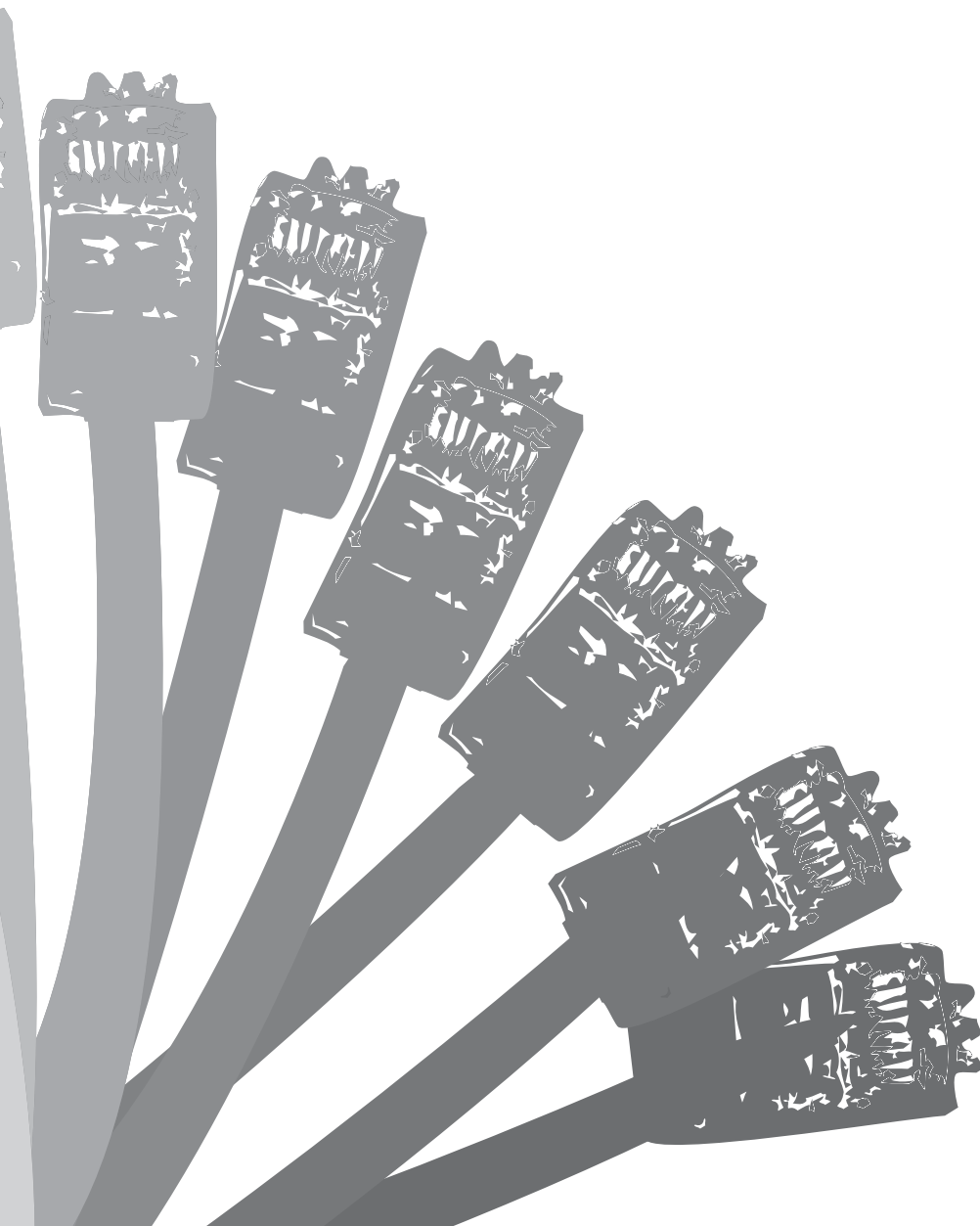


Oportunidades y Desafíos de la Banda Ancha



gapttel

Grupo de Análisis y Prospectiva
del Sector de las Telecomunicaciones

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA BANDA ANCHA

Grupo de Análisis y Prospectiva
del Sector de las Comunicaciones

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA BANDA ANCHA

ESTE INFORME HA SIDO REALIZADO POR EL
GRUPO DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DEL
SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES

gaptel

Reservados todos los derechos. Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras y no se realice ninguna modificación de las mismas.

EDITA:

© Red.es

Edificio Bronce

Plaza Manuel Gómez Moreno, s/n

28020 Madrid

Reservados todos los derechos

El texto de este Informe, así como las conclusiones y recomendaciones que en él se hacen, representan la opinión consensuada de sus autores, sin que ello implique que sean asumidas por las empresas o entidades a las que pertenecen.

Asimismo, las alusiones que en el texto se hacen a la «opinión del Grupo» deben entenderse como referidas a la opinión consensuada del Comité de Expertos, autor de este Informe, y no a Red.es como institución.

Depósito Legal: M-21155-2008

Edición: Jorge Pérez

Maquetación y Producción: Scan96, S.L.

Autores

Coordinador

Jorge Pérez

Comité de expertos

Jesús Banegas

Josep Maria Carbonell

Marcel Coderch

Jesús Figueroa

José María García

Luis Lada

Carlos López

José López-Tafall

Carlos Mira

Joaquín Mollinedo

Santiago Moreno

Sebastián Muriel

Emilio Ontiveros

Crisanto Plaza

María Rotondo

Equipo de trabajo

Jesús Labrado

Laura Agudo

Virginia Antón

Arturo Vergara

ÍNDICE

0.	PUNTOS CLAVE	13
1.	INTRODUCCIÓN	21
2.	NUEVA GENERACIÓN DE REDES DE ACCESO	23
2.1.	Concepto de Redes de Nueva Generación (NGN / NGA)	25
2.2.	Evolución tecnológica en infraestructuras de acceso	26
2.3.	Mercado de la Banda Ancha en España	28
2.3.1.	Banda Ancha Fija	28
2.3.2.	Banda Ancha Móvil	30
2.4.	Perspectivas de demanda de mayores anchos de banda	31
2.4.1.	Demanda actual de servicios	31
2.4.2.	Demanda de mayores anchos de banda	31
2.5.	Coste del despliegue de nuevas redes de acceso	33
2.5.1.	Costes medios por tecnología	33
2.5.2.	Densidad de población y tipo de vivienda	35
3.	SITUACIÓN INTERNACIONAL DE DESPLIEGUES NGA	37
3.1.	Redes de fibra óptica en el acceso	39
3.1.1.	Japón	40
3.1.2.	Estados Unidos	42
3.1.3.	Corea	44
3.1.4.	Europa	44
3.2.	Redes de cable	48
3.3.	Redes inalámbricas WiMAX	50
3.4.	Redes móviles 3,5G/4G	53
3.5.	Situación en España	54
3.5.1.	Redes de acceso fijas	54
3.5.2.	Redes de acceso móviles	54

4.	DESAFÍOS DE LA BANDA ANCHA	55
4.1.	Círculo virtuoso de desarrollo	57
4.2.	Desafíos comerciales y financieros	58
4.2.1.	Nueva cadena de valor en un entorno convergente	58
4.2.2.	Tarifas planas y calidad de servicio	59
4.2.3.	Valoración de los mercados financieros	60
4.3.	Desafíos regulatorios	60
4.3.1.	Modelo regulatorio	61
4.3.2.	Servicios mayoristas y desagregación del sub-bucle	62
4.3.3.	Cierre de centrales e impacto sobre la actual desagregación de bucle	63
4.3.4.	Convergencia y diversidad de redes	64
4.3.5.	Separación funcional y nuevas infraestructuras de acceso	65
4.4.	Desafíos políticos	66
4.4.1.	Facilidades para actuaciones en la vía pública	66
4.4.2.	Actualización de la normativa ICT para las nuevas redes	67
4.4.3.	Acceso a infraestructuras pasivas e incentivos económicos	67
4.4.4.	Despliegue público de infraestructuras	68
5.	ESTRATEGIAS DE LOS AGENTES	71
5.1.	Operadores alternativos basados en ULL	73
5.2.	Operadores de cable	74
5.3.	Operadores incumbentes	76
5.4.	Operadores móviles	77
5.5.	Agentes de Internet	78
5.6.	Proveedores de contenidos	79
6.	ESCENARIOS DE MERCADO	81
6.1.	Accesos de telefonía fija y móvil	84
6.2.	Banda Ancha Fija	85
6.2.1.	Marco General del Mercado	85
6.2.2.	Escenarios Prospectivos	86
6.3.	Banda Ancha Móvil	88
6.4.	Televisión de Pago	90
7.	RECOMENDACIONES	93
7.1.	Ayuntamientos	95
7.2.	Gobierno central y regional	96
7.3.	Reguladores	97
7.4.	Operadores	97
7.5.	Otros agentes	98

ANEXO I. MERCADO DE BANDA ANCHA	101
Banda Ancha Fija	103
Banda Ancha Móvil	106
ANEXO II. TECNOLOGÍA	111
Redes de acceso fijas basadas en pares de cobre	113
La evolución de las tecnologías xDSL	114
FTTH	115
Redes de cable	116
Redes de acceso móviles e inalámbricas	118
UMTS (3G)	118
WiMAX	120
Contenidos y portales	121
Redes de hogar	122
Wi-Fi	122
UWB	123
WiMAX	123
Digital Living Network Alliance (DLNA)	123
ANEXO III EVOLUCIÓN REGULATORIA	125
Posición regulatoria ante las redes NGA	127
La posición de la Comisión Europea	127
Consulta pública sobre redes NGA por parte de la CMT	127
Otras consultas y posiciones	131
Gestión del espectro radioeléctrico	135
La disponibilidad de nuevo espectro para banda ancha	135
Subasta de espectro en Estados Unidos	136
Reino Unido	138
Otras asignaciones de espectro	141
Regulación de mercados geográficos	142
La posición de la Comisión Europea	142
La posición de la CMT	142
Reino Unido: Regulación por zonas geográficas para acceso mayorista bitstream	143
Separación funcional	143
La posición de la Comisión Europea	143
La posición de la CMT	144
Algunas experiencias europeas	144
ANEXO IV. BIBLIOGRAFÍA	145

Con motivo de las nuevas tendencias en las tecnologías y mercados de acceso de banda ancha, y con el fin de contribuir a la postura del gobierno español al respecto, el Secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) encargó a GAPTEL la elaboración de un documento que reflejase la posición del grupo respecto al nuevo contexto. GAPTEL realizó a tal efecto el informe "Oportunidades y desafíos de la banda ancha", que constituye el cuerpo principal y los Anexos I y II de este documento y se envió al Secretario de Estado a principios de octubre de 2007. El informe original fue consensuado por el Comité de Expertos del GAPTEL. En la presente versión se han actualizado exclusivamente algunas cifras de mercado, así como aspectos relativos a los despliegues de redes de banda ancha a nivel internacional.

Al informe original se ha incorporado un anexo de carácter informativo (Anexo III), realizado por el equipo de trabajo del GAPTEL, que constituye un resumen de la evolución de la regulación desde la segunda mitad de 2007.

