

*Cuarta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL2014  
Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, Cancún, del 26 al 28  
de mayo de 2014*

## **Live Streaming y Video On Demand de contenido académico producido en la PUCP**

Jose Luis Barturén Larrea<sup>a</sup>, Genghis Ríos Kruger<sup>b</sup>,

<sup>a,b</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú, Dirección de Informática Académica, Perú  
jbarturen@pucp.pe<sup>a</sup>, grios@pucp.edu.pe<sup>b</sup>

**Resumen.** Las universidades requieren cada vez más que sus actividades académicas y de investigación sean difundidas a un mayor número de usuarios. Internet nos permite que el intercambio de información sea en tiempo real, lo que facilita que los eventos sean transmitidos en vivo, así como bajo demanda cada vez que el usuario lo solicite. Las tecnologías streaming siguen evolucionando, adaptándose a los recursos de red y nuevos dispositivos finales, por ello desplegar este tipo de servicios requiere considerar múltiples factores como ancho de banda, consumo de recursos, servidores y protocolos de transmisión, dispositivos de reproducción, entre otros.

El presente trabajo tiene por objetivo analizar las diferentes tecnologías de streaming disponibles e implementar una solución que garantice ancho de banda y compatibilidad con la mayor cantidad de dispositivos.

**Palabras Clave:** Live Streaming, VOD, protocolo, transcodificación, difusión.

### **1 Introducción**

La revolución de las tecnologías de la información y comunicación ha supuesto un verdadero cambio en las mentalidades tanto de docentes como de alumnos. El buen uso de estas tecnologías puede ahorrarnos tiempo y costos, agilizando tareas y trabajos colaborativos en tiempo real. Un profesor puede impartir clases a través de una computadora desde cualquier lugar, sin necesidad de desplazarse. Esta experiencia virtual se consigue gracias a las aplicaciones de sistemas avanzados de tele-presencia que permiten ver y escuchar al interlocutor con una alta calidad de audio y video, simulando su presencia real y convirtiendo la clase en un aula interactiva. Los sistemas de “Live Streaming” y “Video on Demand” son aplicaciones avanzadas de difusión de contenido multimedia a través de un navegador web, ofreciendo facilidad de uso y acceso.

El presente trabajo tiene por objetivo diseñar e implementar una solución TIC para la enseñanza y la investigación, que gestiona la transmisión y publicación de las actividades académicas producidas en la Pontificia Universidad Católica del Perú. La sección 2 desarrolla el marco teórico relacionado, posteriormente se muestra la problemática de la PUCP y finalmente se analiza e implementa la solución más óptima acorde a los requerimientos.

## **2 Marco Teórico**

Hasta antes de 1997, el contenido de vídeo a través de HTTP ha sido entregado progresivamente, de manera similar a cómo las imágenes se cargan en un navegador web, descargando un archivo del servidor. Sin embargo, la transmisión de vídeo progresivo tiene algunos inconvenientes importantes: los espectadores no pueden saltar alrededor en un vídeo sin que se haya descargado completamente, no se puede cambiar sobre la marcha la calidad de la transmisión, y requiere una conexión constante, ya que se interrumpiría la descarga. [1]

Debido a estos inconvenientes, la mayoría de sistemas de transmisión en vivo o video baja demanda utilizan servidores de streaming, los cuales garantizan un flujo constante.

### **2.1 Live Streaming y Video on Demand (VOD)**

Las transmisiones en tiempo real de contenido multimedia (Live Streaming) son uno de los servicios más demandados por las instituciones educativas, debido a que permiten la difusión en directo de actividades académicas e institucionales entre los miembros de la comunidad universitaria a través de Internet.

Sumado a esta tendencia, los contenidos requieren reproducirse en diferido por temas de investigación o simple difusión. Para ello se requiere la publicación de las grabaciones y que estos estén disponibles bajo demanda (Video on Demand).

Este tipo de servicios requieren un amplio ancho de banda, lo que implica darle particular importancia al rendimiento del servidor que soporta el streaming, así como su sensibilidad a los retrasos de red. Existe una amplia investigación sobre las técnicas de degradación para superar anomalías en la red de transmisión. Por ejemplo, desarrollar técnicas de administración de streaming adaptativos que permitan la conmutación dinámica de los niveles de calidad del flujo, así como herramientas para predecir el agotamiento de los recursos como procesamiento y memoria. [1]

#### **2.1.1 Protocolos Streaming**

La diversidad de dispositivos hace imposible que las tecnologías y protocolos de streaming sean compatibles con todos ellos. La creciente utilización de dispositivos móviles ha originado a su vez la aparición de soluciones alternativas y más flexibles al tradicional protocolo RTMP.

##### **a) Adobe HDS (Adobe Flash Player)**

HTTP Dynamic Streaming fue desarrollado por Adobe como una alternativa a su protocolo RTMP. HDS permite la transmisión adaptativa través de HTTP a

cualquier dispositivo que sea compatible con Adobe Flash o Air. Un gran beneficio para el streaming con HDS en vez de RTMP es no tener que depender de un FMS, lo que disminuye significativamente los costos. Adobe ha lanzado un módulo para Apache que le permite actuar como un servidor de streaming.

