

# EVOLUCIÓN DE LAS CONTENT DELIVERY NETWORK HACIA LA CDN 3.0 CON MULTICAST-ASSISTED ABR

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

## RESUMEN

En este artículo se describe las tendencias de evolución de los nuevos servicios con alta demanda por la nueva generación de usuarios. Asimismo, se expone la necesidad de incorporar una CDN en las redes de un operador al mostrar el funcionamiento, la arquitectura, las ventajas y los beneficios aportados a los proveedores de contenidos, el impacto en la QoE, así como los desafíos a los que se deben enfrentar con este tipo de redes y su evolución.

**Palabras clave:** IPTV, CDN, multicast, ABR, QoS, QoE

## ABSTRACT

This article describes the evolutionary trends of the emerging services highly demanded by the new generation of users. Likewise, it shows the need to incorporate a CDN in an operator's network by displaying the functioning, the architecture, the advantages and the benefits this incorporation gives to content providers, the impact on the QoE, as well as the challenges to be faced with the use of this kind of network and its evolution.

**Keywords:** IPTV, CDN, Multicast, ABR, QoS, QoE

## Introducción

En la actualidad vivimos en una sociedad donde las redes de comunicación están creciendo aceleradamente. Cada vez existen más usuarios conectados a Internet y, por consiguiente, el tráfico que circula sobre esta red ha producido nuevas demandas de infraestructura para difundir y acceder a documentos web.

Las redes de distribución de contenido —*Content Delivery Networks*, (CDN)— surgieron como un medio para reducir el tiempo de respuesta experimentado por los usuarios de Internet al disponer de múltiples servidores distribuidos en las cercanías de los clientes.

El incremento de nuevos servicios con altos requerimientos de ancho de banda sobre las redes de telecomunicaciones en detrimento de los tradicionales que ofertaban los operadores de telecomunicaciones, tales como el servicio de voz y el de mensajería corta (SMS), ha hecho que estos

se planteen desde ya una lenta migración de sus actuales modelos de negocio hacia otros enfocados a este nuevo escenario, y que permita mantener cohabitando los tradicionales con estos nuevos servicios sobre Internet.

La tendencia de decrecimiento de los servicios tradicionales, voz y sms, que sustentan el actual modelo de negocio de los operadores de telecomunicaciones es notable, como se muestra en la figura 1.

La clave fundamental de esta tendencia ha sido el elevado desarrollo de los smartphones como terminales, aparejado con el decrecimiento de su costo y la elevación de las prestaciones de estos. Lo anterior pronostica que los smartphones finalmente se convertirán en el único terminal que manejará el usuario. En la figura 2 se muestra el incremento de la presencia de los smartphones en el mercado durante el periodo 2009 – 2015 y cómo los que poseen el sistema operativo Android de Google en el año 2015 ya tenían 81,6% de penetración en el mercado mundial.



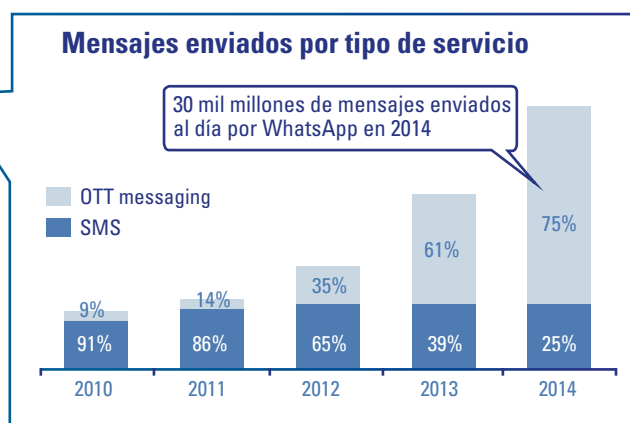
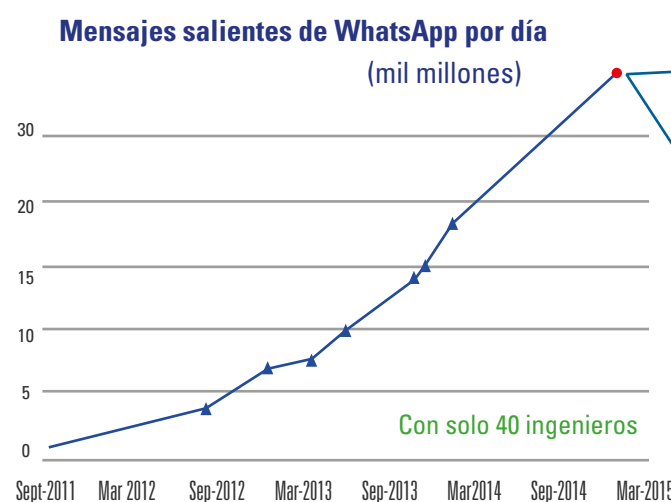
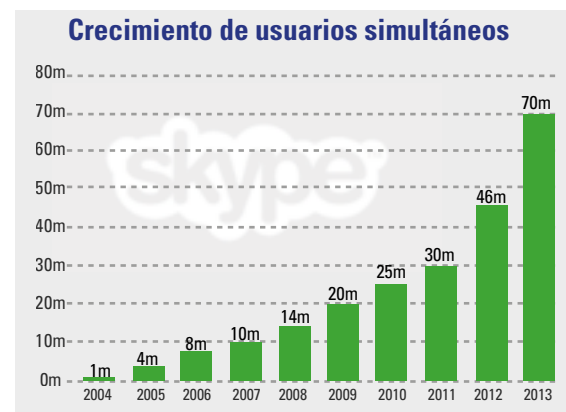
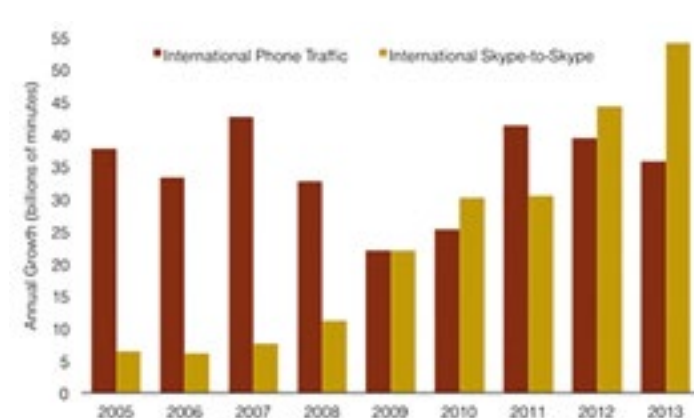