PUNTOS CLAVE

La Banda Ancha como oportunidad

- La banda ancha se ha convertido en la infraestructura clave para el impulso y el desarrollo de la sociedad y la economía del conocimiento en el siglo XXI. La evolución a medio y largo plazo de las infraestructuras y los servicios de banda ancha fijos y móviles se han convertido en el debate central para todos los agentes presentes en la cadena de valor.
- Si la falta de evidencia sobre el impacto de las nuevas redes NGN/NGA/NGMN en la competitividad de un país, y las incertidumbres sobre los modelos regulatorios y comerciales llevan a que los agentes adopten una postura de *"esperar y ver"*, España podría encontrarse en una situación de pérdida de competitividad ante aquellos países que han optado por favorecer y acelerar los despliegues.

Perspectivas de demanda e implicaciones

- Predecir la demanda futura de ancho de banda no es sencillo, sin embargo puede esperarse que en los próximos años la demanda no pueda ser satisfecha con las tecnologías y arquitecturas de red actualmente disponibles.
- Los costes de despliegue de las nuevas infraestructuras de acceso y transporte varían en función de factores como la topología de la red, la densidad de población, el tipo de viviendas, o las facilidades que proporcionen las administraciones públicas para realizar la obra civil.
- La obra civil representa tradicionalmente la mayor parte del coste de un despliegue de red fija. El reparto de costes históricamente asumido es de 70% para la obra civil, 20% para los elementos activos y 10% para los elementos pasivos. En las nuevas redes basadas en fibra óptica, la contribución de la obra civil al coste total del despliegue puede variar entre un 45% y un 70%.
- Las NGMN, basadas en LTE (4G), sufrirán además un cambio en su estructura de costes y, previsiblemente, las topologías de red cambiarán radicalmente, aproximándose a las NGN fijas.

Desafíos comerciales y financieros

- La evolución a la nueva generación de redes y servicios de banda ancha es bastante más compleja que la que tuvo lugar en los procesos de automatización o digitalización de la red telefónica actual. El mayor o menor impulso al despliegue de las redes NGN por parte de los operadores depende tanto de sus expectativas de retorno de la inversión como de la dinámica competitiva.
- Si los agentes que invierten en nuevas redes esperan ingresos únicamente de la conectividad, y son otros agentes los que pueden capitalizar la mayor capacidad de la red de acceso para captar ingresos por nuevas aplicaciones, contenidos y servicios como la televisión o la descarga de contenidos, la viabilidad de la inversión en las nuevas redes puede llegar a cuestionarse.
- Si son únicamente los agentes que despliegan redes los que pueden proporcionar nuevas aplicaciones y contenidos sobre ellas, la capacidad de innovación se verá ralentizada, y la utilidad de las nuevas redes puede verse muy cuestionada. Encontrar el equilibrio adecuado entre los agentes inversores y los restantes agentes acelerará el despliegue de las nuevas redes.
- La apuesta de un operador por un despliegue rápido y masivo de infraestructuras NGA, conduciría previsiblemente a un deterioro de su ROIC y de su FCF, al menos en el corto plazo, lo que podría implicar una pérdida de capitalización bursátil, y/o un deterioro de su calificación crediticia. Los mercados financieros podrían valorar positivamente unos despliegues agresivos, si considerasen que estas salidas de caja iniciales se van a ver compensadas por mayores ingresos y/o mejoras en márgenes (EBITDA) en el futuro. Otros aspectos como el impacto en la posición competitiva del operador y el marco regulatorio serán claves en esta valoración.
- La presión de los mercados financieros podría llevar a la ralentización de los despliegues NGA, especialmente si esto altera de forma sustancial las estimaciones de FCF o los resultados esperados para estas compañías. Si se produjera este escenario de ralentización, se podrían ver impulsadas iniciativas de despliegues públicos (municipales o comarcales), generándose una constelación de pequeñas redes que no contarían con posibilidades reales de viabilidad a medio plazo, lo que acabaría en un proceso de consolidación similar al ocurrido, en sus inicios, con las redes telefónicas y de cable.

Desafíos regulatorios

- Aún cuando la regulación sectorial no es un elemento que influya directamente en el retorno de la inversión, su influencia indirecta, ligada a las expectativas de ingresos y a la dinámica competitiva, la convierte en un factor muy relevante.
- Algunos países en que existen dos infraestructuras fijas están optando por un modelo regulatorio para las nuevas redes basado en aplicar un calendario de desregulación. Este enfoque desregulador está teniendo un claro efecto de aceleración en el despliegue de las nuevas redes.
- En aquellos países como España donde, por motivos históricos, la competencia en infraestructuras fijas de banda ancha es limitada, la decisión de adoptar un enfoque desregulador parece más compleja. En esta situación, el regulador debe mantener el objetivo de incentivar e impulsar la competencia en infraestructuras, como el único modelo que garantiza una competencia sostenible, al menos en las áreas densamente pobladas. Por otro lado el regulador debe evitar que se adopten decisiones que puedan suponer un paso atrás en el proceso de liberalización y una reducción de la competencia.

- En la mayoría de los mercados europeos se desplegarán redes donde se combinen diferentes soluciones de acceso, tanto fijas basadas en despliegues de fibra o coaxial, como móviles. La densidad de población, la tipología de las edificaciones y las facilidades para la realización de la obra civil serán elementos que influyan decisivamente en las decisiones sobre el despliegue. No podemos pensar en un despliegue uniforme y geográficamente planificado sino en un despliegue que obedecerá a condiciones de mercado y de rentabilidad de las inversiones. Tampoco podemos pensar en un despliegue a escala nacional a corto y medio plazo.
- La regulación debe contemplar un escenario realista que no imponga restricciones heredadas de las redes actuales. La flexibilidad en las tecnologías utilizadas y en la planificación del despliegue, junto con la no imposición de obligaciones de cobertura o universalización deberían ser principios básicos en una regulación dirigida a incentivar el despliegue de las nuevas redes.
- La posición de GAPTEL es que la regulación debe orientarse hacia el fomento de la competencia en infraestructuras, que conduzca a la existencia de varias redes de acceso de nueva generación dinámicamente eficientes a medio y largo plazo.
- El despliegue de las redes de acceso de nueva generación no será uniforme, lo que dará lugar a que puedan distinguirse diferentes zonas geográficas (barrio, ciudad, municipio, etc.) en función de la situación de competencia entre infraestructuras alternativas. La competencia puede oscilar en los casos extremos entre el despliegue de varias redes de acceso de nueva generación y la inexistencia de las mismas.
- En este nuevo escenario competitivo algunos agentes proponen que cabrían diferentes medidas regulatorias que tengan en cuenta diferente grado de competencia en cada tipo de zona, si bien no hay unanimidad al respecto.
- En general, se considera que la separación funcional podría ser una medida que actuaría como un importante desincentivador a las inversiones en las nuevas redes. GAPTEL, ya en su anterior informe sobre su posición ante la revisión del marco regulador europeo, apostó por la igualdad de trato en precios y operatividad como medida alternativa a la separación funcional.

Desafíos políticos

- La banda ancha tiene un impacto significativo en la economía y en el desarrollo de un país. Aunque aún no es posible afirmar que la nueva generación de redes de banda ancha tendrá un impacto similar, España debe hacer frente a los desafíos que plantean las nuevas redes.
- Los poderes públicos deben elaborar y aplicar un Plan de Medidas para impulsar el despliegue de la nueva generación de redes de acceso de banda ancha tanto fijas como móviles. Las iniciativas del Plan deben actuar sobre los inhibidores y barreras con diferentes mecanismos que pueden ir desde facilitar la obra civil en espacios públicos, hasta aplicar incentivos económicos al despliegue de las nuevas redes.
- Los ayuntamientos juegan un papel crítico en el despliegue de infraestructuras al depender de ellos las autorizaciones para los trabajos en calle (planta externa y construcción de emplazamientos). La actitud de los ayuntamientos debe evolucionar de una visión de las redes de telecomunicación como fuentes de conflictos y generadoras de ingresos por el pago de tasas, a una percepción de estas infraestructuras como activos diferenciales de la competitividad y el desarrollo económico del municipio.

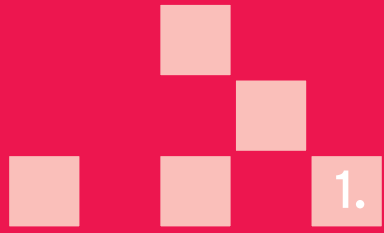
- Como regla general las administraciones públicas deben evitar involucrarse directamente en las actividades de diseño, construcción y operación de redes de telecomunicación, limitando su intervención relacionada con el despliegue público de infraestructuras a la puesta a disposición de la infraestructura civil y del dominio público que favorezca el despliegue de las redes.
- Excepcionalmente, si no existieran infraestructuras de banda ancha y no se previera ninguna inversión por parte de los agentes privados, los agentes públicos podrían plantearse la inversión en infraestructuras. Tales inversiones deberían seguir las recomendaciones generales para inversión pública en infraestructuras, recogidas en la ley general de telecomunicaciones, el catálogo de buenas prácticas de la CMT, y diversos documentos al respecto de la Comisión Europea.

Estrategias de los agentes

- La evolución hacia las redes de nueva generación marcará las estrategias a medio y largo plazo de los diferentes agentes presentes en la cadena de valor del mercado de la banda ancha. El impacto de esta evolución no es uniforme, siendo los operadores que basan su oferta en las facilidades de desagregación de bucle los que pueden ver más comprometida su estrategia actual.
- Puede esperarse un enfoque pragmático por parte de la mayoría de los operadores incumbentes europeos en los despliegues de las nuevas redes de acceso. Los operadores utilizarán una combinación de tecnologías y arquitecturas que permitan adoptar en cada situación geográfica y temporal la mejor solución en términos de coste y rentabilidad.
- Los operadores alternativos que despliegan sus propias redes, como los operadores de cable, continuarán con el proceso de mejora de su red, tomando sus decisiones en base a criterios de optimización técnica y económica.
- Los operadores alternativos que empleen el acceso al bucle desagregado deberán revisar su modelo de negocio mediante un desplazamiento en la escalera de inversión que da lugar a dos estrategias: despliegue de infraestructura propia o prestación de servicios sobre la oferta mayorista comercial de un operador de infraestructura.
- Lo previsible es que el futuro dibuje un escenario mixto, donde estos operadores alternativos sigan utilizando las facilidades de desagregación de bucle en zonas a las que no lleguen las nuevas infraestructuras, desplieguen infraestructura propia en zonas particularmente atractivas, y utilicen los servicios mayoristas comerciales del operador incumbente en las restantes zonas. Esta estrategia exigirá un mayor esfuerzo inversor, lo que podría limitar el número de agentes centrados en esta estrategia, o acelerar procesos de consolidación.
- En Europa la evolución de la banda ancha móvil seguirá el camino del HSDPA y sus variantes (HSUPA, HSPA, HSPA+). Los operadores móviles europeos consideran que ahora mismo la tecnología GSM/UMTS está más avanzada y es más eficiente que la proporcionada por WiMAX.
- El previsible despliegue de nanoceldas, picoceldas y femtoceldas tanto en oficinas como en el segmento residencial podría tener una gran influencia en la situación de los agentes, en aspectos tanto regulatorios como competitivos, que deberán ser objeto de análisis.

