

TENDENCIA DE MIGRACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES HACIA INTERNET*

Por: MSc. Ing. Luís Enrique Conde del Oso, Jefe de Departamento Estructura de la Red, Dirección de Planeamiento Estratégico (DCDT), ETECSA.
luis.conde@etecsa.cu



RESUMEN

En este trabajo se analiza las tendencias actuales y la preferencia de los usuarios hacia los servicios ofertados por los OTT sobre Internet, el rápido crecimiento de sus usuarios sobre cada uno de sus servicios fundamentalmente los asociados a la televisión sobre Internet y la actual competencia con los servicios ofertados por los Operadores de telecomunicaciones locales.

Finalmente, se analiza la introducción de métricas para la evaluación de la QoE (Calidad sobre la Experiencia) en estos nuevos escenarios de los OTT, partiendo de las experiencias ya consolidadas en los despliegues de IPTV a nivel mundial bajo los criterios emanados por la UIT-T en su grupo de trabajo WT-26.

Palabras clave: IPTV, OTT, Broadcast TV, VoD

ABSTRACT

In this paper, the current tendencies and preference of users towards services provided by the OTTs over Internet, the rapid growing of users in relation to each service and the present competence with the services provided by local telecommunications operator are analyzed; likewise, the impact of transmission resources on local telecommunications operators due to OTT service provision is evaluated.

Finally, the introduction of metrics for assessing QoE (Quality over Experience) on these new OTT scenarios, starting from experiences already consolidated on worldwide IPTV deployment according to the UIT-T working group WT-26 criteria.

Key words: IPTV, OTT, Broadcast TV, VoD

* El siguiente artículo es una versión ampliada del curso pre evento impartido el 10 de marzo de 2016, como parte del VII Simposio Internacional de Telecomunicaciones en el contexto de la XVI Convención y Feria Internacional Informática Habana 2016.

Introducción

Actualmente, los operadores de telecomunicaciones a nivel mundial se esfuerzan en la implementación de la Banda Ancha, tanto sobre sus redes fijas como móviles para garantizar el acceso a Internet a altas velocidades. Este escenario es aprovechado por proveedores de servicio sobre Internet para la penetración y competencia con los servicios ofertados en los diferentes países por los operadores locales. (Figura 1)

Tal y como se muestra en la figura 1, utilizando los recursos desplegados de la Banda Ancha, los OTT logran ofertar a los usuarios finales varios servicios, muchos de ellos brindados actualmente por el operador virtual, pero bajo diferentes modelos de negocio muy competitivos, incluso algunos de ellos gratis.

Entre estos servicios podemos destacar los de mensajería instantánea, música,

video e incluso hasta telefonía IP, muchos de ellos en ocasiones integrados hasta en los servicios de redes sociales como *Facebook* (Figura 2). El incremento sostenido de la cantidad de usuarios sobre estos ha puesto en decadencia importantes servicios ofertados actualmente por los operadores locales como son los de SMS y el servicio tradicional de telefonía, tanto sobre las redes fijas como las móviles.

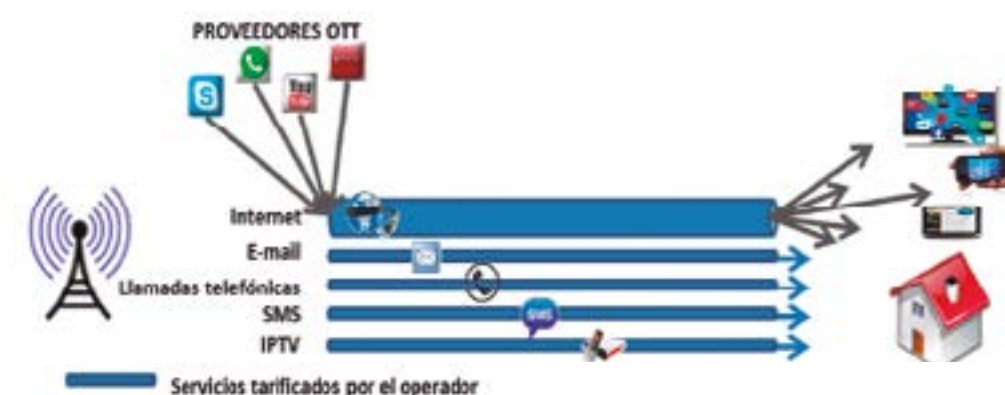


Figura 1. Servicios ofertados por los OTT a partir del despliegue de la Banda Ancha de los operadores locales. Fuente: [1].

