



Secretaría de Estado de Telecomunicaciones
y para la Sociedad de la Información



CUESTIONES TÉCNICAS RELEVANTES APLICABLES A LOS DISTINTOS TIPOS DE SERVICIO

Versión 1.0

Elaborado por

**Grupo Técnico del Foro de la Televisión
de Alta Definición en España**

Coordinado por
ABERTIS TELECOM

Abril de 2008

Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	5
2.1	MODELO DE FLUJO DE PROCESOS	5
2.2	TIPOLOGÍA DE SERVICIO.....	6
3	ANÁLISIS DE ASPECTOS TÉCNICOS.....	7
3.1	PRODUCCIÓN DE CONTENIDOS.....	7
3.1.1	<i>Cuestiones relevantes.....</i>	8
3.2	CODIFICACIÓN DE SEÑALES.....	8
3.2.1	<i>Cuestiones relevantes.....</i>	9
3.3	CONFORMACIÓN DE SERVICIOS	9
3.3.1	<i>Cuestiones Relevantes.....</i>	9
3.4	PLATAFORMAS DE SERVICIOS	9
3.4.1	<i>Plataforma de servicios por satélite.....</i>	10
3.4.1.1	Difusión directa a los usuarios (DTH).....	10
3.4.1.2	Servicio de Contribución (alta calidad).....	10
3.4.1.3	Servicio de Contribución (menor calidad).....	11
3.4.1.4	Aspectos Relevantes	12
3.4.2	<i>Plataforma de servicios por cable.....</i>	12
3.4.2.1	Aspectos Relevantes	14
3.4.3	<i>Plataforma de servicios terrestres</i>	14
3.4.3.1	Aspectos Relevantes	15
3.4.4	<i>Plataforma de Servicios sobre Redes IP.....</i>	17
3.4.4.1	Aspectos Relevantes	21
3.5	RECEPTORES.....	21
3.5.1	<i>Aspectos Relevantes.....</i>	22
3.6	VISUALIZACIÓN	22
3.6.1	<i>Aspectos Relevantes.....</i>	24
4	CONCLUSIONES.....	25
5	ANEXO I. GLOSARIO	26
6	ANEXO II. REFERENCIAS	26

1 Introducción

El objetivo de este documento elaborado en el cuadro del Grupo Técnico del Foro de la Televisión de Alta Definición es identificar los aspectos técnicos más relevantes aplicables a la introducción de servicios de televisión de alta definición mediante las distintas plataformas de servicios diferenciadas por las tecnologías de telecomunicaciones utilizadas para la distribución, difusión y emisión de los distintos tipos de servicios.

En los siguientes apartados, se analizará la viabilidad técnica referida a la integración de los nuevos servicios de Televisión de Alta Definición en las actuales plataformas digitales de TV del conjunto de tecnologías (Cable, Satélite, TDT e IPTV) con diferentes modelos de negocio en abierto y de pago y desde las perspectivas propias de cada una de las plataformas mencionadas.

Se identificarán las consideraciones relevantes en cada etapa del proceso de señal de televisión en la cadena de telecomunicaciones según el modelo de flujo de proceso de datos común a todas las plataformas de servicios, independientemente de la naturaleza de la red de comunicaciones o la tecnología de acceso utilizada para la prestación de servicios de televisión en alta definición.

Se analizarán en detalle las especificidades a tener en consideración dependiendo de las singularidades que pueda tener cada una de las plataformas de servicios acorde con los tipos de servicios específicos que pueda ofrecer los modelos de negocios de televisión en alta definición.

2 Definición de conceptos

La prestación de servicio de televisión en alta definición se sustenta en las plataformas de servicios que se componen de unos conjuntos básicos elementales que, conceptualmente, son similares en todas las tecnologías utilizadas en las distintas plataformas de servicios de televisión de alta definición.

2.1 Modelo de Flujo de Procesos

El flujo de procesos de una plataforma de servicios de Televisión de Alta Definición se puede presentar según el diagrama siguiente :



Producción:

Los formatos de producción de contenidos audiovisuales en estudios de producción y las normativas para facilitar el intercambio y almacenamiento de programas en televisión de alta definición definen la naturaleza de la imagen de calidad y condicionan los parámetros básicos para el diseño de las distintas plataformas de servicios de distribución, de emisión y de difusión posteriores.

Codificación:

La etapa de codificación de señales previamente a la distribución, emisión y difusión del servicio de televisión en alta definición puede variar según la plataforma de servicios a considerar dependiendo de la naturaleza del servicio mismo (en directo, en diferido, bajo demanda, comunicaciones,...) y dependiendo de la tecnología de acceso involucrada en las etapas posteriores del flujo de proceso de prestación de servicios.

Conformación de servicios:

La etapa de conformación de servicios consiste en la construcción de la oferta de servicios incluyendo distintos procesos de datos como la multiplexación de distintos programas o elementos de programas y la adecuación del flujo de datos preparado para su posterior difusión y emisión mediante la plataforma de servicios de televisión en alta definición.

La señalización de los distintos servicios es fundamental para garantizar la coherencia de parámetros de señales según las normativas aplicables en toda la cadena del modelo de flujo de procesos y así permitir la recepción y visualización de la televisión en alta definición en los dispositivos receptores de los usuarios finales.

Difusión:

Las plataformas de servicios se definen por unos aspectos técnicos relativos a la red de difusión caracterizados por distintas consideraciones a tener en cuenta dependiendo de la tecnología, la topología de red y otros parámetros que puedan ser específicos a cada uno de los tipos de servicios que sean por satélites, por cable, por redes IP o redes terrestres.

Recepción:

Los dispositivos de decodificación y recepción de televisión en alta definición de los usuarios finales se pueden presentar en distintas formas : Set-Top-Box, Receptor Integrado en Televisores, Ordenadores, ...

Sin embargo, existen unos requisitos mínimos exigibles para garantizar unas prestaciones adecuadas coherentes con la calidad que se pretende ofrecer con la televisión en alta definición.

Visualización:

La pantalla de presentación permite la visualización de contenidos de televisión y se caracteriza por unos parámetros básicos que condicionan las prestaciones de la experiencia de televisión en alta definición. Los parámetros básicos se definen principalmente por la resolución de la pantalla de visualización pero también existen otras especificaciones técnicas condicionantes como los puertos de entradas digitales de alta velocidad que permiten la compatibilidad con las señales de televisión en alta definición o los dispositivos de protección de contenidos intrínsecos a los contenidos audiovisuales en alta definición.

2.2 Tipología de servicio.

Los tipos de servicio de televisión que se prestan en Alta Definición pueden definir distintos modelos de negocios que se pueden diferenciar desde distintas perspectivas :

- ? Perspectiva de Negocio:
 - Servicios de Pago
 - ✍ Suscripción
 - ✍ Pago por Consumo
 - Servicios en Abierto
- ? Perspectivas de red:
 - Contribución de señales a los estudios donde se requiere señales de muy alta calidad para su posterior tratamiento en estudios de producción.
 - Distribución (Red Primaria de transporte)
 - Difusión (Red Secundaria de transporte hacia el usuario)
 - Contenido bajo Demanda
 - Comunicaciones
- ? De Tecnología de Acceso:
 - Radiodifusión por Cable
 - Radiodifusión por Satélite
 - Radiodifusión a través de redes IP
 - Radiodifusión Terrestre

3 Análisis de Aspectos Técnicos

En este apartado se analizarán en detalle los aspectos técnicos más importantes en la implantación de los proyectos de Televisión de Alta Definición, en cada una de las etapas de la cadena de transmisión según las diferentes perspectivas , tal y como se han definido en el apartado anterior.

