ser implantada.

Por otra parte se encuentra la implementación del repositorio central del *core IMS*, el HSS la cual ha sido realizada en lenguaje Java, permitiendo de esta forma su despliegue en cualquier plataforma que cuente con una JVM (Java Virtual Machine).

Este software no está diseñado para competir con productos comerciales y no tiene ninguna garantía debido a la carencia de: plataforma de monitoreo, plataforma de operación y mantenimiento (OAM), servidores redundantes, sistema de aprovisionamiento, seguridad etc.

El proyecto entre 2008 y 2013 se integró con éxito en plataformas de servicios, mostrando su flexibilidad en el servicio a los nuevos conceptos y prototipos. Así se utilizó para la investigación y desarrollo de funciones dentro de los proveedores de equipos de telecomunicaciones (I+D), operadores de red y proyectos de investigación universitarios. Desde 2015, *Core Network Dynamics* se hizo cargo del proyecto *IMS Core* para realizar soluciones comerciales listas para VoLTE.

#### **4.1.1.3 Kamailio**

Kamailio también conocido como SIP Router y anteriormente al año 2008 como OpenSER, es un servidor proxy SIP *open source*, licenciado bajo GNU/GPL.

Se caracteriza por su capacidad de gestionar cientos de llamadas por segundo. Kamailio puede ser utilizado para construir grandes plataformas de servicios de VoIP o para ampliar pasarelas SIP o *media servers* como Asterisk o FreeSWITCH .

La aplicación está escrita en C para plataformas Linux/UNIX y se centra en el rendimiento, la flexibilidad y la seguridad. Además de C, en algunas funcionalidades también se emplean lenguajes como Lua, Perl o Python.

Kamailio tiene una arquitectura modular que permite adaptar su configuración en función de las características que se necesiten de él.

Algunas de las características que proporcionan los alrededor de 150 módulos disponibles son las siguientes:

- Diversos protocolos: TCP, UDP y SCTP
- Comunicaciones seguras a través de TLS
- IPV4 y IPV6
- SIMPLE (Session Initiation Protocol for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions)
- ENUM (mapeo de número telefónico)
- Enrutamiento de menor costo
- Balanceo de carga
- Fail-over
- Autenticación y autorización a través de MySQL, PostgreSQL, Oracle, RADIUS, LDAP
- Monitorización SNMP

#### 4.1.1.4 Clear Water.

Clearwater es una propuesta de *IMS in the Cloud* que sigue los principios de la arquitectura IMS y soporta todas las interfaces estandarizadas principales del estándar, pero a pesar de centrarse en la implementación del “tradicional” estándar de IMS, fue diseñado para moverse a la nube. Incorpora patrones de diseño y componentes de software abierto que han sido probados en diversas aplicaciones. El proyecto es manejado por la empresa Metaswitch Networks.

Clearwater implementa el control de llamadas basado en SIP para comunicaciones de voz y video y para aplicaciones de mensajería basado en SIP. Se puede usar como *core* IMS en conjunto con otros elementos como Servidores de Telefonía y el *Home Subscriber Server* (HSS).

#### 4.1.1.5 Ericsson Service Development Studio

Consiste en una herramienta para el desarrollo de aplicaciones convergentes IMS, tanto en el lado del servidor como en la parte del cliente, esta suite contiene un simulador de la red IMS basada en los estándares especificados para la misma, así como emuladores de servicios.

Esta herramienta está basada en el conocido IDE (Integrated Development Environment) Eclipse y provee una serie de APIs de alto nivel las cuales facilitan el desarrollo y despliegue de aplicaciones ocultando la complejidad de la red y de los dispositivos a los diseñadores. Además de esto tiene soporte para el servidor de aplicaciones SIP Sailfin/Glassfish e incluye mejoras para el soporte de comunicaciones P2P, VoIP y para el acceso a través de WLAN.

Al igual que la solución de Nokia-Siemens esta alternativa presenta el inconveniente que si bien es de libre uso, no se tiene acceso al código fuente o a configuraciones que permitan realizar modificaciones sustanciales en el core de la red a las que haya lugar al momento de introducir la plataforma middleware para realizar las pruebas de desempeño que permitan validar el funcionamiento de la propuesta planteada.

Por otra parte presenta una gran facilidad para desarrollar aplicaciones y servicios que no requieran de una manipulación de los elementos del core, simplificando de esta forma los procesos y agilizando la salida al mercado de soluciones específicas. Sin embargo actualmente no hay soporte y no hay actualizaciones recientes.

#### 4.1.1.6 Opciones de clientes IMS

A parte de los componentes que conforman el núcleo IMS es necesario contar con un cliente IMS que permita registrarse en el sistema y solicitar canales del servicio de IPTV. Las opciones evaluadas, con los parámetros analizados son los que se encuentran en la Tabla 4-1.

Cientes IMS	Boghe IMS/RCS client	iDoubts	IMSDroid	myMonster TCS	UCT IMS client	IMS Communicator
Sitio web	<a href="http://code.google.com/p/boghe">code.google.com/p/boghe</a>	<a href="http://code.google.com/p/idoubts">code.google.com/p/idoubts</a>	<a href="http://code.google.com/p/imsdroid">code.google.com/p/imsdroid</a>	<a href="http://www.monster-the-client.org">www.monster-the-client.org</a>	<a href="http://uctimsclient.beerlios.de">uctimsclient.beerlios.de</a>	<a href="http://imscommunicator.beerlios.de/">imscommunicator.beerlios.de/</a>
Licencia	GPLv3	GPLv3	GPLv3	Libre	GPLv2	LGPL

Sistema operativo	Win	iOS,Mac OS X	Android	Multiplatform (Java)	Linux	Multiplatform (Java)
Múltiples cuentas	No	No	No	Si	No	No
Señalización IMS	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Audio	Si PCMA, PCMU, GSM, AMR-NB- OA, AMR- NB-BE, iLBC, Speex-NB	Si G.722, G.729AB, AMR-NB, iLBC, GSM, PCMA, PCMU, Speex-NB, Speex-WB, Speex- UWB	Si G729AB1, AMR-NB, iLBC, GSM, PCMA, PCMU, Speex-NB	Si PCMA, PCMU, MCA	Si GSM, PCMA, PCMU, MP2	Si JMF codecs
Video	Si MP4V-ES, Theora, H264, H263/+/+ +	Si VP8, H264, MP4V- ES, Theora, H263/+/++	Si VP8, H264, MP4V-ES, Theora, H.263, H.263-1998, H.261	Si H.263, MP2T, H.263-,MPV, MP4V-ES	Si	Si JMF codecs
Presencia	Si OMA, IETF	Si OMA, IETF	Si OMA, IETF	Si OMA, IETF	Si -	Si -
XDMS/XCAP	Si	Si	Si	Si	Si	No
Seguridad	TLS, IPsec	-	TLS, IPsec	-	No	IPSec
IPv6	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Descubrimiento P-CSCF	Fijo, DNS NAPTR+SRV	Fijo, DNS NAPTR+SRV	Fijo, DNS NAPTR+SRV	Fijo, SRV DNS	Fijo	Fijo
Otras característica	Compartir imagen, compartir video.		Transferencia de archivos, compartir imagen, compartir video.	Transferencia de archivos, Gestión de listas de grupo	IPTv (RTSP)	
Notes					Ventana de depuración de mensajes SIP, Cuentas precompiladas (Alice, Bob)	

Tabla 4-1. Parámetros de evaluación de clientes IMS.

### 4.1.2 Implementación seleccionada

Para la implementación de los componentes del núcleo IMS: P-CSCF, I-CSCF, SCSCF y HSS se seleccionó el proyecto de código abierto Open IMS Core desarrollado por el *Fraunhofer Institute for Open Communication Systems* (FOKUS), debido a que éste presenta todas las características y funciones requeridas para poder desplegar los componentes que conformarán el servicio de IPTV.

En cuanto al cliente, el software elegido fue el UCT IMS Client desarrollado por el *Communications Research Group* de la Universidad de Cape Town. Este software es desarrollado con la característica de ser compatible con el proyecto Open IMS Core del Instituto FOKUS y de poseer bastantes características útiles para la implementación del Laboratorio. Está en capacidad de solicitar canales de IPTV, tener botones PLAY, PAUSE y STOP para controlar sesiones multimedia RTSP, poder mostrar una EPG, adicionales a las funcionalidades típicas de clientes SIP como videoconferencias, llamadas VoIP, mensajería instantánea, etc.

Una vez puesto en marcha todos los elementos mencionados, cuyo proceso se detalla en el Anexo [A], se logra tener un núcleo IMS operativo junto con su respectivo Cliente IMS, lo cual servirá de base para el resto de la plataforma de IPTV.

## 4.2 Servicio IPTV básico

Para completar la implementación del servicio de IPTV en el entorno IMS se deben incorporar dos componentes más que son de vital importancia para obtener un sistema de IPTV: el *IPTV Application Server* y el *Media Server*.

### 4.2.1 Opciones evaluadas para la implementación.

Existen algunas iniciativas de Servidores IPTV ya creadas y factibles de usarse en el proyecto, pero restringiendo las opciones a aquellos servidores que pudieran fácilmente interactuar con el Core IMS elegido y que a su vez cumplieran con las expectativas planteadas en los requerimientos del proyecto, especialmente que su código permitiera una fácil modificación, dadas las características requeridas para el proceso de tasación.

De acuerdo a esto se evaluaron dos opciones: el uso del Servidor UCT Advanced IPTV ó el desarrollo de las funcionalidades básicas del Servicio IPTV a la medida.

#### 4.2.1.1 UCT Advanced IPTV.

UCT Advanced IPTV Server es un proyecto que busca implementar un servicio de IPTV basado en IMS que cumpla con los estándares tradicionales asociados a este servicio. Es un proyecto desarrollado por el *Communications Research Group* de la Universidad de Cape Town, Sudáfrica. En particular fue impulsado a raíz del proyecto UCT IMS Client, desarrollado también por este grupo de investigación.

En términos generales, es un Servidor de Aplicación SIP que permite emular el servicio de transmisión de televisión tradicional y el servicio de VoD cumpliendo con ciertos estándares de calidad de servicio y control. Utiliza exclusivamente señalización SIP, permitiendo que interactúe con

la arquitectura IMS, por lo cual el servicio de IPTV se ve enriquecido por las funcionalidades ya implementadas en el Core IMS. Este es el caso de la autenticación de los usuarios, que es manejada por las entidades funcionales IMS. Además, cada sesión multimedia que establezca el servidor con algún cliente es tratada por IMS como una llamada en un solo sentido, lo que le permite al servidor manejar una gran cantidad de transmisiones simultáneamente.

Para que el servidor sea capaz de responder a las solicitudes de los clientes se usa la especificación RFC4483 que especifica el redireccionamiento de contenido. La idea principal de este mecanismo de redireccionamiento especificado por la IETF es redirigir las peticiones dentro de los mensajes SIP (mensajes tipo Request) hacia direcciones RTSP donde se aloja el contenido multimedia solicitado. Para que efectivamente ocurra la transmisión se requiere un servidor de Streaming multimedia donde se aloja el contenido en estas direcciones RTSP.

Es necesario agregar al HSS la información necesaria para que el Núcleo IMS solicite correctamente los servicios del IPTV AS. Entre esto destaca la creación de un perfil para el *Application Server* en donde se incluyen la dirección SIP del servidor: `iptv.ims.toip.uchile.cl`, la función *Trigger Point* asociada y un *Initial Filter Criteria*. En cuanto a la configuración del IPTV AS, se le fue incorporada la tabla de Hash que relaciona la solicitud de canales de IPTV que dispone la plataforma con las direcciones RTSP del Media Server.

Las llamadas entre el AS y el cliente son encaminadas por las entidades IMS, pero el cliente internamente interpreta la dirección RTSP que recibe y hace la llamada al servidor multimedia. El servicio es compatible con cualquier cliente SIP capaz de realizar dicha función y que además pueda recibir y decodificar el estándar de video H.263-1988 y audio MPEG1. El proyecto es de código abierto.

El segundo componente que se agregará en esta etapa es el Media Server. El software utilizado para esta instancia es *VideoLan VLC Media Player*, esta aplicación es elegida por ser software libre, ser altamente configurable y estar bien documentada. VLC es capaz de transmitir *streaming* de video a través del protocolo RTSP. Además es capaz de entregar *video-on-demand* como también ser una fuente de video en modo *live streaming*. Con el fin de agregar disponibilidad de canales al Laboratorio de IPTV fue dejado contenido multimedia en el *Media Server* para ambos tipos de modo de transmisión de canales. Tras haber incorporado a la red los dos elementos ya mencionados, se tiene la siguiente configuración de red en el sistema:

#### **4.2.1.2 Implementación a la medida.**

Dada la necesidad de realizar importantes cambios en caso de usar la anterior opción (UCT Advanced IPTV) y al poco soporte que se encontró de este, se evaluó la opción de implementar las funcionalidades básicas del Servidor IPTV. Para esta opción se propone mantener el VideoLan VLC Media Player como servidor de medios. A continuación se describen los casos de uso planteados.

#### [Descripción general de las funcionalidades del servicio planteado](#)

El caso de uso propuesto es tasar el tiempo de la comunicación y los bytes consumidos por los usuarios conectados a dos canales de video de ejemplo. Cada canal asociado con una tabla de información de costos o peso del consumo, así como información de nivel de servicio de usuario. Se

busca realizar la tasación del servicio, más no se tiene como objetivo para este prototipo implementar el servicio de facturación.

Un ejemplo del despliegue y uso del servicio es: Dentro de una organización, se necesita implementar un servicio de capacitación para sus funcionarios mediante el uso de video. Inicialmente se comenzará con dos videos, pero la plataforma deberá ser capaz de agregar nuevos videos o contenidos a futuro.

Se requiere que cada funcionario tenga su acceso para identificar quien consume los videos e identificar qué funcionarios son los más proactivos en su capacitación, por tal motivo se necesita establecer quienes no solamente se conectan sino que cantidad de contenido visualizan.

La información de consumos se debe guardar en una base de datos para ser estudiada posteriormente.

#### Descripción de Casos de Uso.

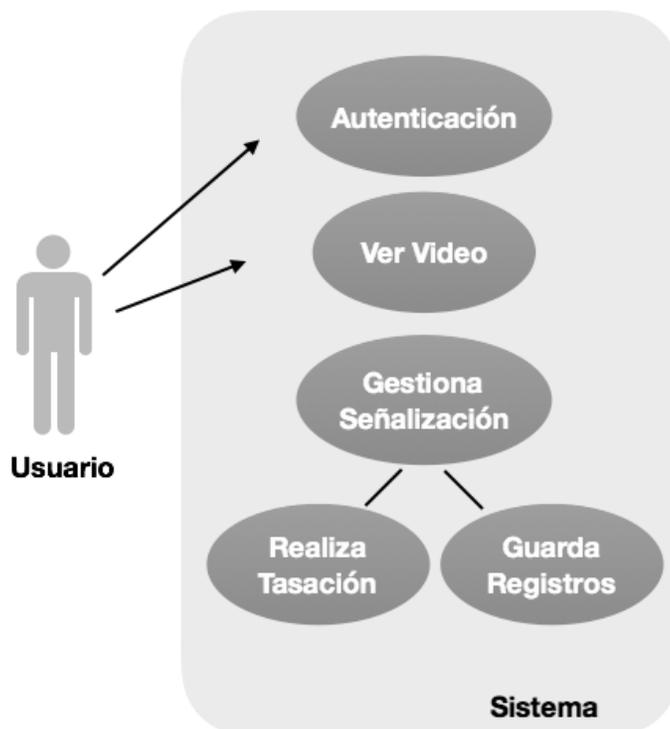


Figura 4-1. Diagrama de casos de uso general – Servicio IPTV

#### **Autenticación.**

Caso de uso que se encarga de registrar el usuario para realizar la posterior autenticación y autorizar el acceso al contenido. Este proceso se realiza mediante mensajes SIP REGISTER y SIP INVITE. Cuando el cliente ingresa al sistema y envía una solicitud para registrarse (SIP REGISTER), el sistema chequea los encabezados de autorización, si no los tiene rechaza la conexión.

#### **Ver Video.**

Este caso de uso se encarga de desplegar el video en la pantalla del cliente. Se encarga del servicio de streaming y es responsable de la calidad del contenido a ser desplegado.

**Gestiona Señalización.**

Este caso de uso gestiona la señalización asociada al dialogo entre un cliente y el servidor una vez establecida la autenticación del cliente. Se encarga de gestionar los mensajes INVITE y BYE de las transacciones SIP.

**Realiza tasación.**

Se encarga de “marcar” los mensajes INVITE y BYE de las transacciones sujetas a ser contabilizadas para el proceso de tasación. El objetivo es establecer la duración de una transacción así como la cantidad de datos consumidos.

**Guarda Registros.**

Almacena los registros en base de datos para ser analizados. Genera un reporte básico con la información que incluye tiempo de la transacción, bytes suministrados.

La descripción de los casos de uso y el código creado se encuentra descrito en el Anexo [F].

[Diagrama de interacción](#)

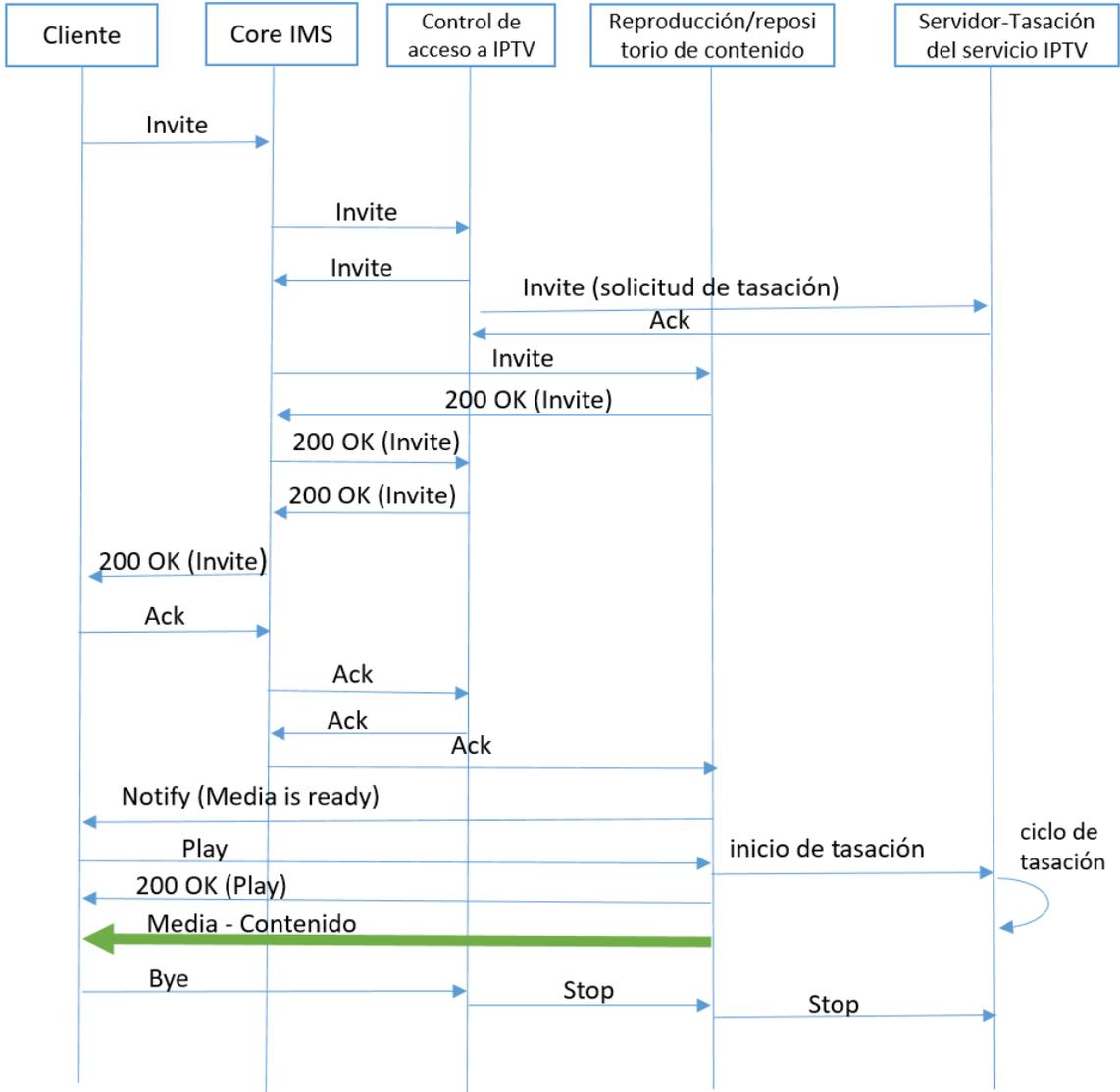


Figura 4-2. Diagrama de interacción. Servicio IPTV

## 4.3 Servidores de aplicaciones SIP

Se exploraron varios AS SIP que permitieran la interconexión con el HSS través de la plataforma middleware y de la interfaz Sh.

### 4.3.1.1 RestcommONE (Mobicents)

Es un servidor de aplicaciones basado en JBoss, certificado para cumplir con las especificaciones del estándar de JSLEE (Java Service Logic Execution Environment), el cual está diseñado para el desarrollo de aplicaciones en el entorno de las telecomunicaciones, esto debido a sus características de baja latencia y alto *throughput*. Aunque ésta implementación es *open source* su licencia no es GPL, lo cual es un limitante si se necesitan realizar modificaciones sustanciales para la implantación de un determinado servicio o aplicación.