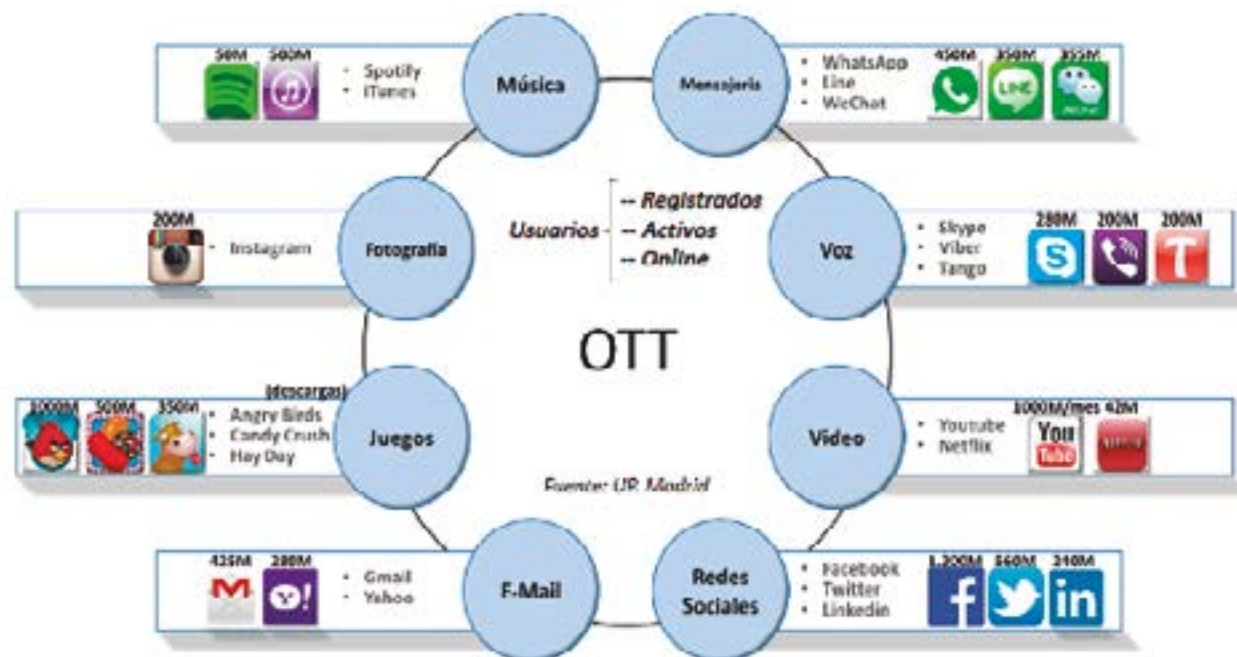


Figura 2. Servicios ofertados por los OTT sobre la Banda Ancha. Fuente: [1], [2].

Por otro lado, los operadores de telecomunicaciones con una gran cantidad de usuarios, como es el caso de China, apuestan por otra alternativa en este tipo de competencia con la aparición del IMS en la nube y mediante plataformas de RCS —*Rich Communication Service*— (Figura 3). Con una solución integrada de las redes fijas y móviles con el IMS y su virtualización sobre un centro de datos, proporcionan importantes cambios en el desarrollo de

las telecomunicaciones hacia un mundo de TI. De esta manera, se ofrece flexibilidad a los servicios nunca antes logrados, con un importantísimo ahorro en CAPEX, OPEX y con un significativo impacto también sobre el medio ambiente.

Sin embargo, es importante destacar que este tipo de soluciones son costosas y limitadas a su entorno geográfico y para lograr alcances internacionales se requiere que el

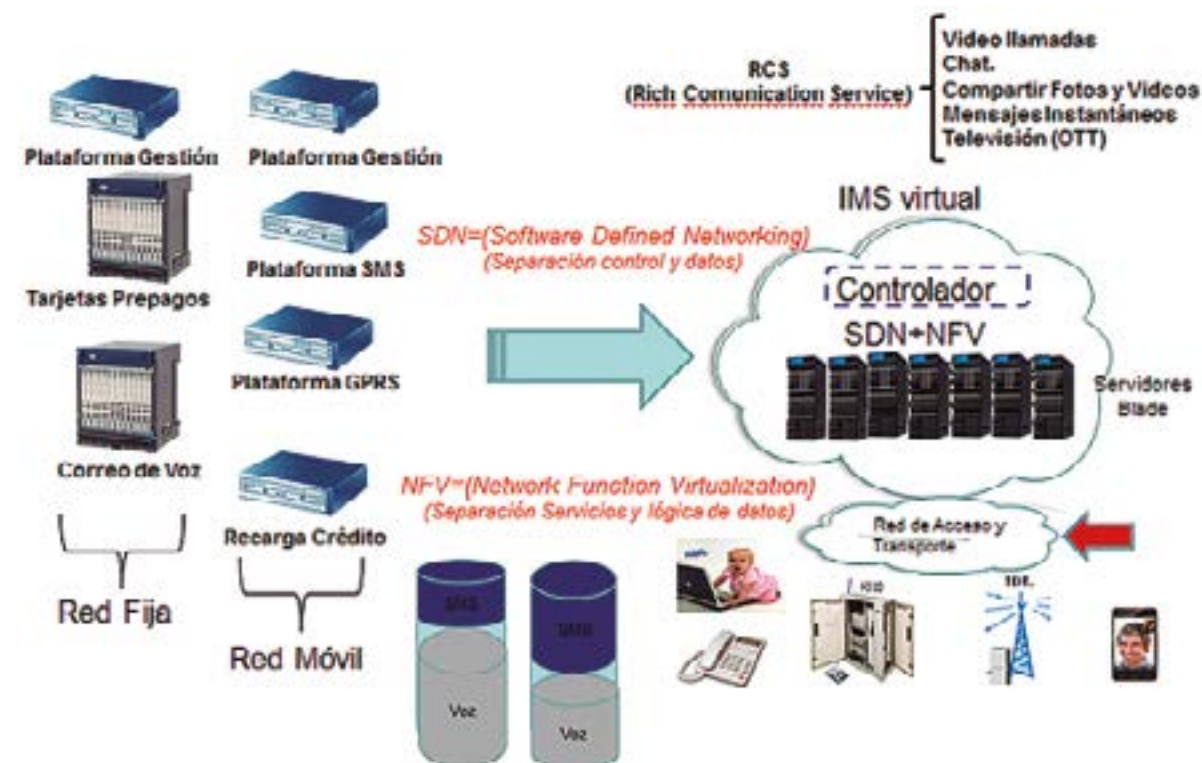


Figura 3. Migración hacia un IMS virtual con RCS. Fuente: [1], [2].

otro operador posea un IMS con una plataforma RCS, que aunque se dice que no son propietarias es algo que habría que probar.

A diferencia, los servicios ofertados por los OTT sí tienen un alcance global, con un costo de implementación muy bajo y solo requieren la descarga de la aplicación correspondiente y la presencia de la Banda Ancha en ambos lados, del proveedor OTT y del usuario final.

Las estadísticas mundiales de los servicios en el año 2010 arrojan que el video ocupó más de 60% de tráfico de la red de un operador de telecomunicaciones y se pronostica su incremento en los próximos años. Para el año 2016 se requerirá incrementar más de 1000 veces las capacidades de transmisión de la red, pero que además este tráfico se centró en tan solo 10% de los programas de video, lo que demuestra una alta repetitividad en estos contenidos.