3.1 Producción de Contenidos

La industria profesional ha apostado desde hace muchos años por considerar a la Alta Definición como el nuevo estándar de producción para televisión, ofreciendo una oferta de equipamiento técnico que cubre todos los segmentos del mercado, desde la captación, la postproducción, el almacenamiento y el archivo.

Una de las principales ventajas de producir contenidos en Alta Definición es su versatilidad para ser convertidos a definición estándar, con una calidad superior a la que se hubiera obtenido si se hubieran generados directamente en definición estándar. Esto permite a los radiodifusores migrar sus infraestructuras técnicas a Alta Definición con independencia de la tecnología de difusión, Alta Definición o definición estándar.

Todas las predicciones apuntan que en medio plazo será muy difícil adquirir equipamiento y repuestos de producción en definición estándar, y que de hacerlo podría llegar a ser más costoso que el equipamiento en Alta Definición.

En lo referente a los formatos de producción en Alta Definición, se produce un cambio significativo con respecto al actual escenario de definición estándar mono-resolución (576 líneas visibles en Europa) y con barrido exclusivamente entrelazado. Los 2 principales organismos internacionales de estandarización, el SMPTE y la UIT, han acordado definir 2 familias de formatos de producción en Alta Definición de **720 y de 1080 líneas visibles**. Con barrido exclusivamente progresivo para el primero de ellos y con barrido tanto entrelazado como progresivo para el segundo.

La principal ventaja de estos formatos es su aceptación a nivel mundial, desapareciendo las diferencias de resolución histórica entre los formatos Europeos (625 líneas) y americanos (525 líneas). Esta unificación de resolución espacial, facilita de intercambio internacional de contenidos en Alta Definición entre los distintos agentes del mercado audiovisual, gracias a la disminución de costes y a la mejora de calidad.

La EBU ha establecido en su recomendación Tech 3299 los 4 formatos de producción de Alta Definición de aplicación al ámbito europeo. Estos formatos denominados "*Systems 1*" a "*System 4*", coinciden con los formatos **720p50, 1080p25, 1080i25 y 1080p50** definidos por el UIT y SMPTE en sus correspondientes estándares.

La actual Alta Definición se lleva a cabo con los 3 primeros formatos, existiendo una amplia oferta técnica para cada uno de los elementos de la cadena de Producción. Mientras que el formato 720p50 es preferido para la producción de contenidos con gran complejidad temporal, como son los eventos deportivos; los formatos de 1080 líneas son preferidos para contenidos que requieran una mayor calidad en cuanto a su resolución.

Por el contrario, el formato 1080p50 conjuga la mayor resolución espacial con la máxima resolución temporal, pero debido a sus altos requerimientos de ancho de

banda próximos a los 3Gbps, está todavía en una fase de desarrollo, y solo existe una oferta comercial limitada para algunos dispositivos de conmutación y distribución.

3.1.1 Cuestiones relevantes

Los costes técnicos de producción en alta Definición inciden en un aumento respecto a los costes de producción en definición estándar, con una tendencia a la baja, que puede provocar que ambos costes se igualen en los próximos 5 años.

En la actualidad existe un gran déficit de contenidos en Alta Definición en España, motivado en gran medida por la dificultad para la emisión de servicios de Alta Definición en el medio de difusión con mayor penetración en España como es la Radiodifusión Terrestre.

Con el relanzamiento de la TDT y la aparición de los nuevos estándares de codificación de video (MPEG-4 AVC) y de audio multicanal (HE-AACv2 y E-AC3), la prestación de servicios de TV en Alta Definición puede ser una realidad que empuje al sector audiovisual a la producción de modo masivo de contenidos con dicha tecnología.

3.2 Codificación de Señales.

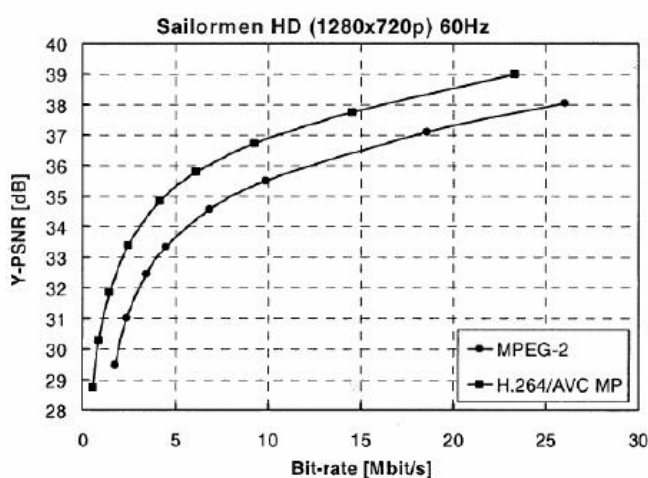
Esta etapa se encarga de la codificación y compresión de las señales de vídeo y audio para conseguir una calidad aceptable ocupando una tasa binaria mucho más baja que el 1,485 Gbps de una señal HD-SDI.

En esta etapa afecta principalmente el estándar de compresión utilizado en Europa conocido como DVB: MPEG-2, MPEG-4 AVC (H.264) y VC-1.

Los perfiles de TVAD para vídeo correspondientes a los tres estándares son:

- ? MPEG-2 Main Profile/High Level
- ? H.264 Main profile y High Profile/ High Level (4)
- ? VC-1 Advance Profile/Level 3

La tabla siguiente muestra una comparativa de utilización de tasa binaria entre MPEG-2 y MPEG-4.



3.2.1 Cuestiones relevantes

Todos los radiodifusores que han anunciado el inicio de sus emisiones en Alta Definición lo harán utilizando el estándar H.264/AVC, aunque inicialmente por falta de equipos domésticos hayan iniciado sus emisiones en MPEG-2.

Aunque ya existen equipos codificadores H.264/AVC, tendrán que evolucionar optimizando la implementación de los algoritmos de codificación, permitiendo una mejor calidad con un menor ancho de banda.

3.3 Conformación de servicios

Esta etapa será la encargada de conformar los distintos servicios que forman la trama de transporte que será utilizada posteriormente para la prestación de servicios de difusión, de distribución o de comunicaciones.

Para las distintas prestaciones de servicios, además de los equipos de multiplexación, se consideran integrados en esta etapa los siguientes sistemas:

- ? Sistema de Multiplexación de servicios.
- ? Sistema de **Acceso Condicional** para posibilitar los Servicios de pago.
- ? Sistema de Protección Digital de contenidos audiovisuales.
- ? Sistema de **Inyección de Información de Servicio**.
- ? Sistema generador de **Aplicaciones Interactivas**.

3.3.1 Cuestiones Relevantes

Todos los sistemas de conformación de servicios incluidos en esta etapa están técnicamente maduros y ampliamente utilizados para la prestación de servicios de Televisión en Definición Estándar con la posibilidad de incorporar servicios de Televisión en Alta Definición sin mayor dificultades.

Sin embargo, considerando las recomendaciones sobre los requisitos mínimos de los receptores especificadas en el documento correspondiente de este mismo Grupo Técnico del Foro de la Televisión en Alta Definición, se recomienda el cumplimiento de las normas europeas y especificaciones técnicas publicadas por los organismos competentes respecto a la utilización de parámetros de Señalización, Acceso Condicional y API para aplicaciones interactivas.