Figura 1. Análisis del decrecimiento de los servicios tradicionales en el actual modelo de negocio de los operadores de telecomunicaciones. Fuente: [1]

La demanda anterior está acompañada por un cambio de hábito en los usuarios, tal y como se observa en la figura 3.

Actualmente, uno de los servicios con gran demanda por parte de los usuarios y con alto requerimiento de ancho de banda para la red de un operador de telecomunicaciones es el de *televisión anywhere*, bajo el concepto de

multiscreen, donde un usuario puede ver la programación televisiva sobre cualquier pantalla, o sea, desde un tablet, un smartphone, una computadora y, por supuesto, desde un Smart TV. [2].

La demanda anterior está acompañada por un cambio de hábito en los usuarios, tal y como se observa en la figura 4.

### Android and iOS Are the Last Standing

Worldwide smartphone operating system market share (based on unit sales)

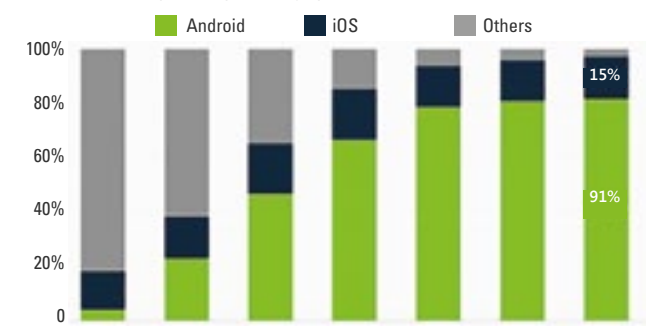


Figura 2. Presencia de los smartphones en el mercado mundial durante el periodo 2009 – 2015. Fuente: [1]

### How TV Watching Has Evolved Over the Past 8 Years

Average weekly viewing of Showtime TV programs (live vs. time-shifted)



Figura 3. Decrecimiento de la demanda de la TV en vivo respecto al servicio de VoD. Fuente: [1], [2], [3]



Figura 4. Muestras del estudio sobre la nueva generación de usuarios realizado por Telefónica. Fuente: Estudio Telefónica "Como ven los Millennials el mundo".

### Caracterización de la nueva generación de usuarios

El vertiginoso avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) a partir de la década de los años 80 ha impactado en la generación de usuarios actuales que utilizan los servicios de telecomunicaciones a partir también del incremento de la penetración de la banda ancha en cada uno de los respectivos países.

Esta nueva generación de usuarios se conoce como los Milenios (Millennials) y se caracteriza por una alta adicción a los servicios y una alta generación de tráfico. De igual manera, según un estudio realizado por Telefónica con 6,702 jóvenes de diferentes continentes, (Figura 5), se puede definir los siguientes rasgos de esta nueva generación:

- Rango actual de edad de 18 a 30 años, con particularidades específicas según su cultura y origen. Actualmente, estos usuarios se encuentran cursando estudios superiores o en el inicio de su mundo laboral, con alta interactividad con Internet y las redes sociales.
- 75% de estos nuevos usuarios tienen una alta influencia familiar.
- 60%, en muestras de México y Sudamérica, presenta además una alta influencia por el sector educativo, mientras que 54%, por los amigos, según muestras de EE.UU. y Europa.
- Poca influencia de los medios de comunicación y el gobierno, 20% y 10%, respectivamente.
- Respecto al salario, 30% de estos jóvenes en Europa y 41% en EE.UU. lo ven como una meta; mientras que solo 22% de ellos en EE.UU. y 32% en Europa priorizan la diversión; en resumen el estudio arroja que 49% de ellos en

EE.UU. y 47% en Europa piensan en una conciliación personal y laboral; sin embargo, se aprecia en Latinoamérica que tan solo 30% tiene un interés en su formación y desarrollo.

- El nivel de satisfacción con sus vidas está en el orden de 87%, mientras que el optimismo está presente en 89% de ellos.
- El espíritu emprendedor con negocios propios en esta generación es el más alto de América Latina con 26%, respecto a EE.UU. con 8% y tan solo 6% en Europa.