Escenarios de mercado

- GAPTEL prevé que se superen los 12,9 millones de accesos de banda ancha fija en el 2011 frente a los 6,7 millones alcanzados en el 2006, lo que se traduce en una penetración superior al 50% en hogares.
- En el escenario más optimista sobre el despliegue de las nuevas redes de acceso GAPTEL prevé alcanzar una cobertura del 40% de los hogares en el año 2011. Esta cobertura permitirá superar la cifra de 1,8 millones de clientes con capacidades superiores a los 25 Mbps en el año 2011, lo que supone un 14% del mercado conjunto de banda ancha.
- El escenario optimista de despliegue de las nuevas redes podrá alcanzarse si la regulación permite abordar los despliegues de acuerdo a condiciones realistas de mercado, si los costes de despliegues pueden rebajarse de forma significativa gracias al aporte de nuevas tecnologías de despliegues y a mejoras en la ingeniería de red, y si los diferentes agentes son capaces de lanzar nuevos servicios en condiciones atractivas para los usuarios, que requieran anchos de banda por encima de los 25 Mbps.
- En el período 2007-2011 no solo asistiremos a la amplia generalización de los accesos de banda ancha fija, sino también a la progresiva implantación de la banda ancha móvil en España. GAPTEL prevé que en el año 2011 haya unos 10 millones de accesos de banda ancha móvil en España.



1.

Introducción

Las calzadas romanas fueron uno de los principales impulsores del auge económico y social que se produjo en el Imperio Romano. En muy pocos años se construyó una amplia red de vías de gran extensión y capilaridad. La existencia de esta red de calzadas permitió vertebrar el territorio y aceleró un desarrollo económico y social excepcional. El reto al que nos enfrentamos en el siglo XXI ya no es llevar las calzadas hasta cada una de las poblaciones del Imperio sino hacer llegar la banda ancha a cada uno de los hogares, empresas y espacios públicos. Esta nueva red de "calzadas digitales" traerá un nuevo desarrollo económico y social fundamentado en la economía del conocimiento.

La banda ancha en España ha alcanzado importantes niveles de penetración, superando los 7,5 millones de accesos en julio de 2007. Este mercado sigue mostrando un gran dinamismo, con altas tasas de crecimiento y nuevos productos que cada vez demandan mayores anchos de banda. En este contexto surgen dos tendencias llamadas a cambiar sustancialmente este mercado: *la nueva generación de acceso fijo de banda ancha* y la *banda ancha móvil*.

Las tecnologías de banda ancha actualmente implantadas han permitido alcanzar velocidades de 25 Mbps en la banda ancha fija y 3,6 Mbps en la banda ancha móvil. Nuevas tecnologías, como el VDSL, el DOCSIS 3.0, la fibra en el acceso, o el HSPA permitirán evolucionar hacia velocidades muy superiores. El despliegue de estas nuevas tecnologías requerirá **importantes inversiones**, lo que unido a las **incertidumbres** sobre los modelos de negocio abre no pocos interrogantes. A pesar de estas incertidumbres, en algunos países como Japón, Corea, Estados Unidos o Francia se ha iniciado ya el despliegue de estas nuevas redes, y en otros como Holanda o Alemania ya se ha trazado la hoja de ruta. Si estas redes proporcionan a estos países ventajas en su capacidad de innovación y en la competitividad de su economía, la necesidad de impulsar y favorecer el despliegue de estas nuevas redes va más allá de la problemática de rentabilidad comercial, para ser un objetivo que debe analizarse bajo la perspectiva de las implicaciones para la economía española en su conjunto.

Aunque hasta ahora la banda ancha ha tenido un carácter esencialmente fijo, el año 2007 ha sido testigo del inicio del despliegue de nuevas tecnologías de banda ancha móvil soportadas sobre las redes UMTS desplegadas en los últimos años. Estas tecnologías pueden proporcionar hasta 14,4 Mbps, lo que permitirá el desarrollo de aplicaciones y la prestación de servicios que hasta ahora estaban reservadas a la banda ancha fija.

El futuro de la banda ancha, tanto fija como móvil, está lleno de oportunidades. Para que estas oportu-

tunidades puedan hacerse realidad será preciso superar las dificultades que pueden nublar esta perspectiva. Si la falta de evidencia sobre el impacto de las nuevas redes en la competitividad de un país, y las incertidumbres sobre los modelos regulatorios y comerciales llevan a que todos los agentes adopten una postura de *“esperar y ver”*, España podría encontrarse en una situación de pérdida de competitividad ante aquellos países que han optado por favorecer y acelerar los despliegues.

En este informe se analizan las principales tendencias del mercado de banda ancha, sus modelos de negocio, la posición de los agentes y los desafíos que suponen las nuevas redes, para concluir con unas recomendaciones que buscan como objetivo favorecer el dinamismo y acelerar el desarrollo de este mercado.



2.

Nueva generación de redes de acceso

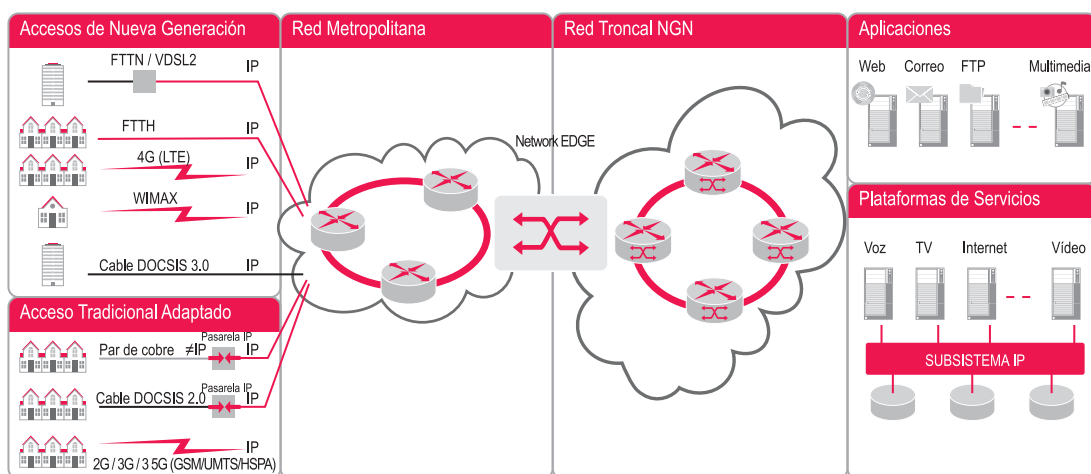
La banda ancha se ha convertido en la infraestructura clave para el impulso y el desarrollo de la sociedad y la economía del conocimiento en el siglo XXI. En la medida en que la banda ancha se convierte cada vez más en un servicio esencial para hogares y empresas, la evolución a medio y largo plazo de las infraestructuras y los servicios de banda ancha se ha convertido en el debate central para todos los agentes presentes en la actual cadena de valor.

2.1. Concepto de Redes de Nueva Generación (NGN / NGA)

El concepto de Redes de Nueva Generación (NGN) se ha venido utilizando en los últimos años para definir la evolución de las tecnologías y arquitecturas que configurarán las redes de telecomunicación del futuro. Este concepto se ha visto potenciado con la demanda de mayores anchos de banda y con los anuncios de despliegue de nuevas infraestructuras de acceso para incrementar el ancho de banda disponible para los usuarios. La combinación de todos estos elementos ha introducido cierta confusión en el uso del concepto de NGN.

Las redes de nueva generación (NGN) son redes IP que permiten la prestación de servicios mediante la utilización de múltiples tecnologías de acceso, capaces de garantizar calidad de servicio, y en las que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte [36]. Dos son por tanto los elementos que caracterizan a las redes NGN, la **conectividad IP extremo a extremo**, y la **separación entre las plataformas de servicios y la infraestructura de red**.

Figura 1. Arquitectura de redes de nueva generación NGN



Fuente: Elaboración propia

La demanda de mayores anchos de banda requiere la transformación de las redes tanto a nivel troncal, como a nivel de acceso, siendo esta última la que requiere una mayor inversión y esfuerzo por parte de los agentes implicados. Se utiliza el concepto **NGA** (acceso de nueva generación) para definir el despliegue de redes NGN en el acceso. Es importante resaltar que es posible proporcionar mayores anchos de banda tanto mediante la evolución de las redes actuales a redes NGN, como mediante la mejora de las redes y arquitecturas actuales. Muchas de las tecnologías que se están desplegando actualmente en el acceso para proporcionar mayores anchos de banda, como el ADSL2+ o el HSDPA, se utilizan sobre redes y arquitecturas tradicionales, no-NGN, en las que se mantiene la separación de las redes de voz y datos.

Cada tipo de acceso está siguiendo una evolución tecnológica diferente. Las infraestructuras fijas de pares de cobre, están evolucionando mediante el despliegue de fibra en el acceso, acortando la longitud de los pares para permitir proporcionar mayores anchos de banda. Las arquitecturas FTTN y FTTH constituyen los enfoques más habituales en la evolución de estas redes. Las redes de cable HFC están siguiendo el camino de evolución marcado por el estándar DOCSIS, del 2.0 al 3.0. Las redes móviles evolucionan hacia mayores anchos de banda mediante las tecnologías HSPA, WiMAX y el largo plazo definido por el 4G/LTE. En el caso de las redes móviles la evolución a largo plazo se engloba bajo el concepto NGMN (Redes Móviles de Nueva Generación) [46].

El despliegue de fibra en el acceso es uno de los modelos que permite garantizar mayores anchos de banda. Lo que debe deducirse del detalle anterior sobre la evolución de los diferentes tipos de redes es que la fibra en el acceso no es el único modelo. Igualmente debe volver a resaltarse que NGN y fibra son conceptos independientes. En la práctica, la mayor parte de los despliegues de fibra en el acceso se suelen englobar en una estrategia más amplia de transformación de la red fija a una red todo-IP (NGN).

El camino que adoptarán los diferentes operadores para proporcionar los mayores anchos de banda que demandan los usuarios no será uniforme, sino que seguirá diferentes modelos, en su uso o no de las arquitecturas NGN y en las tecnologías utilizadas. A largo plazo podemos afirmar con casi total seguridad que todas las redes evolucionarán hacia un modelo y arquitectura NGN, y que la demanda de mayores anchos de banda impulsará el despliegue de nuevas tecnologías en el acceso. El elemento relevante no será tanto la tecnología o el tipo de red desplegada, sino los servicios y anchos de banda que podrán proporcionarse.