Debido a la penetración en el mercado del 97% que tiene Flash Player, HDS es una gran opción para la transmisión a los dispositivos de escritorio. Sin embargo, el reproductor Flash no está soportado por sistemas operativos como Android o iOS, lo que limita su uso práctico para la difusión a los dispositivos móviles. [2]

#### b) HTTP Live Streaming

Es un protocolo desarrollado por Apple para sus dispositivos iOS y reproductor de QuickTime. Actualmente está disponible para un gran número de reproductores de vídeo, incluyendo HTML5 de forma predeterminada y la mayoría de los reproductores nativos en móviles.

HLS se puede implementar utilizando servidores HTTP (como Apache) o servidores de streaming comerciales como Adobe FMS y Wowza. Gracias a su flexibilidad y extensa compatibilidad, HLS ha sido adoptado como el protocolo de streaming primario para la mayoría de los sitios web de contenido de vídeo. [3]

Sin embargo aún presenta limitaciones en dispositivos Android, cuyo soporte no es el mismo de una versión o un dispositivo a otro. Los dispositivos anteriores a Android 4.x (Gingerbread o Honeycomb), no son compatibles con HLS. Android trató de adoptar HLS con Android 3.0, pero el almacenamiento en búfer era excesivo. Incluso los dispositivos que ejecutan Android 4.x presentan inconsistencias al reproducir HLS. [1]

#### c) HTTP Smooth Streaming

HTTP Smooth Streaming es la incursión de Microsoft en el streaming HTTP adaptativo. Se ejecuta en su servidor web IIS y reproductor de Silverlight. El reproductor Silverlight detecta el ancho de banda y CPU de las condiciones locales y dinámicamente cambia bitrates para ofrecer una transmisión ininterrumpida. HSS soporta múltiples codecs de audio y vídeo, y es altamente personalizable. [4]

La reproducción en dispositivos iOS 3.0+ es posible cuando se utiliza el códec de vídeo H.264. Sin embargo la dependencia a un reproductor de Silverlight hace que su difusión sea limitada.

#### d) RTMP

Adobe, quien distribuye el Flash Player, creó RTMP para ayudar a los servidores Web de baja latencia transmitir contenido en la Web de manera eficiente. La baja latencia es importante cuando se desea ver vídeos fluidamente en un navegador.

Los servidores RTMP, como Flash Media Server, también soportan transmisiones de vídeo en directo y pueden transmitir audio y otro tipo de datos también. [5] Este protocolo depende de la tecnología Flash, por lo que su uso en dispositivos móviles es limitado.

e) RTSP

RealNetworks, creador de Real Player, utilizó RTSP para streaming de audio y vídeo en los años 90. Los desarrolladores también utilizaron RTSP para crear programas de mensajería instantánea, software de videoconferencia y otros tipos de aplicaciones que requieren interacción en tiempo real. Actualmente el protocolo es altamente compatible con los dispositivos Android, mostrando fluidez y estabilidad. [6]

**Tabla 1.** Especificaciones recomendadas para los protocolos de streaming

	HDS	HLS	HSS	RTMP	RTSP
Vídeo Código	H264 VP6 (Live)	H264	H264	H264 VP6	H264 VP6
Vídeo Contenedor	MP4	MP4	MP4	MP4 FLV	MP4 FLV
Audio Código	AAC	AAC AC-3	AAC AC-3	AAC	AAC
Audio Contenedor	MP3	MP3	MP3	MP3	MP3

Las soluciones de streaming HTTP cuentan con la entrega adaptativa de bitrate, lo que significa que pueden cambiar la calidad de vídeo sobre la marcha. Dependiendo del ancho de banda o el CPU del cliente, un flujo de mayor o menor calidad puede ser solicitada automáticamente. Esta tecnología es relativamente nueva y promete convertirse en la solución más eficiente para transmitir streaming, siempre y cuando logre superar los problemas de compatibilidad con algunos dispositivos y tecnologías.

2.1.2 Servidores Streaming

Los servidores de streaming deben cumplir con las siguientes características [7]:

- a) Escalable: Debe hacer llegar la transmisión de contenido multimedia a un gran número de clientes. Un mecanismo de entrega escalable requiere recursos proporcionales al número de elementos de contenido distintos, en lugar de la cantidad de clientes. El despliegue de servidores de streaming en el borde de la red facilita esto, es decir cuando varios clientes en la misma localidad acceden al mismo contenido desde un servidor de borde reduce la carga en el núcleo de la red.

Si el contenido no está disponible en el servidor de borde concreto, puede consultar a sus vecinos, que podría estar más cerca que el servidor de contenido original en el sentido de la red. Si el contenido se encuentra en un servidor de borde vecino, el cliente o bien puede ser redirigido a ese servidor, o el contenido se puede descargar de forma relativamente rápida.