Una de sus principales ventajas es poseer un *plugin* para el IDE Eclipse, lo cual facilita el desarrollo de aplicaciones usando esta tecnología; sin embargo el uso de JSLEE comparado con otros estándares para el manejo de aplicaciones SIP como SIP Servlets, es mucho más complejo dada la robustez que este presenta.

### 4.3.1.2 Oracle WebLogic Server

El Servidor SIP de BEA Weblogic es un servidor convergente para aplicaciones Java EE (Enterprise Edition), IMS-SIP y SOA, lo que quiere decir que provee un contenedor con soporte integrado para los estándares Java, de Servicios Web e IMS.

El servidor SIP es el líder del mercado en servidores convergentes para el nivel de servicios de IMS.

Para la correcta interoperabilidad con un *core* IMS, el Servidor SIP Weblogic ó WLSS (Weblogic Sip Server), provee varias interfaces con diferentes componentes del nivel de control del estándar IMS. Dichas interfaces son la Sh, ISC, Ro y Rf. ro

Weblogic también provee una serie de APIs para el desarrollo de aplicaciones SIP o DIAMETER con el objetivo de facilitar el despliegue de servicios IMS nativos en el WLSS. Así mismo, una interfaz gráfica para la gestión de los servidores y de las aplicaciones y servicios desplegados, ayudan a configurar fácilmente el entorno y a controlar los procesos en curso.

## 4.4 Exploración y selección de herramientas para la implementación del middleware de sincronización de la información.

Seguidamente, se investigó sobre las herramientas que permitieran la implementación de la plataforma middleware con las técnicas de replicación de los DDBS, en especial las que usaran *group communication*.

A continuación se describen las herramientas exploradas.

### 4.4.1 Herramientas consideradas

#### 4.4.1.1 TUNGSTEN

TUNGSTEN, un proyecto *open source* de la empresa Continuent. Es una solución *middleware* muy completa capaz de manejar *clusters*, además de ofrecer mecanismos de balance de carga y de

recuperación de fallos. Su implementación ha sido realizada 100% en lenguaje Java y puede interoperar con cualquier base de datos que provea un controlador JDBC (Java Database Connectivity). Entre sus principales ventajas se encuentra que para su implantación no es necesario hacer cambios sustanciales en las aplicaciones existentes, ya que únicamente basta con cambiar la URL (Universal Resource Locator) de conexión hacia la base de datos.

El *core* del sistema está compuesto por controladores que implementan la tecnología RAIDb (Redundant Array of Inexpensive Disks), los cuales se encuentran replicados para de esta forma garantizar una alta disponibilidad y una mejor escalabilidad, estos mantienen la sincronización del *cluster* haciendo uso de primitivas de *group communication*, a través de HEDERA, un *wrapper*<sup>3</sup> que permite ser configurado para trabajar con diferentes implementaciones de *group communication* tales como JGroups, Appia y Spread.

En cada uno de los controladores se ubica una base de datos virtual (VDB – Virtual Database), a la cual los clientes se conectan. A su vez esta base de datos virtual ejecuta todas las transacciones recibidas por parte de los clientes en los servidores de bases de datos, llamados *backends*, esta conexión se realiza a través del controlador JDBC adecuado para cada tipo de motor. En la configuración de la VDB se especifican el tipo de replicación RAIDb a utilizar, así como el mecanismo de balance de carga y la implementación de *group comunicacion*.

Además permite la agregación de datos en tiempo real de manera sencilla desde varias ubicaciones en un único servidor de base de datos sin la necesidad de realizar transformación de los mismos. Otra de las potencialidades es el soporte de la replicación de datos eficientemente de manera tal que es frecuentemente usado en *analytics engines* de alto desempeño, como Vertica.

Otras de las ventajas que presenta es la posibilidad de publicar datos en tiempo real desde SQL a implementaciones NoSQL, como MongoDB y escalar los volúmenes de datos gestionados a 50TB y más por medio de arreglos de bases de datos en *cluster*.

#### **4.4.1.2 Galera Replication**

Galera Clúster es un clúster multi-master síncrono para MariaDB. Por el momento, solo permite replicación de bases de datos XtraDB/InnoDB. Tiene dentro de sus características: Replicación síncrona, leer y escribir en cualquier nodo del clúster, control automático de nodo, replicación paralela en tiempo real, control activo de los miembros del clúster. Los nodos que fallan son automáticamente eliminados de la configuración hasta que vuelvan a estar disponibles. Sencillez extrema a la hora de añadir un nuevo nodo.

Galera es una propuesta centrada en los datos, en el que se puede escribir en cualquier nodo sin problemas de inestabilidad. Dentro del clúster todos los nodos son iguales y trabajan como maestros o esclavos.

#### **4.4.2 Descripción de la solución implementada para la sincronización.**

Después de revisar las características de cada una de estas herramientas para implementar la replicación de las bases de datos del sistema de tasación, se eligió la propuesta TUNGSTEN: entre las opciones presentadas ésta es la única que cumple con todas las características que se plantean

---

<sup>3</sup> En tecnología de la información, un wrapper o contenedor es información que precede o enmarca los datos principales o un programa que configura otro programa para que pueda ejecutarse correctamente.

y, además al ser un proyecto en constante evolución y desarrollo, se garantiza que la propuesta planteada en este proyecto no quede solamente como una mera aproximación académica sino que pueda ser aplicada en un escenario empresarial. TUNGSTEN es ampliamente usado en soluciones de *big data* y *cloud computing*.

La configuración del controlador se realiza en el archivo `controller.xml` y esta afectará a todas las bases de datos virtuales que estén albergadas por este controlador.

Para iniciar la configuración se debe crear un archivo llamado `controler.xml` en la ruta `config/controller/` del directorio de instalación de Tungsten, el cual debe tener al menos la estructura que se explica en el Anexo [C].

Ahora una vez realizado esto, se debió proporcionar al Open IMS Core el controlador de TUNGSTEN para que a través de este realice las conexiones a su base de datos. Para realizar esta tarea bastó con copiar el controlador de Tungsten en la carpeta `/opt/openimscore/fhoss/lib` de la instalación del OpenIMS Core, ya que aquí es donde por defecto él va a buscar cualquier librería externa.

Por último se debió permitir el acceso externo a la base de datos, esto con el fin de garantizarle al controlador el acceso al HSS.

#### **4.4.2.1 Configuración de la base de datos virtual**

Para la configuración de la base de datos virtual no hay una restricción en cuanto al nombre del archivo que la contiene, únicamente se debe tener en cuenta que este dentro la carpeta `/config/virtualdatabase` de la instalación de Tungsten.

El archivo de configuración debe poseer un elemento principal llamado TUNGSTEN y dentro de este se definirán el resto de elementos y subelementos, los cuales se describen en el Anexo [C]

#### **4.4.2.2 Configuración del HSS**

Para realizar la integración entre el TUNGSTEN y Open IMS Core se realizaron algunos cambios en la configuración de este último.

Primero que todo se cambió la forma en que el HSS consulta su base de datos. Teniendo en cuenta que el desarrollo del FHOSS (FOKUS HSS) utiliza el patrón de acceso a datos de Hibernate, esta tarea se simplifica enormemente y únicamente bastó con cambiar algunas líneas en el archivo `/opt/openimscore/fhoss/deploy/hibernate.properties`.

Para lograr que TUNGSTEN tuviera un adecuado manejo del *backend* denominado HSS fue necesario cambiar la configuración que por defecto utiliza MySQL la cual se encuentra en el archivo `/etc/mysql/my.cnf` y cambiar la línea correspondiente a la dirección IP correspondiente a la interfaz a la cual se conecta el controlador. Una vez realizado esto bastó con reiniciar el servicio de MySQL para que todo quede preparado para las pruebas a las que se dio lugar.

### **4.5 Aplicación Generadora de Información - AGI**

Para poder realizar pruebas controladas del comportamiento del modelo implementado, se creó una Aplicación Generadora de Información, la cual simula información de localización de los usuarios IMS. Esta aplicación fue concebida con la intención de poder ser configurada mediante una interfaz, siendo posible establecer parámetros como el número de usuarios para los que se está actualizando su información y la frecuencia con que estas actualizaciones ocurren.

#### 4.5.1 Diagrama de casos de uso

En la Figura 4-3 se muestra el diagrama de casos de uso para la AGI.

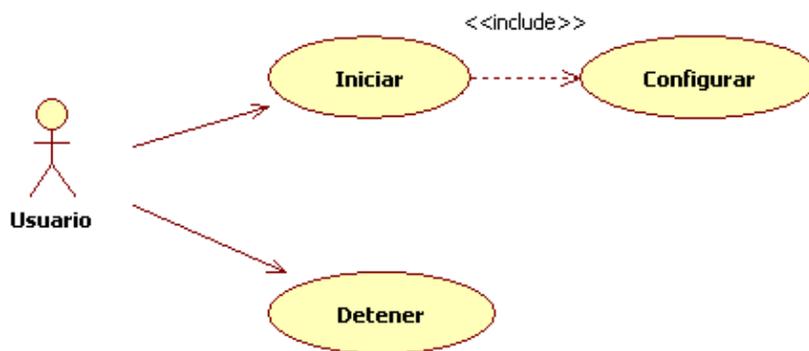


Figura 4-3. Diagrama de casos de uso para la AGI.

- Actor

Usuario: este es el actor que interactúa directamente con la aplicación y es el encargado de realizar las tareas de configuración para la simulación que se desee realizar.

La descripción de los casos de uso de esta aplicación se encuentran en el Anexo [E]

## CAPÍTULO 5 . VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

En el Capítulo 3 se describió la propuesta y en el Capítulo 4 se expuso la forma de implementar el prototipo para la validación de la misma. Continuando con el proceso, en este apartado se describe el escenario de pruebas planteado para validar el funcionamiento del sistema de tasación propuesto, probar el mecanismo de sincronización de información en el cual se basa y realizar la comparación con el mecanismo estandarizado de IMS a través de la interfaz Sh (ver ítem 1.1.3.3 ), el cual se tomó como punto de referencia para realizar el análisis de desempeño.

Por último, con los resultados obtenidos en las pruebas, se realizó un análisis comparativo con el propósito de determinar las ventajas y desventajas de la propuesta.

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DEL SERVICIO IPTV.

Como se explicó anteriormente, la implementación del servicio de IPTV implica la correcta instalación del core IMS y de un cliente IMS, además de las funcionalidades específicas de IPTV. La Figura 5-1 muestra la interfaz gráfica del cliente que se usó.

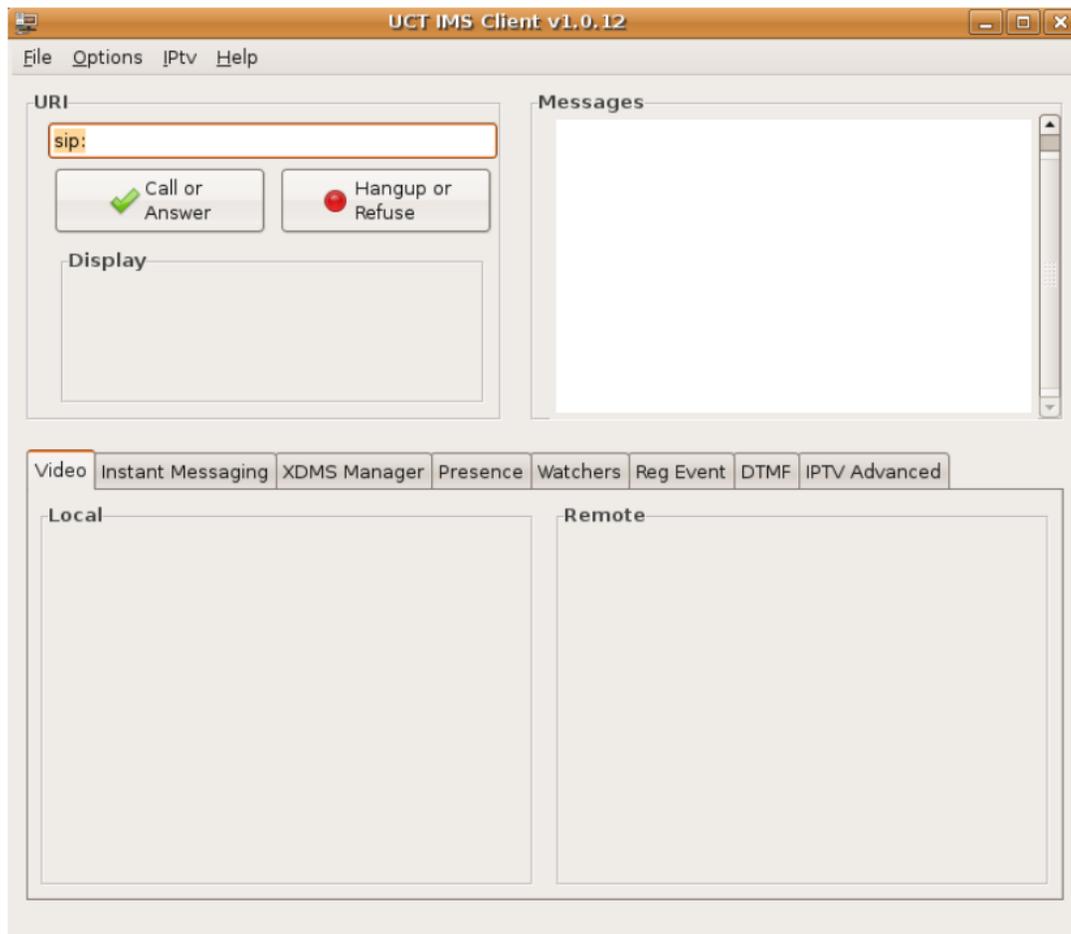
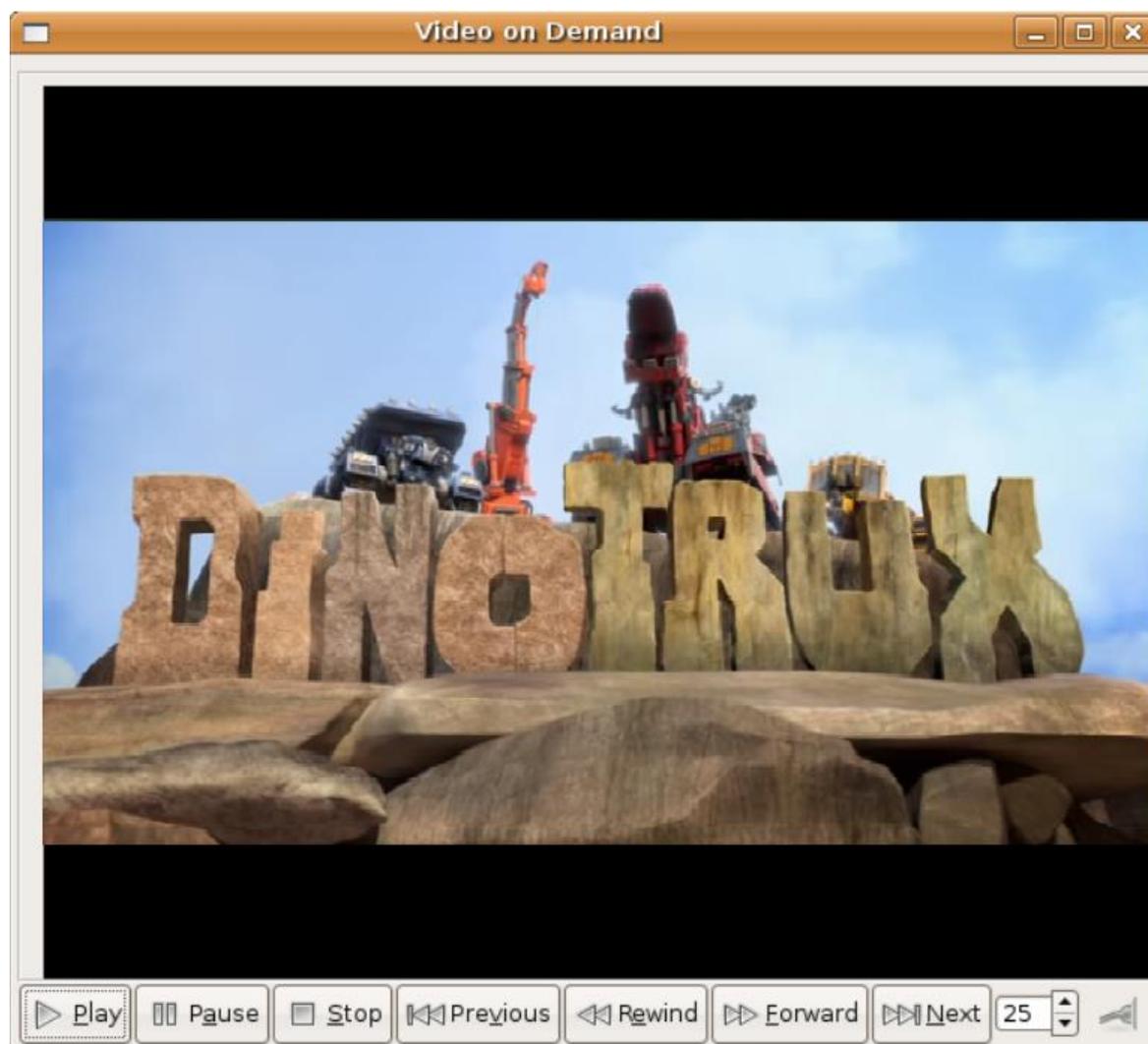


Figura 5-1. Interfaz gráfica cliente IMS

Además, el cliente puede efectivamente acceder a los servicios VoD. Para solicitar el contenido, el cliente envía un mensaje SIP de tipo INVITE con el formato: sip:channel@iptv.ims.unicauca.co, donde "channel" corresponde al nombre del canal al cual se quiere acceder. IMS se encarga de redirigir este mensaje al AS IPTV y retorna la dirección RTSP a la cual el cliente debe contactar para recibir el contenido del canal solicitado. Todo este proceso ya se encuentra implementado en el cliente y solamente es necesario escribir el número del canal en la viñeta "IPTV Advanced" como se observa en la Figura 5-2.



**Figura 5-2. Reproducción de contenido VoD en el Servicio de IPTV**

Como se puede observar el cliente presenta botones de control para detener, pausar, adelantar o retroceder la reproducción del contenido, pero en el ejemplo actual los únicos botones operables en el prototipo son la reproducción puesto que las demás funcionalidades requieren de un servidor de almacenamiento de datos que no se incorporó para estas pruebas.

Además el cliente incorpora una guía de programación electrónica básica basada en listas. Estas listas se cargan con base en archivos XML contenidos en la carpeta del cliente. En el caso del prototipo esta configuración se realiza localmente. En caso de requerir la actualización automática

de la guía, se debería desarrollar un sistema que reemplace los valores en los archivos XML de manera automática.

En cuanto al acceso a los contenidos, se presenta el flujo de los mensajes de señalización los cuales se pueden detallar en la captura de pantalla del analizador de protocolos *WireShark* presentada en la figura Figura 5-3.

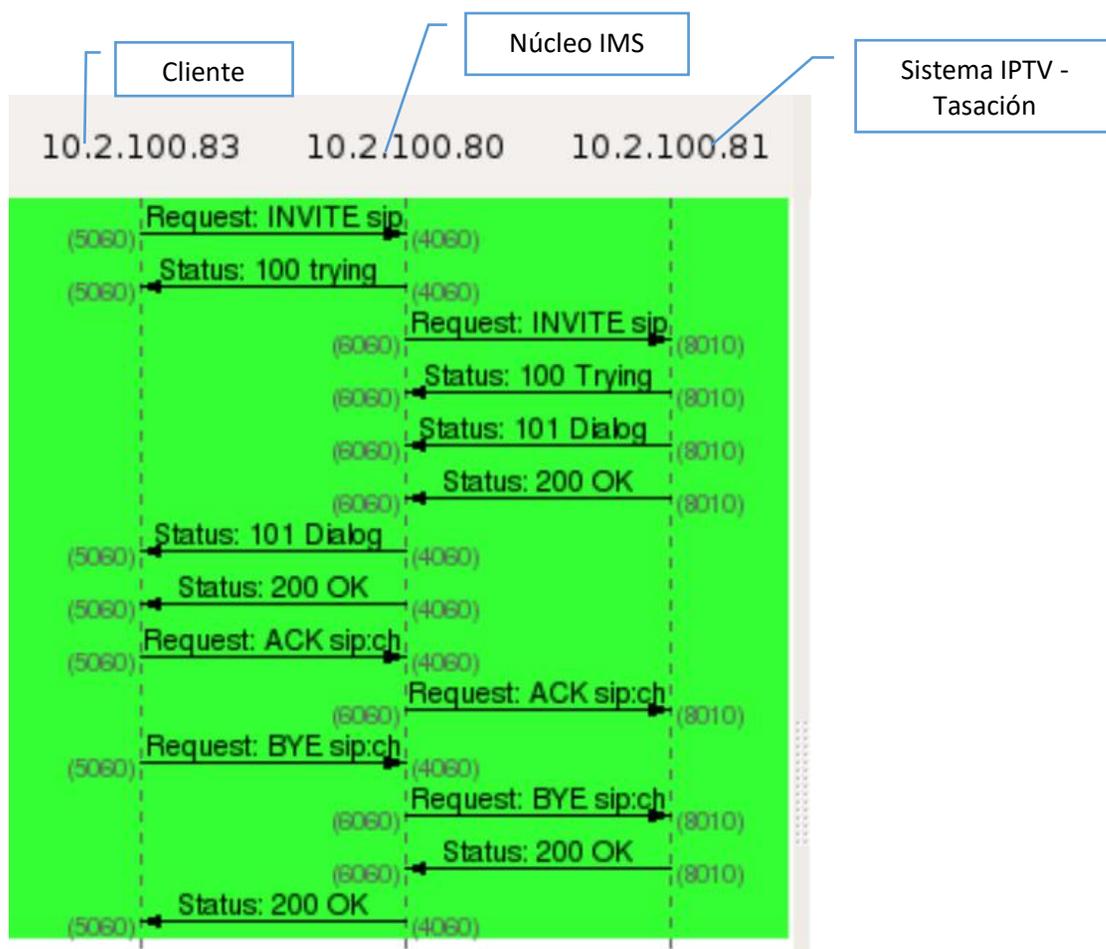


Figura 5-3. Flujo de señalización para el acceso a contenidos

De acuerdo a esto, se ve como el comportamiento de los flujos de señalización se despliegan según lo esperado. Se debe notar como todo el proceso de control y registro es realizado por el núcleo IMS, es decir, IMS actúa correctamente en la capa de control permitiendo la interacción entre cliente y servidor. Es importante aclarar que todo el núcleo IMS fue instalado en una sola máquina y que igualmente todo el sistema IPTV fue instalado en otro servidor, por lo que en los flujos de señalización mostrados en la Figura 5-3 no se reflejan las interacciones entre las diversas funcionalidades que internamente los componen.