3.4 Plataformas de Servicios

La plataforma de servicios presenta unas características diferentes y unas singularidades específicas para cada uno de las perspectivas de red y las tecnologías de acceso consideradas en este documento pero supone las mayores implicaciones

técnicas para ofrecer servicios en Alta Definición , principalmente por la necesidad de un mayor ancho de banda.

La capacidad para la transmisión para difundir un programa de Alta Definición depende de varios factores:

- ? El grado de calidad de imagen necesaria.
- ? El tipo de compresión de vídeo usado (MPEG-2, MPEG-4, VC-1)
- ? El tipo de transmisión: Directo o Diferido.
- ? La utilización de multiplexación estadística.

3.4.1 Plataforma de servicios por satélite

En función de los parámetros mencionados en el anterior apartado, en radiodifusión por satélite se distinguen 3 tipos de servicios:

- ? Difusión directa a los usuarios
- ? Contribución (alta calidad)
- ? Contribución (menor calidad)

3.4.1.1 Difusión directa a los usuarios (DTH)

- ? Formato Vídeo : 1080i/ 25Hz
- ? Formato Audio : Stereo / 5.1
- ? Codificación : MPEG-4 (H.264)
- ? Tasa : ~10Mbps

Se considera este formato para la difusión y recepción por parte de los usuarios finales. El bitrate por canal se estima en 10Mbps en MPEG4 pudiendo llegar a 8 Mbps o 6 Mbps dependiendo de los contenidos a emitir y de la evolución de los codificadores según la norma MPEG-4. El audio puede ser o bien estéreo o bien 5.1 dependiendo del contenido y de la tasa disponible.

3.4.1.2 Servicio de Contribución (alta calidad)

- ? Formato Vídeo : 1080p / 50Hz
- ? Formato Audio : Original / Dolby 5.1
- ? Codificación : MPEG2
- ? Tasa : ~ 20Mbps

Se considera este formato para la contribución entre proveedores de contenidos. La velocidad binaria se estima en 20Mbps en MPEG2, éste comprime menos que MPEG4 AVC (H264) pero conlleva una menor pérdida de calidad respecto al original. El formato escogido en este caso sería 1080p para mantener la máxima relación con el original. El audio debe ser 5.1 o como mínimo igual que el original.

3.4.1.3 Servicio de Contribución (menor calidad)

- ? Formato Vídeo : 1080i /25Hz
- ? Formato Audio : Original / 5.1
- ? Codificación : MPEG2 / MPEG4
- ? Tasa: < 16Mbps

Se considera este formato para la contribución entre proveedores de contenidos ahorrando más ancho de banda a costa de conservar un poco menos la calidad original. El bitrate se estima en 16Mbps MPEG2 o inferior en MPEG4 (H264). El audio debe ser 5.1 o como mínimo igual que el original.

Los sistema de transmisión por satélite tanto utilizando el estándar DVB-S como el DVB-S2 están lo suficientemente maduros. La única diferencia se encuentra en los esquemas de modulación y protecciones mejoradas en el DVB-S2.

El sistema DVB-S parte de la trama de transporte proporcionada por el MPEG-2 y cubre los servicios de *Broadcast* o Radiodifusión mediante un esquema de modulación y codificación constantes, mientras que el DVB-S2 permite partir de tramas MPEG-2, H.264/MPEG-4 Part 10 / AVC y además consigue implementar, entre otros aspectos, diferentes niveles de protección para cada servicio gracias a la modulación y codificación adaptativas (ACM), por ejemplo, en el caso de la televisión: SD muy robusta o HDTV menos robusta.

La siguiente tabla muestra una comparativa de la capacidad efectiva de ambos estándares, dependiendo de las relaciones de protección a utilizar.

Satellite EIRP (dBW)	51		53.7	
System	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Modulation & coding	QPSK 2/3	QPSK 3/4	QPSK 7/8	8PSK 2/3
Symbol rate (Mbaud)	27.5 ($\alpha = 0.35$)	30.9 ($\alpha = 0.0$)	27.5 ($\alpha = 0.35$)	29.7 ($\alpha = 0.25$)
C/N (in 27.5 MHz) (dB)	5.1	5.1	7.8	7.8
Useful bitrate (Mbit/s)	33.8	46 (gain = 36%)	44.4	58.8 (gain = 32%)
Number of SDTV programmes	7 MPEG-2 15 AVC	10 MPEG-2 21 AVC	10 MPEG-2 20 AVC	13 MPEG-2 26 AVC
Number of HDTV programmes	1-2 MPEG-2 3 - 4 AVC	2 MPEG-2 5 AVC	2 MPEG-2 5 AVC	3 MPEG-2 6 AVC

Otra gran diferencia entre estos dos sistemas DVB se encuentra en la eficiencia. DVB-S2 es hasta un 30% más eficiente que DVB-S en términos de capacidad de canal para una misma PIRE y un mismo ancho de banda.

Además, DVB-S2 tiene un soporte de 4 modos de modulación distintos: QPSK y 8PSK para aplicaciones de broadcast a través de transpondedores no lineales llevados cerca de saturación; y los modos 16APSK y 32APSK que requieren transpondedores semilineales. DVB-S sólo soporta un modo de modulación, el QPSK.

Si se compara DVB-S y DVB-S2 en función de los canales que pueden transportar se observan las ventajas que produce utilizar MPEG-4 con respecto a MPEG-2, tanto en DVB-S como en DVB-S2.

	MPEG-2 (SD)	H.264/AVC (SD)	H.264/AVC (HD)
DVB-S	7 canales SD	15 canales SD	-
DVB-S2	10 canales SD	21 canales SD	5 canales HD

3.4.1.4 Aspectos Relevantes

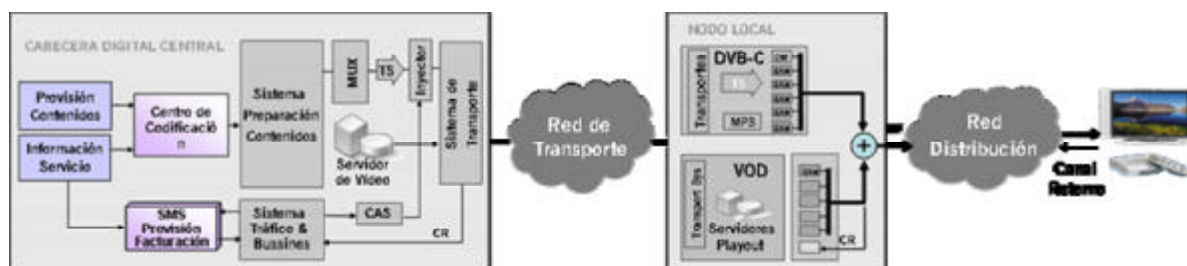
Aunque la tecnología de modulación y de transmisión está completamente madura:

- ? No existe masa crítica de receptores domésticos en Alta Definición en DVB-S.
- ? No existe masa crítica de receptores domésticos DVB-S2.

3.4.2 Plataforma de servicios por cable

Los servicios de TVAD sobre redes de cable, así como los equipos que conforman la cabecera se rigen por el estándar DVB-C.

La arquitectura genérica de la red de cable se muestra en la figura adjunta :



La implicación sobre la arquitectura propia de la red de cable se centra en varios aspectos fundamentales:

- ? **Equipamiento de cabecera** (nacional-regional) y nodos locales (primarios-secundarios). La tecnología y disponibilidad de los equipos está suficiente madura para su implantación.

? **Equipamiento de usuario. Tecnológicamente existe disponibilidad de STB adecuados a la tecnología TVAD.**

Las implicaciones económicas para que todos los abonados puedan disponer de la TVAD suponen la realización de un proceso muy costoso de migración de los STB, cuya inversión debe ser asumida up front por el operador.