Las principales preocupaciones de esta generación en

América es la delincuencia con 14%; y a 32% le preocupa la corrupción; mientras que en Europa a 35% le preocupa la corrupción y a 32% le afecta el desempleo.

- Más de 57% de ellos no están satisfechos con el modelo educativo de su país, que se acentúa en hasta 75% en países como Brasil. Por lo que, 59% piensa que el gobierno debe mejorar la calidad del profesorado y el plan de estudio.
- Poseen un aguzado deseo del conocimiento de la tecnología, el emprendimiento y el de cambiar sus comunidades.
- Uno de cada 5 milenios encuestados son considerados líderes, por regiones 22% en EE.UU., 11% en Europa y 19% en América Latina. Además 70% de ellos contempla emigrar, con cifras de hasta 80%, en busca de mejores salarios en América Latina y 61% de ellos en Europa.
- Entre 80% y 90% de los encuestados consideran que tienen conocimiento de las nuevas tecnologías, de las TIC.
- Las profesiones que más les atraen son las tecnológicas hasta 25% donde las ingenierías alcanzan hasta 19%. En EE.UU. 22% es atraído por las profesiones asociadas a la salud; mientras que en Centroamérica 16% por las relacionadas con el turismo. En Sudamérica y México 30% les gusta el emprendimiento.

El dispositivo que más atrae a los milenios es el Smartphone, con un alcance de hasta 78% global, mientras que en Latinoamérica alcanza 54%. 80% de estos lo usa para conectarse a las redes sociales, mientras que 60% lo emplea para mandar mensajes. Para las llamadas los emplea 42% de ellos en Europa, utilizando APP de OTT, y 59% en América Latina usando todavía el método tradicional, aunque con tendencia a disminuir en función de la incorporación de la banda ancha.

• 73% de los milenios encuestados piensa que la tecnología mejorará la calidad de su trabajo, 42% opina que ello le aporta más eficiencia con menos trabajo y 13% de ellos la utiliza solo para impresionar a su jefe.

• 89% de los encuestados conoce el riesgo de las nuevas tecnologías, respecto a la privacidad o al robo de sus datos, pero no sienten temor al riesgo.

• 48% en América Latina, 28% en Europa y 21% en EE.UU. son de la opinión de que sus gobiernos deben impulsar la inversión en tecnología e innovación.

En resumen, la encuesta de Telefónica arrojó como resultado que esta generación de milenios es optimista, segura, sensible, comprometida y con ideas claras, pero con una alta dependencia de la conectividad y el acceso a Internet.

Esta caracterización de la nueva generación de usuarios, por continentes ha permitido al operador Telefónica el estudio de nuevos modelos de negocio que faciliten la prestación de nuevos servicios que satisfagan la demanda que generan estos nuevos usuarios con la utilización de las nuevas tecnologías.

### Hábitos e impactos de la generación milenios en los operadores

Esta generación produce nuevos hábitos en el empleo de las telecomunicaciones y dispositivos terminales, por ejemplo, se encuentra una alta adicción a las redes sociales, a la búsqueda de información en Internet y prefieren el uso de la tecnología de manera interactiva.

Los nuevos intereses de estos actuales y futuros usuarios han hecho que los operadores de telecomunicaciones empiecen a pensar en un cambio de sus actuales modelos de negocio y de la cadena de valores, donde el impacto de las

APP, tanto en sus redes fijas y móviles, desempeña un papel decisivo para la prestación de sus servicios. (Figura 6).

En la figura 7 se muestra un análisis de los impactos de los diferentes servicios en las redes fijas y móviles de Latinoamérica, a partir de estadísticas de sondas como el Sandvine. Aquí se observa que en las redes fijas el mayor impacto es producto de las aplicaciones de entretenimiento, entre las cuales se pueden destacar los juegos online y, por supuesto, el *streaming* de video a partir de plataformas OTT como Netflix y otras asociadas al propio operador, como son las Plataformas híbridas IPTV-OTT, con las cuales se ofertan una gran cantidad de canales en vivo y otros servicios como el VoD con contenidos ya licenciados, y que tienen una elevada demanda por parte de los usuarios y ocupa más de 60% de tráfico de la red de un operador, con una tendencia anual de crecimiento en múltiples escenarios.

En las redes móviles el servicio de video también impacta, aunque es válido recordar que con el IPTV, sobre la red fija, el *streaming* se hace en UDP usando multicast [3] [4] [5] [6] el cual garantiza una gran optimización de los recursos de ancho de banda, mientras que en las redes móviles se requiere el *streaming* HTTP de modo unicast [7] con un elevado consumo de ancho de banda por cada solicitud del servicio.

Por las razones anteriores, la introducción de las redes de distribución de contenidos se hace hoy ya una necesidad para los operadores de telecomunicaciones con vistas a optimizar el ancho de banda en sus redes, mejorar los servicios ofertados a sus usuarios acercando los contenidos a estos y minimizar así los retardos y las pérdidas de paquetes en la red, lo que garantizaría una elevada Calidad sobre la Experiencia (QoE) con la cual los usuarios perciben estos servicios.