La Banda Ancha brinda un importante medio de promoción para los contenidos televisivos internacionales, donde los *Smartphone*, *Tablet* y *Laptop* junto a las aplicaciones de los OTT desempeñan un importante rol en la comunicación. Ello ha traído como consecuencia un movimiento de los espacios de publicidad local y un impacto económico negativo en las televisoras públicas.

Las televisoras a nivel mundial actualmente sufren el impacto de los OTT. Estas se sustentaban financieramente de los anuncios publicitarios, aspecto que ha migrado hacia Internet conjuntamente con las aplicaciones de los OTT, (Figura 4), lo que las ha obligado a analizar su actual modelo de negocio. De esta forma, muchas de ellas se convierten en TV-OTT con *streaming* de video sobre Internet con alcance internacional que incluye la publicidad local e internacional.

Sin embargo, los servicios tradicionales de TV tienen aún un importante rol, pues recientes estudios demuestran que determinados espacios, como los deportivos en vivo, que son transmitidos en *broadcast* tienen una alta importancia. No obstante, no puede obviarse el incremento sostenido de los servicios de VoD, preferidos por los

usuarios, como el de Netflix, donde 52% de la población de EE.UU lo utiliza semanalmente y 27% de esta lo utiliza diariamente, además las estadísticas demuestran que 71% de estos usuarios ven la televisión a través de su *Smartphone*.

Diferencias entre OTT-TV e IPTV

Los servicios ofrecidos por los OTT-TV y el de IPTV se sustentan sobre el *streaming* de video, el cual consiste en una tecnología que facilita la visualización y la audición de un archivo mientras se está descargando, a través de la construcción de un *buffer* por parte de la aplicación cliente.

Una vez que la aplicación cliente se ha conectado al servidor, el *buffer* del cliente se va llenando de la información descargada y se va reproduciendo en el ordenador, *Smartphone* o *Tablet*.

Sin embargo, aunque en los servicios de IPTV generalmente se utiliza el protocolo UDP —*User Datagram Protocol*—, el de OTT-TV se realiza en HTTP, lo cual hace que este último pueda ser visualizado en cualquier dispositivo, en cualquier sitio y sobre cualquier red, tres reglas de gran impacto actualmente y que son cumplimentadas por los servicios de OTT-TV.

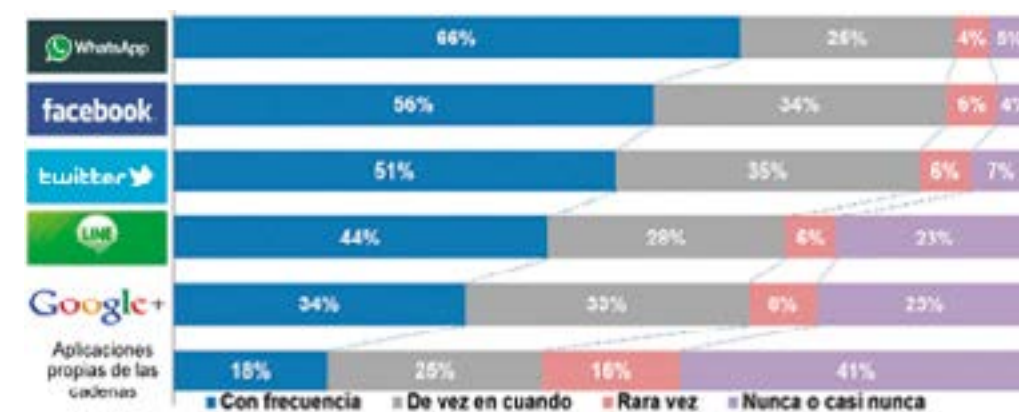


Figura 4. Migración de la publicidad hacia Internet. Fuente: [1], [2].

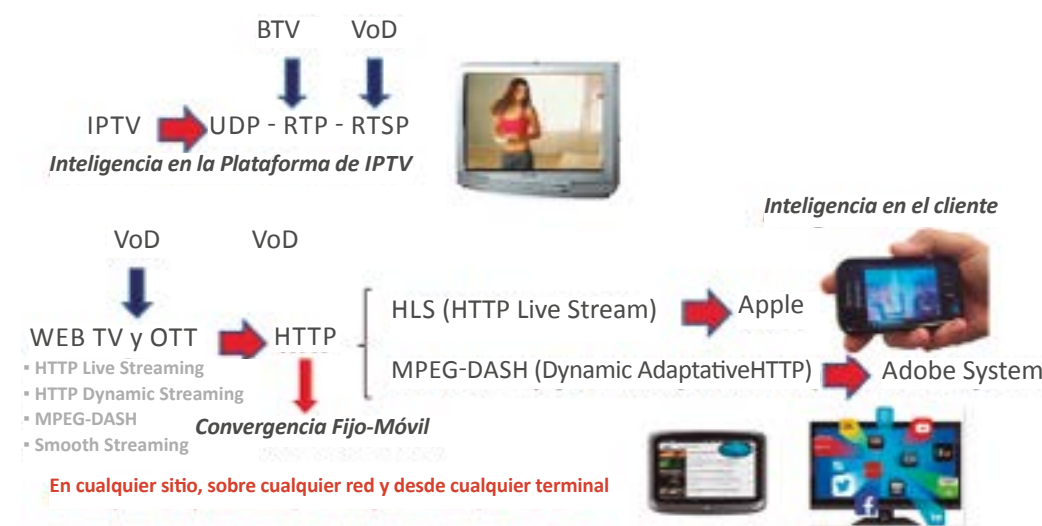


Figura 5. Diferencias entre el OTT-TV y el IPTV. Fuente: [1], [2].

El hecho de utilizar el *streaming* de los OTT-TV en HTTP, facilita su paso por los *proxy* con alcance mundial sobre todo en el contexto actual en el cual los usuarios prefieren el servicio de VoD —Video Bajo Demanda—, frente al servicio BTv—Broadcast TV—. (Figura 5)

Aunque una de las principales dificultades, según se observa en la tabla 1, es la fuerte dependencia de la presencia de la banda ancha del operador en donde el usuario final está presente para tener una adecuada QoE —Calidad sobre la Experiencia— del servicio brindado, lo cual es garantizado en los servicios de IPTV con redes dedicadas por el operador con garantía de QoS —Calidad del Servicio—, aunque sea solo dentro del dominio del operador de telecomunicaciones, mientras que los del OTT tienen alcance mundial sobre Internet.