Para servicios de pago, los modelos de negocio están diseñados para una acceso inicial para nuevos clientes y clientes específicamente interesados, combinada con una migración progresiva para el global de clientes

? **Disponibilidad de anchura de banda.** En general el cable dispone de la suficiente anchura de banda para absorber la implantación de servicios de TVAD, sin embargo existen matices específicos en función del tipo de servicio.

En función de la forma de consumo de los contenidos, las necesidades de anchura de banda del sistema son muy diferentes. Para los contenidos que van a ser almacenados para su posterior consumo los requerimientos de anchura de banda pueden ser adaptados a la disponibilidad de la red, mientras que los contenidos consumidos en directo requieren de disponibilidad de anchura de banda inmediata y con la prioridad que se le haya asignado al servicio.

El análisis de los servicios para consumo de contenidos en directo permite la valoración de necesidades en las condiciones de mayor nivel de exigencia.

- **Servicios de Difusión.** La anchura de banda necesaria para los servicios de difusión esta directamente relacionada con el tipo y número de servicios emitidos y es independiente del número de clientes a los que se dirige el servicio.

La anchura de banda actualmente dedicada en las redes de cables a los servicios de difusión es suficiente para absorber el lanzamiento de servicios de TVAD.

- **Servicios de Contenidos Bajo Demanda.** La anchura de banda está relacionada con el tipo de servicio y con el número de usuarios que simultáneamente acceden al servicio.

El mayor requerimiento de anchura de banda necesario para la introducción de TVAD en los servicios de contenidos de video bajo demanda, incide de forma muy importante en el diseño de la topología de la red.

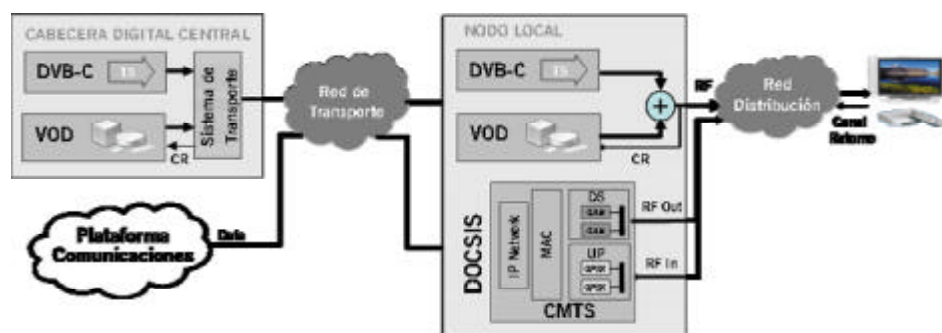
El incremento de necesidades de anchura de banda, derivado de la introducción de servicios TVAD, requiere la descentralización de las arquitecturas de red, pasando a soluciones distribuidas y dentro de estas a diseños donde los equipos de suministros de los contenidos se desplacen hacia posiciones mas cercanas al punto de consumo (usuario), permitiendo una optimización de los recursos de red, con especial incidencia en de los tramos de red de uso compartido para un grupo de usuarios.

Esta evolución de la topología de red, hacia configuraciones distribuidas más cercanas al usuario, solo es posible si la red se ha diseñado con criterios de flexibilidad y escalabilidad y supone un importante esfuerzo económico derivado del sustancial incremento de número de equipos utilizados.

- **Servicios de Comunicación.** En este apartado se engloban tipos de servicios muy dispares con prestaciones muy diferentes. Los más exigentes en lo relativo a anchura de banda requieren inmediatez en la disponibilidad, simetría y priorización en los tramos de red de uso compartido en aspectos como jitter, retardo, etc...

Las necesidades de anchura de banda de este tipo de servicios depende básicamente del número de usuarios que simultáneamente acceden al servicio.

El incremento de datos originado por la introducción de sistemas de Alta definición para la transmisión de video en este tipo de servicios, requiere la ampliación de las cabeceras DOCSIS, utilizados para tal efecto en las redes de cable, y como en el apartado anterior modificaciones en la topología de red e incremento en el número de equipos involucrados



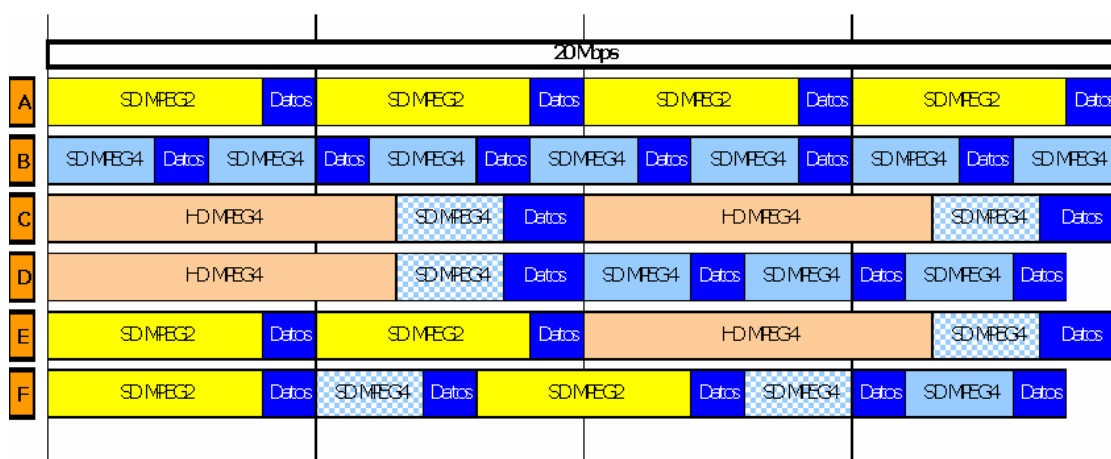
3.4.2.1 Aspectos Relevantes

Aunque la tecnología de modulación y de transmisión está completamente madura en estos momentos no existe una masa crítica de equipos de usuario (STB) preparados para la recepción de Televisión de Alta Definición. La migración de los actuales STB hacia soluciones TVAD es compleja y costosa. Los requerimientos extras de anchura de banda necesaria para la utilización de TVAD en servicios bajo demanda llevan implícito modificaciones en la topología de la red hacia soluciones más distribuidas y cercanas al usuario, con el consiguiente incremento en complejidad y número de equipos involucrados.

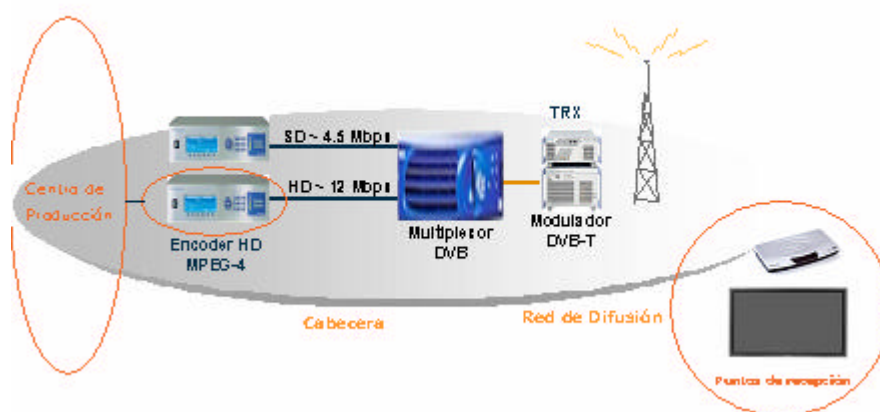
3.4.3 Plataforma de servicios terrestres

El estándar de radiodifusión terrestre es el más restrictivo, en cuanto ancho de banda; ya que la capacidad máxima de un canal múltiple de TDT en España es de 19,9 Mbps.