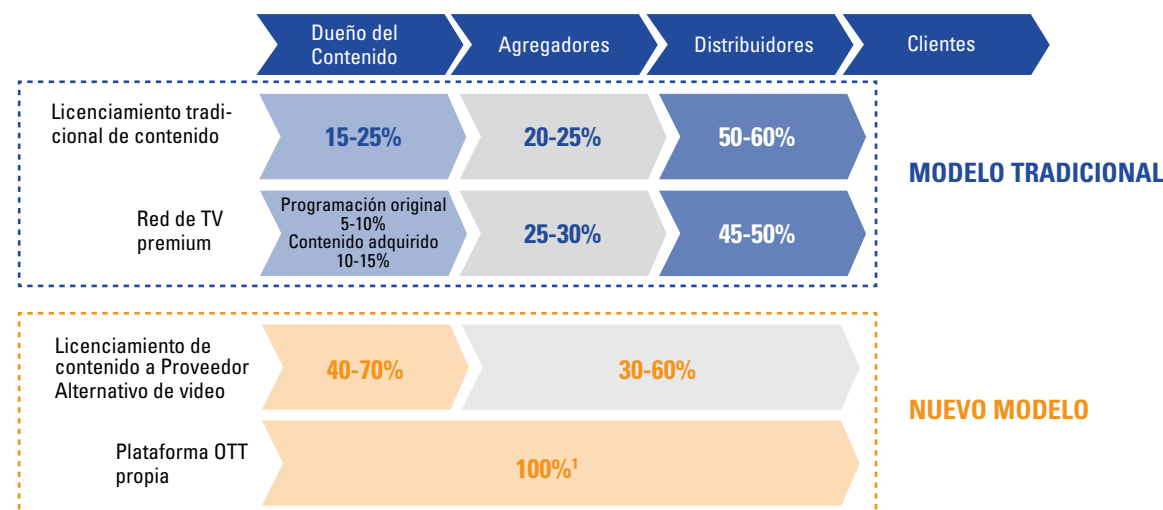
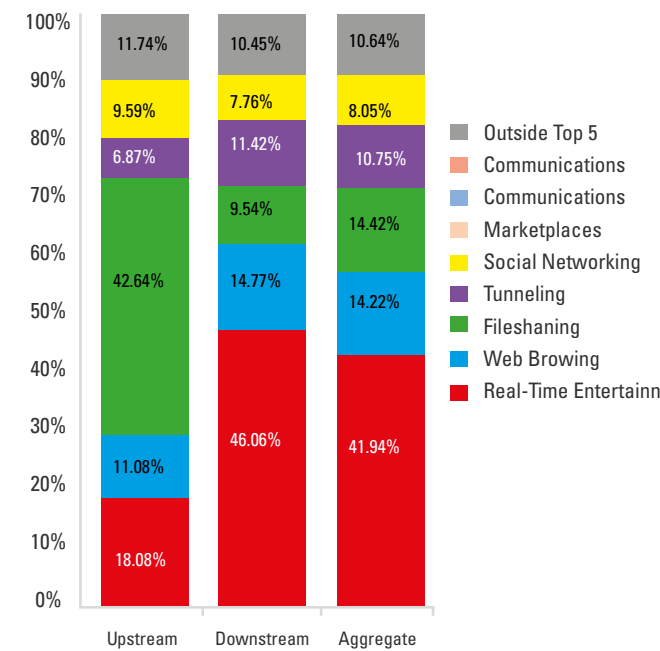


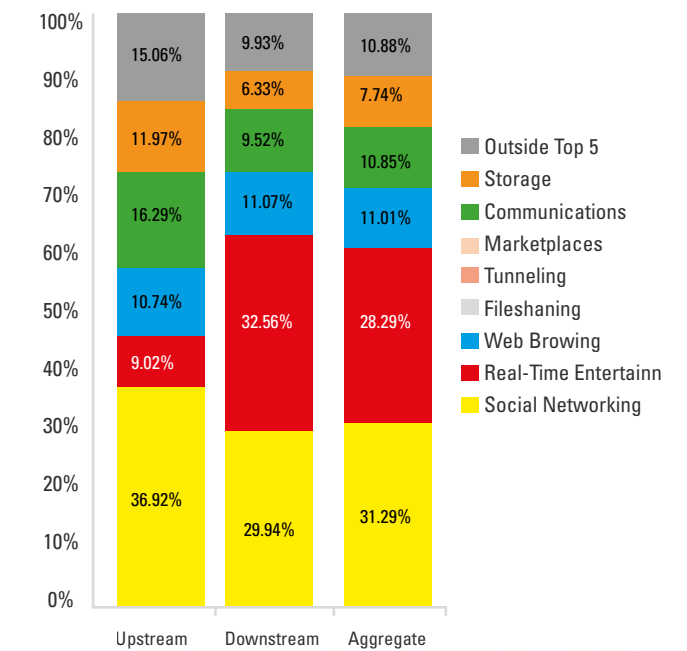
Figura 5. Cambio del modelo de negocio tradicional en el servicio de TV paga. Fuente: [1]

Peak Period Traffic Composition (Latin American, Fixed Access)



Upstream		Downstream		Aggregate	
Rank	Application	Share	Rank	Application	Share
1	Bit Torrent	31.72%	1	You Tube	32.99%
2	You Tube	10.47%	2	HTTP	12.84%
3	HTTP	8.39%	3	SSL-SSL OTHER	11.07%
4	Facebook	7.40%	4	Bit Torrent	8.18%
5	SSL - OTHER	5.94%	5	Netflix	6.57%
6	Aros	5.59%	6	Facebook	5.68%
7	Skipt	2.21%	7	Netflix	5.91%
8	Netflix	1.50%	8	MPEG-OTHER	2.31%
9	MPEG-OTHER	1.12%	9	RTMP	1.88%
10	Dropbox	0.77%	10	Flash Video	1.87%
		75.10%			83.04%