## 5.2 PRUEBAS REALIZADAS PARA EVALUAR LA SINCRONIZACION DE LOS DATOS.

Para la validación de la propuesta de la sincronización de los datos, se plantea la simulación de un servicio en la Arquitectura de Servicios Nativos IMS, el cual genera y requiere información.

Este servicio de pruebas se establece dentro de los servicios en tiempo real, siendo estos los más críticos, en cuanto a la exigencia de rapidez y consistencia a la hora de requerir información de diferentes entidades.

El servicio simulado, además del servicio de IPTV, es el de localización de un usuario móvil y de lugares de interés en mapas que se descargan desde el AS al equipo del usuario.

El AS se encarga de actualizar la ubicación del usuario en el mapa de acuerdo a la información suministrada por una Aplicación Generadora de Información (AGI) descrita en la sección 4.3 que simula un servidor de localización. Por este motivo, en este capítulo la AGI será llamada Aplicación Generadora de Coordenadas (AGC).

La AGC genera las coordenadas para cada usuario, las cuales se guardan en la base de datos del sistema de tasación, en el HSS (específicamente en el *Repository Data*) y en la base de datos del AS y son actualizadas cada vez que se genere otra actualización usando un mecanismo de sincronización de información.

Se plantearon dos escenarios, en el primero se usó el mecanismo de sincronización a través de la interfaz Sh de IMS y para el segundo se usó el mecanismo propuesto empleando una plataforma *middleware*. Como ya se había dicho anteriormente, se realizaron pruebas con estos dos mecanismos con el objetivo de tener un punto de referencia que permita evaluar los resultados obtenidos.

Con cada mecanismo se realizaron tres capturas de los mensajes que se transfirieron entre los nodos que intervienen en el proceso. En cada captura se mantuvo fijo el número de actualizaciones en 50, pero se variaron el número de usuarios para el cual la AGC está actualizando la información de localización y el retardo entre cada actualización después de recibir un acuse de recibo en la AGC. Esto se hizo con el ánimo de variar la carga de la red en cuanto a procesamiento y número de bytes por segundo que se transporta por la misma.

El número de usuarios se varió entre 10, 50 y 100, mientras que el retardo para cada captura fue 500 ms, 250 ms y 125 ms. Así, la captura con menos carga para la red fue con 10 usuarios y con un retardo de 500 ms entre cada actualización y la captura con más carga para la red fue con 100 usuarios y un retardo de 125 ms.

Para cada uno de los casos que se presentan, se tomaron estadísticas del tiempo que se tardó cada mecanismo en completar todas las actualizaciones y el número de Bytes que se generaron y se transportaron por en la red. En el Anexo [G] se describen los filtros usados.

El analizador de protocolos Wireshark, además suministró estadísticas de otros parámetros, los cuales se describen a continuación.

- Tiempo entre el primer y el último paquete (segs): es el tiempo total que se tarda el mecanismo en procesar todas las peticiones y enviar los mensajes a los nodos que correspondan.
- Paquetes: es el número total de paquetes generados por todos los nodos que intervienen en el mecanismo.
- Promedio Paquetes/seg: es el promedio de paquetes generados que se transportan por la red en un segundo.
- Promedio tamaño de paquetes (Bytes): es el promedio del tamaño de todos los paquetes generados.
- Bytes: es el número de Bytes total generados por todos los nodos que intervienen en el mecanismo.
- Promedio Bytes/seg: es el promedio de Bytes generados que se transportan por la red en un segundo.
- Promedio Mbit/seg: es el promedio de Mega bits de datos que se transportan por la red en un segundo, lo cual indica la carga promedio de la red en un segundo.

### 5.3 Descripción de los escenarios

#### 5.3.1 Escenario A

En este escenario se probó el mecanismo de sincronización de IMS, el cual hace uso de la interfaz Sh para manejar los mensajes DIAMETER que contienen la información que se está actualizando.

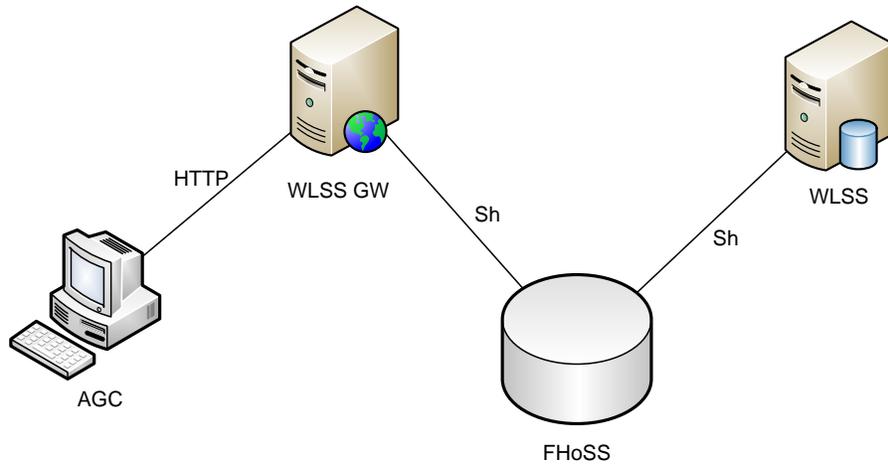
Para realizar las pruebas se hizo uso de dos SIP AS de BEA Weblogic (WLSS) y del HSS del IMS Core (FHoSS), estos nodos con la interfaz Sh habilitada.

Uno de los WLSS funciona como una Gateway entre la AGC y el FHoSS, convirtiendo las peticiones HTTP que envía la primera en mensajes DIAMETER de petición de actualización de perfil (*Profile Update Request* - PUR).

El otro WLSS es el AS prestador del servicio de actualización. Este AS se encuentra suscrito a las notificaciones de cambios en el *Repository Data* y por ende recibe las actualizaciones de dicha información mediante mensajes DIAMETER PNR (*Push-Notification-Request*).

La implementación de este mecanismo se describe detalladamente en el Anexo [D].

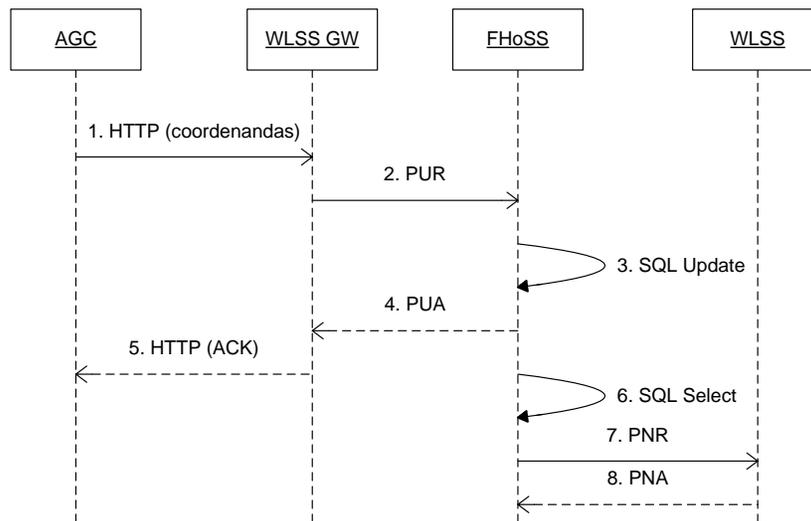
En la Figura 5-4 se puede apreciar la arquitectura de pruebas para el mecanismo de sincronización de información usando la interfaz Sh descrita en esta sección.



**Figura 5-4. Arquitectura para el Escenario A.**

Para esta prueba se capturaron los mensajes DIAMETER de los procesos especificados para la interfaz Sh y los mensajes MySQL de consulta a la tabla del *Repository Data* en la base de datos del FHoSS. Estos son los mensajes que llevan la información y que se generan en el proceso de sincronización de información usando este mecanismo.

El flujo de información evaluado durante una actualización se puede observar en la Figura 5-5



**Figura 5-5. Flujo de Información en el Escenario A**

1. La AGC envía un mensaje HTTP con la información generada hacia el Gateway WLSS (WLSS GW).
2. El WLSS GW envía un mensaje DIAMETER PUR hacia el FHoSS con la información que se va a actualizar en el *Repository Data*.

3. Con la llegada del PUR, el FHoSS ejecuta el comando *SQL update* para actualizar la información en su base de datos.
4. El FHoSS responde con un mensaje PUA de confirmación de actualización.
5. Con la llegada del PUA, el WLSS GW envía un ACK HTTP a la AGC para que ésta envíe otra petición después del retardo establecido.
6. El FHoSS prepara la notificación de cambios en la información de su base de datos consultando en su base de datos la información que se va a enviar al WLSS mediante el comando *SQL locate*.
7. El FHoSS envía la información actualizada en el *Repository Data* al WLSS a través de un mensaje PNR.
8. El WLSS responde con un PNA al FHoSS.

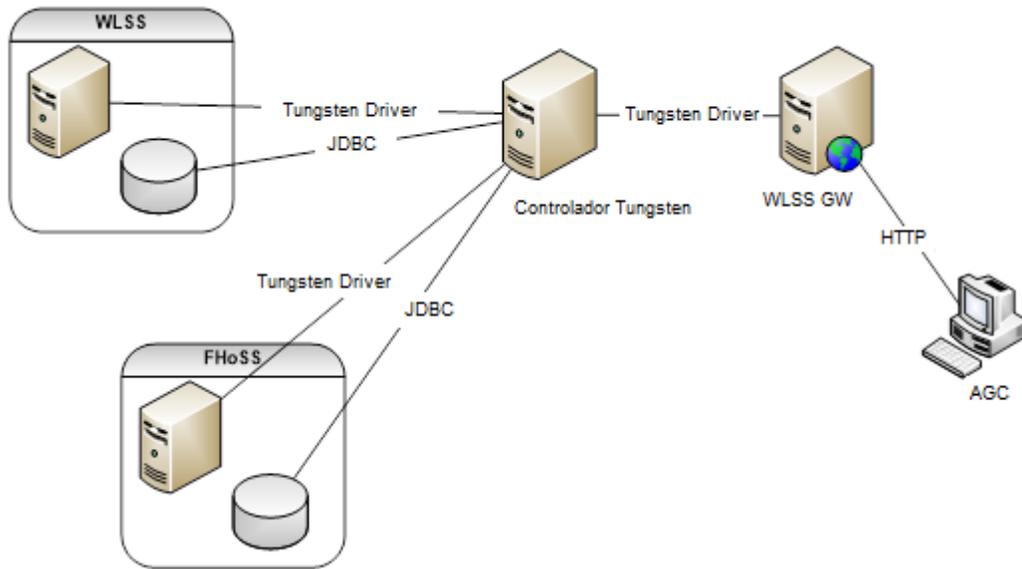
### 5.3.2 Escenario B

En el Escenario B, se realizaron las pruebas con el mecanismo de sincronización entre las bases de datos necesarias para la centralización de la información de tasación que se ha propuesto por este proyecto usando una plataforma *middleware*. Para tal motivo, se usó dos WLSS y el FHoSS, pero con la interfaz Sh deshabilitada. Así mismo, se usó la AGC y el Controlador Tungsten como plataforma *middleware*.

Al igual que en el Escenario A, uno de los WLSS es el prestador del servicio, el cual hace uso de la información generada por la AGC, la cual debe escribirse tanto en su propia base de datos, como también en la base de datos del FHoSS.

El otro WLSS se lo usó como una Gateway entre la AGC y el Controlador Tungsten, convirtiendo las peticiones HTTP de la primera en mensajes entendibles por el segundo haciendo uso del *driver* Tungsten.

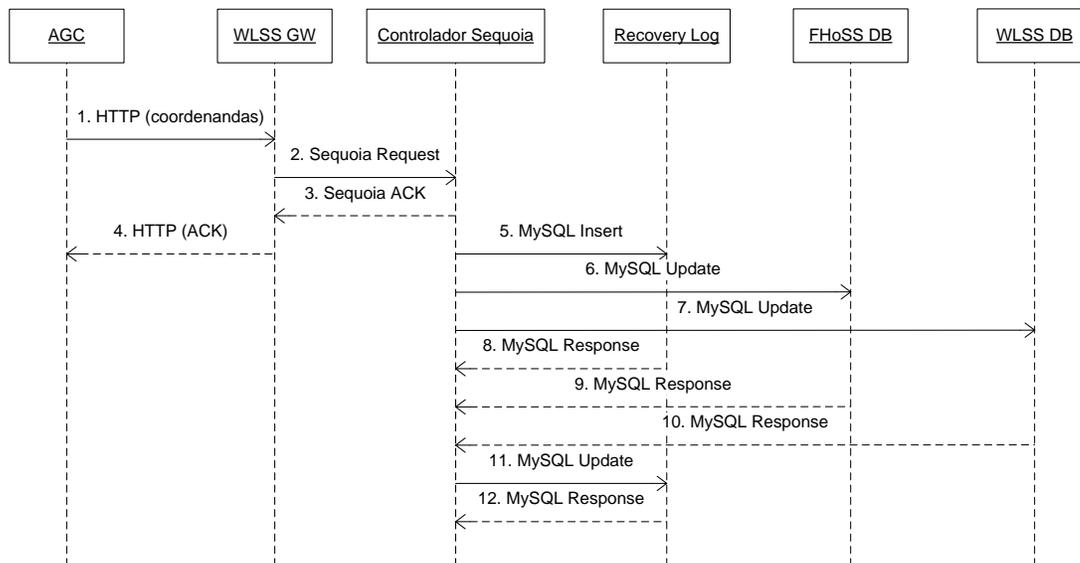
En la se puede apreciar la arquitectura para este escenario de pruebas.



**Figura 5-6. Arquitectura para el Escenario B**

La mayoría de los mensajes que se capturaron en esta prueba fueron MySQL, correspondientes al tráfico que se genera entre el Recovery Log y el Controlador Tungsten y al tráfico entre este último y los *Backends*. También se capturan los mensajes entre el WLSS GW y el Controlador Tungsten.

El flujo de información para una actualización se puede apreciar en la .



**Figura 5-7. Flujo de Información en el Escenario B**

1. La AGC envía un mensaje HTTP con la información generada hacia el Gateway WLSS (WLSS GW).

2. El WLSS GW envía a través del *driver* Tungsten al Controlador Tungsten la petición.
3. El Controlador Tungsten envía un ACK al WLSS GW.
4. El WLSS GW envía un ACK HTTP a la AGC para que ésta envíe otra petición después del retardo establecido.
5. El Controlador Tungsten envía un mensaje MySQL *Insert* al Recovery Log con la información que se va a actualizar para que sea un respaldo de los Backends.
6. El Controlador Tungsten envía un MySQL *Update* a la base de datos del FHoSS para que actualice la información.
7. El Controlador Tungsten envía un MySQL *Update* a la base de datos del WLSS para que actualice la información.
8. El Recovery Log responde al comando MySQL *Insert*.
9. La base de datos del FHoSS responde al comando MySQL *Update*.
10. La base de datos del WLSS responde al comando MySQL *Update*.
11. Una vez llega la respuesta del MySQL *Update* de alguno de los *Backends*, el Controlador actualiza permanentemente la información del Recovery Log con un MySQL *Update*.
12. El Recovery Log responde al comando MySQL *Update*.

## 5.4 Resultados obtenidos

### 5.4.1 Captura 1

- Número de Usuarios: 10.
- Retardo de Actualización: 500 ms.

#### 5.4.1.1 Captura 1. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	61,838
<b>Paquetes</b>	2838
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	45,894
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	288,001
<b>Bytes</b>	817346
<b>Promedio Bytes/seg</b>	13217,531
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,106

Tabla 5-1. Resultados Escenario A Captura 1

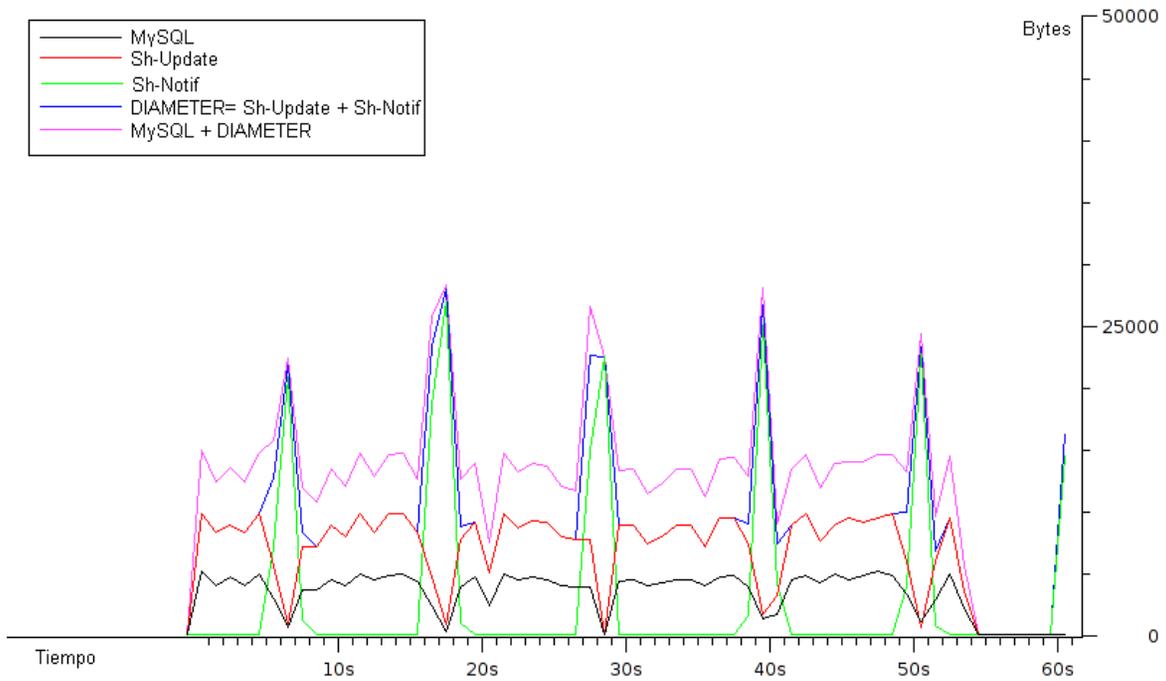
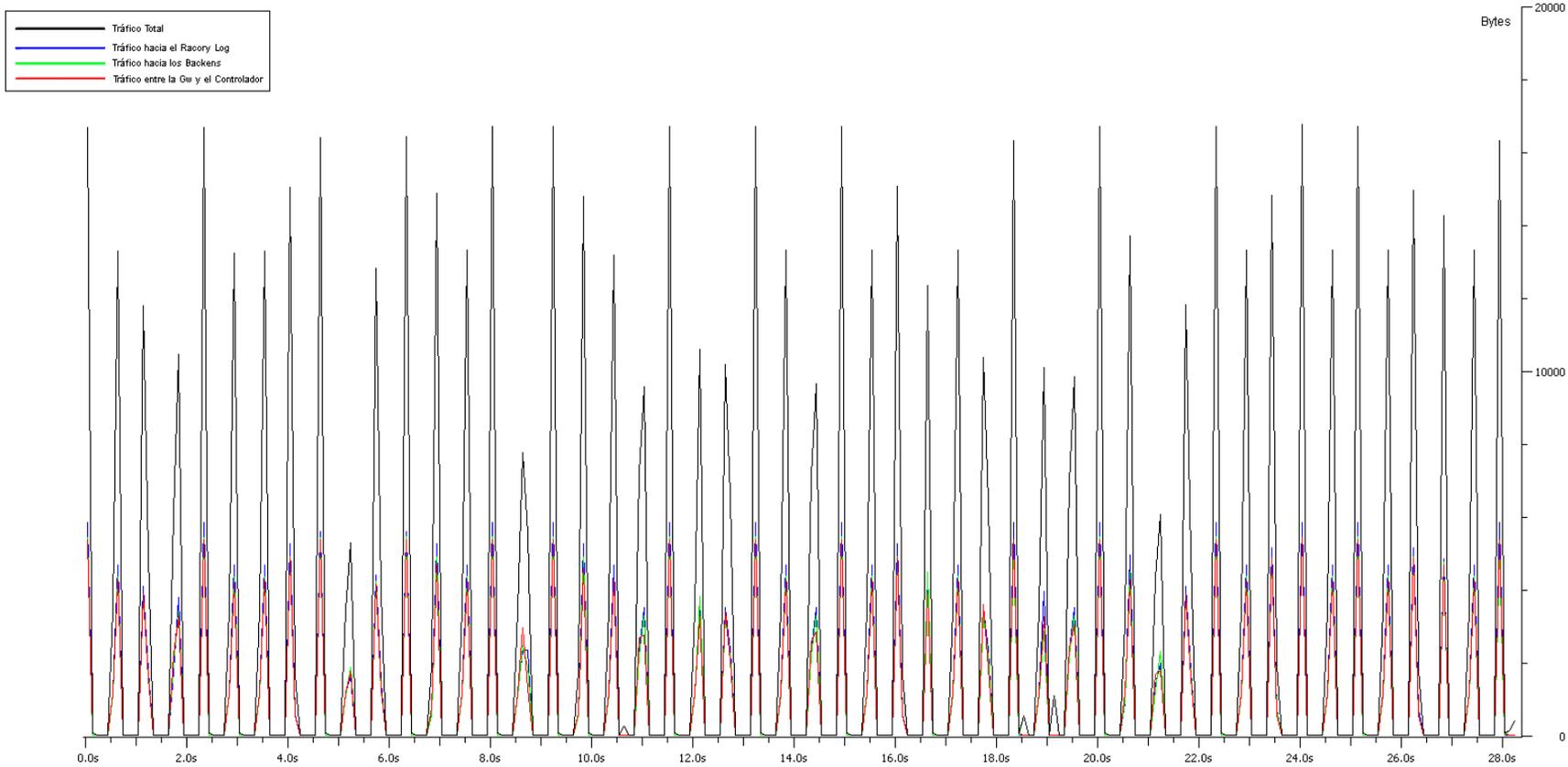


Figura 5-8. Escenario A Captura 1

#### 5.4.1.2 Captura 1. Escenario B

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	28,201
Paquetes	6637
Promedio Paquetes/seg	235,344
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	122,318
Bytes	811826
Promedio Bytes/seg	28786,891
Promedio Mbit/seg	0,230

Tabla 5-2. Resultados Escenario B Captura 1



**Figura 5-9. Escenario B Captura 1**

## 5.4.2 Captura 2

- Número de Usuarios: 50
- Retardo de Actualización: 500 ms.