- b) Capacidad de respuesta a las condiciones cambiantes: El streaming de contenido de medios requiere relativamente altos anchos de banda y estables retrasos de extremo a extremo, de modo que la resolución de vídeo sea aceptable y la velocidad de fotogramas se mantenga constante durante la reproducción. Desafortunadamente, es difícil proporcionar tales garantías de rendimiento de la red. Esto es particularmente cierto cuando los servidores de contenido y los clientes pueden tener grandes distancias de la red entre ellos. El servidor de streaming en el borde de la red puede reaccionar a cambios locales en condiciones mucho más rápido que un servidor de contenido en la red central. Un servidor de streaming en el borde podría ajustar el flujo de medios para utilizar el ancho de banda de red actual. Por otra parte, la latencia visto por la mayoría de clientes entre la solicitud de los medios de comunicación y la llegada del primer paquete se reduce, ya que la solicitud puede ser satisfecha por el caché local si el contenido está presente. Por lo tanto el servidor de transmisión debe ser capaz de reaccionar a la retroalimentación de la capa de red.
- c) Utilización eficiente de recursos: Es probable que el streaming sea visitado por miles de usuarios. Si cada cliente establece una sesión individual con el servidor de contenido original, la red de núcleo, así como el servidor de origen se puede sobrecargar rápidamente. Por tanto, los servidores de borde deben tener soporte para la difusión de un solo flujo a varios clientes. Multicast ofrece esta facilidad, sin embargo se requiere que los operadores de red habiliten esta característica en sus equipos. Se estima que sólo el 5% de la actual red de Internet tiene soporte multicast habilitado.

## **2.2 Transcodificación**

Transcodificación es la operación de convertir un vídeo de un formato a otro formato. Un formato se define por características como la velocidad de bits, frecuencia de imagen, resolución espacial, la sintaxis de codificación, y el contenido. [8]

Una de las primeras aplicaciones de transcodificación es adaptar la velocidad de bits de un flujo de vídeo comprimido previamente a un ancho de banda de canal. Por ejemplo, un programa de televisión puede ser comprimido inicialmente a una velocidad alta para aplicaciones de estudio, pero luego tiene que ser transmitida a través de un canal a una velocidad mucho menor.

En el acceso multimedia vía web, los terminales pueden tener diferentes accesos a la Internet, cableados o inalámbricos, lo que implica características particulares de canal como ancho de banda, tasas de error de bit o tasas de pérdida de paquetes. [9]

La transcodificación es una de las tecnologías clave para cumplir con la tarea de ofrecer flexibilidad de datos multimedia a usuarios con diferentes recursos disponibles, haciendo posible que el contenido multimedia que adaptarse dinámicamente según el entorno de uso. [9]

Actualmente se viene estudiando técnicas para mejora de la compresión de vídeos, sin afectar la calidad del mismo. En particular para la difusión a través de Internet es importante que el video esté lo más comprimido posible, de tal manera que no afecte la descarga del mismo en entornos de poco ancho de banda. Afortunadamente los terminales que reproducen estos videos son cada vez más avanzados, permitiendo que la descompresión no requiera altos niveles de procesamiento.

### **2.3 AWS (Amazon Web Services)**

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) es un servicio web que proporciona capacidad informática con tamaño modificable en la nube. Está diseñado para facilitar a los desarrolladores recursos informáticos escalables basados en web.

La sencilla interfaz de servicios web de Amazon EC2 permite obtener y configurar su capacidad con una fricción mínima. Proporciona un control completo sobre sus recursos informáticos y permite ejecutarse en el entorno informático acreditado de Amazon. Amazon EC2 reduce el tiempo necesario para obtener y arrancar nuevas instancias de servidor en minutos, lo que permite escalar rápidamente la capacidad, ya sea aumentándola o reduciéndola, según cambien sus necesidades. Amazon EC2 cambia el modelo económico de la informática, al permitir pagar solo por la capacidad que utiliza realmente. Amazon EC2 proporciona a los desarrolladores las herramientas necesarias para crear aplicaciones resistentes a errores y para aislarse de los casos de error más comunes. [10]

Amazon permite a los usuarios una oferta en la capacidad no utilizada EC2 proporciona como 42 tipos de “instancias” que se diferencian por la capacidad de computación / memoria, tipo de sistema operativo y la ubicación geográfica. Sus precios llamados “precios spot” cambian dinámicamente en función de la oferta y la demanda. [11]

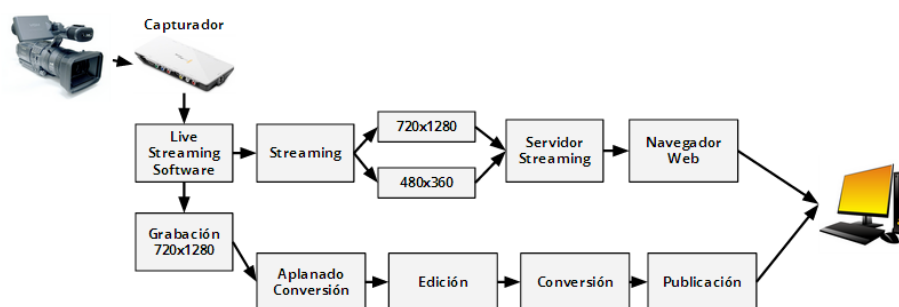
El uso eficiente de las instancias, así como la automatización de su encendido y apagado podrían reducir significativamente los costos de despliegue del servicio. [12]

### 3 Problemática

La Dirección de Informática Académica (DIA) es el órgano encargado de planificar y promover la aplicación de las TIC en el ámbito académico de la PUCP. Por ello ha desarrollado herramientas colaborativas, así como servicios multimedia que facilitan el uso de las TIC en las actividades académicas y de investigación. Los servicios multimedia incluyen la transmisión en vivo, grabación y publicación de dichas actividades.