Peak Period Traffic Composition (Latin American, Mobile Access)



Upstream		Downstream		Aggregate	
Rank	Application	Share	Rank	Application	Share
1	Facebook	31.33%	1	Facebook	24.62%
2	WhatsApp	10.97%	2	You Tube	22.87%
3	HTTP	8.23%	3	HTTP	9.57%
4	Google	8.16%	4	WhatsApp	7.10%
5	You Tube	5.42%	5	Google Cloud	3.73%
6	SSL-OTHER	5.25%	6	MPEG-OTHER	3.60%
7	Instagram	1.63%	7	Instagram	3.42%
8		1.03%	8	SSL-OTHER	3.40%
9	Skipt	0.97%	9	Google Market	2.42%
10	Bit Torrent	0.57%	10	Netflix	1.89%
11		73.56%	11		82.56%

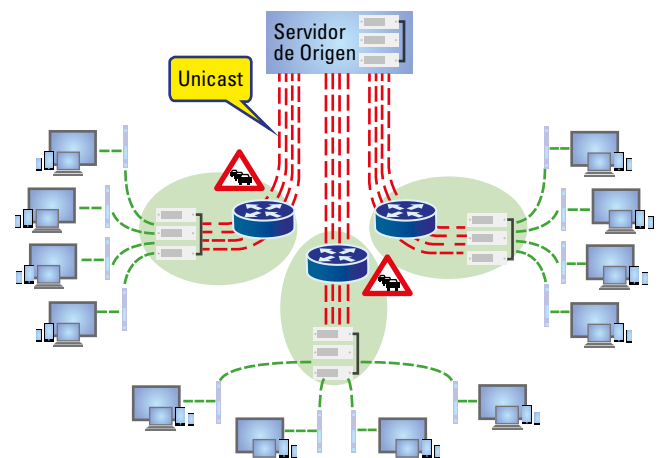
Figura 6. Estadísticas de los impactos de los diferentes servicios en las redes de Latinoamérica. Fuente: [1].

### Red de distribución de contenidos (CDN)

Una CDN es una agrupación de servidores con una jerarquía determinada que puede ubicarse sobre Internet, CDN Globales, o dentro de las propias redes de un operador de telecomunicaciones, CDN Regionales. En estas CDN se replica el contenido sobre varios servidores (denominados surrogates o réplicas), ubicados en las cercanías de los clientes con el fin de realizar una entrega de contenidos transparentes, eficaces, escalables y rápidos.

La no existencia de una CDN en la red de un operador con servicios de video provoca una elevada congestión tanto en las redes de transporte como en las de agregación. (Figura 8).

La introducción de una CDN ofrece las siguientes ventajas en la red de un operador:



La capa de transporte, la capa de borde y la agregación están sobrecargadas por la no existencia de una CDN

Figura 7. Impactos por la no existencia de una CDN en la red de un operador. Fuente: Broadpeak.



- Mayor capacidad de conexión.
- Optimización de los recursos de las redes de transporte y de agregación.
- Disminución del tiempo de respuesta de entrega de la información al usuario, incrementando la QoE sobre el servicio prestado.
- Disminución de los costos asociados a la entrega de contenidos.
- Reducción del retardo y pérdida de paquetes.
- Balance de carga, evitando la congestión del servidor de origen.
- 100% de disponibilidad de información.

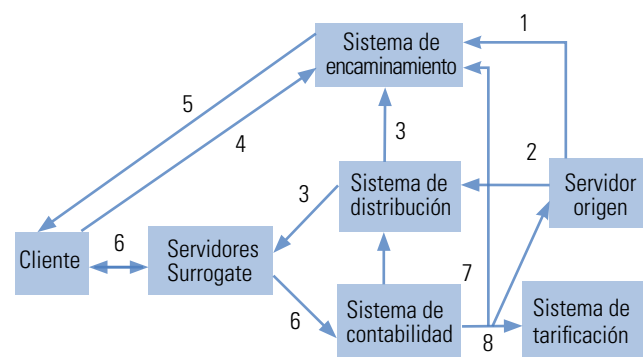


Figura 8. Arquitectura genérica de una CDN. Fuente: Elaboración propia.

- Obtención de estadísticas sobre el comportamiento de usuarios.

### Arquitectura general de una CDN

Una CDN está constituida por siete elementos fundamentales: cliente, servidores surrogate, sistema de encaminamiento, sistema de distribución, sistema de contabilidad, servidor origen y por último sistema de tarificación. (Figura 9).

### Evolución de las CDN hacia la optimización de las redes del operador

La evolución de las CDN se inicia en el entorno del año 2000, a partir del incremento del tráfico originado por los servicios de banda ancha, especialmente por los de *streaming* de video asociados a los OTT y el acceso a Internet, sobre todo a la redes sociales (Figura 10).