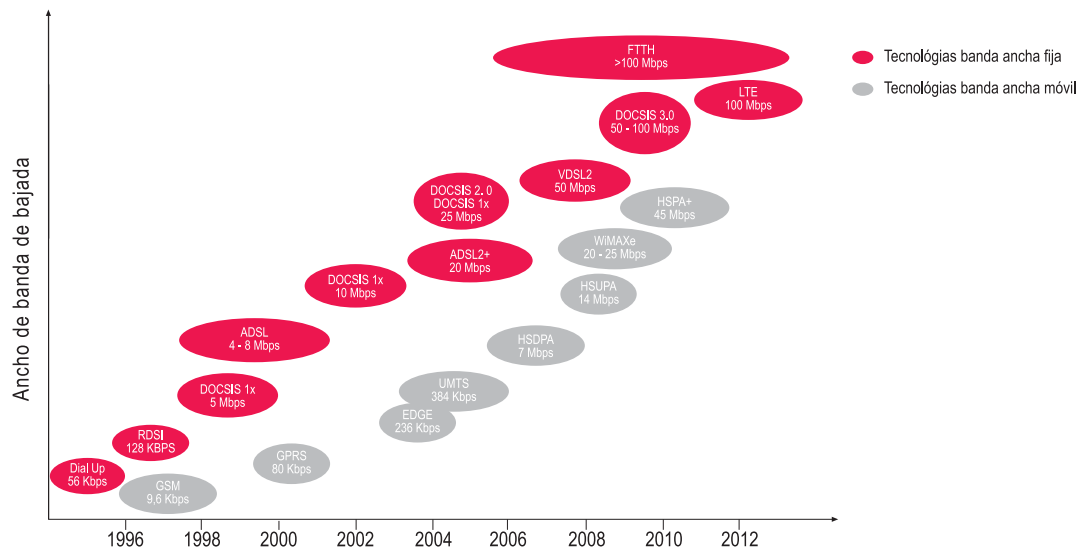
2.2. Evolución tecnológica en infraestructuras de acceso

La capacidad de las infraestructuras de acceso ha evolucionando en los últimos años, desde el acceso de banda estrecha (56 Kbps y 9,6 Kbps para fijo y móvil respectivamente), hasta el actual acceso de banda ancha capaz de ofrecer hasta 25 Mbps para infraestructura fija y 14 Mbps para móvil. Esta mejora en la velocidad de la banda ancha se basa en el despliegue de nuevas tecnologías de mayor capacidad.

El acceso de banda ancha ha estado liderado históricamente por las tecnologías de acceso fijas con ofertas de mayor capacidad que las disponibles en el segmento móvil, al estar este último limitado por el carácter compartido del medio de transmisión (el espectro radioeléctrico). Las tecnologías móviles han ido ofreciendo soluciones alternativas al acceso fijo con un cierto retraso temporal.

La *Figura 2* muestra la evolución de las velocidades comerciales proporcionadas por las tecnologías fijas y móviles. Para el caso de las tecnologías de cable se refiere indistintamente a las variantes DOCSIS o EuroDOCSIS.

Figura 2. Evolución comercial de las tecnologías de acceso



Fuente: Elaboración propia

Se debe tener en cuenta las peculiaridades de cada tecnología para poder hacer una comparativa entre las mismas. En el caso de las tecnologías de cable, la velocidad máxima se comparte entre varios usuarios. En lo que se refiere a las tecnologías xDSL, la velocidad máxima depende de la longitud del par de cobre. En las tecnologías HSPA las velocidades máximas corresponden a un canal que puede compartirse entre varios usuarios. Por lo que respecta a WIMAX, se trata de un límite teórico de velocidad por celda, que se reduce al aumentar el tamaño de la celda y que en cualquier caso se comparte entre los usuarios de la misma. Por último, en lo que se refiere a LTE se trata de un objetivo de diseño sin que existan desarrollos prácticos por el momento. La *Tabla 1* presenta las prestaciones máximas de las tecnologías de acceso fijo y móvil.

Tabla 1. Prestaciones máximas teóricas de tecnologías de acceso fijo/móvil

Acceso Fijo			Acceso Móvil		
Tecnología	Bajada	Subida	Tecnología	Bajada	Subida
Dial up	56 Kbps	48 Kbps	GSM	9,6Kbps	9,6 Kbps
RDSI	128 Kbps	128 Kbps	GPRS	80 Kbps	40 Kbps
ADSL	8 Mbps	1 Mbps	EDGE	236 Kbps	120 Kbps
DOCSIS 1.x	40 Mbps	10 Mbps	UMTS	384 Kbps	384 Kbps
EuroDOCSIS 1.x	52 Mbps	10 Mbps			
ADSL 2+	20 Mbps	2 Mbps	HSDPA	14,4 Mbps	384 Kbps
DOCSIS 2.0	40 Mbps	30 Mbps	HSUPA	14,4 Mbps	5,76 Kbps
EuroDOCSIS 2.x	52 Mbps	30 Mbps			
VDSL	250 Mbps	10 Mbps	WiMAX-e	75 Mbps	4 Mbps
DOCSIS 3.0	160 ¹ Mbps	+60 Mbps	HSPA+	45 Mbps	11,5 Mbps
FTTH	+100 Mbps	+100 Mbps	LTE	100 Mbps	50 Mbps

Fuente: Elaboración propia

Las previsiones futuras de acceso de banda ancha pasan por las tecnologías ópticas para el

¹ La variante europea de DOCSIS 3.0, aún no estandarizada, proporcionará 208 Mbps.

segmento fijo y la 3.5G, 4G y WiMAX en el segmento móvil o nómada. El despliegue de estas tecnologías, y la disponibilidad de servicios que se aprovechen de los mayores anchos de banda, pueden suponer una importante ventaja para la competitividad de aquellos países que hayan hecho una clara apuesta por favorecer y acelerar estos despliegues.

En la situación tecnológica actual puede afirmarse que la tecnología no es una barrera para el despliegue de la nueva generación de redes de banda ancha. Los avances tecnológicos están permitiendo el despliegue no sólo de nuevas redes de acceso fijas, sino también de redes de acceso móviles que harán realidad los servicios de banda ancha móviles.

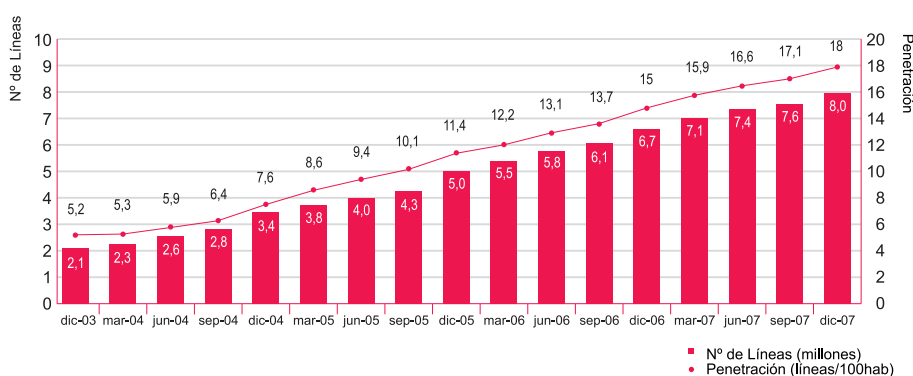
2.3. Mercado de la Banda Ancha en España

La situación actual de la banda ancha en España proporciona algunas claves sobre la evolución futura, y las perspectivas para el acceso de nueva generación.

2.3.1. Banda Ancha Fija

El número de accesos de banda ancha ha aumentado considerablemente en España en los últimos tres años, alcanzando la cifra de 6,7 millones de líneas a finales de 2006, lo que supone un crecimiento del 33% respecto al año anterior. En diciembre de 2007 se habían alcanzado los 8 millones de líneas de banda ancha.

Figura 3. Evolución de las líneas de banda ancha en España (millones) / Evolución de la penetración de la banda ancha en España (líneas/100hab.)

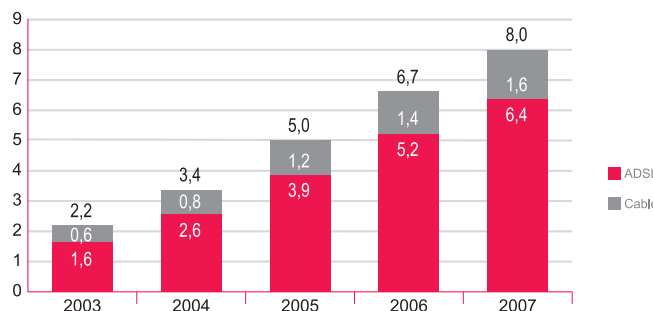


Fuente: CMT [12] [13] [14]

A pesar de estas elevadas tasas de crecimiento, la penetración de la banda ancha en España es algo inferior a la de los principales países europeos, aún cuando se ha multiplicado por 3 el número de líneas y la penetración de la banda ancha en los 3 últimos años. A finales de 2006, la penetración alcanzó 15 líneas por cada 100 habitantes, mientras la media europea se situaba en 15,7 (UE25).

Si se analiza en detalle la situación de la banda ancha en España puede observarse un gran avance tanto para el ADSL (35,7% de crecimiento en 2006) como en el cable (22,7% de crecimiento en 2006). En diciembre de 2007 se alcanzaron 1,6 millones de líneas de cable y 6,4 millones de líneas ADSL, lo que aumenta el número de accesos de banda ancha hasta los 8 millones.

Figura 4. Evolución de los accesos de banda ancha en España según tecnología (millones)



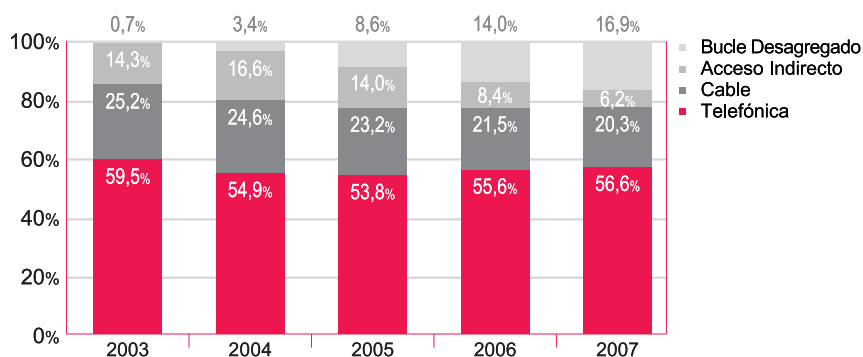
Fuente: CMT [13] [14]

Infraestructuras alternativas

Las redes de cable no presentan un despliegue uniforme. Existen zonas donde existe una importante presencia, con amplia cuota de mercado en telefonía y banda ancha, y otras zonas donde su despliegue y cuota de mercado es inferior.

Por otro lado se ha producido un importante avance del bucle desagregado. Esta infraestructura superó por primera vez en el año 2006 al acceso indirecto con un 14% y un 8,4% respectivamente. La siguiente figura muestra la evolución de las líneas por modo de acceso hasta finales de 2007.