### 5.4.2.1 Captura 2. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	170,655
<b>Paquetes</b>	15690
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	91,940
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	295,919
<b>Bytes</b>	4642968
<b>Promedio Bytes/seg</b>	27206,752
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,218

Tabla 5-3. Resultados Escenario A Captura 2

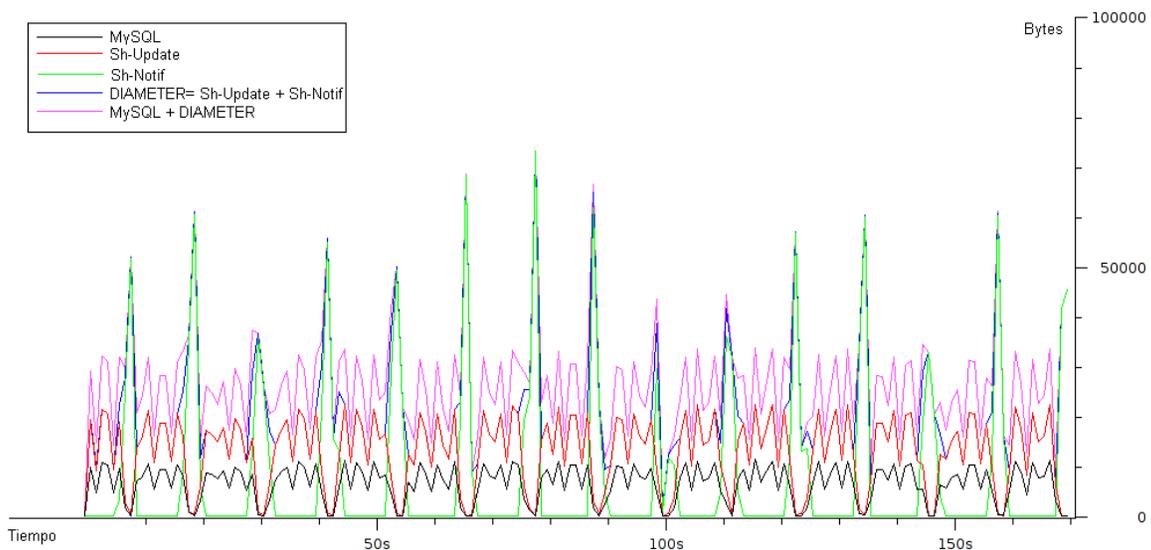


Figura 5-10. Escenario A Captura 2

### 5.4.2.2 Captura 2. Escenario B

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	34,100
Paquetes	31230
Promedio Paquetes/seg	915,842
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	125,139
Bytes	3908105
Promedio Bytes/seg	114607,965
Promedio Mbit/seg	0,917

Tabla 5-4. Resultados Escenario B Captura 2

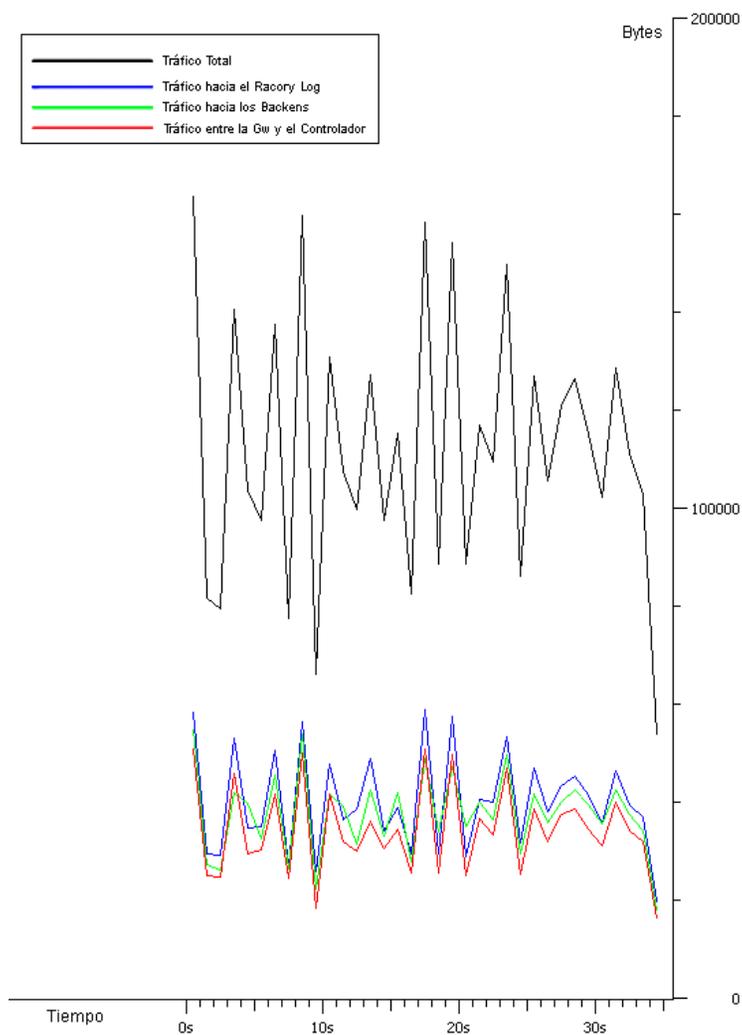


Figura 5-11. Escenario B Captura 2

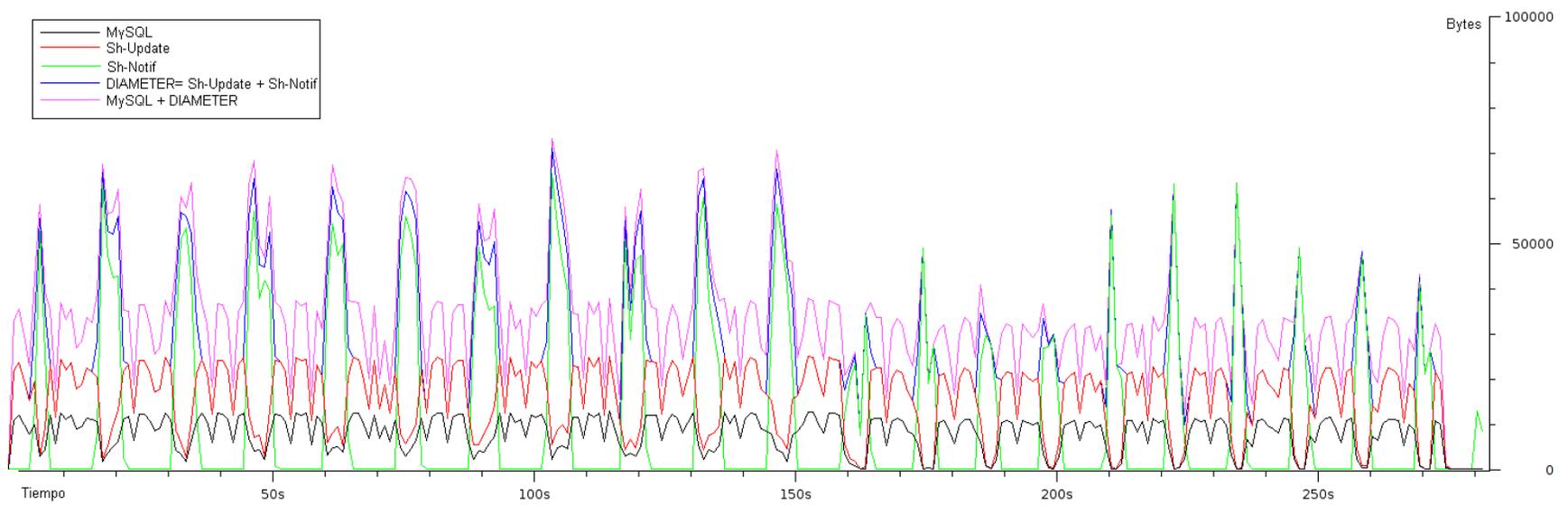
### 5.4.3 Captura 3

- Número de Usuarios: 100
- Retardo de Actualización: 500 ms.

#### 5.4.3.1 Captura 3. Escenario A

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	282,132
Paquetes	32030
Promedio Paquetes/seg	113,528
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	299,912
Bytes	9606182
Promedio Bytes/seg	34048,488
Promedio Mbit/seg	0,272

Tabla 5-5. Resultados Escenario A Captura 3



**Figura 5-12. Escenario A Captura 3**

### 5.4.3.2 Captura 3. Escenario B

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	45,432
Paquetes	62493
Promedio Paquetes/seg	1375,520
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	125,273
Bytes	7828664
Promedio Bytes/seg	172315,061
Promedio Mbit/seg	1,379

Tabla 5-6. Resultados Escenario B Captura 3

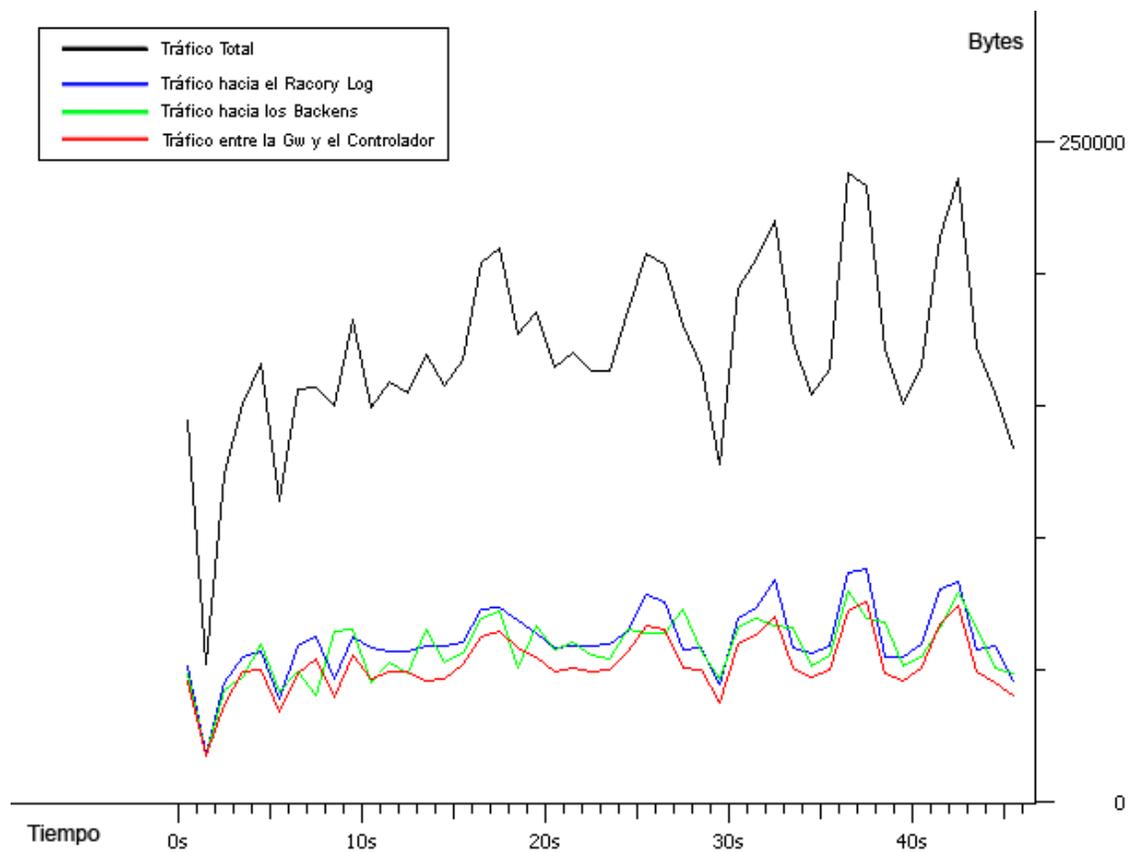


Figura 5-13. Escenario B Captura 3

#### 5.4.4 Captura 4

- Número de Usuarios: 10
- Retardo de Actualización: 250 ms.

##### 5.4.4.1 Captura 4. Escenario A

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	40,923
Paquetes	2953
Promedio Paquetes/seg	72,160
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	291,264
Bytes	860102
Promedio Bytes/seg	21017,567
Promedio Mbit/seg	0,168

Tabla 5-7. Resultados Escenario A Captura 4

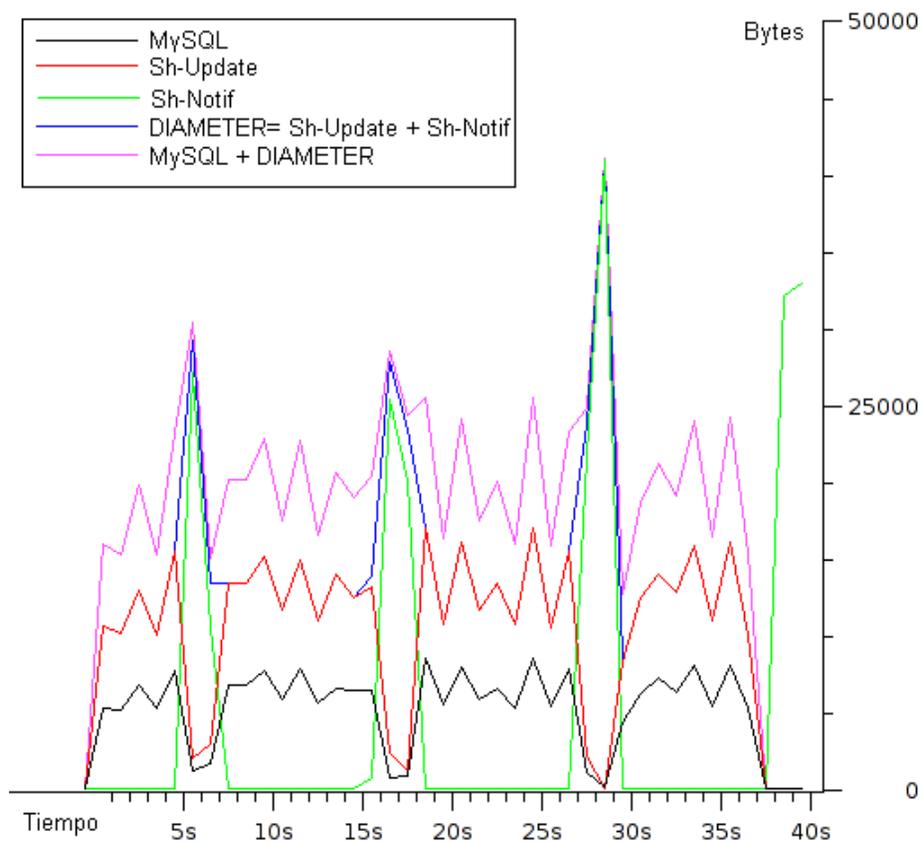


Figura 5-14. Escenario A Captura 4

#### 5.4.4.2 Captura 4. Escenario B

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	15,652
Paquetes	6564
Promedio Paquetes/seg	419,373
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	122,601
Bytes	804751
Promedio Bytes/seg	51415,446
Promedio Mbit/seg	0,411

Tabla 5-8. Resultados Escenario B Captura 4

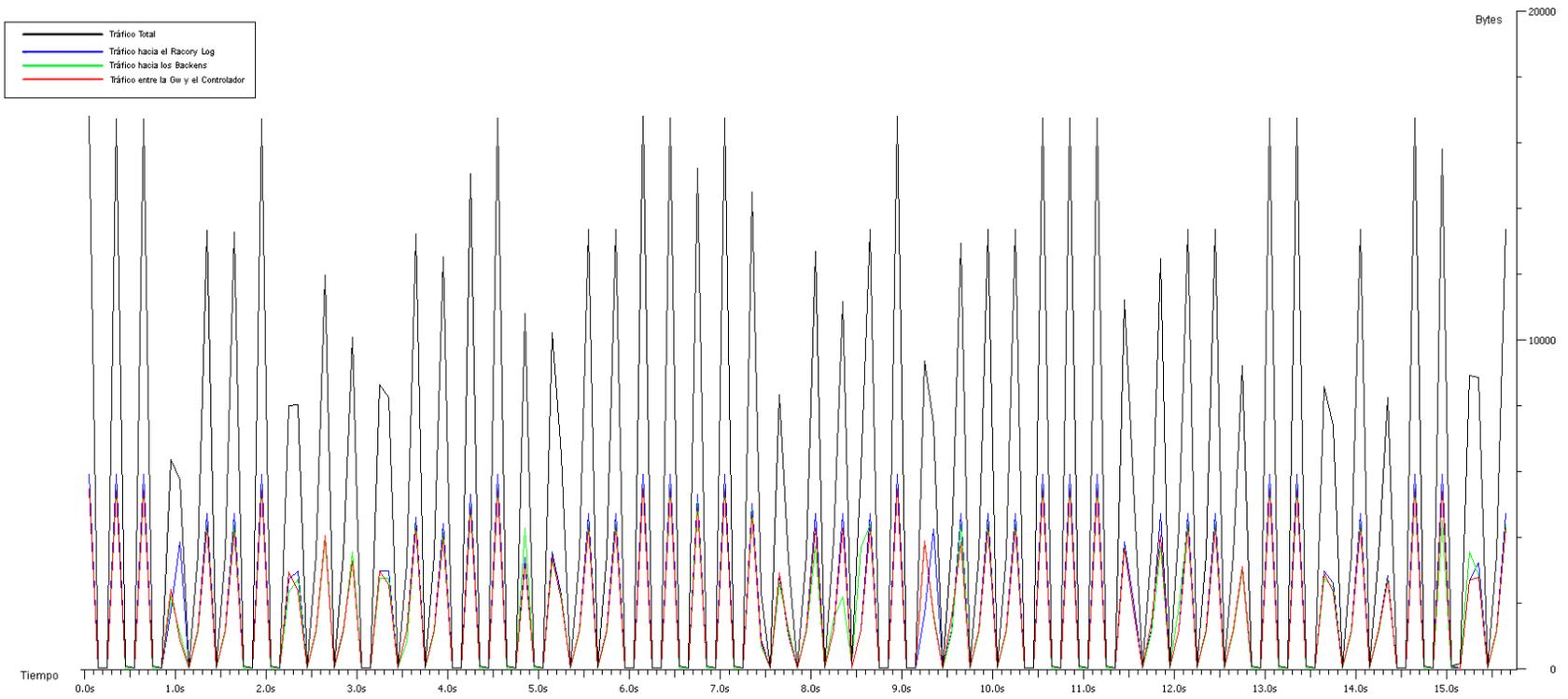


Figura 5-15. Escenario B Captura 4

## 5.4.5 Captura 5

- Número de Usuarios: 50
- Retardo de Actualización: 250 ms.