Las posibilidades de reparto de canales de Televisión de Alta Definición se muestran en la siguiente figura.



La arquitectura del servicio se muestra a continuación.



El organismo UIT ha aprobado la recomendación UIT-R BT.1737 que define al nuevo estándar de codificación de fuente **MPEG-4 AVC/H.264**, como el estándar adecuado para la distribución de contenidos en Alta Definición, precisando unas tasas binarias entre 8 y 12 Mbps sobre redes DVB-S, DVB-T y DVB-C.

Esta normativa ha sido rápidamente adoptada por los principales radiodifusores europeos que prestan estos servicios, y abre las puertas al lanzamiento de servicios de Alta Definición en plataformas de TDT, que hasta la fecha no permitía un modelo de negocio debido a la baja eficiencia ofrecida por el estándar MPEG-2.

En lo relativo a los receptores, la EBU aprobó la recomendación EBU Tech-3307, que define los requerimientos de dichos dispositivos para la difusión de servicios de Alta Definición en abierto, como son los ofrecidos en el mercado horizontal de la TDT.

3.4.3.1 Aspectos Relevantes

Aunque la tecnología de modulación y de transmisión está completamente madura en estos momentos no existe una masa crítica de receptores domésticos de Televisión de Alta Definición para recepción de servicios de difusión terrestre.

En estos momentos el foro DVB esté en fase de especificar un nuevo estándar, denominado DVB-T2 que optimiza el espectro para alojar precisamente los servicios de TVAD.

El proceso de transmisión/recepción de TDT-AD, consta de varias etapas que podemos agrupar en dos grupos, TRANSMISION y RECEPCION:

? TRANSMISIÓN:

- **Codificador de alta definición:**

Los codificadores que se utilizan actualmente, codifican en MPEG-2 y en SDTV, y en función de la operadora, éste puede o no, tener la posibilidad de codificar en alta definición. Para emitir HDTV mediante TDT es imprescindible que el codificador sea capaz de codificar HD a una resolución mínima de 720p o si fuera posible a 1080p, y para ello lo mas lógico es que este codifique las imágenes en MPEG-4. Por ello una buena opción sería que el codificador pudiera codificar en ambos formatos (MPEG-2 y MPEG-4).

En el caso de que el codificador utilizado por la operadora no fuera capaz de codificar a resoluciones altas sería necesaria su substitución, ya que no sería posible una actualización.

- **Multiplexor:**

Otra etapa importante del proceso de emisión de TV, vía DVB-T, es el multiplexado de señales, ya sean distintos canales SD o canales de HDTV o mezcla de los anteriores.

La mayoría de las operadoras de televisión utilizan multiplexores que son compatibles con la alta definición, porque como se ha comentado en otros apartados el ancho de banda en esta fase del proceso no es un problema. En el caso de que la operadora de televisión tenga un multiplexor demasiado antiguo, o incompatible con señales de TV de alta definición (con una tasa más alta que EDTV), la única solución es la sustitución del multiplexor, ya que el problema de incompatibilidad residiría en el diseño del mismo.

- **Modulador:**

La mayoría de los moduladores que actualmente se utilizan para la transmisión de DVB-T, utilizan una entrada MPEG-2 para su posterior modulación, siendo esto un problema a la hora de transmitir señales codificadas en MPEG-4 de alta definición. De momento sería conveniente optar por moduladores que soporten los dos formatos de codificación.

? RECEPCIÓN:

- **Decodificador de TV (Set Top Box):**

En la etapa de recepción solo hace falta utilizar un Set-Top-Box, el cual se encarga de la demodulación de la señal que recibe la antena, y de la posterior decodificación.

El formato de codificación para la recepción de HDTV, puede ser tanto MPEG-2 como MPEG-4, por lo que el STB debe ser capaz de decodificar ambos formatos y además ser capaz de decodificar la señal con resoluciones de alta definición.

Los STBs que actualmente se distribuyen varían un poco en función de la operadora que lo distribuya, pero normalmente sólo son capaces de decodificar MPEG-2 a EDTV, y los más modernos MPEG-2 a HD.

En el caso de querer recibir un buen servicio de televisión de alta definición lo mejor sería utilizar un STB que fuera capaz de decodificar tanto MPEG-2 como MPEG-4, y tanto HD como SD o ED.

Los fabricantes más importantes ya tienen a la venta varios modelos de STBs de estas características. Además de esto le están añadiendo discos duros internos, preparados tanto para HD como para EDTV, y salidas de la señal mediante el interfaz universal HDMI, lo que deja abierta la puerta a las operadoras para que comiencen a distribuir este tipo de STBs, confiando en la futura evolución hacia la alta definición.

3.4.4 Plataforma de Servicios sobre Redes IP

Las Plataformas de Servicios IPTV tienen ciertas ventajas sobre otro tipo de Plataformas para proporcionar distintos tipos de servicios en Alta Definición. De hecho, este tipo de Plataformas se ven favorecidas al aprovechar la evolución de las Tecnologías IP, así como su convergencia con servicios de voz, datos, TV y terminales móviles (lo que se domina como “Cuadruple Play”). Organizaciones de estandarización como 3GPP, TISPAN u OMA ya trabajan en este sentido. Partiendo de dos arquitecturas de red IP elementales cuya diferencia básica es el control total de la red por parte de un Operador del servicio, frente a la utilización de una red pública de Internet, se identificarán las cuestiones técnicas relevantes para cada tipo de servicio.

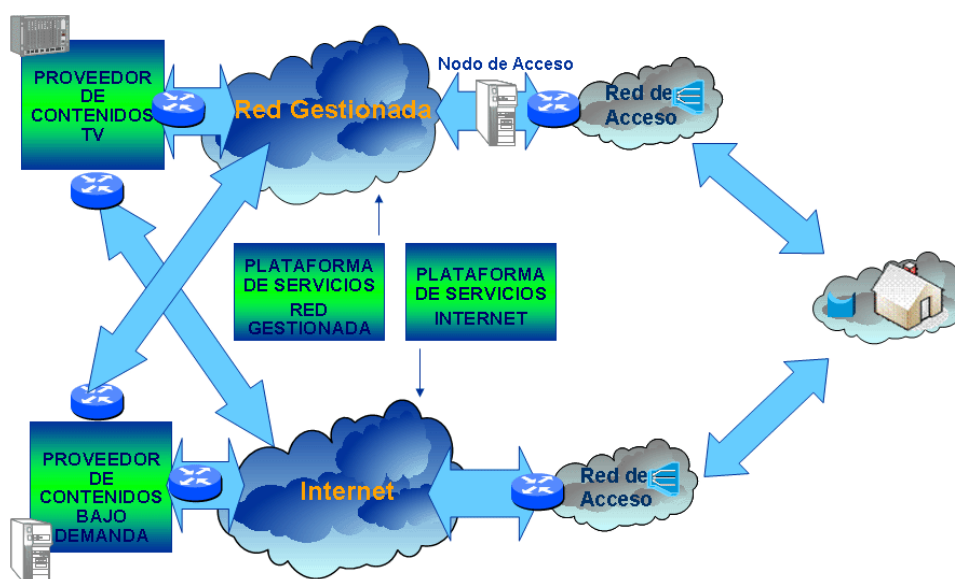


Figura 3.4.4-1: Arquitectura genérica de Plataformas IPTV

Actualmente el concepto de la televisión por IP (IPTV en sus siglas inglesas) corresponde a un sistema de televisión en un entorno controlado, en el cual un proveedor de servicios gestiona la red de transmisión y de acceso, así como también de los contenidos a ofrecer. Esto es lo que hemos denominado redes IP gestionadas. Por otro lado la televisión por Internet (Internet TV) corresponde a un sistema de televisión transmitido por Internet y recibido por los usuarios a través de esta red no gestionada.