Figura 5. Evolución en España de las líneas por modo de acceso (%)



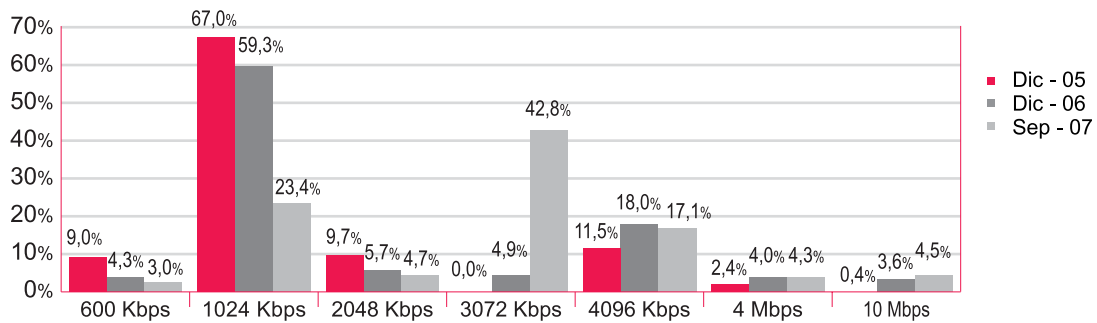
Fuente: CMT [12] [13] [14]

Velocidades y anchos de banda

La velocidad disponible se ha acercado en los últimos años a la media de la Unión Europea. En los accesos de banda ancha basados en xDSL, en estos años se ha pasado de velocidades de 256 Kbps a 512 Kbps y posteriormente a 1 Mbps y 3 Mbps en el año 2007. Actualmente, se ofrecen velocidades superiores a los 10 Mbps, gracias al lanzamiento de servicios sobre ADSL2+². Por lo que respecta al cable, se ha mantenido también una tendencia de aumento de la velocidad ofrecida. Actualmente se ofrecen velocidades de 4 Mbps, y el operador ONO ha iniciado recientemente la comercialización de un nuevo servicio de 25 Mbps. Considerando el mercado de banda ancha general (cable y xDSL), en el año 2006 el 67% de los clientes tenían conexiones de 1 Mbps y otro 24% de 2 Mbps o superior.

² Aunque ADSL2+ admite velocidades teóricas de hasta 24 Mbps, la velocidad real tiene una gran dependencia de la longitud del par de cobre. La velocidad real para pares de entre 1 y 2 Km. oscila entre 20 y 10 Mbps.

Figura 6. Evolución en España de las líneas de banda ancha por velocidad (%)



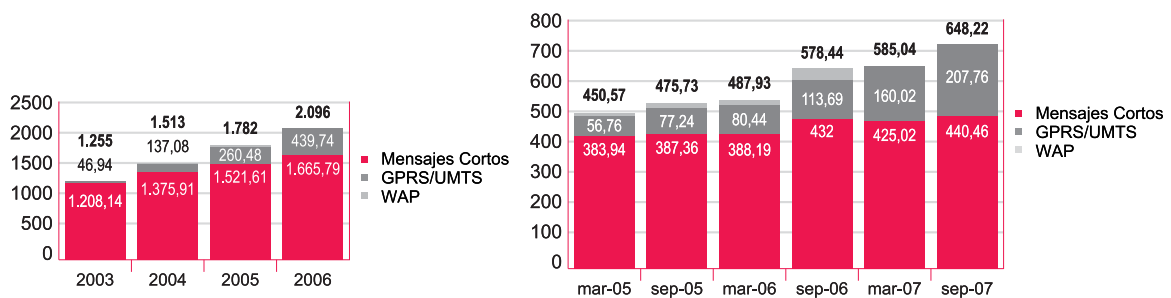
Fuente: CMT [13] [14]

2.3.2. Banda Ancha Móvil

La banda ancha móvil presenta aún un estado incipiente en España, aunque el lanzamiento en el año 2007 de servicios basados en la tecnología HSDPA, que permite ofrecer velocidades nominales en bajada hasta 3,6 Mbps e incluso alcanzar los 7,2 Mbps, permite ya hablar de un verdadero mercado de banda ancha móvil.

Si tomamos la penetración de los terminales 3G como un indicativo del potencial de desarrollo del mercado de banda ancha móvil, en España se ha producido un importante crecimiento durante el año 2006, alcanzando el 8% de penetración a finales de 2006. A pesar de este avance sigue manteniéndose una gran diferencia con Italia (30% de penetración), aunque se ha reducido la distancia con el Reino Unido (12%). El mayor dinamismo de Reino Unido e Italia se debe al temprano lanzamiento de operadores puros 3G (Hutchison). En España se esperaba que el agente dinamizador 3G fuera Xfera, pero su lanzamiento se retrasó y no fue hasta finales del año 2006 cuando comenzó a operar Yoigo, con un posicionamiento más cercano al de los grandes operadores móviles virtuales, muy centrado en servicios de voz, que al de un operador basado en la potencialidad de los servicios 3G. En todo caso, para los fines de este informe la penetración de terminales 3G no es significativa, siendo el indicador relevante el de los usuarios de servicios de acceso móvil de banda ancha.

Figura 7. Ingresos de datos móviles en España por año / por semestre (millones de euros)



Fuente: CMT [13]

El porcentaje de ingresos por datos en el mercado móvil en España es de alrededor del 15%. La mayor parte de estos ingresos provienen de los mensajes de texto y multimedia, aunque en los dos últimos años los servicios de datos de GPRS y UMTS han tenido un aumento significativo.

El número de usuarios que se conectan a Internet desde dispositivos portátiles a través de PCMCIA o módem USB superaron los 350.000 a finales de 2006, y se situarán en torno a los 750.000 a finales de 2007. Los datos del primer semestre de 2007 apuntan a una valoración optimista de la evolución de estos servicios.

2.4. Perspectivas de demanda de mayores anchos de banda

Predecir la demanda para cualquier nueva tecnología nunca es sencillo. Predecir la demanda de mayor ancho de banda es si cabe aún más complejo al intervenir multitud de factores, desde la evolución de las tecnologías de compresión de contenidos, hasta el avance de la TV de alta definición.

2.4.1. Demanda actual de servicios

El servicio más demandado por los usuarios actuales de banda ancha es el propio acceso a Internet. Otros servicios ampliamente utilizados son la telefonía sobre IP, la televisión y la descarga de contenidos. Estos servicios configuran una demanda de ancho de banda que puede habitualmente satisfacerse con capacidades inferiores a 20 Mbps.

En la actualidad la aplicación fundamental en Internet es la búsqueda de información. El 92% de los internautas son usuarios de buscadores, siendo Google el buscador más utilizado en España. El 62% de los internautas en España acceden a portales de noticias [58]. Además de los portales de información de los medios de comunicación, según datos de Nielsen/Net Ratings el 80% de los usuarios de Internet acceden a portales de entretenimiento y descargas. Dentro de los contenidos de entretenimiento han experimentado un gran desarrollo los contenidos creados por los propios usuarios, con portales como YouTube y MySpace. En agosto de 2006 YouTube fue el portal de entretenimiento más accedido en España, con más de cuatro millones de usuarios.

Mientras que la telefonía sobre IP es una aplicación muy demandada en otros países, en España tiene un carácter marginal, siendo utilizada sólo por el 21% de los internautas [58]. Más importante es el uso de los servicios de mensajería instantánea que en muchos casos sustituyen a una conversación telefónica tradicional, con el 59,3% de los internautas. En España el sistema de mensajería instantánea dominante es *Windows Live Messenger* con 7,5 millones de usuarios [58].

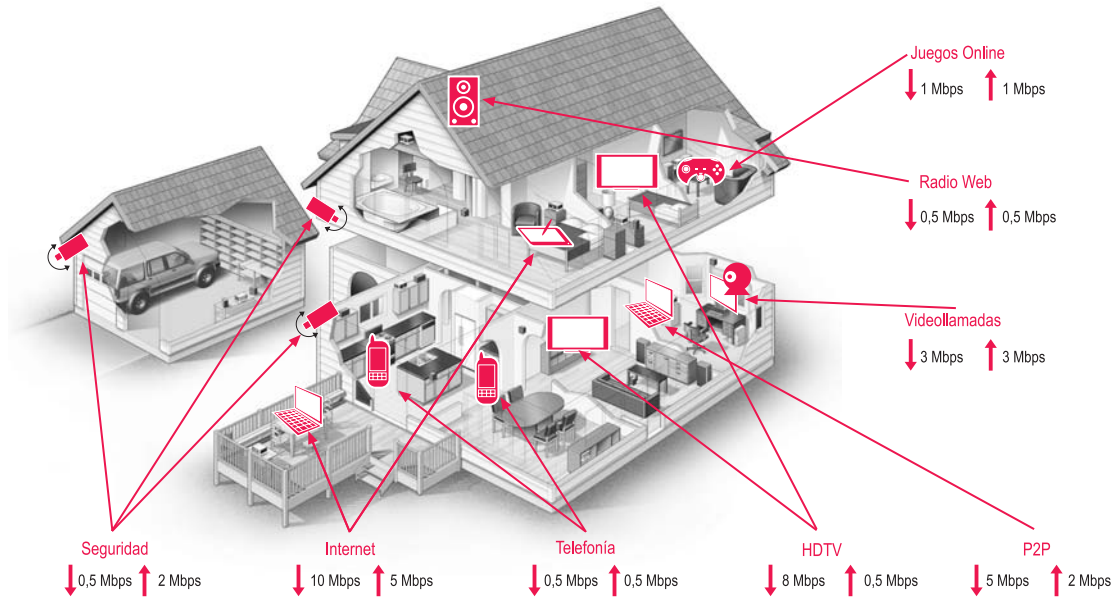
Los servicios de televisión de pago se pueden proporcionar sobre una red de banda ancha con tres enfoques alternativos: la *IP-TV* y la *TV sobre redes de cable* que han tenido crecimientos significativos a lo largo de 2006, y la *Internet-TV* que en España es aún incipiente. Entre los servicios de descarga de contenidos, destacan los servicios *peer-to-peer* (P2P). Según estimaciones de Cachelogic [9], el 60% del tráfico sobre Internet corresponde a servicios de descarga P2P.

2.4.2. Demanda de mayores anchos de banda

No se ha publicado en España ningún estudio sobre la demanda real de los usuarios de mayores anchos de banda ligados bien a mayor velocidad de acceso a Internet o a nuevos servicios como la Televisión de Alta Definición. Las conclusiones de estudios realizados en otros países como el Reino Unido [8] [4], vienen a fijar en 23 Mbps en bajada y 14 Mbps en subida los requisitos mínimos de banda ancha para un hogar de uso intensivo en el año 2012. Las experiencias con servicios de 25, 50 y 100 Mbps en Japón y Estados Unidos muestran las posibilidades tanto de la demanda de un acceso a Internet de un gran ancho de banda, como de la difusión de la TV de alta definición sobre

estos accesos. La figura siguiente ilustra la previsión de requisitos de ancho de banda para un hogar medio.

Figura 8. Ancho de banda previsto para diferentes servicios



Servicios	Bajada	Subida
Internet de banda ancha	10 Mbps	5 Mbps
Telefonía IP	0,5 Mbps	0,5 Mbps
Videollamadas	3 Mbps	3 Mbps
HDTV ³	8 Mbps	0,5 Mbps
P2P	5 Mbps	2 Mbps
Juegos online	1 Mbps	1 Mbps
Radio Web	0,5 Mbps	0,5 Mbps
Seguridad	0,5 Mbps	2 Mbps
Demanda media por hogar (1 canal HDTV)	28,5 Mbps	14,5 Mbps
Demanda media por hogar (2 canales HDTV)	36,5 Mbps	15 Mbps
Demanda media por hogar (3 canales HDTV)	44,5 Mbps	15,5 Mbps

Fuente: *Analysys [4], OCDE [50]*

Parece claro que la demanda futura de mayor ancho de banda vendrá determinada por aplicaciones y servicios que utilicen vídeo de alta calidad o realicen transferencias de grandes ficheros. Bajo este supuesto la demanda de mayores anchos de banda dependerá en gran medida de la introducción de la TV de alta definición en los servicios prestados a través de las nuevas redes, y de la sensibilidad de los usuarios a mayores tiempos de descarga. Los nuevos formatos de almacenamiento óptico como *Blue Ray* y HD-DVD, pueden suponer un notable incremento en el tráfico de Internet.