No obstante, el actual desarrollo tecnológico ha permitido eliminar muchas de estas diferencias, ejemplo de ello es que los servicios actuales de TV tradicionales solo superaban en el año 2010 a la OTT-TV sobre Internet en los aspectos relacionados a la calidad, situación que ha mejorado desde esta fecha y el cual es un tema de continuo perfeccionamiento en la estandarización de MPEG-DASH para la mejora de la QoE, garantizándose los siguientes aspectos:

- Tiempo de Inicio de presentación del video (Bajo)
- Re buffering y congelación (Cero)
- Calidad de conmutación (Seg Bit rate) (Bajo)
- Bit rate medio (Alto)
- Bajo consumo energético

	OTT	IPTV
Entrega de Contenido	Los usuarios utilizan Internet sin gestión directa como un "ecosistema abierto". Los usuarios tienen un acceso sin restringir a las aplicaciones y contenido.	Los usuarios utilizan redes dedicadas y optimizadas para este tipo de entregas donde el operador controla las aplicaciones, el contenido y realiza las restricciones oportunas.
Tipo de red	La entrega por parte del proveedor de contenidos al televidente usa redes abiertas.	La entrega se produce por redes cerradas, propietarias y accesibles únicamente por un servicio de proveedor determinado.
Propiedad de la red	No hay necesidad adicional de negociación de reglas de entrega ni a nivel de infraestructuras.	Los servicios están optimizados y adaptados para ajustarse a la red y capacidad del equipo receptor.
Calidad del servicio (QoS)	No garantizado, generalmente funciona bajo condiciones best effort.	Habita un control sobre la calidad en la entrega del contenido.
Ejemplos	Servicios VoD, Youtube, Netflix o Hulu.	Servicios Imagenio u Orange TV.
Protocolos	Principalmente se utiliza HTTP(TCP) como protocolo de transporte. También existen tecnologías de streaming adaptativo como HLS(Apple) o HDS (Adobe). Se entrega el contenido bajo UDP en combinación con protocolos de conexión FEC.	Tradicionalmente IPTV utiliza TS -Transport Stream- como tecnología de transmisión. Se entrega el contenido bajo UDP en combinación con protocolos de conexión FEC.

Tabla 1. Comparación entre OTT-TV e IPTV. Fuente: [1], [2].

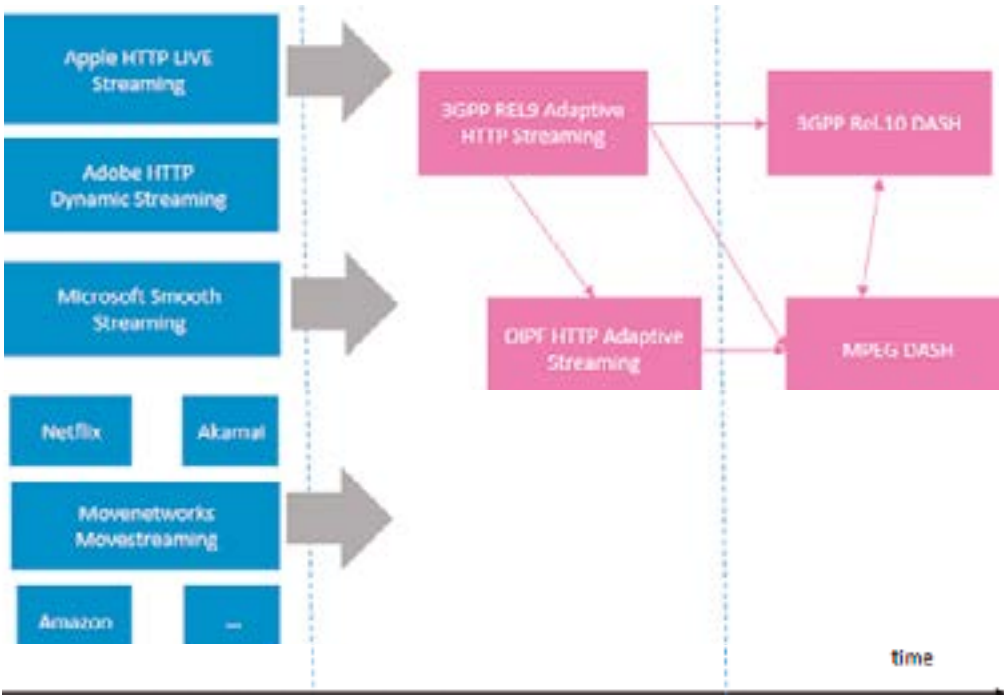


Figura 6. Evolución del estándar MPEG-DASH. Fuente: [1], [2].

Estas mejoras en el estándar MPEG-DASH (Figura 6) han traído como resultado un crecimiento de los actuales proveedores de servicios OTT (Figura 7), con una variada oferta de disímiles servicios entre los que se destacan algunos como *NETFLIX*, *Whatsapp* e *Imo*, los cuales pueden ser recibidos en terminales *Laptop*, *Tablet* y *Smartphones* sobre redes *WIFI*, *3G* y *4G*.

En la tabla 2, se destacan las diferencias del estándar MPEG-DASH frente a otros *streaming* adaptativos como el Adobe HDS, HSS de Apple y el HSS de Microsoft.

Es de destacar que el estándar MPEG-DASH provee formatos que permiten un eficiente envío de *streaming* de alta calidad sobre Internet y es considerado como un componente en un servicio extremo a extremo —*end to end*— y en su diseño se contemplaron los siguientes aspectos:



Figura 7. Principales proveedores de servicios OTT a nivel mundial. Fuente: [1], [2].