### 5.4.5.1 Captura 5. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	138,124
<b>Paquetes</b>	16008
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	115,896
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	300,714
<b>Bytes</b>	4813824
<b>Promedio Bytes/seg</b>	34851,367
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,279

Tabla 5-9. Resultados Escenario A Captura 5

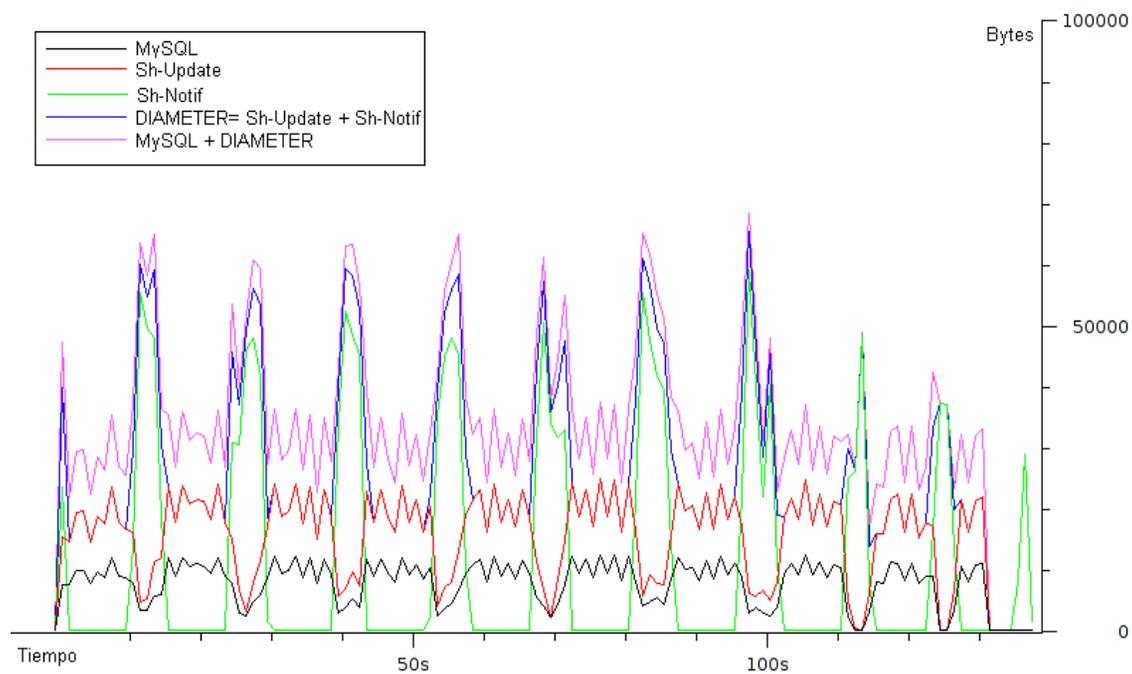
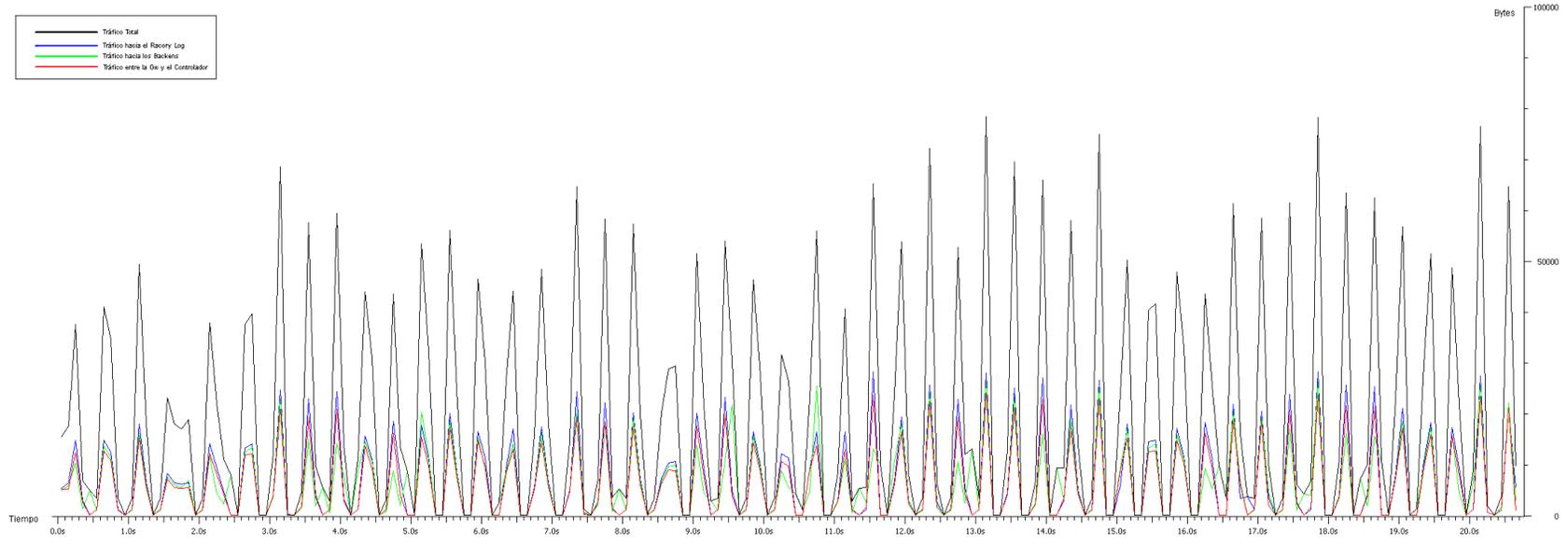


Figura 5-16. Escenario A Captura 5

#### 5.4.5.2 Captura 5. Escenario B

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	20,660
<b>Paquetes</b>	31607
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	1529,836
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	125,173
<b>Bytes</b>	3956357
<b>Promedio Bytes/seg</b>	191494,899
<b>Promedio Mbit/seg</b>	1,532

Tabla 5-10. Resultados Escenario B Captura 5



**Figura 5-17. Escenario B Captura 5**

## 5.4.6 Captura 6

- Número de Usuarios: 100
- Retardo de Actualización: 250 ms.

### 5.4.6.1 Captura 6. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	296,771
<b>Paquetes</b>	31861
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	107,359
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	298,001
<b>Bytes</b>	9494601
<b>Promedio Bytes/seg</b>	31993,041
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,256

Tabla 5-11. Resultados Escenario A Captura 6

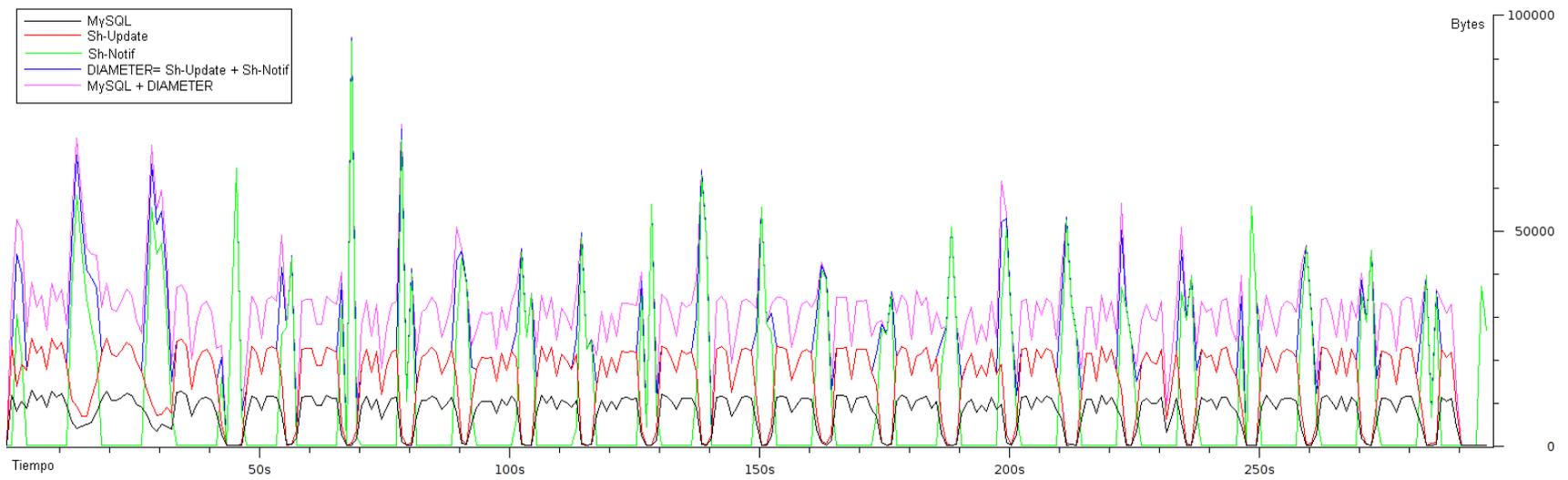


Figura 5-18. Escenario A Captura 6

#### 5.4.6.2 Captura 6. Escenario B

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	27,626
Paquetes	60962
Promedio Paquetes/seg	2206,690
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	125,579
Bytes	7655523
Promedio Bytes/seg	277113,103
Promedio Mbit/seg	2,217

Tabla 5-12. Resultados Escenario B Captura 6

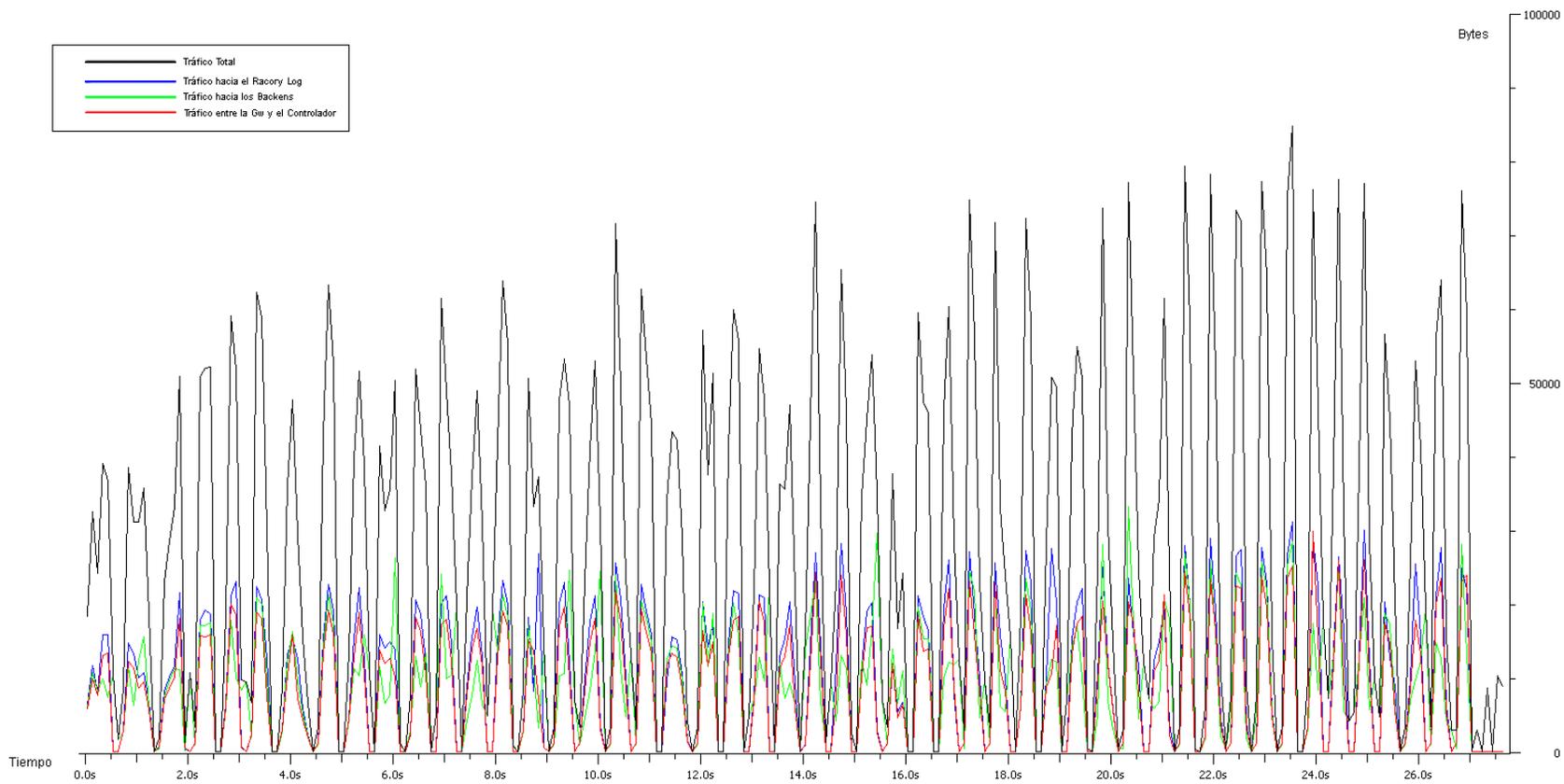


Figura 5-19. Escenario B Captura 6

## 5.4.7 Captura 7

- Número de Usuarios: 10
- Retardo de Actualización: 125 ms.

### 5.4.7.1 Captura 7. Escenario A

Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)	38,180
Paquetes	3150
Promedio Paquetes/seg	82,503
Promedio tamaño de paquetes (Bytes)	298,909
Bytes	941564
Promedio Bytes/seg	24660,920
Promedio Mbit/seg	0,197

Tabla 5-13. Resultados Escenario A Captura 7

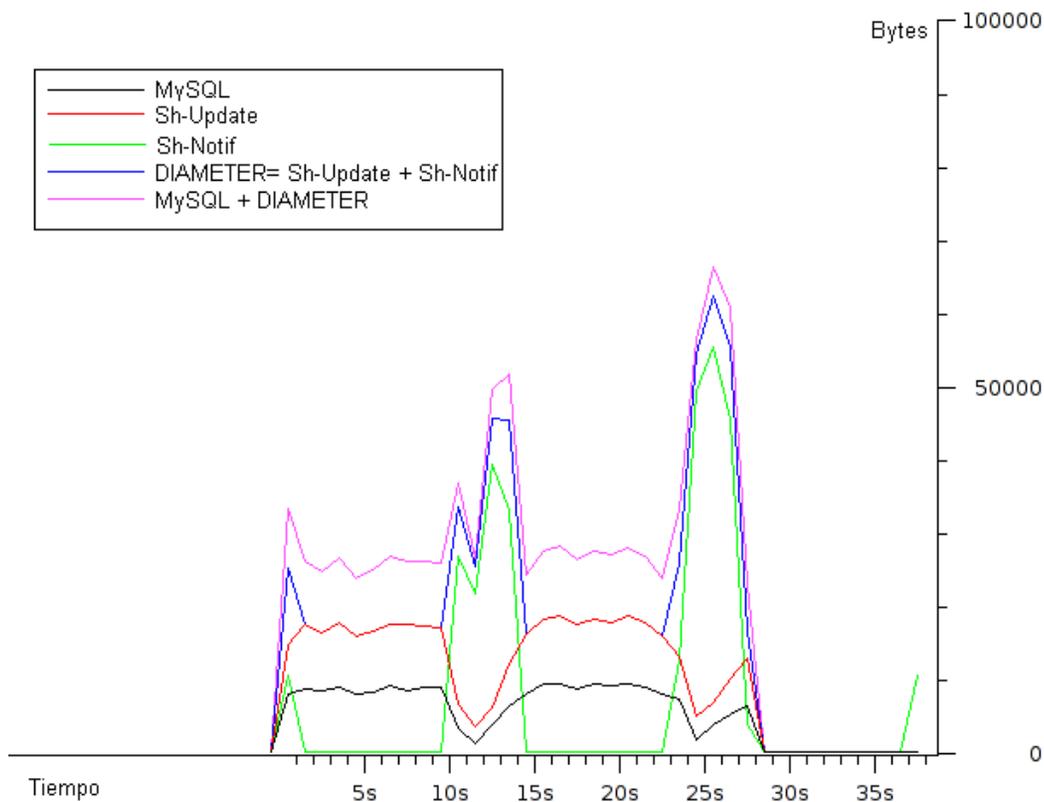


Figura 5-20. Escenario A Captura 7

### 5.4.7.2 Captura 7. Escenario B

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	7,722
<b>Paquetes</b>	6397
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	828,431
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	124,218
<b>Bytes</b>	794622
<b>Promedio Bytes/seg</b>	102905,957
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,823

Tabla 5-14. Resultados Escenario B Captura 7

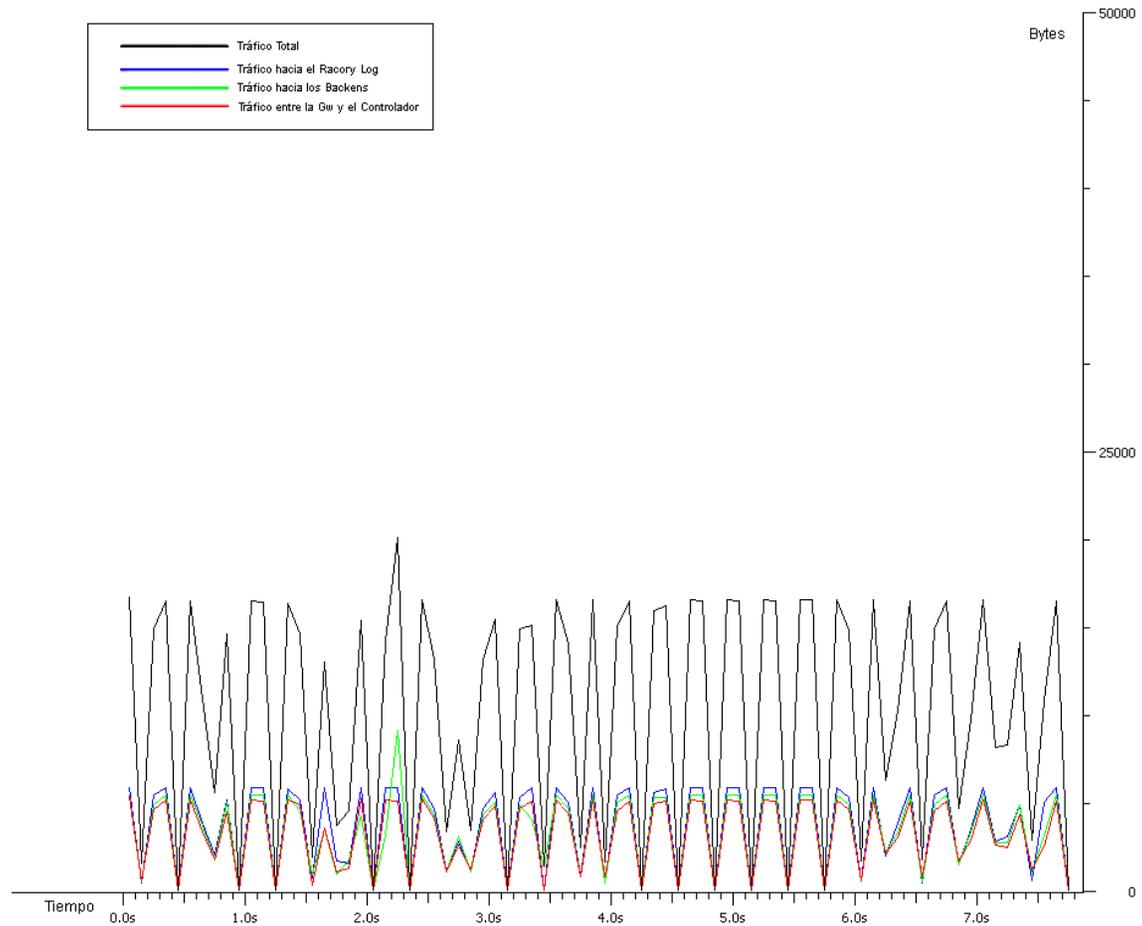


Figura 5-21. Escenario B Captura 7

## 5.4.8 Captura 8

- Número de Usuarios: 50
- Retardo de Actualización: 125 ms.