Tanto IPTV como la televisión por Internet emplean IP (Internet Protocol) como protocolo de transmisión de paquetes. Sin embargo, estos dos conceptos de televisión están referidos a modelos de negocios y de explotación diferentes, aunque a nivel de tecnología y servicios ofrecidos presentan similitudes.

Ambos tipos de redes utilizan una red de acceso muy parecida en el tramo final para proporcionar conectividad IP al usuario final.

Al igual que se ha expuesto en las diferentes tecnologías de Radiodifusión, uno de los aspectos más relevantes que hay que mencionar en la introducción de servicios de AD es el mayor ancho de banda requerido en el acceso. El acceso es una de las diferencias claves en las Plataformas de Servicios IPTV, ya que el medio de transmisión en lo que se denomina la "última milla", está completamente dedicado al usuario, a diferencia de otros medios de radiodifusión, donde el ancho de banda en el acceso está compartido por todos o un conjunto significativo de usuarios.

Actualmente se están proporcionando unos servicios con un ancho de banda del estilo de la Figura 3.4.6-2, considerando el vídeo codificado en MPEG-2 SD con calidad DVD. En MPEG-4 SD el ancho de banda requerido por el vídeo disminuye, y se puede dedicar a un aumento de la cobertura del servicio, junto a un aumento del ancho de banda de acceso a Internet.

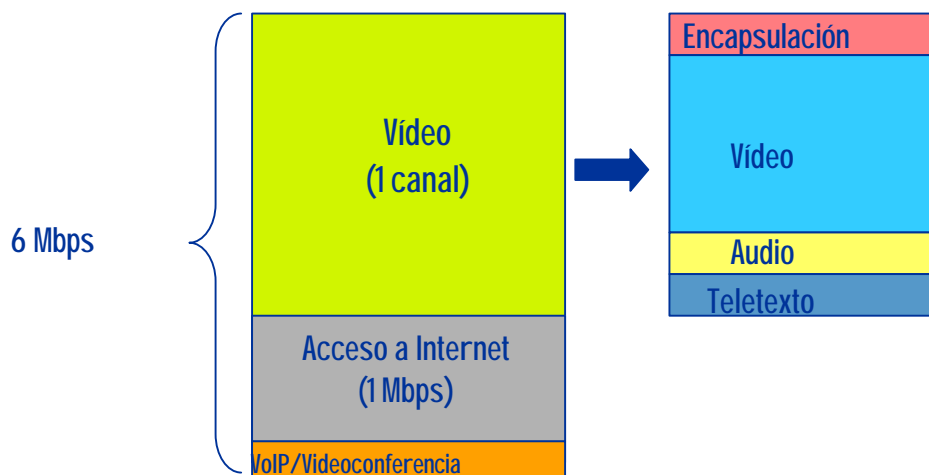


Figura 3.4.4-2: Ejemplo de Ancho de Banda actual en el Bucle de Abonado

Con la introducción de la Alta Definición, junto con la evolución hacia proporcionar servicios con más de un "stream" de vídeo concurrentes en la casa del abonado ("multiroom"), las necesidades de ancho de banda en el bucle de abonado podría seguir un esquema como el mostrado en la Figura 3.4.6-3.

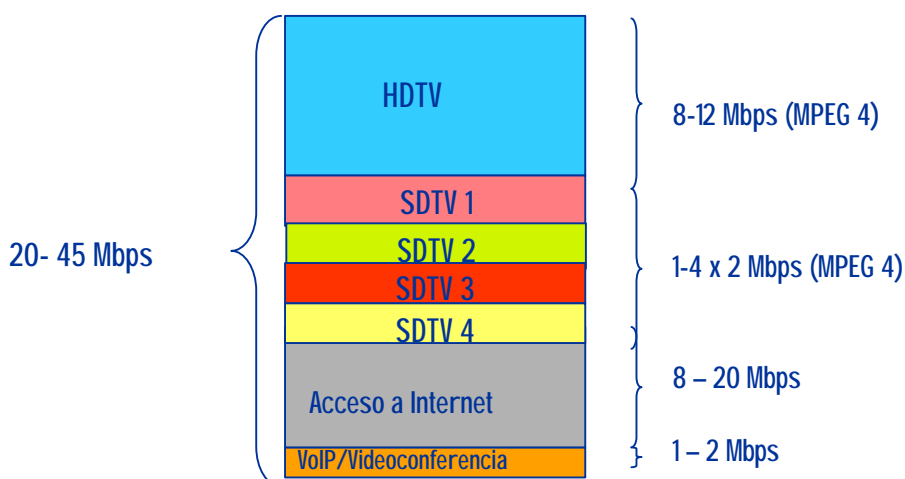


Figura 3.4.4-3: Ejemplo de Ancho de Banda futuro en el Bucle de Abonado

La introducción de distintos servicios de Alta Definición afectan a los diversos elementos de la Plataforma de forma diferente. Se puede distinguir entre equipamiento y red.

En cuanto al equipamiento, se va a distinguir en cada uno de los sub-apartados las implicaciones que existen en redes gestionadas y no gestionadas, si procede, ya que en muchos casos no hay diferencias sustanciales.

En el apartado de red se va a distinguir entre red de transporte y red de acceso. Además, en la red de transporte, se va a diferenciar desde el principio entre redes gestionadas y no gestionadas, ya que las implicaciones son más importantes, al ser precisamente el tipo de red un elemento diferenciador entre ellas.

La red de acceso, como se ha comentado anteriormente, tiene una gran similitud en las arquitecturas de red gestionadas y no gestionadas.

? EQUIPAMIENTO

Para el equipamiento de usuario las cuestiones técnicas relevantes en redes gestionadas son las mismas que en otros medios de transmisión con un mercado vertical: La necesidad de que los dispositivos de cliente soporten los formatos de vídeo y audio para AD, según se describe en el documento de la Tarea TH1 - Formatos de producción, intercambio y difusión de contenidos de TV en Alta Definición, en su apartado de difusión. En el caso de redes no gestionadas, han de soportar además formatos más extendidos en Internet, como VC-1 MP@ML y VC-1 AP@HL.

Al igual que el equipamiento de usuario, el aspecto más relevante de la introducción de servicios en Alta Definición en el equipamiento de Cabecera de TV es la necesidad de que se soporten los formatos de audio y vídeo mencionados en el apartado anterior, ya sea en redes gestionadas como en redes libres de Internet.

En cuanto a los servidores de vídeo, la introducción de servicios de Alta Definición implica la necesidad de un mayor volumen de almacenamiento para el mismo N° de contenidos que en SD. En muchos casos, los modelos de negocio y la cobertura física del servicio por las limitaciones de ancho de banda en el acceso, van a requerir la necesidad de comercializar el mismo contenido en SD y HD (por supuesto que no todos), lo cual va a suponer una necesidad notable de almacenamiento adicional. Sin embargo, el coste y volumen ocupado por el almacenamiento tiene un perfil decreciente con el tiempo, por lo que tampoco es un factor con mucho peso.