Feature	Adobe HDS	Apple HLS	Microsoft Smooth	MPEG DASH
Deployment on Ordinary HTTP Servers		✓		✓
Official International Standard (e.g., ISO/IEC MPEG)				✓
Multiple Audio Channels (e.g., Languages, Comments, etc.)		✓	✓	✓
Flexible Content Protection with Common Encryption (DRM)	✓	✓	✓	✓
Close Captions/Subtitles	✓	✓	✓	✓
Efficient Ad Insertion				✓
Fast Channel Switching	✓		✓	✓
Protocol Support's multiple CDNs in parallel				✓
HTML5 Support				✓
Support in HbbTV (version 1.5)				✓
HEVC Ready (UHD/4K)				✓
Agnostic to Video Codecs				✓
Agnostic to Audio Codecs				✓
ISO Base Media File Format Segments	✓		✓	✓
MPEG-2 TS Segments		✓		✓
Segments Format Extensions beyond MPEG				✓
Support for multiplexed (Audio+Video) Content	✓	✓		✓
Support for non-multiplexed (separate Audio, Video)		✓	✓	✓
Content Definition of Quality Metrics				✓
Client Logging & Reporting				✓
Client Failover				✓
Remove and add Quality Levels during Streaming				✓
Multiple Video Views				✓
Efficient Trick Modes				✓

Tabla 2. Ventajas del MPEG-DASH frente a otros protocolos de streaming adaptativos HTTP. Fuente: [1].

• Reúso de las tecnologías existentes.

• Despliegues de HTTP-CDN con infraestructuras WEB e iCaching.

• Alta QoE con bajo retardo de inicialización del video, no *rebuffering* y controles del video como *stop*, *forward* y *rewind*.

• Rápida conmutación de los segmentos de diferentes *bit rate* sin afectar la visualización del usuario.

• Mover la inteligencia de la red hacia el cliente, permitiendo el control del cliente sobre el video.

• Facilitar los despliegues del servicio en Internet (*live*, *on demand* y *time shift*), reutilizando las infraestructuras existentes.

Modelos de negocio de los OTT y análisis de sus fortalezas y debilidades

Los OTT utilizan seis tipos de modelos de negocio, algunos de ellos combinados (Figuras 8 y 9), estos son:

- Introducción de publicidad
- Imagen de marca
- Suscripción
- Gratis con pagos por contenidos Premium
- Transaccionales
- Combinados

Las principales fortalezas identificadas en estos modelos de negocio de los OTT son:

- Presentación directa a los usuarios de los servicios
- Baja inversión de recursos y de espacios físicos
- Facilidad e independencia para adaptar y modificar los servicios ofrecidos
- Prestación de servicios sin límites geográficos

Modelo	Detalle	Ejemplo
Introducción de publicidad	Los ingresos provienen principalmente de los espacios que ofrecen a marcas publicitarias.	 <ul style="list-style-type: none"> • KAKAOTALK (Koreana) • You Tube • Facebook
Imagen de marca	Se ofrece un servicio como entidad de marca, sin remuneración explícita del mismo.	 <ul style="list-style-type: none"> • BlackBerry Messenger • Facebook Messenger • *tve
Suscripción	El usuario paga una cuota de suscripción por un periodo de tiempo en el que puede utilizar todas las opciones del sistema.	 <ul style="list-style-type: none"> • Whatsapp • Netflix • Yomvi
Gratis y existen pagos por contenidos premium	El usuario puede utilizar de forma gratuita una serie de funcionalidades y pagar puntualmente o suscribirse por otras.	 <ul style="list-style-type: none"> • Skype • A3Player (A3 Televisión) • Spotify*
Transaccional (pago por lo consumido)	El usuario paga por los contenidos que consume.	 <ul style="list-style-type: none"> • Itunes • Bazuca (Latinoamérica)
Combinados (Transaccionales + Suscripción)	Existen combinaciones de las anteriores donde se puede pagar una suscripción genérica y por contenidos puntuales.	 <ul style="list-style-type: none"> • ArnetPlay (Argentina) • Filmin

Figura 8. Modelos de negocio utilizados por los OTT. Fuente: [2], [4].

NETFLIX	Basic	Standard	Premium
Price after free month ends on 10/30/15	USD7.99	USD8.99	USD11.99
HD available	✗	✓	✓
Ultra HD (when available)	✗	✗	✓
Screens you can watch on at the same time	1	2	4
Watch on your laptop, TV, phone and tablet	✓	✓	✓
Unlimited movies and TV shows	✓	✓	✓
Cancel anytime	✓	✓	✓
First month free	✓	✓	✓

Figura 9. Modelo de negocio utilizado por NETFLIX. Fuente: [2], [4].