En un flujo típico de servicios multimedia, como el que se muestra en la figura 1, se observan diferentes etapas.

- a) Transmisión en vivo  
Mediante un “capturador” se envía el flujo de video de la cámara a un software de streaming especializado como Wirecast o Flash Media Live Encoder. Éste software envía flujos de video en distintas resoluciones mediante RTMP al servidor de streaming.
- b) Grabación  
Simultáneamente, el software de streaming graba las transmisiones en formato F4V, MOV o AVI dependiendo como se configure.
- c) Publicación  
El archivo que se obtuvo de la etapa de grabación, debe pasar por una etapa de conversión y edición. Finalmente pasa por una última etapa de conversión para su difusión a través de distintos dispositivos.

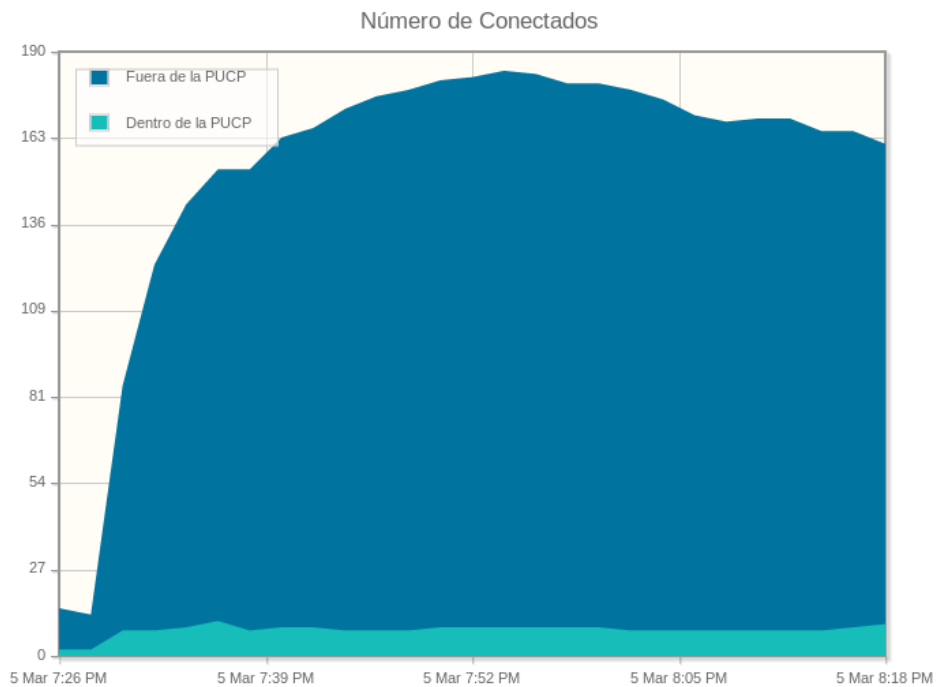


**Fig. 1.** Flujo de transmisión, grabación y publicación de videos.

Sin embargo este esquema de servicio presenta algunos problemas:

a) Excesivo consumo de Ancho de Banda

Como se observa en la figura 2, el servidor de streaming de la PUCP soporta las conexiones simultáneas tanto desde dentro del campus (Red local) como fuera de él. Esto ocasiona que el sistema este limitado al ancho de banda disponible, no llegando a satisfacer la demanda que muchos de los eventos académicos requieren.



**Fig. 2.** Conexiones Live Streaming desde dentro y fuera del campus PUCP

b) Demora en la etapa de edición y conversión

El proceso de edición y conversión requiere un tiempo variable que depende de la extensión y el formato del video. Estos trabajos por lo general se realizan manualmente, lo que ocasiona que las tareas se vayan encolando. Si consideramos que el proceso de transmisión y grabación son altamente demandados, la edición y conversión se convierten en un gran "cuello de botella" para la publicación.

c) Publicación de videos de larga duración

Las grabaciones de las actividades académicas tienen una duración de 1 a 2 horas. A pesar de los distintos métodos de compresión del video, el cliente requiere contar con dispositivos capaces de procesar la descompresión, además de ancho de banda que le permita una descarga ininterrumpida.



## 4 Análisis e Implementación

### 4.1. Transmisión en vivo

Para garantizar que las transmisiones en vivo sean accesibles para la mayoría de usuarios, debemos tener en cuenta el ancho de banda tanto del lado del servidor como del cliente, así como los dispositivos por los que se conectan. Por ello el análisis debe considerar:

#### a) Flujo de transmisión adaptativo al ancho de banda del cliente

El software de streaming envía flujos en distintas resoluciones, de acuerdo a como se configure. Esto permite que el cliente reciba el formato más fluido para el ancho de banda disponible.