Pueden identificarse un conjunto de factores que jugarán un papel clave para incrementar o reducir la demanda de ancho de banda en el futuro [8]. En la reducción del ancho de banda requerido pueden mencionarse los avances en las tecnologías de compresión y en las tecnologías de *streaming* y distribución de contenidos, la ralentización en la producción de vídeos en alta definición, el desarrollo de soluciones híbridas red/almacenamiento local basadas en grabadores inteligentes (PVRs) y la baja demanda de contenidos de alta definición como principales elementos. En el otro extremo, como factores que impulsarían los requisitos de ancho de banda, debe mencionarse la capacidad para generar nuevos e innova-

³ Consumo de ancho de banda por canal para tecnologías de compresión MPEG-4 o similares.

dores servicios con mayores requisitos de ancho de banda (teletrabajo, telemedicina, etc.) y el desarrollo de contenidos generados por los usuarios, servicios P2P, servicios de la Administración Electrónica (*e-government*, e-Justicia, etc.) y aplicaciones de negocios que incrementen el ancho de banda requerido.

2.5. Coste del despliegue de nuevas redes de acceso

Los costes de despliegue varían en función de factores como la topología de la red, la densidad de población, el tipo de viviendas, o las facilidades que proporcionen las administraciones públicas para realizar la obra civil. Todos aquellos factores que influyan positiva o negativamente en los costes del despliegue de las nuevas redes de banda ancha, son elementos determinantes para la viabilidad de los planes de negocio de los operadores.

2.5.1. Costes medios por tecnología

El coste del despliegue de un red de acceso se suele dividir en tres partes: obra civil, elementos pasivos (fibra óptica,...) y elementos activos (emisión y recepción). La obra civil engloba la apertura de zanjas, las canalizaciones, los conectores y las arquetas. La obra civil ha representado históricamente la mayor parte del coste de un despliegue de red fija. El reparto de costes históricamente asumido es de 70% para la obra civil, 20% para los elementos activos y 10% para los elementos pasivos. En las nuevas redes de fibra el porcentaje del coste atribuible a la obra civil puede oscilar entre un 45% y un 70% del coste total del despliegue. La reducción en la contribución al coste total de la obra civil en las nuevas redes de fibra se deriva de la disminución de las necesidades de infraestructura de obra civil, de la aplicación de nuevas tecnologías de despliegue como la de micro-zanjas y del incremento de los costes de los elementos pasivos, al incorporar tecnologías más complejas.

FTTH

El coste del despliegue de las soluciones FTTH depende en gran medida del perfil de población, del tipo de viviendas, del tipo de tendido (aéreo o enterrado) y del acceso a elementos de obra civil. Existe por tanto una amplia diversidad en los costes asociados al despliegue de este tipo de infraestructura. En Estados Unidos y Japón hay una proporción muy alta de tendido aéreo (entre el 70% y el 85%), mientras que en Europa, la mayor parte del tendido es subterráneo, lo que supone un importante incremento del coste. La *Tabla 2* muestra la diversidad de costes por cliente publicados por diferentes fuentes.

Tabla 2. Costes aproximados de despliegue FTTH

Operador/País	Hogar pasado	Hogar conectado	Fuente
US	2.000 – 2.500 \$		JPMorgan [37]
Verizon (US)	850 \$	880 \$	Verizon [61]
NTT (Japón)	1.000 \$		JPMorgan [37]
Europa	2.100 €		IDATE [33]
Francia	1.350 €	650 €	JPMorgan [37], ECTA [27]
Illiad (Francia)	1.000 – 1.500 €		JPMorgan [37]
FastWeb (Italia)	1.200 €		JPMorgan [37]
Nuene (Holanda)	1.600 €		JPMorgan [37]
Net Cologne (Alemania)	<1.000 €		JPMorgan [37]
RE (Islandia)	2.000 – 2.500 €		JPMorgan [37]
Bredbandsnolaget (Suecia)	1.000 €		JPMorgan [37]

Fuente: Elaboración propia

Los costes han descendido de forma muy importante desde los primeros despliegues realizados en Japón a finales de los 90. Este descenso se ha derivado de las economías de escala, de la mayor experiencia adquirida en la obra civil y de las mejoras tecnológicas. En Japón el coste se sitúa actualmente en torno a los 1.000 \$ debido en gran medida a que gran parte del tendido es aéreo y a que la densidad de población es muy alta. En Estados Unidos, los últimos datos de Verizon valoran un coste de 1.300 € por usuario. En Europa, IDATE [33] estima el coste en 2.100 € por usuario conectado.

FTTN/VDSL

En el caso de despliegues de FTTN/VDSL, el coste se reduce sensiblemente. Los costes de despliegue de VDSL dependen de la topología de la planta del operador, de la longitud de los pares, así como de la disponibilidad de bastidores intermedios (ubicados en armarios en la calle). La tabla siguiente muestra una comparativa de costes de despliegue publicados por diferentes operadores.

Tabla 3. Costes aproximados de despliegue VDSL

Operador/País	Coste por usuario	Fuente
AT&T (US)	250 \$	AT&T [7]
KPN (Holanda)	200 €	JP Morgan [37]
DT (Alemania)	200 – 250 €	DT [26]

Fuente: Elaboración propia

HFC (redes de cable)

La reconfiguración de una red HFC para soportar mayores anchos de banda requiere, según estimaciones de Comcast [40], 3,35 \$ por hogar pasado para el *split* lógico y 26 \$ para el *split* físico. La incorporación de un canal adicional en el CMTS supone un coste intermedio entre ambos, que se sitúa en 8 \$ por hogar pasado.

Según estimaciones de Comcast [45], la introducción de DOCSIS 3.0 en los CMTS supone una reducción del coste por puerto superior al 50% respecto a los CMTS actuales, debido a la mejora tecnológica.

En los casos en que las mejoras de la red requieren un acercamiento de la fibra hasta los hogares (*fiber deep*) para instalar nodos físicos que atiendan a un menor número de usuarios, el coste por hogar pasado puede oscilar entre 150 y 450 \$ [11]. El coste de una solución específica depende del grado de acercamiento de la fibra a los hogares y del mayor o menor aprovechamiento del ancho de banda *overlay* utilizado para la distribución de televisión. Evidentemente, también en este caso el coste se ve afectado por los factores comunes que afectan a todo tipo de despliegue fijo, ya mencionados al hablar de FTTH: tipo de viviendas, tipo de tendido (aéreo o soterrado), exigencias para la obra civil, etc.

Por su parte, la utilización de CMTS modular (M-CMTS) puede suponer una reducción de costes en el canal descendente del 75%, según estimaciones del suministrador BigBand [39].

Redes móviles

Las tecnologías HSDPA y HSUPA se despliegan sobre la red UMTS como una actualización de componentes/software en las estaciones base. El coste por estación base se estima que no supera los 10.000 \$ [56], y la rapidez de despliegue permite obtener pronto amplias coberturas

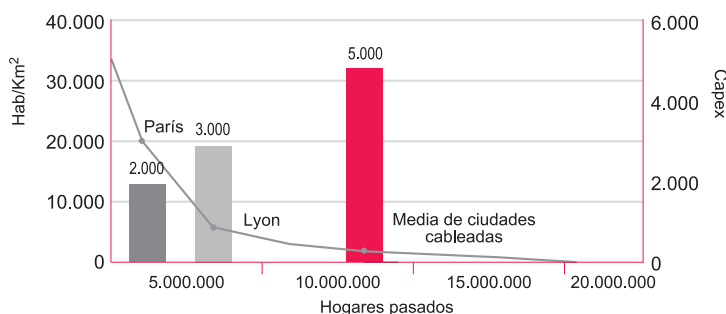
Las NGMN, basadas en LTE (4G), sufrirán además un cambio en su estructura de costes y, previsiblemente, las topologías de red, cambiarán radicalmente, aproximándose a las NGN fijas.

2.5.2. Densidad de población y tipo de vivienda

El tipo de vivienda tiene un importante impacto en el coste del despliegue de una red de acceso fija. Resulta más económico tender la red en edificios multi-vivienda al poder desplegar la infraestructura para varias viviendas desde un mismo punto de entrada. Mientras que en Estados Unidos y el norte de Europa domina la vivienda unifamiliar, en Italia, y España son mayoría los edificios multi-vivienda (70%), lo que facilita el despliegue. En Japón y Corea la concentración de la población en edificios de muchas alturas ha facilitado el despliegue de la infraestructura de fibra.

La concentración geográfica de la población también determina el coste del despliegue de red. A mayor concentración menor es el coste. En España hay poco más de 40 poblaciones con densidades superiores a 5.000 hab/Km² que suman 8,5 millones de habitantes. El 35% de la población vive en municipios de más de 150.000 habitantes, el 31% en municipios entre 20.000 y 150.000 habitantes y el 33% restante en municipios de menos de 20.000 habitantes. La figura siguiente muestra una estimación del coste del despliegue en función de la densidad de población.

Figura 9. CAPEX en función de la densidad de población



Fuente: ARCEP [6]



3.

Situación internacional de despliegues NGA

La evolución hacia las redes de nueva generación (NGN) simboliza el avance del sector de las telecomunicaciones y la Sociedad de la Información hacia una nueva etapa caracterizada por la convergencia de todos los servicios (voz, datos, multimedia) en una única red, y por la puesta a disposición de los usuarios de anchos de banda cada vez mayores mediante el despliegue de nuevas redes de acceso de mayor capacidad.

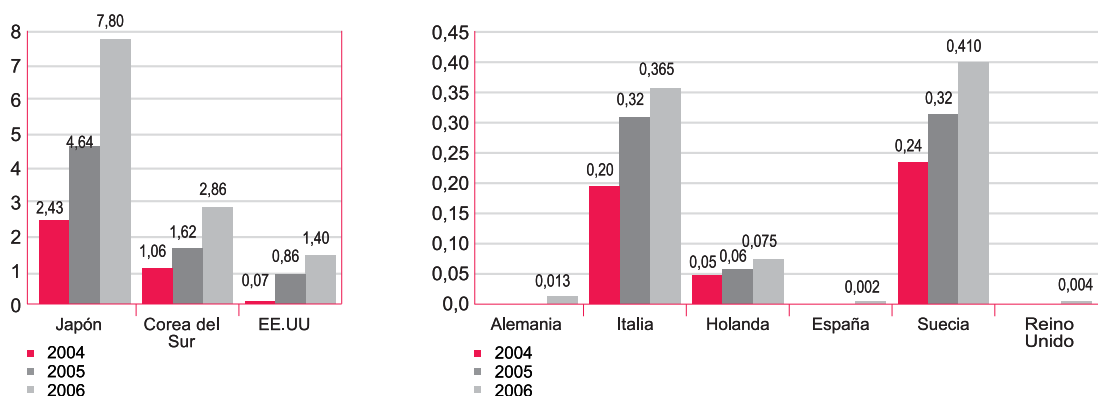
Este capítulo analiza la situación actual del despliegue de accesos de nueva generación (NGA) en diferentes países. El análisis se estructura por tecnologías. Aún cuando esta es la forma habitual de abordar el análisis, los datos que deben prevalecer para valorar la situación en cada país deben ser el ancho de banda que se ofrece a los usuarios y los nuevos servicios disponibles. Las nuevas tecnologías, arquitecturas y redes de acceso deben considerarse todos ellos instrumentos para satisfacer la mayor demanda de ancho de banda de los usuarios.