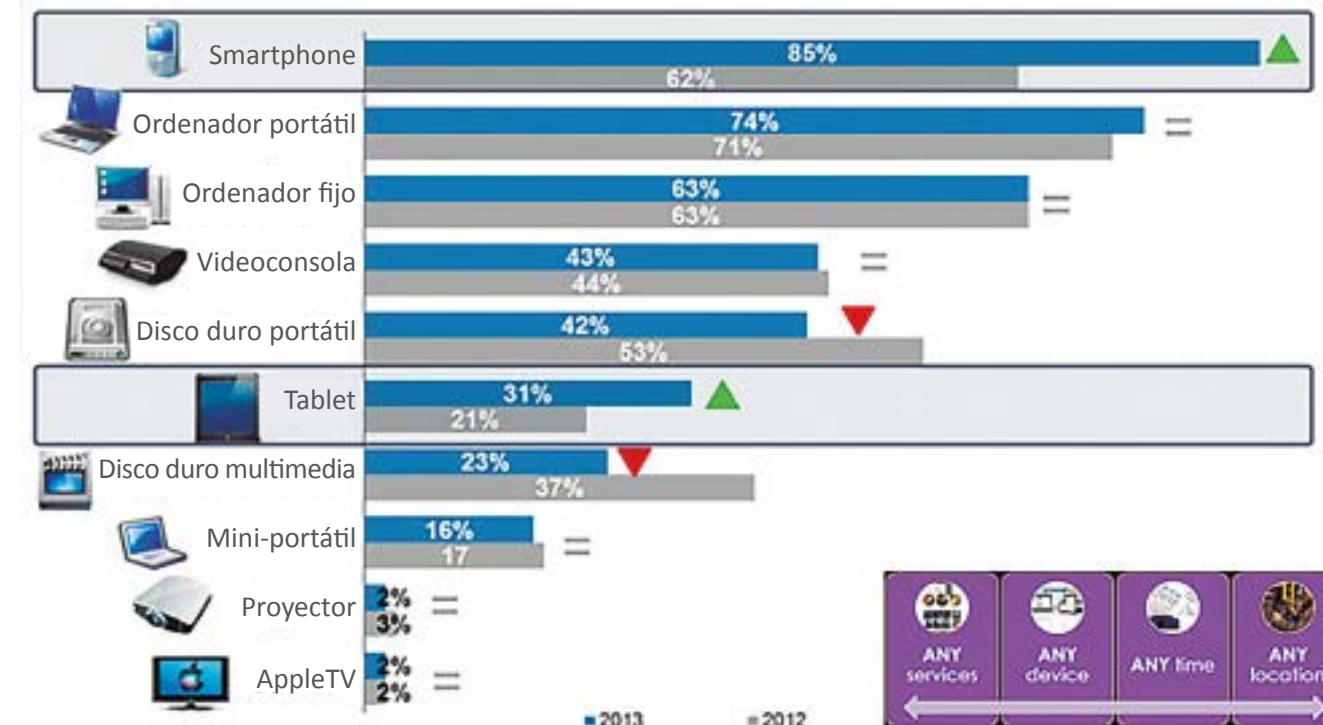


Figura 10. Penetración de equipos tecnológicos 2012-2013. Fuente: [2], [4].

• Las oportunidades en estos modelos de negocio de los OTT se basan en:

- Grandes despliegues y penetración de la Banda Ancha realizada por los operadores de telecomunicaciones en redes fijas y móviles
- Evolución tecnológica presente en los terminales de los usuarios y alianzas con la industria electrónica. (Figura 10)
- Amplia aceptación de los servicios OTT por su costo
- Grandes oportunidades de crecimiento a nivel global
- Mercado en expansión con nuevos servicios

Por otro lado, están presentes algunas debilidades y amenazas que deben ser consideradas.

Debilidades

- Servicio dependiente de proveedores externos y *carrier* de contenidos
- Imposibilidad de garantizar QoS y su implicación en la QoE

Amenazas

- Entorno regulatorio en proceso de definición
- Sector abierto a nuevos competidores
- Posibilidad de ser una moda pasajera
- Operadores presionando por cambiar el modelo para recibir ingresos por estos servicios

Introducción de las Content Delivery Network, Redes CDN

Debido al alto impacto de tráfico que representan varios de los servicios de los OTT, por ejemplo los de video, en las

redes de los operadores locales y su alto nivel de repetitividad, así como para mejorar la QoE de los usuarios, se hace necesario acercar estos contenidos a los usuarios finales mediante la introducción en las redes de estos operadores de las redes CDN —*Content Delivery Network*—.

Una CDN es un conjunto de servidores que contienen copias de una misma serie de contenidos (imágenes, vídeos, documentos) y que están ubicados en puntos diversos de una red para poder servir sus contenidos de manera más eficiente. Estos pueden ser del tipo *Inline* y *Outband*, aunque se prefieren estos últimos.

Estas CDN tienen como objetivo:

- Disminuir los crecientes requerimientos de ancho de banda en las redes de transmisión por la aparición de nuevos servicios, fundamentalmente los de video
- Incrementar la QoE de los usuarios
- Decrecer las inversiones en las redes
- Aumentar la inteligencia en el terminal de usuario
- Permitir la oferta de servicios en cualquier sitio, sobre cualquier red y desde cualquier terminal

Un elemento esencial en estas CDN son las plataformas de *iCaching*, las cuales mejoran significativamente la QoE de la navegación web y especialmente la visualización del video.

La plataformas de *iCaching* están constituidas por varios módulos entre los cuales están:

- DPI —*Deep Packet Inspection*—
- GSLB —*Global Server Load Balance*—

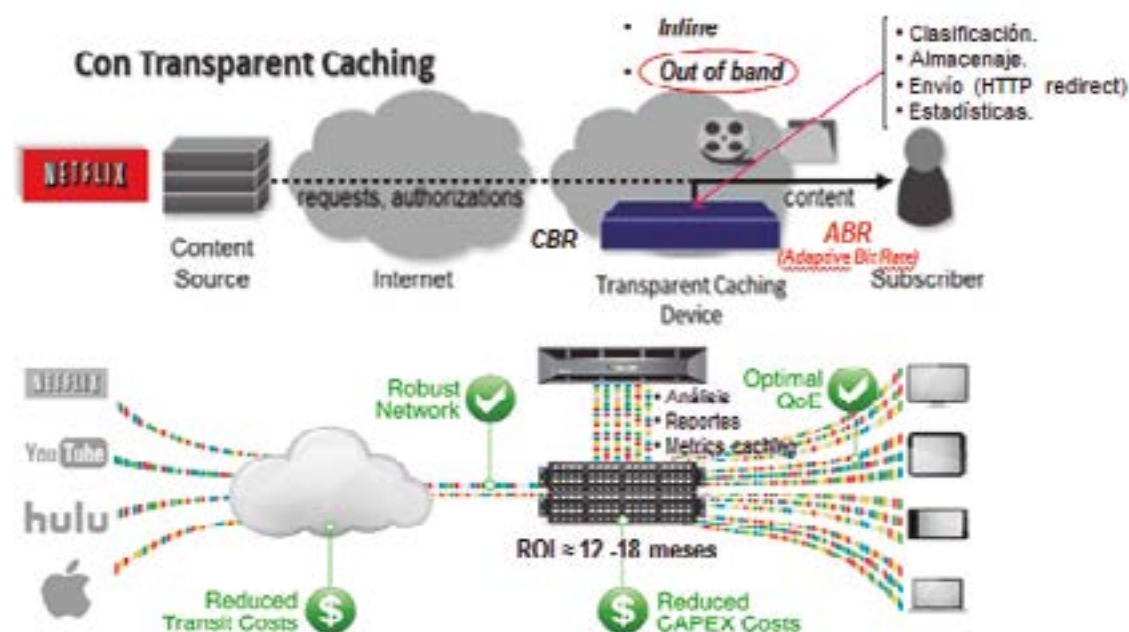


Figura 11. Introducción de una plataforma iCaching en el NAP. Fuente: [3], [5].