### 5.4.8.1 Captura 8. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	126,324
<b>Paquetes</b>	16274
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	128,827
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	303,497
<b>Bytes</b>	4939109
<b>Promedio Bytes/seg</b>	39098,602
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,313

Tabla 5-15. Resultados Escenario A Captura 8

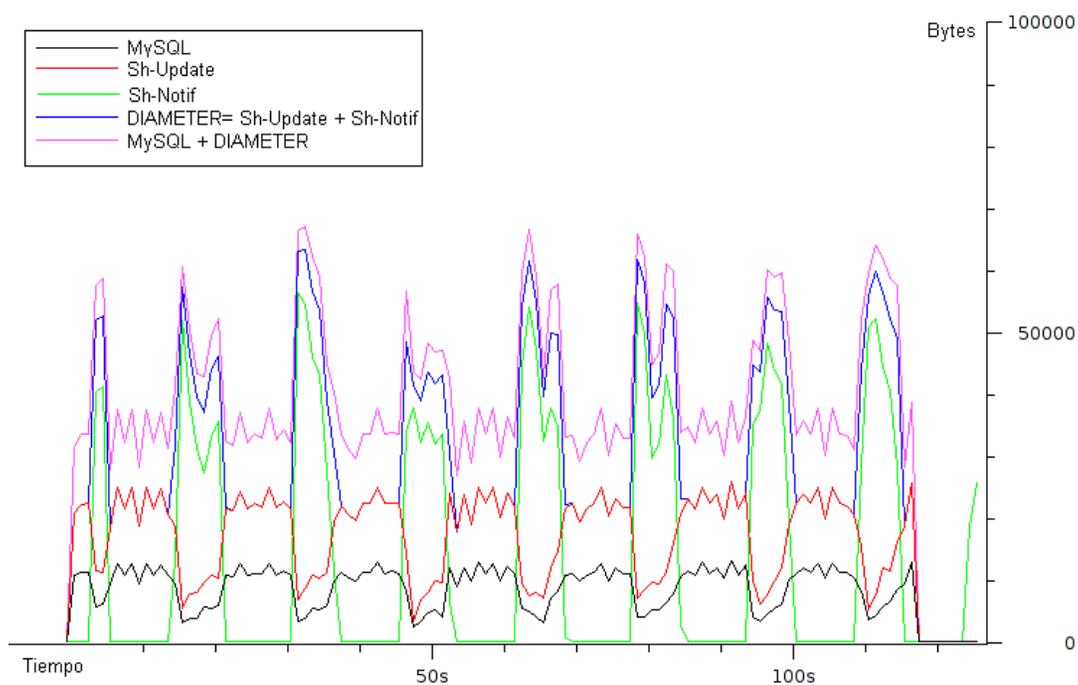


Figura 5-22. Escenario A Captura 8

#### 5.4.8.2 Captura 8. Escenario B

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	12,367
<b>Paquetes</b>	30996
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	2506,264
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	125,579
<b>Bytes</b>	3892462
<b>Promedio Bytes/seg</b>	314735,320
<b>Promedio Mbit/seg</b>	2,518

Tabla 5-16. Resultados Escenario B Captura 8

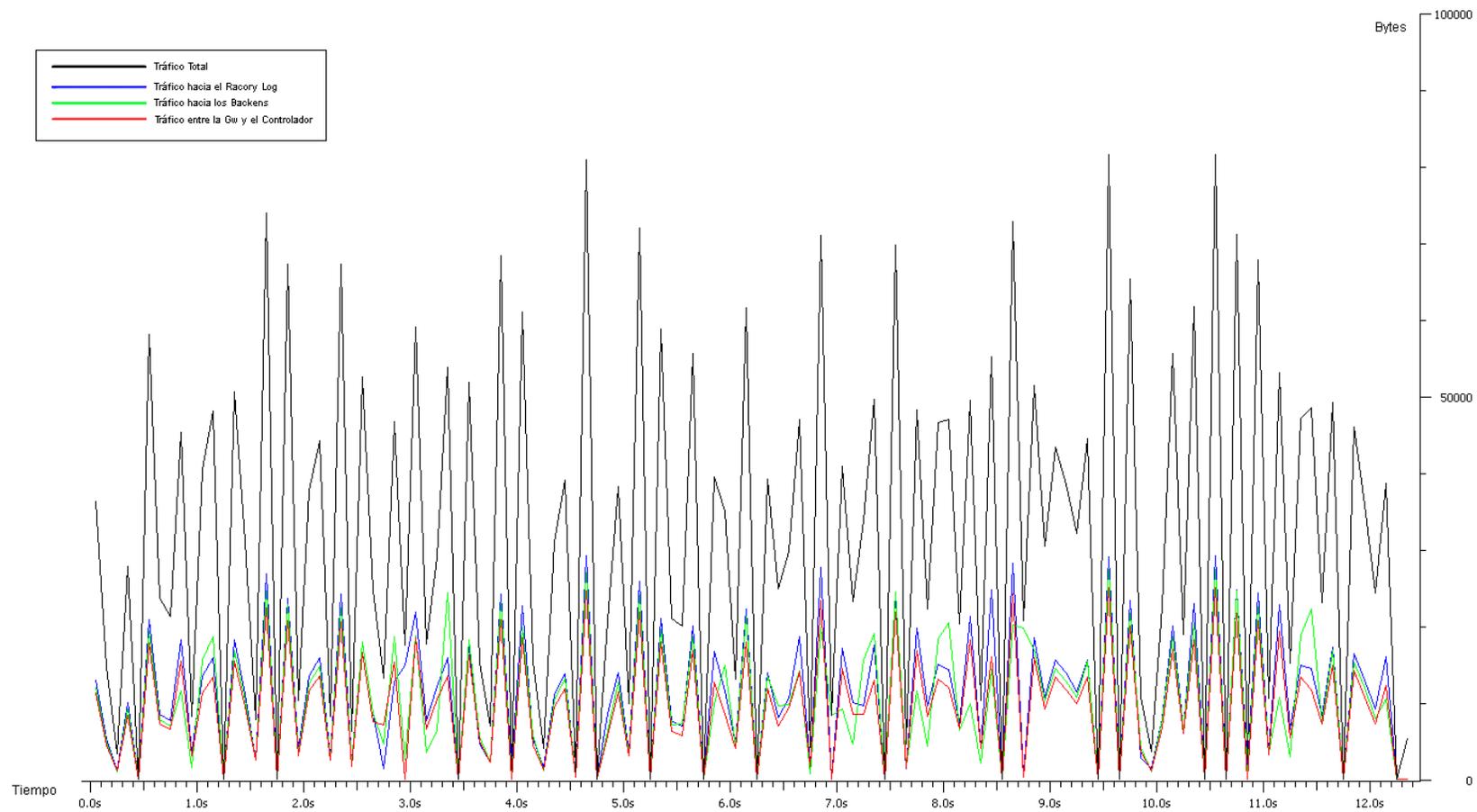


Figura 5-23. Escenario B Captura 8

## 5.4.9 Captura 9

- Número de Usuarios: 100
- Retardo de Actualización: 125 ms.

### 5.4.9.1 Captura 9. Escenario A

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	309,406
<b>Paquetes</b>	32079
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	103,679
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	298,100
<b>Bytes</b>	9562750
<b>Promedio Bytes/seg</b>	30906,784
<b>Promedio Mbit/seg</b>	0,247

Tabla 5-17. Resultados Escenario A Captura 9

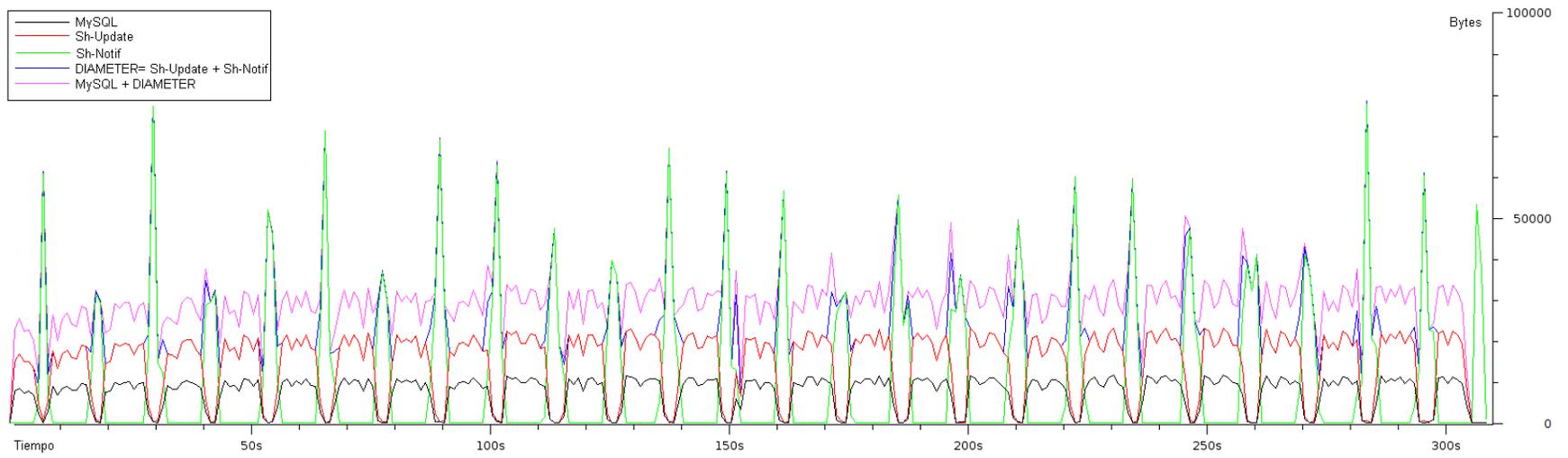


Figura 5-24. Escenario A Captura 9

#### 5.4.9.2 Captura 9. Escenario B

<b>Tiempo entre el primer y el último paquete (segs)</b>	18,501
<b>Paquetes</b>	60775
<b>Promedio Paquetes/seg</b>	3284,975
<b>Promedio tamaño de paquetes (Bytes)</b>	125,747
<b>Bytes</b>	7642291
<b>Promedio Bytes/seg</b>	413076,715
<b>Promedio Mbit/seg</b>	3,305

Tabla 5-18. Resultados Escenario B Captura 9

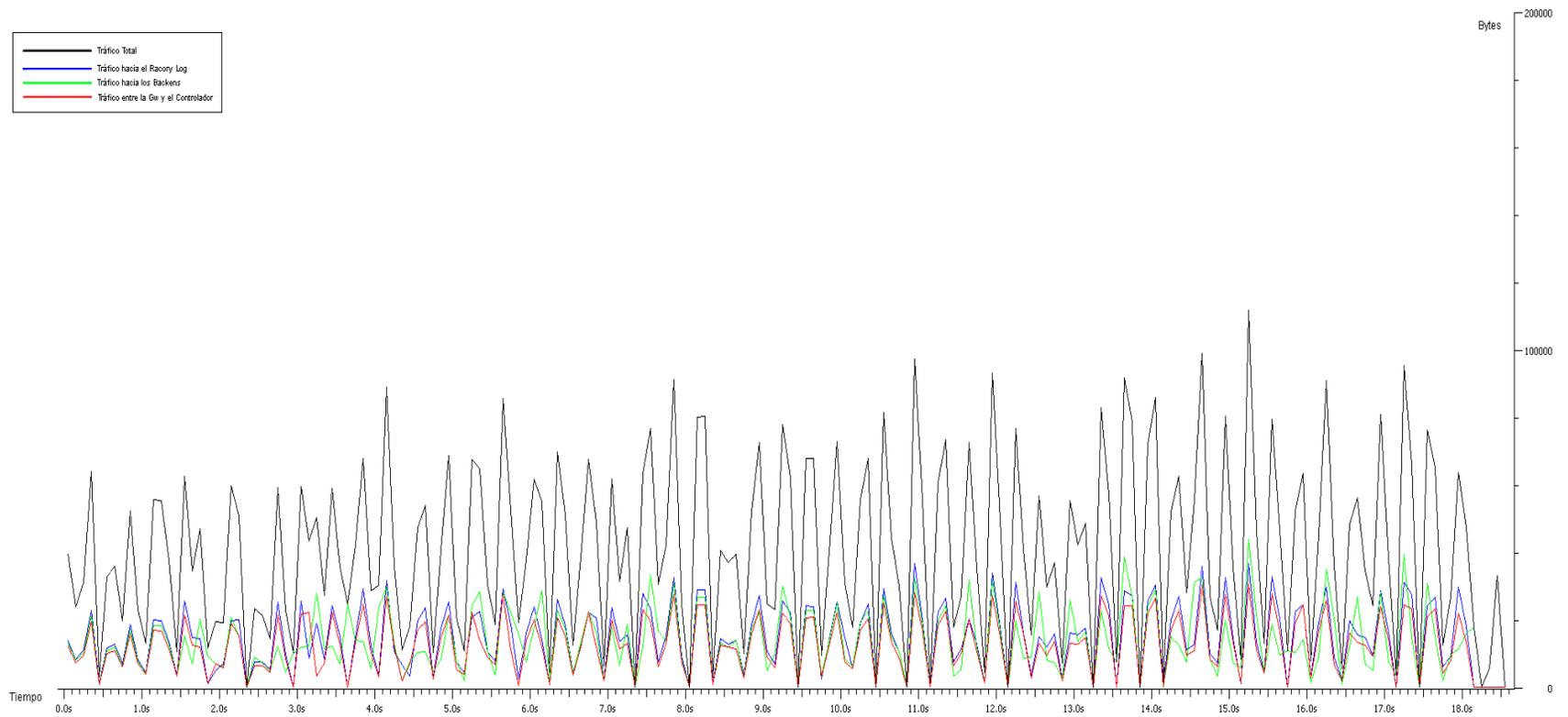


Figura 5-25. Escenario B Captura 9

## 5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados obtenidos se enfocó en la observación del comportamiento de los dos mecanismos en cuanto al tiempo de respuesta y a la carga que se genera en la red, ya que como se expone en el Capítulo III, con la propuesta se pretende mejorar el desempeño de la red en la sincronización de información garantizado al mismo tiempo consistencia en la misma.

### 5.5.1 Análisis Escenario A

Al verificar los resultados obtenidos en las pruebas con el mecanismo de sincronización de información en IMS, se puede observar que el incremento en el número de Bytes al realizar la actualización de la información de tasación no es totalmente lineal conforme el número de usuarios aumenta, lo cual indicaría que existe una pérdida de paquetes, hecho que contribuye a aumentar el *overhead* presente en la red. Estos incrementos pueden afectar el desempeño del sistema de tasación en la medida en que el número de usuario aumente y se realicen procesos de tasación más granulares, que es lo que se espera lograr en torno a la adaptabilidad del sistema propuesto.

Así mismo, al reducir el retardo de actualización, es decir al aumentar el número de transacciones por segundo, también se observa un incremento en el número de Bytes, por lo tanto también existe una pérdida de paquetes ocasionada por la carga sobre los componentes de red, en este caso sobre el FHoSS.

Por otra parte, para los casos en que el número de usuarios es de 10 y 50, el tiempo de respuesta se reduce a medida que se disminuye el retardo de actualización de 500 ms a 250 ms y posteriormente a 125 ms, ya que se intenta realizar las 50 actualizaciones en un menor espacio de tiempo y el FHoSS es capaz de procesar el número de peticiones que le están llegando. Sin embargo, cuando el número de usuarios es de 100, el tiempo de respuesta aumenta mientras el retardo de actualización disminuye indicando que el FHoSS no puede procesar rápidamente las peticiones que le llegan con este número de usuarios. Estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 5-19.

		Retardo de Actualización		
		500 ms	250 ms	125 ms
No de Usuarios	10	61,838	40,923	38,18
	50	170,655	138,124	126,324
	100	282,132	296,771	309,406

Tabla 5-19. Comparación Tiempo de Respuesta en el Escenario A (resultados en segundos)

Se puede determinar un promedio del tiempo que tardan los diferentes componentes del mecanismo de sincronización en procesar un grupo de peticiones de actualización teniendo en cuenta el siguiente análisis.

El número de usuarios también indica el número de peticiones que se envían en un grupo, es decir 10, 50 o 100 peticiones en un grupo y cada grupo se repite 50 veces. Lo que también se varía es el

retardo entre cada grupo de peticiones. Por ejemplo para el caso de un retardo de 250 ms y 50 usuarios, se estaría enviando 4 grupos de 50 peticiones por segundo.

Así, si se toma el tiempo total de respuesta del mecanismo y se divide entre 50, se tendría el tiempo promedio de respuesta para un grupo de peticiones incluido el retardo de actualización. Luego, restando este retardo se tendría un promedio del tiempo del procesamiento de un grupo de peticiones de actualización. La ecuación es la siguiente:

$$PTP = \left( \frac{TTR}{50} \right) - RA$$

PTP= Promedio del Tiempo de Procesamiento

TTR= Tiempo Total de Respuesta

RA= Retardo de Actualización

Como ejemplo se selecciona la prueba con 50 usuarios y un retardo de actualización de 125 ms.

$$PTP = \left( \frac{126,324s}{50} \right) - 0,125s$$

$$PTP = 2,40148s$$

En este caso, el tiempo promedio que se toman los componentes del mecanismo de sincronización para atender un grupo de 50 peticiones cada 250 ms es de 2,40148 segundos, lo que indica claramente que las peticiones se están represando ocasionando un retardo considerable en la actualización de la información en las bases de datos que lo requieren, afectando la disponibilidad de la información para el servicio de tasación.

El tiempo promedio de procesamiento para todas las capturas en el escenario A se condensan en la Tabla 5-20.

		Retardo de Actualización		
		500 ms	250 ms	125 ms
No de Usuarios	10	0,73676	0,56846	0,6386
	50	2,9131	2,51248	2,40148
	100	5,14264	5,68542	6,06312

**Tabla 5-20. Promedio del Tiempo de Procesamiento de las Peticiones de Actualización en el Escenario A (resultados en segundos)**

Observando los valores de la Tabla 5-20, se puede inferir que en ninguno de los casos analizados se pueden completar las operaciones antes de que llegue otro grupo de peticiones de actualización, ocasionando retardos y posibles inconsistencias en la información.

En las gráficas del tráfico capturado en el Escenario A se aprecia que el proceso Sh-Update se hace casi en forma constante, lo que quiere decir que las peticiones de actualización de información desde el WLSS GW hasta el FHoSS se llevan a cabo una detrás de otra.

Sin embargo, el proceso Sh-Notif que actualiza la información desde el FHoSS al WLSS se lleva a cabo aproximadamente cada 11 segundos aunque la información ya esté lista para replicarse. Esto genera un aumento del tráfico en la red en forma de picos que no superan los tres segundos y en donde se envía toda la información actualizada al WLSS.

Por lo tanto, aunque un grupo de peticiones de actualización tarde en procesarse 2.5 segundos, la información en el WLSS no va a estar disponible si no después de que se cumpla el período de 11 segundos que los desarrolladores del FHoSS han determinado para repetir el proceso Sh-Notif. Aunque este período se lo puede configurar, los mismos desarrolladores recomiendan no disminuirlo con el objetivo de evitar sobrecargar aún más el FHoSS.

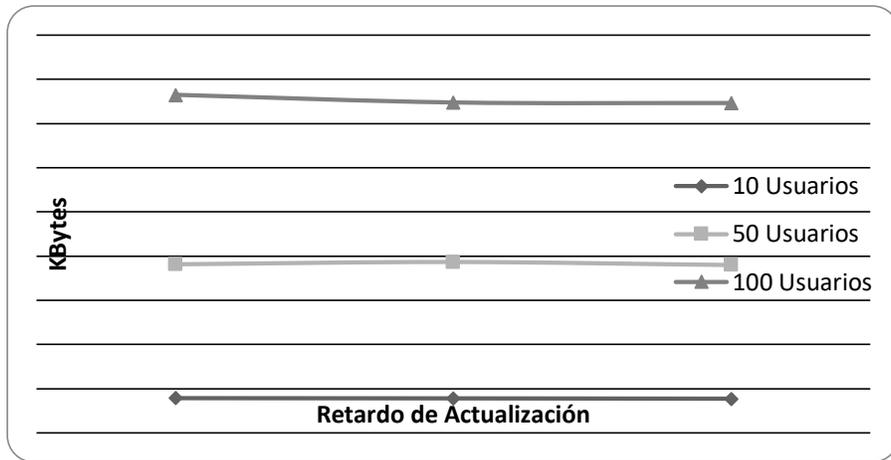
Pasando a un análisis más puntual, para el caso del servicio simulado de localización que se ha seleccionado, se puede plantear un ejercicio imaginando un usuario en un automóvil que se mueve a 80 Km/h, es decir que este usuario se estaría moviendo 11,11 metros en 500 ms. Así, si las actualizaciones de las coordenadas de localización se realizaran cada 500 ms, el usuario se encontraría desplazado 11,11 metros de su ubicación anterior.

El rango de exactitud de los sistemas *Global Positioning System* (GPS) es de entre 10 y 15 metros, por lo tanto si se actualiza la información cada 500 ms para un usuario que se mueve a 80 Km/h, se estaría dentro de ese margen.

Entonces, observando los resultados obtenidos se aprecia que el retardo introducido por el mecanismo en cuestión es mayor a los 500 ms, lo cual aumenta el error en el rango de exactitud del GPS, ya que en un momento dado en las bases de datos se dispondría de las coordenadas que el usuario tuvo hace algunos segundos o fracciones de segundo dependiendo de la carga de la red. Con este tipo de desviaciones se estaría incurriendo en un error que puede afectar la eficiencia del sistema de tasación en “tiempo real”, además que afectaría el despliegue de servicios críticos, como lo son los servicios de emergencias, por lo que se puede concluir que es un aspecto de comportamiento factible de ser mejorado.

### **5.5.2 Análisis Escenario B**

Con el mecanismo de sincronización de información propuesto se observa que el número de Bytes se mantiene casi constante, mientras el retardo de actualización varía, lo que indica que los componentes de red procesan de forma adecuada las peticiones que se están generando. Estos resultados se los puede apreciar en la Figura 5-26.



**Figura 5-26. Comparación del Número de KBytes variando el Retardo de Actualización y con el Número de Usuarios Constante en el Escenario B.**

También, el crecimiento en el número de Bytes conforme el número de usuarios se incrementa tiene una tendencia casi lineal, mostrando un leve aumento en *overhead* por la regeneración de paquetes perdidos.

A medida que el número de peticiones por segundo aumenta, es decir que el retardo de actualización disminuye y el número de usuarios crece, se aprecia una disminución en el tiempo total de respuesta, lo que quiere decir que el mecanismo atiende eficientemente todas las peticiones de actualización hasta en el caso más crítico que se ha probado. La comparación de los resultados se encuentra en la Tabla 5-21.

		Retardo de Actualización		
		500 ms	250 ms	125 ms
No de Usuarios	10	28,201	15,652	7,722
	50	34,1	20,66	12,367
	100	45,432	27,626	18,501

**Tabla 5-21. Comparación Tiempo de Respuesta en el Escenario B (resultados en segundos)**

En la Tabla 5-22 se compilan los valores del tiempo promedio de procesamiento de un grupo de peticiones de actualización en el Escenario B. Se observa que los valores se encuentran en casi todos los casos por debajo del valor de retardo de actualización, lo que quiere decir que los componentes de mecanismo alcanzan a procesar el grupo de peticiones de actualización antes que se genere otro, con lo se garantiza la sincronización oportuna y consistente de la información.

Retardo de Actualización

		500 ms	250 ms	125 ms
No de Usuarios	10	0,06402	0,06304	0,02944
	50	0,182	0,1632	0,12234
	100	0,40864	0,30252	0,24502

**Tabla 5-22. Promedio del Tiempo de Procesamiento de las Peticiones de Actualización en el Escenario B (resultados en segundos)**

La excepción se presenta en los casos de 100 usuarios con 250 ms y 125 ms de retardo de actualización. Aquí, el tiempo de procesamiento del grupo de peticiones es mayor al valor del retardo, por lo que la información presente en las bases de datos va a corresponder a una versión inmediatamente anterior a la que debería estar presente.

En algunas gráficas de las capturas es posible apreciar el comportamiento para cada grupo de peticiones de actualización. Aquellos picos más pronunciados corresponden a las actualizaciones que tienen la mejor respuesta en el tiempo, aunque generan mayor tráfico en la red en ese momento.

También se puede ver que el tráfico entre el WLSS GW y el Controlador, el tráfico hacia el Recovery Log y el tráfico hacia los *Backends* tienen un comportamiento idéntico cuando se presentan las mejores respuestas en el tiempo. Sin embargo, cuando por alguna razón alguno de estos tráficos cambia de comportamiento se deteriora la respuesta en general.