Existen varios métodos para que el flujo se adapte al cliente dinámicamente. Se pueden utilizar protocolos de streaming adaptativos como HDS o HLS, sin embargo estos presentan limitaciones, ya que dependen de una tecnología o tipo de dispositivo en particular. HDS es el protocolo propietario de Adobe, por lo que se requiere un cliente Flash para su reproducción, dejando de lado los dispositivos móviles que no cuentan con este soporte. HLS es el protocolo propietario de Apple, puede ser reproducido sobre Flash o HTML5, sin embargo no es compatible con la mayoría de versiones de Android. Otra solución es utilizar un Player que detecte el ancho de banda del cliente y seleccione automáticamente el bitrate correspondiente. Esto a su vez aligera el procesamiento del servidor, ya que no requiere calcular el ancho de banda de cada cliente.

Para el caso de la PUCP se decidió enviar dos flujos a los clientes, uno a 480x360 (Baja resolución) y otro a 1280x720 (Alta Resolución). Mediante un archivo SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) se indica al Player que flujo le corresponde a un determinado ancho de banda mínimo. Si los clientes acceden mediante un dispositivo móvil, se envía el flujo de menor resolución, ya que al utilizar una pantalla más pequeña las resoluciones mayores son imperceptibles, sumado a que la mayoría se conecta mediante una red inalámbrica que ofrece menor ancho de banda que una cableada. Los dispositivos móviles utilizan el reproductor nativo de su sistema operativo.

#### b) Soporte para distintos dispositivos

Los usuarios pueden conectarse desde dispositivos de escritorio o móviles mediante un navegador web. Como se explicó en el punto anterior, los protocolos HDS o HLS presentan limitaciones de compatibilidad. Por ello es

conveniente utilizar protocolos de streaming particulares por tipo de dispositivo.

- Clientes de escritorio: El protocolo RTMP es el más estable y compatible para este tipo de clientes, sin embargo requiere soporte Flash sobre el navegador web.
- Clientes móviles: El protocolo RTSP es el más compatible para dispositivos con sistema operativo Android. En el caso de iOS, el más compatible y fluido es HLS. Los usuarios de Windows Phone, utilizan Microsoft Smooth Streaming.

Por defecto estos protocolos no se envían por el puerto 80, por lo que podrían originarse bloqueos de seguridad (Firewall) en los clientes. Esto puede solucionarse configurando los puertos de transmisión en el Servidor de Streaming, considerando que no puede existir ningún servicio ejecutándose en el puerto 80.

c) Garantizar ancho de banda

Las transmisiones en vivo son mayormente accedidas desde fuera del campus PUCP. Dependiendo de la actividad académica, el webcasting puede ser muy demandado, por lo que no existe un patrón para el dimensionamiento de los recursos de red.

El servidor de streaming se encuentra dentro del campus y satisface ampliamente la demanda de los usuarios dentro del campus (red local). Sin embargo los usuarios externos se ven limitados por el ancho de banda disponible en el servidor. Para garantizar el ancho de banda del servicio se utilizan “repetidores” fuera del campus, utilizando el soporte de Amazon para desplegar instancias elásticas (EC2) cada vez que el servicio lo demande.

Por ello se ha desarrollado un gestor de instancias EC2, el cual monitorea los servidores de streaming, tanto el principal (Wowza PUCP) como los repetidores (Wowza AWS), automatizando eficientemente su encendido o apagado de acuerdo a las necesidades de ancho de banda y recursos del servidor.

Los tipos de instancia EC2 utilizados son Small (aproximadamente 600 conexiones de 250kbps cada una), Large (aproximadamente 900 conexiones de 250kbps cada una) y X-Large (aproximadamente 1400 conexiones de 250kbps cada una).

Las instancias son inicializadas y terminadas de forma automática utilizando el API de Amazon a través de la librería Boto EC2 [13], que permite crear instancias efímeras con una configuración predeterminada. Amazon ofrece

instancias específicas Wowza, donde sólo es necesario enviarle un script inicial mediante la librería para la configuración de los repetidores.

Envivo PUCP Administración Cerrar Sesión (Jose Barturen) PUCP

Servidores Wowza + Nuevo Wowza Actualizar

Desplegando 1-6 de 6 resultados.

ID	Nombre	Tipo	Fecha Creación	Última Actualización	Estado
i-f3002288	Wowza - Principal	m1.large	Hace 2 años	Hace 3 minutos	OK
i-5ec60534	Wowza Prueba 1	m1.small	Hace 6 meses	Hace 6 meses	SHUT DOWN
i-9131f2f1	Wowza de Prueba Script	m1.small	Hace 6 meses	Hace 6 meses	TERMINATED
i-72b47d17	Wowza de Prueba Script 2	m1.small	Hace 6 meses	Hace 6 meses	TERMINATED
i-3af0bd57	Wowza Impresora	m1.small	Hace 6 meses	Hace 6 meses	TERMINATED
i-5d432d25	Wowza 2 Entreletras	m1.small	Hace 5 meses	Hace 4 meses	TERMINATED

**Fig. 3.** Gestor de instancias AWS EC2

#### 4.2. Grabación, Edición y Conversión

El software de streaming graba las transmisiones en formato F4V, MOV o AVI dependiendo como se configure. Los formatos de mayor comprensión como F4V o MOV requieren un mayor procesamiento, por lo que no es conveniente realizar esta operación en el mismo cliente que envía el streaming. Por el contrario si se elige el formato AVI, éste requiere menor comprensión y por lo tanto menor procesamiento, sin embargo el archivo originado ocupará mucho más espacio de almacenamiento que el primero.