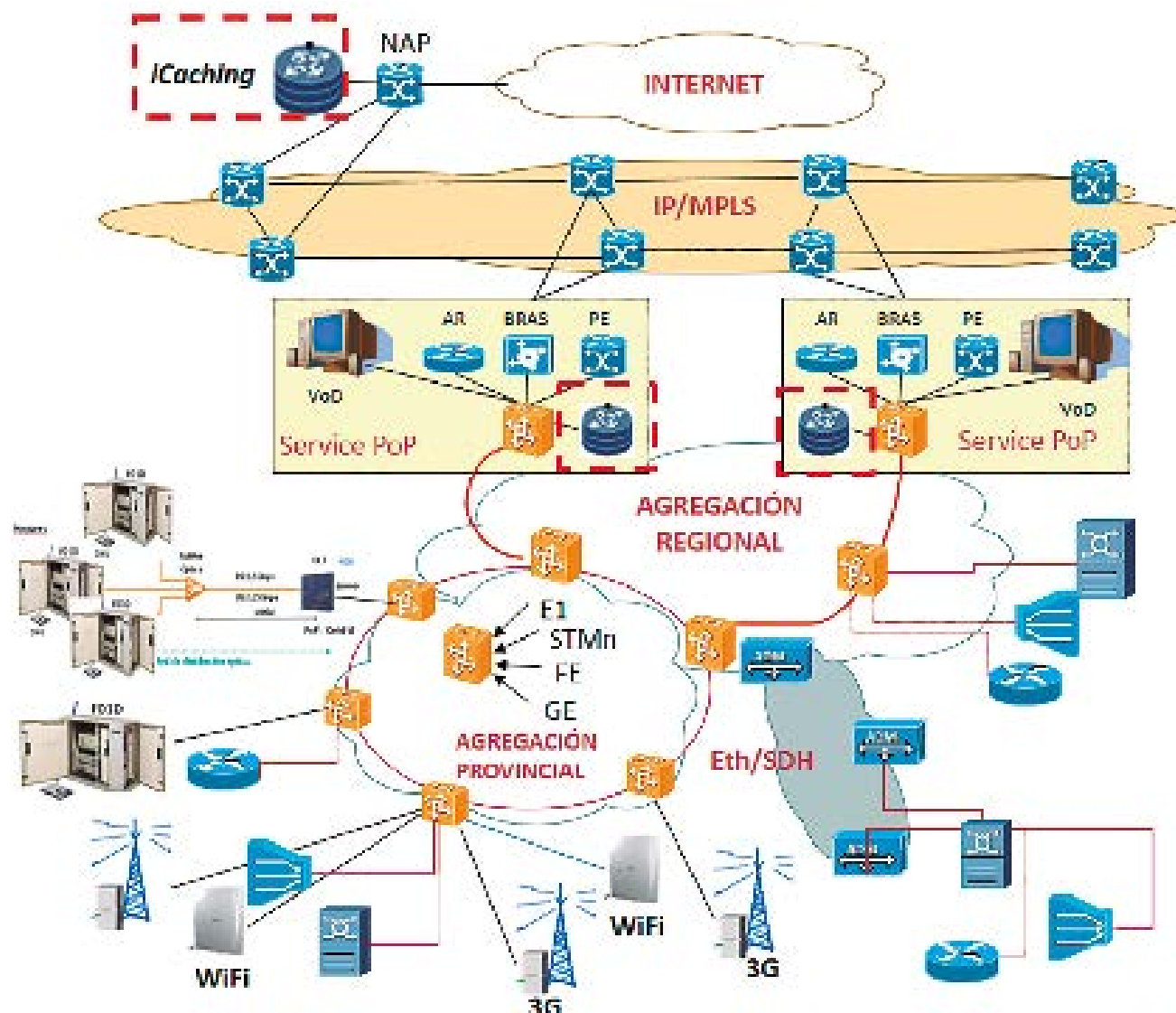


Figura 11a. Plataformas de iCaching en el NAP y en la capa de borde. Fuente: [3],[5] y [6].

- SLB —Server Load Balancing—
- Cache Server
- Management Server

El primer punto de introducción de una plataforma de *iCaching* debe ser en el área internacional de un operador, o sea en el NAP —Network Access Point—, (Figuras 11 y 11a). Es ahí donde se reducen considerablemente los anchos de banda requeridos en el segmento internacional y que traen importantes ahorros económicos a un operador, para lo cual deben ser considerados los siguientes aspectos a partir de las estadísticas:

- Promedio de ancho de banda consumido por video
- Sesiones simultáneas de video online
- Sitios de alto *rate* de video y quiénes son los principales usuarios
- Estadísticas de tendencias por días, meses y años
- Evaluación de la optimización potencial con el empleo del *iCaching*

Sin embargo, a partir de un crecimiento dado de los servicios, especialmente los relacionados con el video, puede ser necesario el despliegue de estas plataformas en la capa de agregación y borde de un operador de telecomunicaciones, sobre todo cuando existe un importante tráfico de video.

Cuando la carga de la red exceda 65% o la velocidad de Internet disminuya 20% comparada con su velocidad original, es cuando las CDN regionales deben ser desplegadas, lográndose ahorros de ancho de banda que pueden alcanzar hasta 80%.

Validación de la QoE en el servicio de video de los OTT

Las principales métricas que evalúan una baja QoE en los servicios de TV sobre OTT son:

- Largos retardos en la inicialización del video. (HLS 10 segundos mientras que DASH 2 - 4 segundos) Frecuentes Re-buffering. (Vaciado del Buffer)
- Baja calidad del video. (Bit rate promedio)
- Inadecuada sincronización entre el video y el audio
- Limitación de selección de lenguajes y subtítulos
- Los principales factores que degradan la QoE en el usuario final y su efecto visual se muestran en la Figura 12.