3.1. Redes de fibra óptica en el acceso

La situación de despliegue de las nuevas redes de fibra en el acceso en los diferentes países no es uniforme. En algunos casos es la dinámica competitiva la que está acelerando los despliegues, ante la presión que los operadores de cable y su oferta de triple-play ejerce sobre los operadores de telecomunicación y su oferta de banda ancha fija basada en ADSL. Si esta dinámica encuentra un entorno socio-económico y regulatorio adecuado, se aceleran los despliegues. Esta sería la situación en países como Estados Unidos, Holanda, Francia o Alemania. En otros casos es la clara apuesta del gobierno por los despliegues lo que actúa como catalizador. Este sería el caso en países como Corea y Japón. En el resto de países, se mantiene una situación de incertidumbre en aspectos tanto regulatorios como de rentabilidad, lo que provoca un ritmo más lento en el despliegue.

La *Figura 10* muestra los usuarios de fibra óptica en los países con mayor desarrollo de este mercado; Japón, Corea del Sur y EE.UU. También incluye la evolución de suscriptores en países europeos.

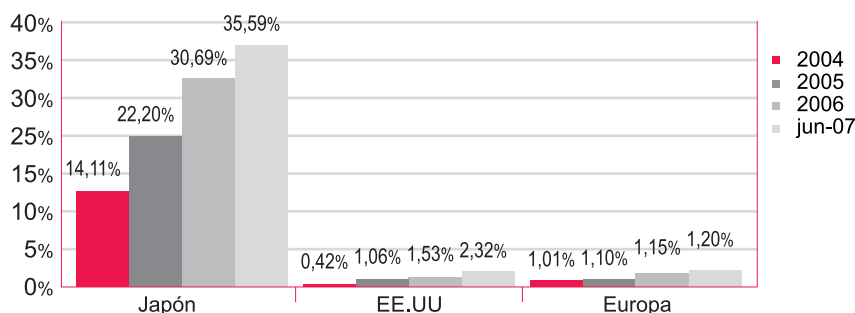
Figura 10. Usuarios abonados a fibra óptica (FTTx) por países (millones)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IDATE [29]

Si se compara el número de clientes de fibra óptica dentro del mercado total de banda ancha en diferentes países, se observa una presencia significativa en Japón, mientras que en los restantes países la presencia de la fibra en el acceso es aún minoritaria.

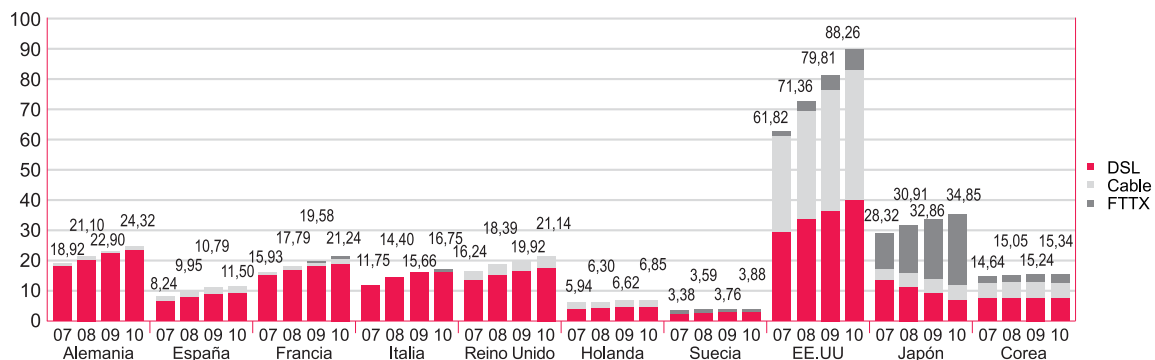
Figura 11. Porcentaje de accesos de fibra (FTTH/FTTB) sobre total banda ancha (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de: Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan [43], RVA [52], IDATE [29] [32], Telefónica [58], OCDE [48]

La Figura 12 muestra una previsión de la evolución de la penetración de las tecnologías de banda ancha hasta el año 2010. La sustitución de la tecnología xDSL por FTTH es evidente en Japón, mientras que en Estados Unidos el avance de la fibra óptica se estima más limitado. En el resto de países la penetración de la fibra se mantiene a niveles aún reducidos.

Figura 12. Clientes de banda ancha por tecnología (millones) 2007E, 2008E, 2009E y 2010E



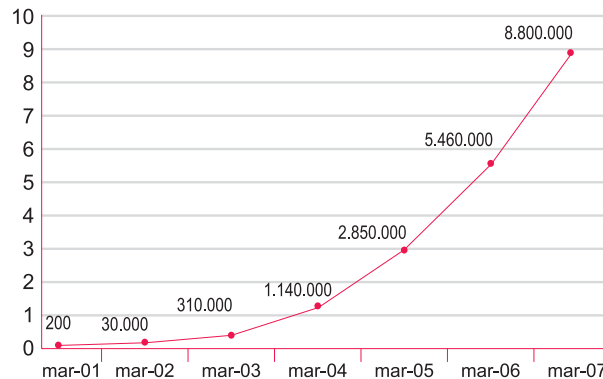
Fuente: UBS [60]

3.1.1. Japón

Japón es uno de los cinco principales países de la región Asia/Pacífico, que junto con Corea del Sur, China, Hong Kong y Australia, componen el mercado regional de banda ancha que se ha desarrollado más rápidamente en todo el mundo. Este hecho ha supuesto la adopción por parte de estas regiones de tecnologías basadas en fibra óptica, no sólo a nivel empresarial sino también en el mercado residencial de banda ancha. En este mercado se han desplegado tanto redes FTTH hasta los hogares, como redes FTTN/FTTC/FTTB, que llevan la fibra hasta la manzana o el edificio.

En los últimos años, Japón ha fortalecido sus infraestructuras de red de alta velocidad extendiendo la fibra hasta las casas, entregando una amplia gama de aplicaciones de voz, datos y multimedia incluyendo el cada vez más popular servicio de VoIP. En este país la tasa de penetración de la banda ancha alcanzaba ya el 40% de la población en 2005 y, como puede observarse en la *Figura 13*, había ya más de 5 millones de hogares conectados a FTTH/FTTB a finales de ese año, superando los 8,8 millones a finales del primer trimestre de 2007. A finales del segundo trimestre de 2007 el número de abonados ascendía a 9,66 millones, lo que representa el 36% del total de accesos de banda ancha.

Figura 13. Abonados a fibra óptica (FTTH / FTTB) en Japón



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan [43]

Las principales tecnologías de acceso en Japón son VDSL y las basadas en FTTH, con presencia de cable-módem en algunas zonas. Actualmente las tecnologías xDSL superan a las basadas en FTTH en cuanto a número de usuarios, situándose en septiembre de 2006 en 14,4 millones de usuarios, el doble que de FTTH. Sin embargo los accesos xDSL registran pérdidas trimestrales de 200.000 clientes, mientras que la fibra óptica muestra ganancias trimestrales de 850.000 accesos.

El mercado japonés de FTTH está dominado por el operador incumbente de telefonía, NTT. Los organismos reguladores japoneses impiden al incumbente la prestación de servicios como la difusión de vídeo y TV o incluso el acceso a Internet, sobre las redes FTTH que han desplegado, quedando este segmento en manos de terceros. De este modo, el mercado de Internet en Japón se puede dividir en proveedores de acceso, que son los que suministran las infraestructuras de red, proveedores de servicios de Internet, que utilizan la red de los anteriores para prestar el acceso a alta velocidad, y proveedores de contenidos, que son los que facilitan servicios como el vídeo.

El consumidor japonés de banda ancha está acostumbrado a recibir servicios a velocidades muy altas. Incluso con tecnologías xDSL es frecuente alcanzar velocidades de bajada de 40 Mbps, por lo que las ofertas iniciales de FTTH ofrecen un servicio bidireccional a 100 Mbps para establecer una diferenciación entre ambas.

El servicio de acceso a Internet que ofrece NTT se conoce como B-FLET'S e incluye diferentes modalidades de acceso, comprendiendo tanto VDSL como FTTH. El servicio típico de acceso a Internet sobre FTTH incluyendo la provisión de servicios de Internet, se sitúa en torno a los 6.700-7.500 yenes (43-48 € mensuales).

El número de clientes del servicio B-FLET'S de NTT, ascendían a 1,2 millones en 2004, pasando a 2,4 millones en 2005 y situándose en 5,36 millones al finalizar 2006. Durante el año 2007 ha continuado el crecimiento hasta alcanzar 8,09 millones de clientes a finales de año, lo que representa el 62% del total de clientes de banda ancha de NTT.

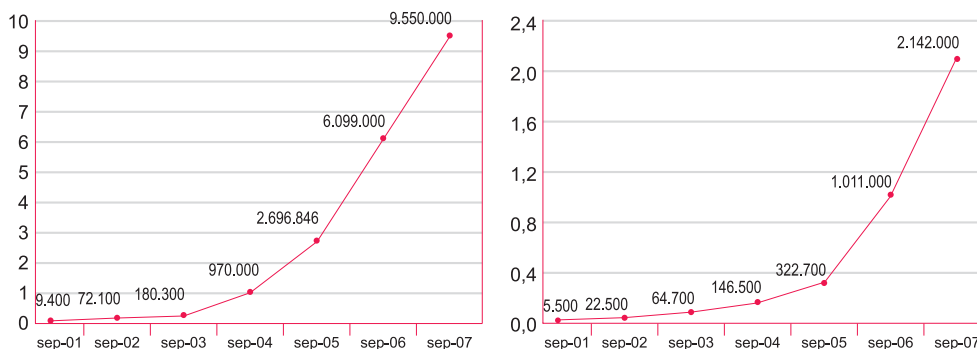
Ya desde el año 2004 los objetivos a medio plazo que se marcaba NTT se centraban en el despliegue de redes de nueva generación. Fue en noviembre de 2004 cuando la compañía anunció su plan de invertir 38.000 M€ en el conjunto de su red fija a lo largo de los siete años siguientes, con el objetivo de llegar hasta los 30 millones de clientes de fibra óptica en 2010. Estos 30 millones de accesos suponen aproximadamente la mitad de las líneas telefónicas sobre par de cobre existentes.

3.1.2. Estados Unidos

En Estados Unidos la tecnología dominante para la navegación por Internet es el cable-módem. Compañías como Verizon y AT&T han apostado por despliegues de redes de fibra en el acceso, para competir con los proveedores tradicionales de cable ofreciendo servicio telefónico, Internet y TV. Gracias a esta dinámica Estados Unidos ocupa el segundo puesto en número de abonados a FTTH/FTTB por detrás de Japón, aunque todavía a una notable distancia.