Como se mencionó en la problemática anterior, el video generado de la grabación no está listo para su difusión, requiere pasar por un proceso de edición (cortes laterales y de espacios muertos durante el desarrollo del evento) y conversión. El video es convertido a formato MP4, que ofrece una mejor comprensión para conexiones con poco ancho de banda, posibilidad de mover la *metadata* del video al inicio del archivo para optimizar el streaming y compatibilidad con diferentes navegadores web y dispositivos móviles.

La PUCP cuenta con un sistema de super cómputo “Legión”, el cual posee una potencia de cálculo equivalente a la de 250 procesadores Intel Core 2 Duo, con una capacidad máxima estimada de  $10^{12}$  (10 a la 12) operaciones matemáticas por

segundo. A fin de lograr la capacidad mencionada, Legión hace uso concurrente del potencial disponible en las computadoras instaladas en los laboratorios a cargo de la DIA, lo cual implica que quienes estén haciendo uso de dichos equipos no se verán afectados cuando el sistema esté en funcionamiento. [14]

Legión se divide en dos componentes: “Legión Web” y “Legión Webservice”. Ambos ofrecen la posibilidad de enviar “tareas” compuestas a su vez por “unidades de trabajo” que son recibidas por el servidor BOINC y ejecutadas en paralelo.

Utilizando estas funcionalidades de Legión, se considera lo siguiente en el análisis:

a) Automatización del proceso de conversión

Las conversiones de video de formato FLV o MOV a MP4 podrían demorar varios minutos dependiendo del tamaño del archivo original. Utilizando Grid Computing, podemos enviar varias “unidades de trabajo” de conversión de videos simultáneamente, lo cual agiliza y minimiza el tiempo de publicación.

Por ello se ha desarrollado un “Cliente Grid”, que gestiona las conversiones de videos y envía las tareas utilizando Legión Webservice. En tal sentido, los encargados de edición suben los archivos de video en formato FLV o MOV, el sistema envía la tarea de conversión y monitorea el progreso. Legión envía el video convertido a una ruta específica, donde se sube el nuevo formato. Finalmente se notifica por correo a los encargados si la tarea fue concluida con éxito o se encontró algún error.

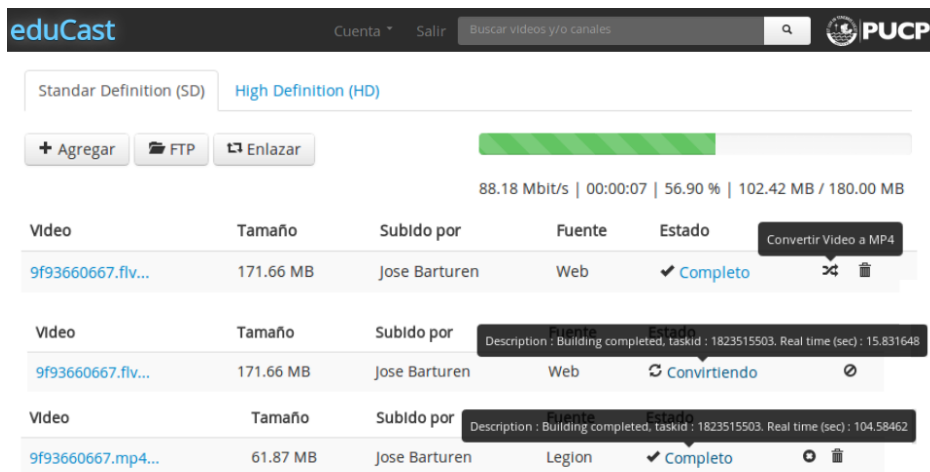


Fig. 4. Gestor de tareas de conversión utilizando Grid Computing

### 4.3. Publicación

A diferencia de Live Streaming, los videos publicados no requieren demasiado ancho de banda, ya que las conexiones no se realizan necesariamente de manera simultánea. Sin embargo debido a que los videos generados de las actividades académicas son de larga duración, su difusión debe ser utilizando “Pseudo-streaming” que ofrece un mejor soporte y estabilidad para archivos de este tamaño. Esta técnica permite difundir los videos bajo demanda a través de un servidor de streaming que soporte transmitir mediante protocolos de streaming videos en formato MP4.

Como se observa en la figura 6 los archivos de video son almacenados en el Servidor “eduCast”, por lo que se requiere compartir mediante NFS el directorio para así permitir al Servidor de Streaming la transmisión de los mismos.

Al igual que en las transmisiones en vivo, el análisis debe considerar el ancho de banda y el tipo de dispositivo por el que el cliente se conecta.