? RED GESTIONADA

En general, la introducción de servicios de Alta Definición en las redes de transporte no tiene unas implicaciones específicas en el diseño de estas redes con respecto a los servicios actuales de definición estándar, ya que al ser redes ópticas de transporte con una gran capacidad, el aumento del ancho de banda necesario por la introducción de servicios de Alta Definición no es una cuestión técnica de gran relevancia.

? RED NO GESTIONADA (INTERNET)

Internet es una red IP tradicional “best effort” que carece de mecanismos de calidad de servicio. Es además un conjunto de sistemas autónomos que interactúan entre sí intercambiando tráfico de distinto tipo.

Aunque en un futuro las redes IP de acceso público mejorarán sus prestaciones, a medio plazo no van a ser capaces de incorporar servicios de difusión de TV, PPV y CbD en tiempo real en Alta Definición, y videoconferencia de Alta Calidad.

No ocurre así en servicios de CbD **en descarga**, con almacenamiento en disco duro en el terminal de usuario. Para este tipo de servicios se requiere una evolución de las redes IP para incrementar el mayor ancho de banda para un tiempo de descarga equivalente a SD. Pero incluso si no hay esta evolución, la única implicación consiste en un mayor tiempo de descarga, lo cual siempre redundará en una percepción un poco más negativa del servicio por parte del usuario, pero no afecta en absoluto a poder disponer del servicio con la calidad de visualización adecuada.

? RED DE ACCESO

La red de acceso actual está formada por una serie de conmutadores IP en una agrupación lógica del tipo MAN (Metropolitan Area Network), y los DSLAMs que terminan la capa física xDSL del bucle de abonado.

Como en el resto de medios de transmisión, ya sea por Satélite, TDT o Cable, el verdadero factor clave desde el punto de vista técnico-económico en la introducción de servicios de Alta Definición es el aumento del ancho de banda requerido en la Red de Acceso.

Las tecnologías desplegadas actualmente, ADSL y ADSL2+ ofrecen un ancho de banda máximo de 8 y 24 Mbps respectivamente en el sentido red hacia el usuario (es lo que se denomina “downstream”), pero el ancho de banda decrece exponencialmente con la atenuación asociada a la longitud del bucle. Para los servicios base que se prestan actualmente, se necesita un ancho de banda en línea de unos 6 Mbps, lo que limita la cobertura a 1,5 y 1,9 km de bucle en ADSL y ADSL2+ respectivamente.

La introducción de servicios de Alta Definición, según el esquema de ancho de banda expuesto en la Figura 3.4.4-2 sobre estas redes existentes, limita la cobertura de los servicios de distribución de canales de TV y Contenidos bajo Demanda en tiempo real, en cuanto a N° de abonados potenciales del servicio. Esto no quiere decir que no se puedan desplegar los servicios de forma inmediata a un N° significativo de usuarios, aunque la cobertura sea inferior a la actual para servicios de SD.

Para una cobertura adecuada de servicios de Alta Definición es necesario una actualización paulatina de la red de acceso hacia tecnologías del estilo VDSL2 y/o FTTx en sus diversas modalidades de FTTC (Fibra a la acera) o FTTB (Fibra al edificio), tendiendo hacia redes de tipo FTTH (Fibra al hogar).

Esta evolución que se necesita en las redes de acceso, requiere de una planificación de inversiones bastante importante, y es una de las cuestiones técnicas con mayor relevancia en el despliegue de servicios de Alta Definición sobre Plataformas de Servicio IPTV.

Sin embargo, la gran ventaja de las Plataformas de servicios IPTV, es que para los “clientes pasados”, no hay ninguna limitación en cuanto a N° de canales en Alta Definición (podrían ser 100, 200, los que se quieran), ya que el medio de

acceso es dedicado por Cliente, y no compartido como para otros medios de transmisión.

3.4.4.1 Aspectos Relevantes

A modo de conclusión, los aspectos relevantes en la introducción de servicios de AD en Plataformas de Servicios de IPTV son los siguientes:

- ? Las redes IP no gestionadas, aunque en un futuro mejorarán sus prestaciones, a medio plazo no van a ser capaces de incorporar servicios de difusión de TV, PPV y CbD en tiempo real en Alta Definición, y videoconferencia de Alta Calidad.
- ? Como ocurre con el resto de medios de transmisión, para arquitecturas de red gestionadas hay desplegados un parque de descodificadores que no es compatible con la Alta Definición, por lo que se va a requerir una sustitución de los mismos, lo cual supone una barrera de entrada significativa en coste de sustitución antes de haber llegado a la amortización de los equipos.
- ? Para una cobertura adecuada de servicios de Alta Definición es necesario una actualización paulatina de la red de acceso hacia tecnologías del estilo VDSL2 y/o FTTx en sus diversas modalidades de FTTC (Fibra a la acera) o FTTB (Fibra al edificio), tendiendo hacia redes de tipo FTTH (Fibra al hogar). Esta evolución requiere de una planificación de inversiones bastante importante, y es una de las cuestiones técnicas con mayor relevancia en el despliegue de servicios de Alta Definición sobre Plataformas de Servicio IPTV.
- ? Sin embargo, la gran ventaja de las Plataformas de servicios IPTV, es que para los “clientes pasados”, no hay ninguna limitación en cuanto a N° de canales en Alta Definición (podrían ser 100, 200, los que se quieran), ya que el medio de acceso es dedicado por Cliente, y no compartido como para otros medios de transmisión.

En el Documento correspondiente al Subgrupo de Radiodifusión por IP, y dentro de la Tarea T1 “Integración de componentes dentro de las plataformas. Recomendación de estándares”, se pueden encontrar más detalles sobre los temas tratados en esta sección.

3.5 Receptores

A los receptores de Televisión de Alta Definición, independiente de la tecnología de difusión, se les debe solicitar que sea compatible/interoperable a cinco niveles:

- ? Radio Eléctrico
- ? Codificación
- ? Señalización
- ? Interfaz para aplicaciones interactivas
- ? Acceso Condicional

Para ello, unos requisitos mínimos que deberían presentar los receptores de televisión en Alta Definición se especifican en el documento elaborado en el seno del Grupo Técnico del Foro de la Televisión en Alta Definición.

3.5.1 Aspectos Relevantes

La oferta de receptores de televisión y equipos de usuario que implementan los formatos de señales de televisión en Alta Definición es limitada, no existe una masa crítica de dispositivos receptores en el mercado para facilitar un modelo de negocio viable.

3.6 Visualización

Independientemente del medio de transmisión o la tecnología de acceso que se esté usando, el dispositivo que más va a influir al usuario a la hora de percibir la calidad de una imagen en alta Definición y comparar con otra en Definición Estándar es la pantalla de visualización.

El crecimiento de la venta de pantallas planas preparadas para Alta Definición es el principal catalizador del desarrollo de los servicios de televisión en Alta Definición, ante la demanda de contenidos de calidad. Las pantallas con o sin receptor integrado, se encuentran en el mercado de consumo de forma masiva.

Las pantallas que se estén utilizando deben estar preparadas para reproducir imágenes HD ya sea 720p, 1080i ó 1080p, y además deben estar preparadas para soportar HDMI y las respectivas claves HDCP que tienen muchos STBs.