La CDN 1.0 estaba orientada fundamentalmente a los servicios de video, utilizando el unicast con el empleo del protocolo RTMP y protección de contenidos basada en

	Format	Delivery	Protection	Content/ Providers
CDN 1.0	Single bit rate streaming	RTMP/E Unicast	Encrypted streams	YouTube Short-form on-demand Clips
CDN 2.0	Adaptive bit rate progressive download	HTTP Unicast	Encrypted content (DRM)	TVE, Hulu, Netflix Long-form on-demand Niche-linear Movies, episodes, sports
CDN 3.0	Adaptive bit rate fragments	HTTP Multicast	Encrypted content (DRM)	MSOs Linear channel lineups All premium content

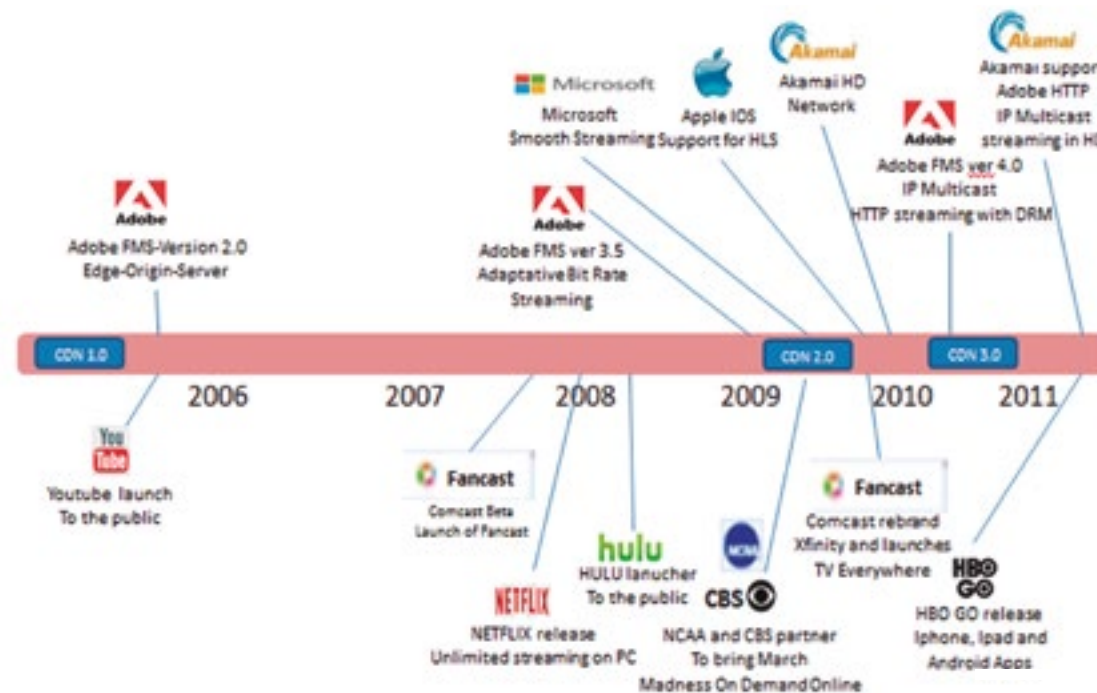
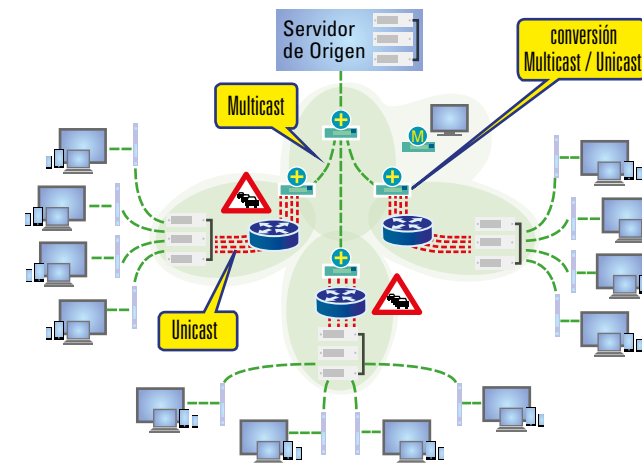
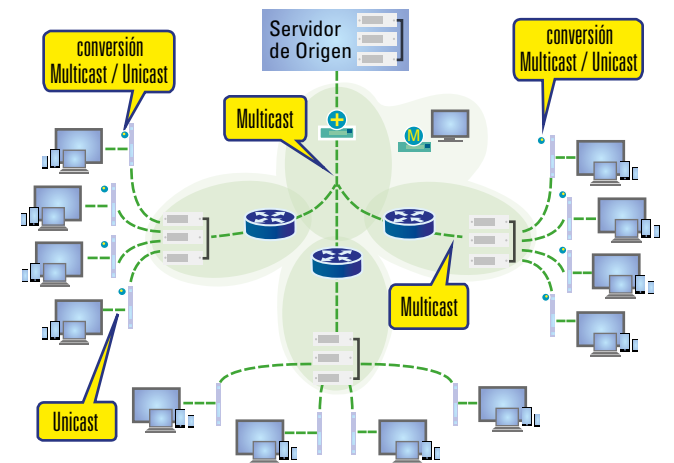


Figura 9. Evolución de las CDN. Fuente: [1].



La capa de transporte se optimiza pero la capa de borde continúa sobrecargada al igual que la agregación

Figura 10. Congestión en la red de agregación de un operador con una CDN 2.0. Fuente: [1].