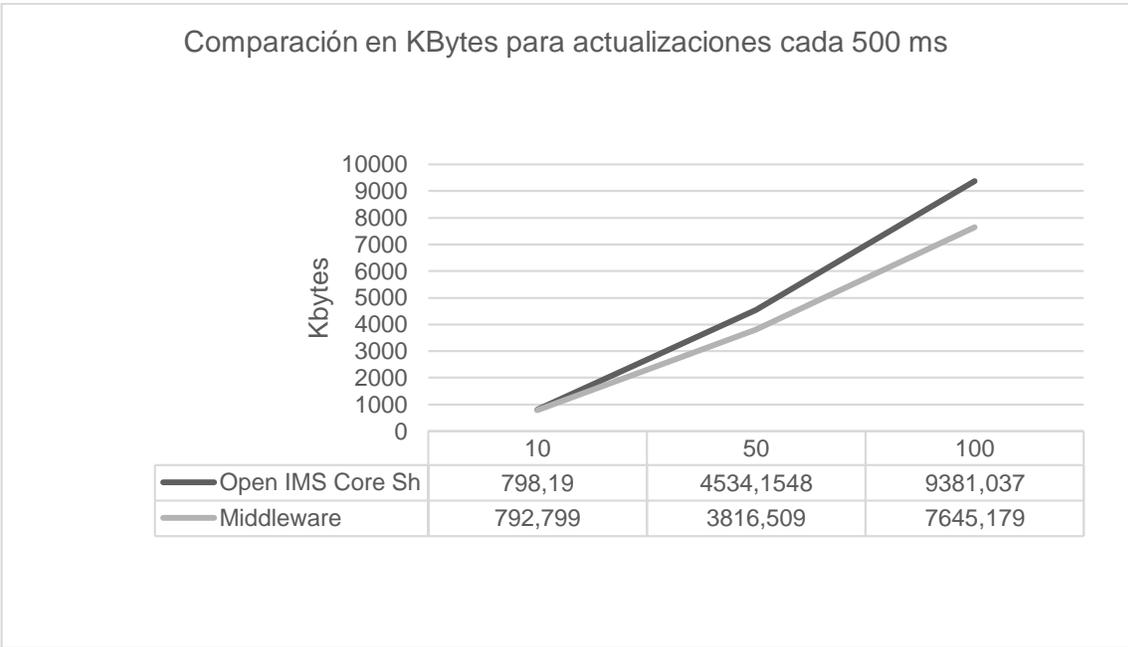
Así, en las capturas con 100 usuarios y período de actualización de 250 ms y 125 ms se puede ver que en ciertos momentos el procesamiento de los mensajes no es el mejor, generando retrasos en las siguientes actualizaciones.

De todas formas para el caso del servicio simulado de localización, con un usuario que se mueve en un automóvil a 80 Km/h se puede asegurar que las coordenadas que se tienen en las bases de datos del WLSS y del FHoSS corresponden a la ubicación actual ya que el mayor retardo que se introduce es de 0,40864 segundo correspondiente a 9,08 metros, que es una distancia menor a la resolución del GPS. Por lo tanto aunque el retardo esté presente, éste no va a ser relevante dado que una variación en la posición menor a 10 metros no es detectable por el GPS.

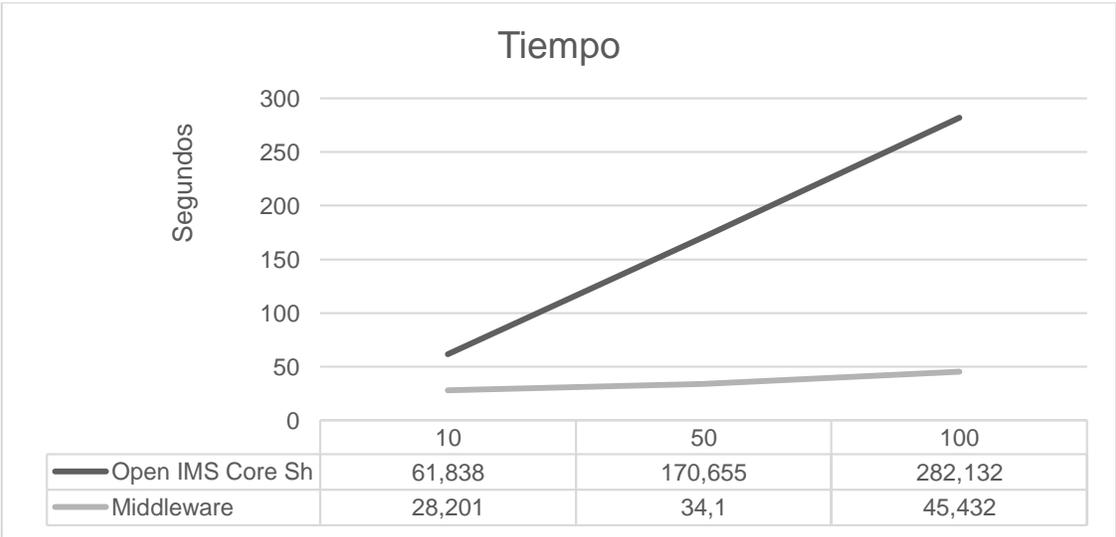
### 5.5.3 Análisis comparativo entre los dos escenarios

Para complementar la validación del prototipo del mecanismo de sincronización propuesto, se consideró pertinente realizar una comparación con el mecanismo de sincronización de IMS usando la interfaz Sh, con el propósito de verificar el comportamiento de la propuesta frente a una implementación que ya se encuentra definida para una arquitectura de las NGN.

Para cada uno de los retardos de actualización se muestran los resultados obtenidos del número de Bytes total y tiempo de respuesta con su respectiva comparación.



**Figura 5-27. Comparación de desempeño con un período de actualización de 500 ms**



**Figura 5-28. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 500 ms**

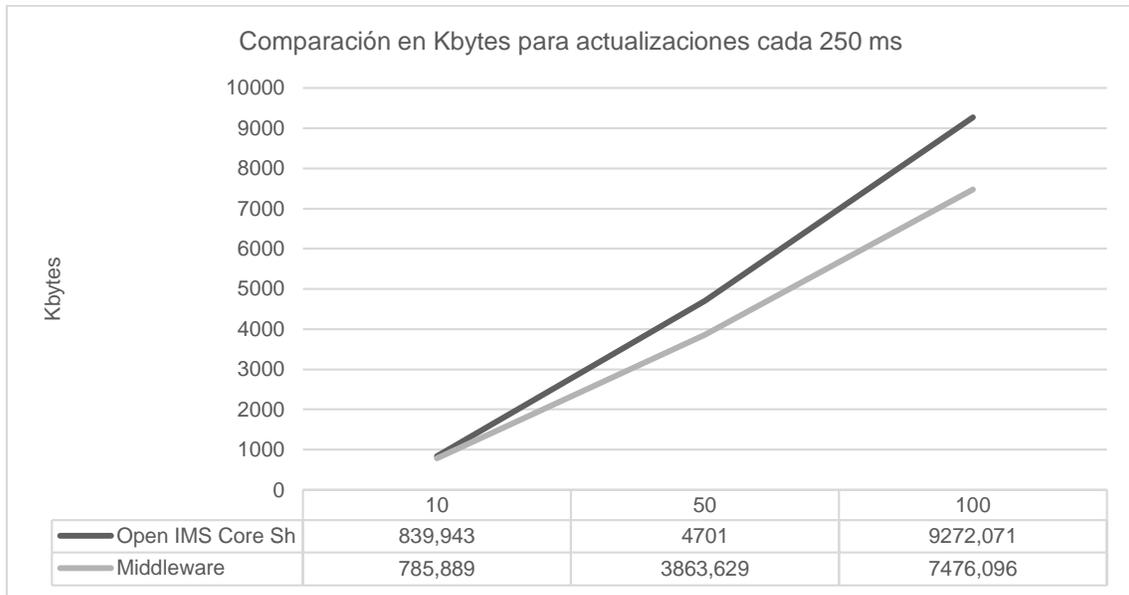


Figura 5-29. Comparación de desempeño con un período de actualización de 250 ms

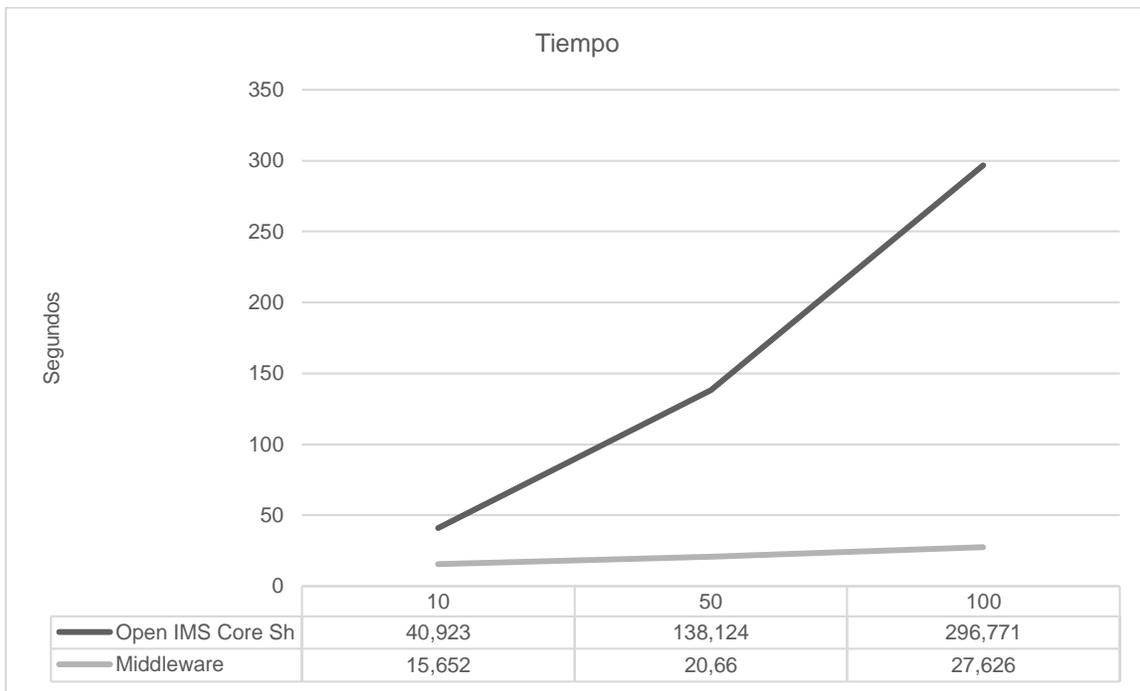
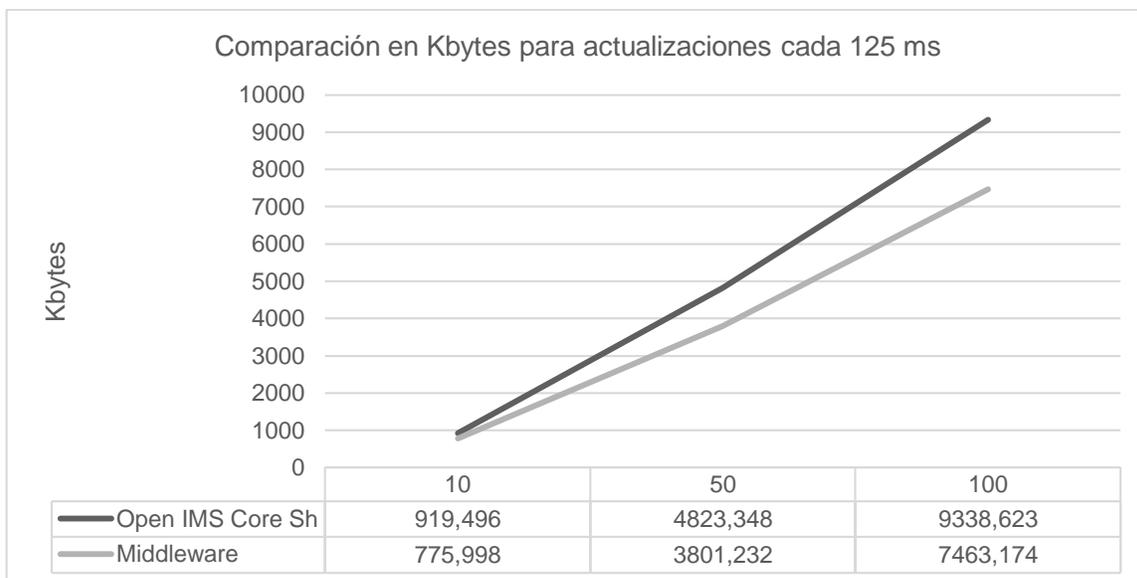
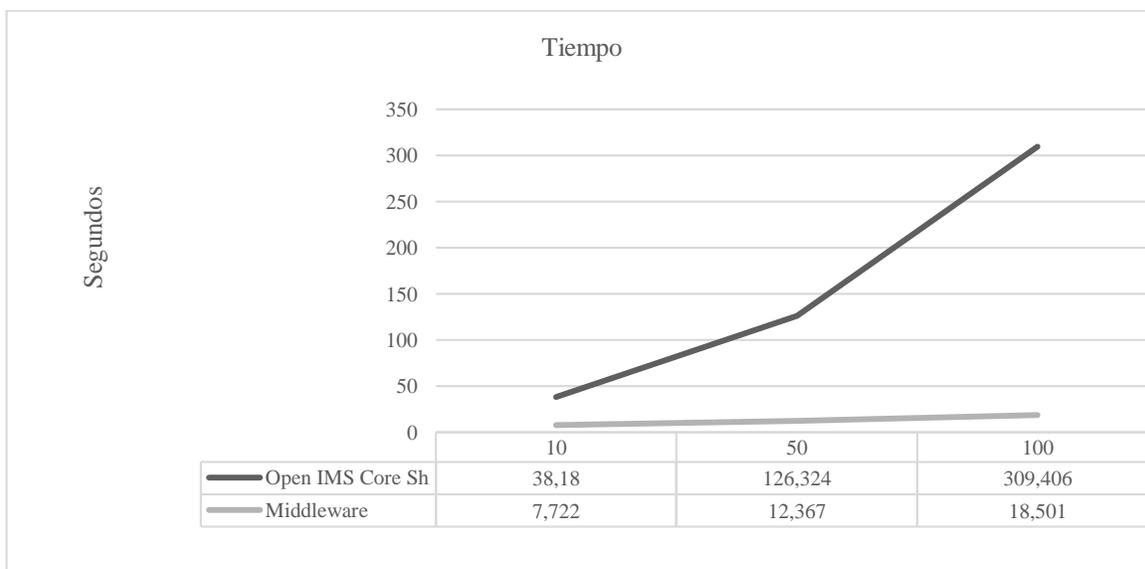


Figura 5-30. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 250 ms



**Figura 5-31. Comparación de desempeño con un período de actualización de 125 ms**



**Figura 5-32. Comparación en tiempo con periodo de actualización de 125 ms**

Con los valores presentados en las Figuras 5-27 a 5-32 se puede confirmar un mejor comportamiento del mecanismo propuesto respecto al mecanismo propio de IMS, mejorando su respuesta en el tiempo en hasta 16 veces para el caso de mayor exigencia y siempre estando por debajo en número de Bytes generados.

Así, entre mayor es la carga para los componentes, mayor es la diferencia del desempeño de la propuesta frente al mecanismo de IMS corroborando las ventajas de las arquitecturas *middleware* en entornos donde se requiere de una alta escalabilidad.

A pesar que estas arquitecturas *middleware* introducen *overhead*, se observa que la propuesta presentada genera aproximadamente un 20% menos de Bytes que el mecanismo de IMS, mientras

se ofrece una considerable mejora en la respuesta en el tiempo y se garantiza la consistencia de la información.

Con estos datos, se puede concluir que el modelo de tasación que se propone dispondrá de la información suficiente de manera oportuna. El *middleware* de replicación sincroniza la información de tasación de manera eficiente optimizando el uso de los recursos de la red al producir un menor *overhead*. De esta manera, el mecanismo de sincronización de información propuesto, cumple el objetivo de poner a disposición de los procesos de tasación los datos provenientes de los diversos servidores de aplicación de una manera sencilla y poco intrusiva, convirtiendo esta propuesta en una solución viable para ser implementada por los operadores de telecomunicaciones.

## CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

### 6.1 Conclusiones

Después de validar el prototipo con la implementación del mecanismo propuesto y con el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de funcionalidad y desempeño, se logró llegar a una serie de conclusiones que se desglosan a continuación:

- La información requerida para la tasación de los servicios que se requiere actualmente, va más allá de la mera información necesaria para la facturación. Cada vez es mayor la necesidad de contar con sistemas que se adapten a las necesidades de los usuarios para lo cual es importante conocer las características de uso de los servicios de cada uno de los clientes.
- El sistema de tasación propuesto y su implementación se puede decir que fue exitoso. Cumple con los criterios exigidos, se adapta a un entorno convergente y proporcionar una arquitectura adaptable a las diversas condiciones que se pueden definir dentro del ecosistema de los servicios IPTV.
- Los operadores de red podrían definir sus políticas de tasación de una manera más sencilla y rápida, puesto que la información estaría disponible y las interfaces para su interacción siguiente esta propuesta serían más fácilmente implementables.
- El sistema de tasación propuesto incorpora como uno de sus ejes la disponibilidad de la información necesaria para realizar los procesos de tasación, de tal manera que esta se pueda implementar de una manera flexible, oportuna y dinámica.
- El sistema de tasación propuesto identifica la gran cantidad de información que se maneja a nivel de servicio que actualmente no se ha considerado y que se encuentra dispersa entre los diversos servidores de aplicación existentes en la red y propone una forma de que esta información esté disponible de manera oportuna.
- La sincronización de la información de tasación a nivel de servicio en el entorno IMS es un proceso factible de mejoras en cuanto al desempeño de la red y consistencia de los datos, sí se hace uso de las propuestas provenientes del campo de los Sistemas de Bases de Datos Distribuidos (DDBS - *Distributed DataBase Systems*).
- La incorporación de una plataforma *middleware* que implemente *group communication* y especializada en la sincronización de datos, permite un uso más eficiente de los recursos de red, y al mismo tiempo provee la facilidad de integración con los repositorios de datos de redes heredadas.
- Para el mecanismo de sincronización propuesto, el *overhead* introducido de forma inherente por hacer uso de una plataforma *middleware* es aceptable si se realiza una comparación del tráfico que se produce al hacer uso de mecanismos propios de IMS.
- Para la prestación de servicios en los cuales es necesario realizar tasación on-line, se debe tener en cuenta el alto dinamismo de la información y la exigencia de una fuerte consistencia en la misma, lo que hace viable el uso de alternativas como las soluciones *middleware* con *group communication* para la actualización de datos de usuario, ya que se pueden mejorar considerablemente los tiempos de respuesta, traduciéndose esto en un servicio más eficiente y agradable para el usuario final.
- La independencia de proveedores de motores de bases de datos que admiten las plataformas *middleware*, permite integrar de forma rápida y eficiente los diferentes

repositorios de información existentes en IMS, sin presentar una alta exigencia en la compatibilidad de las plataformas que estos usen.

- La introducción de una plataforma *middleware* como mecanismo de sincronización en el entorno de las NGN no implica la realización de cambios drásticos en la configuración de los componentes red por lo que es viable llevar su implementación a cabo en un entorno real.
- El uso de herramientas *open source* facilita el desarrollo de este tipo de proyectos, ya que estas permiten realizar cambios sustanciales a sus componentes sin necesidad de tener que pagar por licencias de ningún tipo. Además el apoyo encontrado en las comunidades, tanto de desarrolladores como de usuarios de estas herramientas, es muy grande y permite dar a conocer el trabajo que se viene desarrollando así como compartir experiencias con gente de todo el mundo.

## 6.2 Trabajo Futuro

A continuación se presentan algunos trabajos que se pueden considerar para continuar y aportar a la propuesta aquí presentada.