Para lograr una adecuada QoE del usuario final se hace necesario el despliegue de las CDN. Estas deben tener un módulo *Web Server* compatible con el estándar MPEG-DASH utilizando códec optimizados como el H.264 o mejor aún H.265, con el cual se logran importantes ahorros de ancho de banda



Figura 12. Efecto visual de los principales factores que degradan la QoE en el streaming de video de los OTT. Fuente: [9].

Servicio	Índice	Experiencia de usuario(QoE)		
		Excelente	Normal	Mala
Web Browsing	Tiempo de despliegue 1ra pantalla	<3s	3-6s	>6s
	Tiempo de carga a pantalla completa	<8s	8-20s	>20s
Online Video	Tiempo de inicio del video.	<3s	3-6s	>6s
	Video interruption time (30 min)	0	1	>1

Figura 13. Valores a lograr para una adecuada QoE. Fuente: [4].

en el *streaming* de video y una elevada QoE en el servicio de navegación web —Web Browsing—. (Figura 13)

Métricas más ajustadas para un servicio de *streaming* de video como los ofertados por los OTT como NETFLIX recomiendan considerar algunos indicadores con sus respectivos valores.

Conclusiones

El actual esfuerzo que hacen los operadores de telecomunicaciones en la implementación de la banda ancha en sus países ha abierto una puerta competitiva a nuevos proveedores de servicios sobre Internet, los cuales aprovechan su alcance geográfico ilimitado para competir con los servicios de telecomunicaciones que ofertan estos operadores locales. Sin dudas, un nuevo contexto competitivo con el cual hay que convivir mediante alianzas que permitan a los operadores obtener ganancias manteniendo su actual modelo de

negocio pero adaptándolo con esta nueva visión del mercado y creando las condiciones tecnológicas en sus redes que le permitan ofrecer una adecuada QoE a sus usuarios.

Desde el punto de vista de monetización y de control de los servicios todo operador debe ser capaz de determinar a partir de sus características financieras particulares si le es más conveniente crear alianzas con los OTT o si compite con ellos mediante la implementación de core IMS con plataformas de *Rich Communication Service* (RCS), aunque es bueno destacar que este análisis dependerá del número de usuarios que el operador posea, pues su costo es elevado y el alcance de los servicios estará enmarcado en el dominio geográfico del operador y solo tendrá alcance internacional con otros operadores con IMS y plataformas RCS.

La introducción de las CDN con plataformas de *iCaching* a nivel del NAP tiene una importante repercusión económica en el pago de ancho de banda internacional para la oferta de estos servicios, sin que el operador pierda el control de los contenidos a ofertar al usuario final.

El despliegue de estas redes CDN se determinará en función del análisis de las estadísticas que brinda esta plataforma de *iCaching* a nivel del NAP. Esto determinará

cuándo es necesario su despliegue hacia la capa de borde de la red de un operador como ETECSA, para lo que se sugiere la evaluación de los parámetros de carga de red y de la velocidad del acceso a Internet expresados anteriormente sobre el despliegue de las CDN y con ayuda de la medición de las métricas e indicadores que definen una buena QoE de los servicios ofertados como los mostrados en la Figura 14.

Finalmente, debe destacarse que en la literatura técnica se expresa que el Retorno de la Inversión (ROI) de las plataformas de *iCaching* se obtiene entre los 12 a 18 meses de su instalación en la red de un operador de telecomunicaciones.

	Alta Calidad	Media Calidad	Baja Calidad
Disponibilidad del Servicio	D = 99.9 %	D ≤ 80 %	D ≤ 60 %
BW para Audio	BW ≥ 128 kbps	BW ≥ 100 kbps	BW ≥ 90 kbps
BW para Video (Smartphone)	BW ≥ 200 kbps	BW ≥ 128 kbps	BW ≥ 64 kbps
BW para Video (WiFi)	BW ≥ 600 kbps	BW ≥ 256 kbps	BW ≥ 128 kbps
BW(SD/HD) para Video (Smart TV)	(3/10) Mbps	(1.5/8) Mbps	(1/5) Mbps
Interrupción del streaming/hora	1 ≤ 2	3-4	5-6
Fallos de sincronización/hora	1 ≤ 2	3-4	5-6
Ocurrencias de Pixelados/hora	0 ≤ 2	3-4	5-6
Zapping (segundos)	2 ≤ 3	3-4	5-6
Carga de contenido(segundos)	2 ≤ 3	3-4	5-6
Velocidad de Switching	Alta	Media	Baja

Figura 14. Indicadores para una adecuada QoE de los servicios de streaming de video de los OTT. Fuente: [8], [9] y [11].

Referencias bibliográficas

[1] Conde del Oso, Luis. Validación de la QoE en los OTT-TV. CITIC, Ecuador, 2015.

[2] Conde del Oso, L. “Propuesta para la Validación Objetiva de la calidad de video del Servicio de IPTV sobre la Red Objetivo de ETECSA”. Tesis de Maestría, ISPJAE, 2010.

[3] Ericsson. Presentación Técnica Icaching. Documento Confidencial, 2015.

[4] Rosario G. y Conde del Oso, L. Manual de usuario de Freeprobe. Documento Interno Telecom Italia – ETECSA.

[5] Huawei. Presentación Técnica “Icaching”. Documento Confidencial, 2015.

[6] ZTE. Presentación Técnica “Icaching”. Documento Confidencial, 2015.

[7] Sandvine White. Paper Measurement Internet Video Quality, 2012.

[8] Telchemy. Understanding IP Video Quality Metrics. Acceso: Febrero 2009, Disponible en: <http://www.telchemy.com/appnotes/Understanding%20IP%20Video%20Quality%20Metrics.pdf>

[9] Winkler, Stefan. P.M Measurement Quality of Experience for Over the Top service, Avvasi Technical Press. 2011.

[10] Ixia. OTT video Testing, 2012.

(Artículo recibido en octubre de 2015 y aprobado en enero de 2016)