Red optimizada con una solución transparente respecto al encoder, el DRM y el tipo de terminal utilizado

Figura 11. Optimización de la red de un operador con la CDN 3.0. Fuente: [1].

la encriptación del stream. Fue ampliamente utilizada por proveedores de contenidos como YouTube actuando como OTT y ofertando con esta solución pequeños clips de video.

Sin embargo, las preferencias de los actuales usuarios en ver videos en formatos de alta definición, así como su visualización en la modalidad multiscreen fijaron nuevas metas a las CDN con su evolución hacia la CDN 2.0. En esta última, la protección de los contenidos encriptados toma una vital importancia con la incorporación de los DRM y, aunque aún se sigue utilizando el *streaming* HTTP en modalidad unicast, ya se incorpora también el Adaptive Bit Rate con descarga progresiva [8], imprescindible para el multiscreen y la TVE. Los principales usuarios de esta CDN 2.0 fueron NetFlix y Hulu como proveedores de contenidos de larga duración (películas, eventos deportivos y series), como se puede apreciar en la figura 11.

Esta evolución hasta la CDN 2.0 presentó una gran dificultad basada en el impacto del ancho de banda en las redes de agregación ante la masividad de los servicios, fundamentalmente el de video *streaming* producto del uso de los servicios de VoD en modalidad unicast y su alcance solo hasta la capa de borde sobre las redes del operador. Esto hizo aparecer el CDN 3.0.

La aparición de la CDN 3.0, a finales del año 2010, facilitó el uso del formato Adaptive Bit Rate fragmentado y el envío del mismo a través de la red del operador en modalidad multicast manteniendo las facilidades introducidas, en la protección del contenido, en la CDN 2.0 con el empleo del DRM al incorporar los MSO en la red de los operadores, para garantizar así una optimización de los recursos en las redes de transporte y agregación con la incorporación del gateway en casa del usuario a

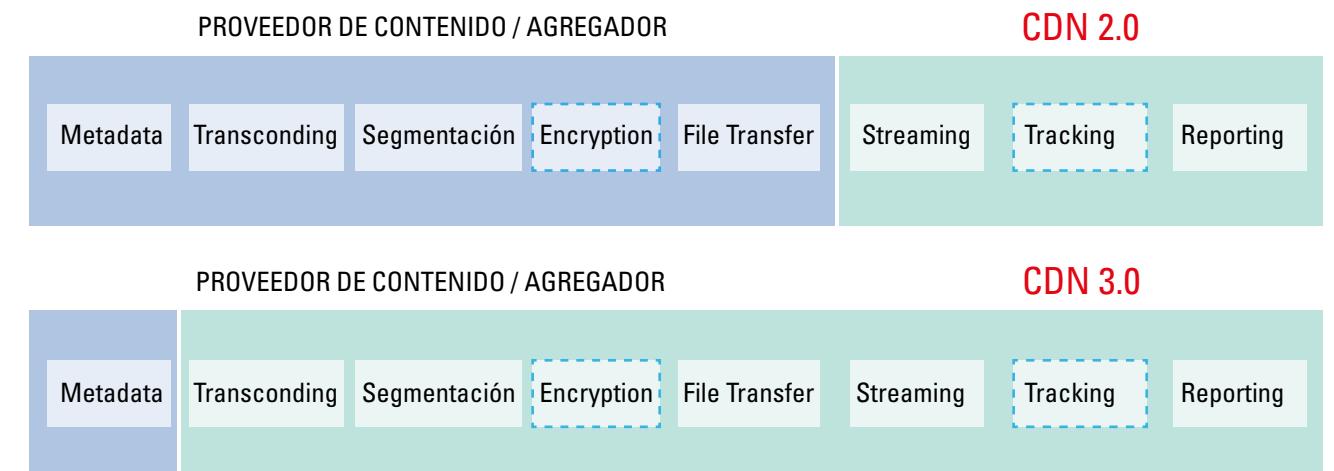


Figura 12. Funciones asociadas a las CDN 2.0 y CDN 3.0. Fuente: [1].

CDN Globales	Tipo de Servicio y soluciones	Cobertura de mercado
Akamai	Servicio básico streaming CDN	80% del mercado con 25 000 servidores en 900 redes de 69 países. Cerca del 20 % tráfico de Internet
Edge Stream	Orientado al streaming de IPTV	Proporciona mundialmente video streaming sobre cable o ADSL
LimeLight Networks	Life TV y VoD, música, juegos y descarga de ficheros	Con servidores en 72 redes alrededor del mundo
Mirror Image	Distribución de contenido, streaming, web computing	Con servidores ubicados en 22 países

Tabla 1. Principales CDN Gobales. Fuente: Elaboración propia.

la CDN. Esto permite servir con simultaneidad a millones de usuarios con servicios de TV. (Figura 12).

Tal y como se muestra en la figura 12 la evolución del CDN 2.0 al CDN 3.0 conllevó a funcionalidades adicionales que antes eran realizadas por el proveedor de contenidos o el agregador.

Principales proveedores de CDN. Empleo de las mismas por los operadores

El explosivo crecimiento de la transmisión en flujo en línea y de otros servicios multimedia, junto con el incremento de las expectativas de los usuarios en la QoE, se ha convertido en un estándar para que los proveedores de servicios OTT ubiquen servidores y surrogates dentro de las redes de los ISP, particularmente para mejorar la eficiencia en la entrega de media en los dispositivos

móviles. Mucho de los operadores de telecomunicaciones han creado su propio despliegue de CDN dentro de sus redes.