- a) Flujo de transmisión adaptativo al ancho de banda del cliente y soporte para distintos dispositivos

De acuerdo al análisis anterior, se utilizan dos formatos (baja y alta resolución) cuyas características se detallan en la Tabla 2

**Tabla 2.** Recomendaciones para formatos de baja y alta calidad

		Baja Calidad	Alta Calidad
Video	Formato	H264 –MP4	H264 –MP4
	Resolución	480 x 360	1280 x 720
	Frame Rate	29.97	29.97
	Bitrate Encoding	VBR 2 Pass	VBR 2 Pass
	Target Bitrate	0.5 Mbps	2 Mbps
	Maximun Bitrate	0.5 Mbps	2.4 Mbps
Audio	Formato	AAC	AAC
	Mono / Stereo	Stereo	Stereo
	Audio Quality	High	High
	Bitrate	64 Kbps	128 Kbps

Los protocolos de transmisión utilizados son RTMP, RTSP, HLS y Smooth Streaming; de acuerdo al tipo de dispositivo ofreciendo una mayor compatibilidad y estabilidad. En cuanto a los reproductores, los usuarios de escritorio utilizan un cliente Flash instalado en el navegador web; en el caso de los usuarios móviles utilizan el reproductor nativo de cada sistema operativo.

## b) Clasificación y búsqueda avanzada del contenido multimedia

Los usuarios que requieren un video bajo demanda están interesados en acceder a la información de manera organizada. Por ello es importante que los videos estén clasificados por temática, unidad o facultad que organiza, expositores, entre otros; y que además puedan acceder a documentos, enlaces, listas de reproducción, imágenes o videos relacionados al evento.

Por ello la DIA ha desarrollado una plataforma “Educast PUCP” para el almacenamiento, clasificación y difusión del contenido multimedia. Educast permite además que las unidades y facultades trabajen colaborativamente agregando o actualizando la información de los eventos mediante una cuenta de “administrador de canal”. Actualmente Educast cuenta con 40 canales, divididos en Facultades, Departamentos, Institutos y Centros, Direcciones, Institucional y Posgrado. A su vez almacena más de 2300 vídeos accesibles al público en general a través de dispositivos de escritorio y móviles.

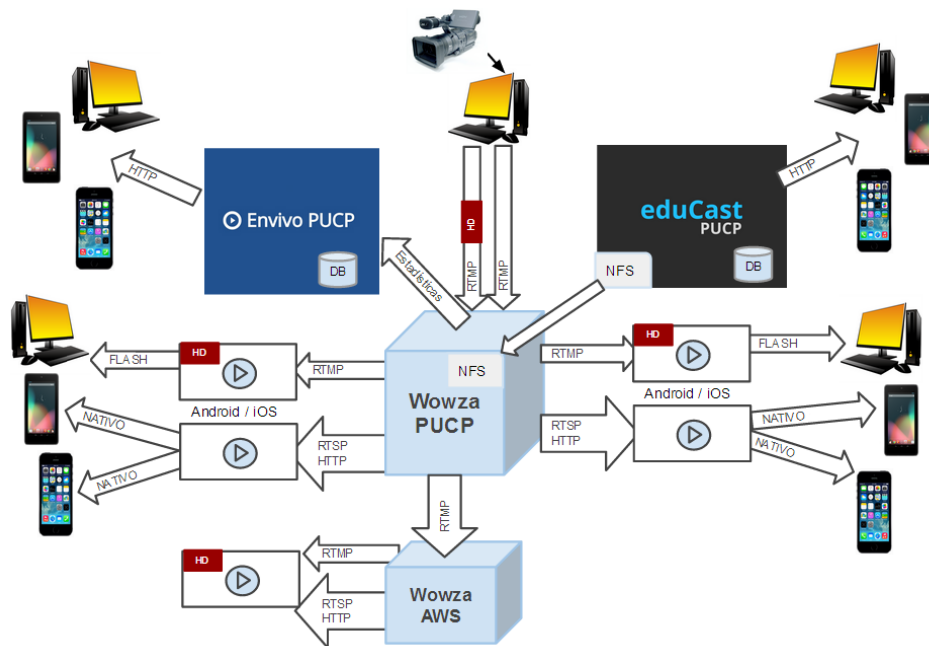
De esta forma, los usuarios que no pudieron acceder a la transmisión en vivo pueden encontrar la grabación en la plataforma, e incluso encontrar mucho más contenido de interés.

The screenshot displays the Educast PUCP website interface. At the top, there is a search bar with the text "Buscar videos y/o canales" and the PUCP logo. Below the search bar, the main content area is divided into several sections:

- Ordenar por:** A list of sorting options: "Más Recientes" (checked), "Más Vistos", "Más Comentarios", and "Más Votados".
- Canales:** A list of channel categories: "Facultades", "Departamentos", "Institutos y Centros", "Direcciones", "Institucional", and "Posgrado".
- Video Grid:** A grid of video thumbnails with titles such as "Coloquio de Física - Geometría generalizada y gravitación en teoría", "Ceremonia Distinción de Profesor honorario del Departamento de...", "Diplomatura de Especialización en Gestión de Organizaciones", "Presentación del Curso Virtual: Estadística Aplicada a Trabajos de...", "IMPACTO ECONÓMICO DEL NUEVO ENTORNO INTERNACIONAL EN LAS...", "Entrevista al Juez Charles B. Schudson", "Conferencia | Análisis de la sentencia de la Corte Internacional", "Maestría en Gerencia Social: Ética y Gerencia Social", and "Maestría en Gerencia Social: Planificación Estratégica En...".
- Estadísticas:** A box showing "2270 Vídeos", "40 Canales", and "2365 Horas".
- Tags:** A list of tags including "carreras", "coloquio", "congreso", "derecho", "desarrollo", "educación", "educit", "eegg", "filosofía", "física", "gobierno", "historia", "innovación", "internacional", "mgs", "pucp", "social", "tecnología", "2012", "2013".
- Envivo PUCP:** A section for live streaming with two entries: "27 de Marzo de 2014 12:00 pm Webcasting: Mesa redonda 'Literatura de la violencia'" and "22 de Septiembre de 2014 09:00 am Webcasting: Competencia Internacional de Arbitraje".
- Comentarios:** A section for user comments, featuring comments from "Fabricio Cjuno Quispe" and "Jose Luis Alvarez Neyra".
- Canales Destacados:** A section highlighting specific channels like "Ciencias - Sección Física" (92 videos), "Centro de Estudios Filosóficos" (188 videos), and "Maestría en Gerencia Social" (82 videos).
- Expositores Destacados:** A section highlighting speakers like "Marcial Rubio Correa", "Miguel Giusti", and "Efraín González de Oiarate".

Fig. 5. Educast PUCP: Almacenamiento, clasificación y difusión de VOD

Como se observa en la figura 6, la DIA ha desarrollado dos servicios “Envivo PUCP” y “Educast PUCP” que se complementan para ofrecer transmisiones en vivo y videos bajo de demanda de las actividades académicas e institucionales. Ambos servicios utilizan un mismo servidor de streaming (Wowza PUCP). Envivo PUCP recolecta información de las conexiones para generar estadísticas y automatizar el despliegue de las instancias adicionales del servidor de streaming (Wowza AWS) dependiendo de la demanda.



**Fig. 6.** Arquitectura Live Streaming y VOD

## 5 Conclusiones

- Utilizar bitrates adaptativos al ancho de banda del cliente y protocolos de transmisión particulares como RTMP para clientes de escritorio, RTSP para dispositivos Android y HLS para iOS; permite llegar a un mayor número de usuarios a través de distintos dispositivos.
- Las instancias Amazon EC2 permiten desplegar servidores de streaming repetidores, que garantizan ancho de banda suficiente para los usuarios que se conectan fuera del campus PUCP.
- El sistema implementado automatiza el encendido y apagado de las instancias Amazon EC2, reduciendo costos de despliegue.
- Grid Computing minimiza el tiempo de publicación de los videos, ya que permite enviar varias tareas de conversión simultáneamente.

- La plataforma de difusión implementada permite la reproducción de videos de larga duración utilizando pseudo-streaming.

## 6 Trabajos Futuros

- Automatizar la grabación y subida de las transmisiones a la plataforma de video bajo demanda
- Reducir el tiempo de edición de los videos mediante una herramienta web
- Alta disponibilidad de los servidores de streaming

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los ingenieros Oscar Díaz por su apoyo en la utilización de Legión PUCP para Grid Computing, Dennis Cohn por la asesoría en Amazon EC2 y al área de Videoconferencias PUCP, en especial Nicolás Lama, por su colaboración en todas las pruebas realizadas.

## Referencias

1. Begen, A., Akgul, T., Baugher, M.: Watching Video over the Web. IEEE Internet Computing (2011)
2. HTTP Dynamic Streaming. <http://www.adobe.com/products/hds-dynamic-streaming.html> (2014)
3. HTTP Live Streaming. <https://developer.apple.com/streaming/> (2014)
4. Smooth Streaming. <http://www.iis.net/downloads/microsoft/smooth-streaming> (2014)
5. RTMP Specification. <http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html> (2014)
6. RTSP. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt> (2014)
7. Roy, S., Ankcom, J., and Wee, S.: Architecture Of A Modular Streaming Media Server For Content Delivery Networks. IEEE (2003)
8. Xin, J., Sun, M.: Digital Video Transcoding. IEEE (2005)
9. Ahmad, I., Wei, X., Sun, Y., Zhang, Y.: Video Transcoding: An Overview of Various Techniques and Research Issues. IEEE Transactions On Multimedia (2005)
10. Amazon EC2 Spot Instances, <http://aws.amazon.com/es/ec2/purchasing-options/spot-instances/> (2014)
11. Amazon Simple Storage Service FAQs, <http://aws.amazon.com/es/s3/faqs/> (2014)
12. Yi, S., Kondo, D., Andrzejak, A.: Reducing Costs of Spot Instances via Checkpointing in the Amazon Elastic Compute Cloud. IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing (2010)
13. Boto EC2. [http://boto.readthedocs.org/en/latest/ec2\\_tut.html](http://boto.readthedocs.org/en/latest/ec2_tut.html) (2014)
14. Legión PUCP. <http://legion.pucp.edu.pe/> (2014)