- Agregar elementos de seguridad a las conexiones que se establecen entre los repositorios de información que usan el mecanismo propuesto en este trabajo. Por ejemplo implementando túneles VPN ó esquemas de cifrado y realizar conjuntamente un análisis del desempeño que se obtiene.
- Realizar una adaptación a bajo nivel de las primitivas de *group communication* sobre protocolos estandarizados para procesos AAA (*Authentication, Authorization, and Accounting*), como es el caso de los protocolos DIAMETER y LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*), ampliamente conocidos y utilizados en arquitecturas NGN.
- Usar este sistema propuesto como fuente de información para implementar las políticas de tasación incorporando nuevas tecnologías como el *machine learning* y el *big data*.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bertin, E., Stakes of Next-Generation Communication Services, aict-sapir-elete, pp. 15-20, Advanced Industrial Conference on Telecommunications/Service Assurance with Partial and Intermittent Resources Conference/ELearning on Telecommunications Workshop (AICT/SAPIR/ELETE'05), 2005.
- [2] B. Raouyane, M. Bellafkih, and D. Ranc, "QoS Management in IMS: DiffServ
- [3] M. Vargas, E. Cadena. "Revisión de los mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) sobre IP Multimedia Subsystem (IMS) ". Ingeniería y Desarrollo. Vol 35. 2017. Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/7933/9565>
- [4] Model", in 2009 Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, 2009, pp. 39-43.
- [5] Model", in 2009 Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, 2009, pp. 39-43.
- [6] Model", in 2009 Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, 2009, pp. 39-43.
- [7] Services and Technologies, 2009, pp. 39-43.
- [8] 4Travis Russell. "The IP Multimedia Subsystem (IMS):Session Control and Other Network Operations". Editorial McGraw-Hill. 2008.
- [9] IP Multimedia Subsystem (IMS) Handbook. Editado por Syed A. Ahson, Mohammad Ilyas. Editorial Taylor & Francis Group.2009
- [10]3GPP. "Network architecture", Release 8, TS 23.002, 3rd Generation Partnership Project (3GPP)
- [11]G. Camarillo, M.A Garcia-Martín, The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS) Mergin the internet and cellular worlds, Second Edition , John Wiley & Sons, 2006.
- [12]A. Cuevas, C. García. Los pilares de las redes 4G: QoS, AAA y Movilidad. [En Línea]. Disponible: <http://www.ist-mobydick.org/publications/telecom02.pdf> [Consulta: Julio de 2007].
- [13]3GPP. IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 8). Technical Specification 23.228 Versión 8.0.0, 2007.
- [14]3GPP. Organization of Subscriber Data. Technical Specification 23.008 Version 7.6.0, 2007.
- [15]S. GIOIA. Understanding the Home Subscriber Server (HSS) Sh interface. BEA Weblogic, sep 2006. [En Línea] Disponible: <http://dev2dev.bea.com/pub/a/2006/10/home-subscriber-server.html?page=1> [Consulta: Febrero de 2008].
- [16]3GPP. Sh Interface based on the Diameter protocol; Protocol Details (Release 8). Technical Specification 29.329 Versión 8.1.0, 2008.
- [17]3GPP. IP Multimedia (IM) Subsystem Sh interface; Signalling flows and message contents (Release 8). Technical Specification 29.328 Versión 8.1.0, 2008.
- [18]3GPP. Service Aspects; Service Principles. Technical Specification 22.101 Versión 7.9.0, 2007.
- [19]Solid Information Technology. Network Operators Must Address New Data Management Challenges of IMS. 2007. [En Línea]. Disponible: <http://www.solidtech.com/pdfs/IMSSolutionSheet.pdf> [Consulta: Julio 2007].
- [20]3GPP. Service Requirement for the 3GPP Generic User Profile (GUP); Stage 1. Technical Specification 22.240 Versión 6.5.0, 2005.
- [21] Yang Xiao, Xiaojiang Du, Jingyuan Zhang, Fei Hu, Sghaier Guizani, "Internet Protocol Television (IPTV): The Killer Application for the Next-Generation Internet.", IEEE Communications Magazine, November 2007, Volume: 45, Issue: 11, page(s): 126-134.

- [22]Eugen Mikoczy, Slovak Telekom, a.s. Dmitry Sivchenko and Bangnan Xu, Deutsche Telekom Jose I. Moreno, University Carlos III de Madrid, "IPTV Services over IMS: Architecture and Standardization".
- [23]Kurtansky P, Stiller B. State of the art prepaid charging for IP services. *Wired/Wireless Internet Communications, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3970. Springer, 2006; 143–154.
- [24]Karnouskos S. Mobile payment: A journey through existing procedures and standardization initiatives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 2004; 6(4):44–66
- [25]Gizelis C, Vergados D. A survey of pricing schemes in wireless networks. *IEEE Communications Surveys Tutorials* 2011; 13(1):126 –145, doi:10.1109/SURV.2011.060710.00028.
- [26]Hakala H, Mattila L, Koskinen JP, Stura M, Loughney J. Diameter credit-control application. RFC 4006, 2005.
- [27]. Vocabulary for 3GPP specifications. 3GPP TS 21.905.
- [28]Kurtansky P, Stiller B. State of the art prepaid charging for IP services. *Wired/Wireless Internet Communications, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3970. Springer, 2006; 143–154.
- [29] Ezziane Z. Charging and pricing challenges for 3G systems. *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 2005; 7(4):58–68.
- [30]Koutsopoulou M, Kaloxylos A, Alonistioti A, Merakos L, Kawamura K. Charging, accounting and billing management schemes in mobile telecommunication networks and the Internet. *IEEE Communications Surveys and Tutorials* 2004; 6(1):50–58.
- [31]Framework of a service level agreement. ITU-T Recommendation E.860, 06/2002
- [32]de Reuver M, de Koning T, Bouwman H, Lemstra W. How new billing processes reshape the mobile industry. *Info:the journal of policy, regulation and strategy for telecommunications, information and media*, 2009; 11(1):78–93.
- [33]17. Koutsopoulou M, Kaloxylos A. A holistic solution for charging, billing and accounting in 4G mobile systems. *Proc.59th IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 4, 2004; 2257–2260.
- [34]18. Koutsopoulou M, Kaloxylos A, Alonistioti A. Charging, accounting and billing as a sophisticated and reconfigurable discrete service for next generation mobile networks. *Proc. 56th IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 4, 2002; 2342–2345.
- [35]Koutsopoulou M, Alonistioti N, Gazis E, Kaloxylos A. Adaptive charging, accounting, and billing system for the support of advanced business models for VAS provision in 3G systems. *Proc. 12th IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications*, vol. 1, 2001; 55–59.
- [36]Framework of a service level agreement. ITU-T Recommendation E.860, 06/2002.
- [37]Telecommunication management; charging management; charging architecture and principles. 3GPP TS 32.240, Rev. 11.2.0, 2011.
- [38]Charging and accounting principles for NGN. ITU-T Recommendation D.271, 04/2008
- [39]Service aspects; charging and billing. 3GPP TS 22.115, Rev. 11.5.0, 2011
- [40]IP multimedia subsystem (IMS): Stage 2. 3GPP TS 23.228, Rev. 11.3.0, 2011.
- [41]Telecommunication management; charging management; online charging system (OCS): Applications and interfaces. 3GPP TS 32.296, Rev. 11.2.0, 2011.
- [42]Zseby T, Zander S, Carle G. Policy-based accounting. RFC 3334, 2002.
- [43]Rigney C, Williams S, Rubens A, Simpson W. Remote authentication dial in user service (RADIUS). RFC 2865, 2000

- [44]Gaurav G, Karanjit S, Ramkumar K.R. "A detailed analysis of data consistency concepts in data exchange formats (JSON & XML)". International Conference on Computing. 2017.
- [45]JSON encryption-IEEE Xplore Document, January 2017, [online] Available: <http://ieeexplorejeee.org/document/6921719/>.
- [46]Darshan A, Suganya P . "Json is Efficient over the XML in Native Application". International Journal of Computer Applications. Volume 165 – No.8, May 2017.
- [47] Wei X. "Heterogeneous Database Integration Middleware based on web services". Physics Procedia, 2012.
- [48]Hakala H, Mattila L, Koskinen JP, Stura M, Loughney J. Diameter credit-control application. RFC 4006, 2005.
- [49]Y. Amir y C. Tutu, *From Total Order to Database Replication*, 22 international Conference on Distributed Computing Systems, Julio 2002.
- [50]E. Shimokawa, *Replicación de datos*, Universidad de Nacional de Trujillo. 2003 [En Línea] Disponible: [http://inf.unitru.edu.pe/~edsh/documentos/bd\\_replicacion.pdf](http://inf.unitru.edu.pe/~edsh/documentos/bd_replicacion.pdf) [Consulta: Abril de 2008].
- [51]J. Seoane, A. Alonso, *Replicación de Datos en Sistemas Distribuidos*, 2007, [En Línea]. Disponible: [http://polaris.dit.upm.es/~aalonso/sodt/replicacion\\_07.pdf](http://polaris.dit.upm.es/~aalonso/sodt/replicacion_07.pdf) [Consulta: Enero 7 2008]
- [52]M. Wiesmann, F. Pedone, A. Schiper, B. Kemme, G. Alonso, *Understanding Replication in Databases and Distributed Systems*, 2000.
- [53]J. Acosta, *Algoritmos de consistencia rápida orientados por la demanda en sistemas distribuidos de gran escala*, Tesis Doctoral, 2003.
- [54]J.Gray, P. Helland, P. O'Neil, D. Shasha, *The Dangers of Replication and a Solution*, 1996.
- [55]M. Wiesmann, F. Pedone, A. Schiper, B. Kemme, G. Alonso, *Database Replication Techniques: a Three Parameter Classification*, 2000.
- [56]GORDA Project, *State of the Art in Database Replication*, 2006, [En línea]. Disponible: <http://gorda.di.uminho.pt/library/wp1/GORDA-D1.1-V1.2-p.pdf> [Consulta: Enero 2008].
- [57]D. Bakken, *Middleware*, Encyclopedia of Distributed Computing, Kluwer Academic Press, 2003. [En línea]. Disponible: <http://www.eecs.wsu.edu/~bakken/middleware-article-bakken.pdf> [Consulta: Junio de 2008].
- [58]J.E. Armendariz, H. Decker, F.D. Muñoz, y J.R.G. Mendivil, *A Closer Look at Database Replication Middleware Architectures for Enterprise Applications*, Trends in Enterprise Application Architecture, editorial Springer Berlin / Heidelberg pp. 69-83, 2007.
- [59]M.F. Kaashoek, *Group Communication In Distributed Computer Systems*, Tesis Doctoral, 1992.
- [60]G. V. Chockler, I. Keidar y R. Vitenberg, *Group Communication Specifications: A Comprehensive Study*, ACM Comput. Surv. 33, 4, 2001.
- [61]M. Tamer, P. Valduriez, *Principles of Distributed Database Systems*. Segunda Edición, Prentice Hall, 1998.
- [62]P. Rob, C. Coronel, *Sistemas de bases de datos: Diseño, implementación y administración*, Thomson Learning Ibero, 2004.
- [63]V. Padilla, *Exposición de bases de datos distribuidas*. Universidad de Colima. [En Línea]. Disponible: [http://docente.ucol.mx/vpc1052/public\\_html/Expo%20SBDD.doc](http://docente.ucol.mx/vpc1052/public_html/Expo%20SBDD.doc) [Consulta: Diciembre de 2007].
- [64]T.M. Thomas, *Java Data Acces, JDBC, JNDI and JAXP*, M&T Books, 2002. pp. 235 – 236.
- [65]J. O'Donahue, *Java Database Programming Bible*, John Wiley & Sons, 2002. pp. 31 – 32.

- [66]M. De la Rosa, *Bases de Datos Distribuidas*, Editorial Universitaria. 2005. <http://revistas.mes.edu.cu/eduniv/02-Libros-por-ISBN/959-16-0400/0336-Bases de Datos Distribuidas.pdf>
- [67]Departamento de OEI, *Diseño y optimización de bases de datos: Bases de datos distribuidas*, Universidad Politécnica de Madrid. [En Línea] Disponible: [http://cmapspublic.ihmc.us/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1161027337062\\_203364\\_8941\\_456](http://cmapspublic.ihmc.us/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1161027337062_203364_8941_456) [Consulta: Diciembre de 2007].
- [68]M. Wiesmann, A. Schiper, *Comparison of Database Replication Techniques Based on Total Order Broadcast*, 2005.
- [69]Telecommunication management; charging management; online charging system (OCS): Applications and interfaces. 3GPP TS 132.296, Release 14.
- [70]Policy and charging control architecture. 3GPP TS 23.203, Rev. 11.0.1, 2011
- [71]Kueh VYH, Wilson M. Evolution of policy control and charging (PCC) architecture for 3GPP evolved system architecture. Proc. 63rd IEEE Vehicular Technology Conference, vol. 1, 2006; 259–263.
- [72]ShawSangar V., Dowlatkhah “Method and apparatus for adaptive charging and performance in a software defined network”. Patente. Estados Unidos. Número: US9538225B2. Mayo 05 de 2018.
- [73]Stephane H. Maes “Integrating operational and business support systems with a service delivery platform”. Patente. Estados Unidos. US8966498B2. Febrero 24 de 2015.
- [74]Arul, Tolga. “Channel Switching-Triggered Charging for Pay-TV over IPTV”. Technische Universität, Darmstadt. 2017.
- [75]D. Sreenivas, «Policy control for IPTV domain,» de IEEE Conference on IP Multimedia Subsystem Architecture and Applications, 2008.
- [76]V. G. Ozianyi, «Optimized IP-CANs to support best charged IMS scenarios,» IEEE 20th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, pp. 572-576, 2009.
- [77]T. Arul y A. Shoufan, «Consumer Opinions on Short-Interval “charging” for Pay-TV over IPTV,» onference 26th International on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), pp. 147-153, 2012.
- [78]B. O. Obele, H. H. Seung , . C. Jun Kyun y K. Minho, «On building a successful IPTV business model based on personalized IPTV content & services,» Communications and Information Technology, 2009. ISCIT 2009. 9th International Symposium, pp. 809-813, 2009.
- [79]O. Friedrich, D. Thatmann y S. Arbanowski, «An IPTV Service State API for converging managed and unmanaged IPTV infrastructures,» Multimedia and Expo (ICME), 2010 IEEE International Conference, pp. 1493 - 1498, 2010.
- [80]K. Aejung y H. Minsoo , «Policy-based service overlay IPTV framework for open strategy,» Network Infrastructure and Digital Content, 2010 2nd IEEE International Conference, p. 962 – 966, 2010.
- [81]S. Obreja, E. Borcoci, R. Lupu y M. Stanciu, «Web-service based implementation solution for a network service manager at network provider,» Automation, Quality and Testing, Robotics, 2008. AQTR 2008, pp. 308-313, 2008.
- [82]C.-Y. Cui, J.-W. Sun, H.-B. Yang y J. Qiu, «Design and Implementation of Rating Function Module to IP Media Subsystem Online “charging” System,» Computer Systems and Applications, vol. 20, nº 3, pp. 11-17, 2011.
- [83]F. Wilson y N. Ventura, «A Direct Marketing Platform for IMS-Based IPTV,» SATNAC 2009. International conference, 2009.

- [84]A. Tanobic y A. Huseinovic, «Implementation of billing system for x-play services of telecom operator with resource development & management process,» ACA'12 Proceedings of the 11th international conference on Applications of Electrical and Computer Engineering, pp. 151-156, 2012.
- [85]G. Chun, C. Gui , L. Sun , M. Sheng y J. Jie, «A SOA Control Platform for IMS-Based IPTV,» Applied Mechanics and Materials, pp. 182-187, 2012.
- [86]D. Saker, «Unlimited usage policy-based “charging” system and method». Europa Patente EP2466866. , 2012.
- [87]Portal web de la empresa Verizon [online]. EEUU, 2016. Disponible en: <https://es.verizonwireless.com/plans/verizon-plan/>
- [88]Portal web de la empresa TeliaSolera [online]. Suecia, 2016. Disponible en <https://www.teliacompany.com/en>
- [89]Portal de la empresa Rogers Communications [online]. Canadá, 2016. Disponible en: <https://www.rogers.com/consumer/home>.
- [90]Portal de la empresa EE [online]. Reino Unido, 2016. Disponible en: <http://ee.co.uk/>.
- [91]Portal de la empresa SaskTel [online]. Canadá, 2016. Disponible en: <https://www.sasktel.com>.
- [92]Portal de la empresa Sprint [online]. EEUU 2016. Disponible en: <https://es.sprint.com/>.
- [93]Portal de la empresa China Mobile [online]. China 2016. Disponible en: [https://www.hk.chinamobile.com/en/corporate\\_information/Service\\_Plans/](https://www.hk.chinamobile.com/en/corporate_information/Service_Plans/)
- [94]Portal web de la empresa Kyivstar [online]. Ucrania 2016. Disponible en: <https://kyivstar.ua/en/mm>.
- [95]Portal web de la empresa T-Mobile [on-line]. Alemania, 2016. Disponible en: <https://www.telekom.de/start>.
- [96]Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone Germany [online]. Alemania, 2016. Disponible en: <https://www.vodafone.de/>.
- [97]Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone Qatar [online]. Qatar, 2016. Disponible en: <http://www.vodafone.qa>
- [98]Portal web del operador de telecomunicaciones T-Mobile USA [online]. EEUU, 2016. Disponible en: <https://www.t-mobile.com>.
- [99]Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone Australia [online]. Australia, 2016. Disponible en: <www.vodafone.com.au>.
- [100] Portal web del operador de telecomunicaciones Telefónica O2 [online]. España, 2016. Disponible en <https://www.telefonica.com>.
- [101] Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone UK [online]. UK, 2016. Disponible en: <https://www.vodafone.co.uk/>.
- [102] Portal web del operador de telecomunicaciones MegaFon [online]. Rusia, 2016. Disponible en: <https://www.megafon.ru>
- [103] Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone España [online]. España, 2016. Disponible en: <https://www.vodafone.es>
- [104] Portal web del operador de telecomunicaciones Vodafone Nederland [online]. Nederland, 2016. Disponible en: <https://www.vodafone.nl>
- [105] Portal web del operador de telecomunicaciones NTT DOCOMO [online]. Japón, 2016. Disponible en: <https://www.nttdocomo.co.jp>
- [106] Portal web del operador de telecomunicaciones AT&T [online]. EEUU, 2016. Disponible en: <https://www.att.com>
- [107] J. Rosenberg. SIP: Session Initiation Protocol. Internet Engineering Task Force (IETF). 2002. Disponible en: <https://tools.ietf.org/html/rfc3261>

- [108] A. B. Roach. Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification. Internet Engineering Task Force (IETF). 2002.<https://www.ietf.org/rfc/rfc3265.txt>
- [109] A. Niemi, Ed. Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Event State Publication. Internet Engineering Task Force (IETF). 2004. <https://www.ietf.org/rfc/rfc3903.txt>
- [110] H. Kaplan, V. Pascual. A Taxonomy of Session Initiation Protocol (SIP) Back-to-Back User Agents. Internet Engineering Task Force (IETF). ISSN: 2070-1721. 2013. <https://tools.ietf.org/html/rfc7092>
- [111] A. Johnston, Session Initiation Protocol (SIP) Basic Call Flow Examples. Internet Engineering Task Force (IETF). 2003. <https://tools.ietf.org/html/rfc3665>

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo [A]. Instalación Open IMS
- Anexo [B]. Instalación de Tungsten
- Anexo [C]. Descripción de la configuración Tungsten y Base de datos.
- Anexo [D]. Instalación, Configuración Y Pruebas Con El Servidor Sip Bea Weblogic
- Anexo [E]. Aplicación generadora de Información para pruebas
- Anexo [F]. Descripción de casos de uso del servicio IPTV y código.
- Anexo [G]. Descripción de filtros usados en wireshark.

## GLOSARIO

---

### **3**

3GPP (*3rd Generation Partnership Project* - Proyecto Asociación de Tercera Generación) · 1

---

### **A**

Account Balance Management Function (ABMF) · 24  
Acuerdo de Nivel de Servicio (*SLA- Service Level Agreement*) · 21  
APIs (*Application Programming Interface*, Interface de Programación de Aplicaciones) · 2  
AS (*Application Server*, Servidor de Aplicaciones) · 2  
Attribute Value Pairs (AVP) · 24

---

### **C**

CAMEL (*Customise Applications for Mobile Networks Enhanced Logic*, Aplicaciones a la Medida para Redes Móviles con Lógica Mejorada) · 10  
CDRs (*Call Data Records*, Registro de Datos de Llamada) · 4

---

### **Ch**

Charging Gateway Function (CGF) · 24

---

### **C**

CSCF (*Call State Control Functions*, Funciones de Control de Estado de Llamada) · 2

---

### **D**

DIAMETER · 4  
DNS (Domain Name System, Sistema de Nombres de Dominio) · 4

---

### **E**

eTOM (*enhanced Telecom Operations Map*) · 29  
ETSI (The European Telecommunications Standards Institute) · 29

---

---

### **F**

Función de Control de Medios (MCF-*Media Control Function*) · 19  
Función de Despliegue de Medios (MDF-*Media Delivery Function*) · 19

---

### **H**

HSS (*Home Subscriber Server*, Servidor de Suscriptor Local) · 2

---

### **I**

ICID (*IMS Charging Identifier*, Identificador de Cobro IMS) · 4  
I-CSCF el Interrogating Call Session Control Function · 3  
IETF (*Internet Engineering Task Force* - Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) · 1  
IMS (*IP Multimedia Subsystem* – Sistema Multimedia IP) · 1  
IM-SSP (*IP Multimedia - Service Switching Point*, IP Multimedia – Punto de Conmutación de Servicios) · 11  
IPTV - *Internet Protocol Television* Televisión por protocolo de Internet · i

---

### **M**

Mobile Switching Center (MSC) · 25

---

### **N**

NGN (*Next Generation Network* – Redes de Próxima Generación) · 1

---

### **O**

Online Charging Function (OCF) · 24  
Operador de Red Home del Usuario (PSP) · 23  
OSA (Open Service Access, Acceso a Servicios Abiertos) · 10

---

---

**P**

P-CSCF el Proxy Call Session Control Function . · 3  
PDF (*Policy Decision Function*, Función de Políticas de Decisión) · 5  
Policy and Charging Enforcement Function (PCEF) · 25  
Policy and Charging Rules Function (PCRF) · 25  
política y control de carga (*Policy and Charging Control* -PCC) · 24

---

**R**

Rating Function (RF) · 24

---

**S**

SCS (*Service Capability Server*, Servidor de Capacidades de Servicio) · 11  
S-CSCF el Serving Call Session Control Function. · 3  
SDP (*Session Description Protocol*, Protocolo de Descripción de Sesión) · 7

Servidores de Aplicación IMS (AS) · 25  
Serving GPRS Support Node (SGSN) · 25  
SIP Application Server (SIP AS) · 15  
SIP URI (*Universal Resource Identifier*, Identificador de Recursos Universal) · 3  
SIP(*Session Initiation Protocol* – Protocolo de Inicio de Sesión) · 10  
Sistema de Tasación en Línea (*Online Charging System* - OCS), · 23  
SLF (*Subscription Location Function*, Función de Localización de Suscriptor) · 5  
SOA (Service Oriented Architecture) · 30  
Subscription Profile Repository (SPR) · 25

---

**T**

TISPAN (Telecommunication and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networks) · 17

---

**V**

VoD -Video en Demanda · 16