Entre los operadores de telecomunicaciones y proveedores de servicios que disponen de su propia red CDN se encuentran: Deutsche Telekom, Orange, Korea Telekom, SingTel, Swisscom, Telecom Argentina, TIM, Telefónica, Telenor, Telstra y Tata Sky, entre otros.

Sin embargo, la mayor parte de las CDN Globales operativas se halla desplegada y controlada por empresas comerciales. Entre los principales proveedores de redes CDN Globales se encuentran Akamai (la CDN comercial con mayor cuota en el mercado), EdgeStream, Limelight Network y Mirror Image, cuyas coberturas, servicios y soluciones se recogen en la tabla 1.

Entrada de Información	Descripción
Prediseño de la demanda	Predefinir los picos de demanda de los videos respecto al menos popular, definiendo curvas de demandas de nDVR, VoD y videos de Internet
CDN y características operacionales del video	¿Cuán eficiente seá la CDN respecto al contenido pre posicionado? ¿Cuántos formatos de videos serán almacenados y con qué propósito? ¿Qué porcentaje del video solicitado será visualizado en HD?
Topología de la Red	Comtemplar cantidad de contribuidores nacionales, redes regionales, cabezas de línea y Hubs Cantidad de MSO previstos y sus localizaciones
Costos de red	Costos aproximados de cada nivel de la red considerando \$/Mbps, para comparar entre costos de cacheo y costos de transmisión
Costo de la CDN	Conocer los costos de cacheo en diferentes capas de la red. Costo de cada caché en términos de carga \$/GB

Tabla 2. Consideraciones para evaluar una CDN. Fuente: [1]

Aspectos a considerar para la introducción de una CDN regional

Muchos factores deben ser considerados antes de introducir una CDN [9] y definir su óptima arquitectura con el objetivo de defendernos ante un pico de demanda de los servicios y garantizar una elevada QoE. Algunas de estos aspectos son:

- Definición de un modelo de diseño capaz de responder a los picos de la demanda.
- Definición de los costos que permitan una simple modelación.
- Construcción de un modelo que pueda interactuar con un menor costo de toda la arquitectura.

Conclusiones

La insaciable demanda de recursos de red en las aplicaciones, especialmente las relacionadas con el video

streaming, conjuntamente con una nueva generación de usuarios con preferencias muy diferentes a los antiguos consumidores de los servicios tradicionales que ofertaban los operadores han provocado que estos adecuen la arquitectura de sus redes a estas nuevas tendencias, soportadas sobre las redes de banda ancha y que han sido desplegadas a partir del surgimiento de otros nuevos actores, los OTT.

Finalmente, debe destacarse que el diseño de una CDN [11] [12] para un gran red de streaming de video es una laboriosa tarea en la cual deben ser considerados diferentes factores, (tabla 2) entre los cuales se destacan los niveles de la misma y su posicionamiento en la red del operador, las capacidades de almacenamiento que contempla así como la jerarquía de la misma, por lo que no debe nunca ser considerada esta labor como un trivial ejercicio.

Referencias bibliográficas

[1]. CDN 3.0. The Next Generation of Content Delivery. [cited 2016 Febrero]; Available from: <https://ibbconsulting.com>.

[2]. Curso Avanzado de conducción de señales de radio y TV. Consultel Madrid 2017.

[3]. Esthet A, ULM J, Cohen U, Carol A. Multicast as a mandatory sttpping Stone for an 4. IP video service to the big screen. Año 2016.Arris.

[4]. Juniper White Paper. Its Time to rethink what you know about multicast. Año 2015.

[5]. The new frontiers of OTT delivery: Multicast, P2P & Hibrid. [cited 2016 Febrero]; Available from: <http://blogelc-trovemo.com>

[6]. Kim T, Mostafa H. A comparation of heterogeneous video multicastSchemes: Layered encoding or stream replication. IEE transaction On multimedia, vol7 No 6 Diciembre 2005.

[7]. Kunesetty S, Tyre J. Effective utilization of M-ABR using Big Data and real time Analitics. Sprint Technical Forum Proceeding. Arris .Año 2016.

[8]. McBride M. IP Multicast and multipoint design for IPTV service. Año 2016.

[9]. White paper Octoshape’s . Multicast Technology suite: The next-gen CDN alternative for large scale, cost optimization,global HD streaming. Año 2016.

[10]. Duffield N, Grossglauser M y Ramakrishnam K. Distrust aand Privacy: Axioms for multicast congestion control. AT&T Labs. Año 2015.

[11]. Cloud Bassed Infraestructure for next generation TV. Ericsson 2015.

[12]. Casin Beatriz. DASH: un estándar MPEG para streaming sobre HTTP. Universidad Politécnica de Catalunya. Año 2016.

[13]. White paper. Broadpeak. Entel and Mac Vision first in the word to commercially. Deply Multicast ABR technology with Broadpeak’s nanoCDN. Año 2016.

[14]. Conde L. Impactos de la implementación de las Content Delivery Network. Revista TONO. Etecsa. Año 2016.

(Artículo recibido en enero de 2017 y aprobado en marzo de 2017)