Existen muchas resoluciones de pantalla de visualización que, en función de los requerimientos técnicos de cada momento, se han ido evolucionando. El etiquetado de los dispositivos electrónicos de consumo facilita la comprensión para su uso para la televisión de Alta Definición. Los dos sellos existentes que permiten el correspondiente etiquetado los concede la Asociación Europea de Industrias de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (EICTA), siendo éstos los siguientes:



El sello *HD ready* identifica cualquier pantalla que sea capaz de aceptar y presentar una señal de alta definición con una resolución de 720p ó 1080i, utilizando una entrada de video compuesto o una entrada de video digital.

Lanzado a principios de 2005, ha tenido una amplia aceptación en el mercado y más de 200 marcas comerciales en la actualidad lo emplean en el etiquetado de sus productos.

Resoluciones mínimas HD-Ready:

- ? 1280x720 @ 50 y 60Hz progresivo ("720p")
- ? 1920x1080 @ 50 y 60Hz entrelazado ("1080i")



Si bien el marcado *HD Ready* hacía referencia a resoluciones de mínimas 720p y 1080i –y, por lo tanto, un receptor que permite resoluciones de 1080p se puede etiquetar con *HD Ready*–, en el mercado comenzaron a proliferar diferentes marcas comerciales con las que se indicaba explícitamente que la pantalla admitía 1080p, lo cual ha introducido confusión en los consumidores.

Para intentar solucionar esta situación, el pasado mes de agosto EICTA lanzó el sello *HD Ready 1080p*, el cual se concede a pantallas que puedan presentar una resolución de 1920x1080 en formato progresivo y con frecuencias de cuadro de 24, 50 ó 60 Hz.

Actualmente, existen 15 compañías en el mercado que han obtenido la concesión de uso de este sello.

Las principales diferencias entre *HD Ready* y *HD Ready 1080p* se pueden observar en la siguiente tabla:

	HD Ready 1080p	HD Ready
Mostrar video 1080p y 1080i (relación pixel 1:1)	✓ Sí	✗ No
Mostrar modos nativos de video en la misma (o superior) tasa de refresco	✓ Sí	✗ No
Entrada analógica HD YPbPr	✓ Sí	✓ Sí
Entrada digital HD HDMI o DVI	✓ Sí	✓ Sí
720p HD escaneo progresivo (1280x720 a 50 y 60HZ)	✓ Sí	✓ Sí

1080i HD (1920x1080 escaneo entrelazado a 50 y 60HZ)	✓ Sí	✓ Sí
1080p HD (1920x1080 escaneo progresivo a 24, 50 y 60HZ)	✓ Sí	✗ No
Las entradas HDMI o DVI soportan protección de copia (HDCP)	✓ Sí	✓ Sí

3.6.1 Aspectos Relevantes

La principal problemática que presentan las pantallas con el receptor integrado es:

- ? Necesidad de una slot PCMCIA para posibilitar los servicios de pago. En este momento se está definiendo un nuevo estándar de Interfaz común (CI 2.0) que permita encriptar con más seguridad los contenidos de Alta Definición. Este spot puede facilitar la migración de servicios de MPEG-2 a MPEG-4, como ya se está realizando en otros países.

4 Conclusiones.

Las cuestiones relevantes aplicables a la introducción de servicios de televisión en Alta Definición, considerando las distintas plataformas de servicios, se pueden resumir en varios aspectos técnicos :

- ? Los costes técnicos de producción en Alta Definición inciden en un aumento respecto a los costes de producción en definición estándar, con una tendencia a la baja, que puede provocar que ambos costes se igualen en los próximos 5 años.
- ? En la actualidad existe un gran déficit de contenidos en Alta Definición en España, motivado en gran medida por la dificultad para la emisión de servicios de Alta Definición en el medio de difusión con mayor penetración en España como es la Radiodifusión Terrestre.
- ? La mayoría de los radiodifusores que han anunciado el inicio de sus emisiones en Alta Definición lo harán utilizando el estándar H.264/AVC, aunque inicialmente por falta de equipos domésticos de usuarios hayan iniciado sus emisiones en MPEG-2.
- ? Todos los sistemas de multiplexación y de conformación de servicios incluidos en las plataformas de servicios están técnicamente maduros y ampliamente utilizados para la prestación de servicios de Televisión en Definición Estándar con la posibilidad de incorporar servicios de Televisión en Alta Definición sin mayores dificultades.
- ? Los requerimientos extras de anchura de banda necesaria para la utilización de TVAD en servicios bajo demanda requieren en algunos casos de modificaciones en la topología de la red hacia soluciones más distribuidas y cercanas al usuario, o bien el aumento de recursos en los servidores actuales, con el consiguiente incremento en complejidad y número de equipos involucrados.
- ? Las redes IP no gestionadas, aunque en un futuro mejorarán sus prestaciones, a medio plazo no van a ser capaces de incorporar servicios de difusión de TV, PPV y CbD en tiempo real en Alta Definición, y videoconferencia de Alta Calidad.
- ? Para una cobertura adecuada de servicios de Alta Definición en Redes IP es necesario una actualización paulatina de la red de acceso hacia tecnologías del estilo VDSL2 y/o FTTx en sus diversas modalidades de FTTC (Fibra a la acera) o FTTB (Fibra al edificio), tendiendo hacia redes de tipo FTTH (Fibra al hogar). Esta evolución requiere de una planificación de inversiones bastante importante, y es una de las cuestiones técnicas con mayor relevancia en el despliegue de servicios de Alta Definición. Sin embargo, la gran ventaja de las Plataformas de servicios IPTV, es que para los "clientes pasados", no hay ninguna limitación en cuanto a N° de canales en Alta Definición (podrían ser 100, 200, los que se quieran), ya que el medio de acceso es dedicado por Cliente, y no compartido como para otros medios de transmisión.
- ? Aspecto común a todas las plataformas de servicios independientemente de la tecnología de acceso que se utiliza, aunque la tecnología de modulación y de transmisión está completamente madura, no existe masa crítica de receptores domésticos para ofrecer la experiencia de televisión en Alta Definición a usuarios finales. La migración de los actuales receptores existentes hacia soluciones TVAD es compleja y costosa.

5 Anexo I. Glosario

Terminos

API	Application Program Interface
AVC	Advanced Video Coding
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-S	Digital Video Broadcasting Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
DVB-C	Digital Video Broadcasting Cable
EIT	Event Information Table
HDTV	High Definition Television
IP	Internet Protocol
MPE	Multi Protocol Encapsulation
MPEG	Moving picture experts group
SDTV	Standard Definition Television
SI	Service Information

Organismos

ATSC	Advanced Television Systems Committee
DVB	Digital Video Broadcasting
EBU	European Broadcasting Union
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
ITU	International Telecommunication Union
MPEG	Moving Picture Experts Group

6 Anexo II. Referencias

ITU-R BT.709 Parte 2: "Sistema de TVAD con formato de imagen común de píxel cuadrado"

SMPTE 274M-2008 Television – 1920x1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiples Picture Rates

SMPTE 292M-2008 1,5 Gb/s Signal – Data Serial Interface

SMPTE 296M-2001 Television – 1280x720 Progressive Image Sample Structure

SMPTE 424M-2006 Television 3 Gb/s Signal – Data Serial Interface

EBU TECH 3299 "High Definition Image Formats for Television Production"

ITU-R BT.1120-5 Digital interfaces for HDTV studio signals

ETSI TS 101 154 Digital Video Broadcasting – DVB : Implementation guidelines for the use of MPEG-2 systems, video and audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications.

ITU-R BT.1737 Use of the UIT-T Recommendation H.264 (MPEG-4/AVC) video source-coding method to transport HDTV programme material

EBU Tech-3307 : Service Requirements for Free-to-Air High Definition Television Receivers