En la *Figura 14* se observa un crecimiento anual muy significativo en el número de abonados a FTTH desde septiembre de 2005, superando el millón de clientes en el tercer trimestre de 2006, en parte debido a las actividades asociadas a la iniciativa *FiOS (Fiber Optic Service)* de Verizon. Esta compañía cuenta con aproximadamente el 81% del total de abonados FTTH en Estados Unidos, quedando el 19% restante en manos de AT&T, Qwest, operadores alternativos e independientes, así como de iniciativas municipales. Actualmente alrededor de 900 ciudades/comunidades están desplegando FTTH en Estados Unidos, desarrollando Verizon proyectos en 730 de estas ciudades.

Figura 14. Hogares con tendido de fibra / Hogares abonados a fibra en EE.UU. (millones)



Fuente: RVA [52] [53]

Verizon

Verizon ha apostado por el despliegue a gran escala de una red de fibra óptica en el acceso FTTH/FTTB. El servicio Internet de Verizon mediante fibra, *FiOS*, está diseñado para proporcionar acceso a Internet a velocidades máximas de conexión de hasta 50 Mbps o 30 Mbps para descarga y 5Mbps en sentido ascendente, dependiendo de la zona. Los paquetes *FiOS* para el consumidor incluyen el acceso a Internet a diferentes precios mensuales en función de las velocidades contratadas: 40 \$ por 5 Mbps, 50 \$ por 15 Mbps y 180 \$ por 30 Mbps de bajada y 5 Mbps de subida.

El objetivo a medio plazo de Verizon es pasar 18 millones de hogares hacia finales de 2010 con su red de fibra óptica, lo que se traduce en más del 50% de los aproximadamente 33 millones de hogares que se

encuentran en su área de servicio con líneas de cobre. Para alcanzar esta cifra, la empresa planea pasar cada año 3 millones de nuevos hogares, partiendo de los 6 millones que ya registraba a finales de 2006. En términos de clientes *FiOS* los objetivos de Verizon para 2006 se fijaban en llegar a los 725.000 usuarios, lo que supondría una penetración aproximada del 15% respecto a la planta desplegada, sin embargo, la cifra alcanzada a finales del año 2006 no superó los 690.000. A finales de 2007 el servicio *FiOS* disponía de más de 1,5 millones de clientes, lo que supone un crecimiento cercano al 120% respecto al año 2006, con una penetración del 21% respecto a la planta desplegada. El plan de captación de clientes pretende conseguir entre 6 y 7 millones de usuarios de fibra para 2010, con cerca del 40% de penetración.

En cuanto al servicio *FiOS TV*, Verizon se fijó como objetivo llegar a 175.000 clientes a finales de 2006, haciendo que el servicio se encontrara disponible en 1,8 millones de hogares. En este caso las previsiones han sido alcanzadas, logrando 207.000 abonados y una cobertura que alcanza a 2,4 millones de hogares, con lo que la tasa de penetración en el mercado de televisión de pago en las zonas donde Verizon ha desplegado FTTH se sitúa aproximadamente en el 10%. A finales de 2007 estaban suscritos a *FiOS TV* 943.000 clientes, con una tasa de penetración del 16%. El objetivo de Verizon es alcanzar entre 3 y 4 millones de clientes de *FiOS TV* en 2010, con una penetración cercana al 25%.

Para alcanzar estos objetivos, la inversión que ha planteado Verizon es de 18.000 M\$ desde 2004 hasta 2010. En el plan de negocio de despliegue de fibra Verizon presupone que la sustitución de los pares de cobre por fibra revertirá un ahorro de 4.900 M\$, que de otro modo debería emplearse en el mantenimiento de la red de cobre durante ese período.

AT&T

En el despliegue de nuevas infraestructuras la iniciativa de AT&T se conoce como *Project Lightspeed*, y a diferencia de Verizon, apuesta por un despliegue masivo de FTTH, distribuyendo los servicios mediante tecnología VDSL aprovechando las líneas de cobre ya existentes. AT&T fundamenta esta decisión en el menor coste de este modelo frente al enfoque de Verizon y afirman que con la velocidad que suministra el VDSL sus pruebas de distribución de HDTV han resultado satisfactorias.

AT&T ofrece actualmente el paquete de servicios *U-verse* que permite al usuario combinar el servicio de acceso a Internet a la velocidad deseada, hasta 6 Mbps, con los canales de televisión preferidos, a precios que varían entre los 59 \$ y los 119 \$. AT&T tenía 230.000 clientes de *U-verse* a finales de 2007, y espera llegar al millón de clientes a finales de 2008, con 12.000 nuevos usuarios por semana a principios de 2008.

A diferencia del servicio de Verizon y los operadores de cable, *U-verse* sólo permite ver un canal de alta definición simultáneamente, aunque AT&T trata de compensar tal limitación con un aumento de las funciones interactivas que lo asemejan a un servicio web. AT&T espera introducir un segundo canal simultáneo a finales de 2008 con el despliegue de *VDSL2 bonding*, que usa dos pares de cobre en lugar de uno para aumentar el ancho de banda.

Cabe destacar que AT&T también está desplegando algunas redes FTTH en zonas residenciales de nueva construcción. El objetivo que se ha marcado a corto plazo es que su red de fibra continúe creciendo desde los 3 millones de hogares pasados a finales de 2006, a 9 millones en 2007, llegando hasta 19 millones de hogares a finales de 2008, de los cuales 18 millones puedan disponer de FTTH y el millón restante cuenten con tendido de fibra hasta sus casas. Para cumplir estos objetivos, la compañía invirtió 1.400 M\$ en 2006 y prevé invertir 1.700 M\$ más en 2007, completando el despliegue en 2008 con 1.300 M\$ adicionales.

3.1.3. Corea

Corea es uno de los países con mayor penetración de banda ancha en el mundo. En agosto de 2007 había más de 14,5 millones de abonados de banda ancha, lo que representa una penetración por habitante superior al 30%. Corea ha experimentado un aumento en las velocidades disponibles con xDSL, debido a la competencia de los operadores de cable (con una cuota del 35% del mercado), de manera que son habituales velocidades superiores a 10 Mbps.

Los operadores coreanos ofrecen asimismo servicios de alta velocidad Ethernet (100 MBps) en edificios multi-vivienda. En estos casos, el operador despliega una fibra hasta el interior del edificio (FTTB), que se conecta a una red Ethernet dentro del edificio a través de un conmutador Gigabit Ethernet. En agosto de 2007 había más de 3,9 millones de abonados a los servicios Ethernet de alta velocidad.

El despliegue de accesos FTTH ha sido testimonial hasta el año 2006, debido a que los principales operadores no tenían una estrategia clara al respecto. A principios de 2007 el principal operador, Korea Telecom (KT), anunció su intención de invertir más de 1.000 millones de dólares para el despliegue de FTTH, con el objetivo de conectar el 90% de sus abonados de banda ancha en 2010. KT ha optado por la tecnología EPON, y espera conectar 1,1 millones de abonados adicionales en 2007 (frente a 120.000 en 2006). En agosto de 2007 el número de accesos FTTH en Corea era de 600.000, de los cuales más del 70% correspondían a KT.

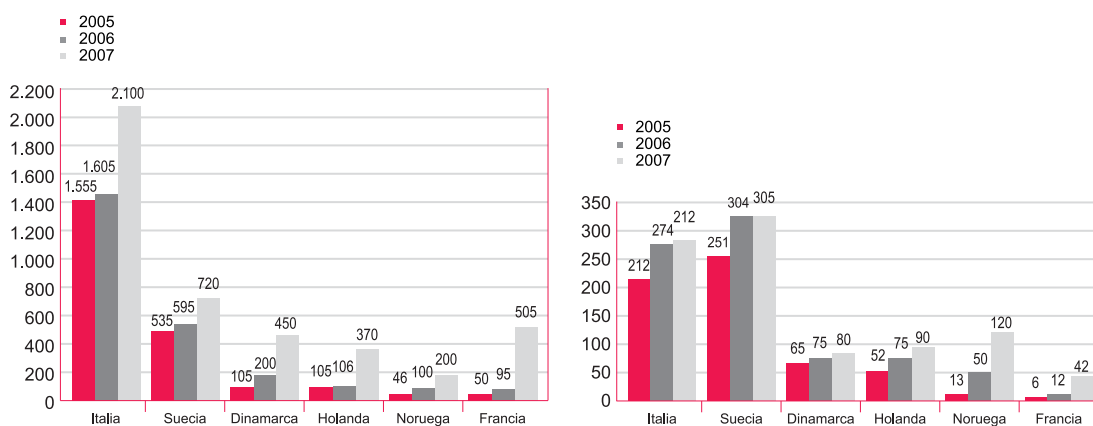
3.1.4. Europa

La *Figura 15* muestra el despliegue de fibra óptica (FTTH/FTTB) en los principales países europeos, y refleja cuántos de esos hogares pasados se han suscrito a servicios prestados bajo la red de fibra.

El despliegue de FTTH en Europa en 2007, muestra que el mercado de FTTH continúa creciendo, especialmente en términos de hogares pasados con un crecimiento del 79% respecto a mediados de 2006. No obstante, el número de abonados ha aumentado más lentamente, un 23% respecto al año anterior. A finales de 2007 había más de un millón de abonados a FTTH/B en la Europa de los 31 (EU27 + Noruega, Islandia, Suiza y Andorra) y alrededor de 4,9 millones de hogares/edificios pasados.

Sin embargo, Europa sigue por detrás de los Estados Unidos y Japón, que cuenta con dos millones y 11 millones de abonados respectivamente. Asimismo, cabe destacar que el 86% de los abonados a FTTH/B en Europa se concentra en cinco países: Suecia, Italia, Dinamarca, Holanda y Noruega.

Figura 15. Hogares pasados con FTTH/FTTB / Abonados a FTTH/FTTB, en Europa (miles)



Fuente: IDATE [29]

En términos de edificios que disponen de tendido de fibra óptica, países como Dinamarca y Noruega muestran un crecimiento del 139% y 104% respectivamente entre junio de 2006 y diciembre de 2007. En otros países como Italia y Suecia, el crecimiento de casas pasadas fue muy inferior (28% y 22%). Es destacable el caso de los países nórdicos, como Suecia y Noruega, que son líderes en Europa en términos de penetración de fibra, con un 44,8% y un 60,6% respectivamente de abonados a hogares pasados.

En el año 2007 se han llevado a cabo despliegues de FTTH en Francia por parte de Iliad/Free y France Telecom, por lo que el país galo presenta un crecimiento del 547% en término de hogares pasados. Asimismo, numerosos operadores incumbentes han confirmado su apuesta por FTTN/VDSL: Deutsche Telekom (Alemania), KPN (Holanda), Belgacom (Bélgica), Eircom (Irlanda), TDC (Dinamarca), Telecom Italia (Italia) y Swisscom (Suiza). Es destacable asimismo la aparición de iniciativas de carácter municipal en ciudades como Ámsterdam y Viena. La *Tabla 4* recoge las principales iniciativas europeas de despliegue de redes de acceso de nueva generación.

Tabla 4. Iniciativas europeas de despliegue de redes de acceso de nueva generación

Operador	Iniciativa
Arcor (Alemania)	Supedita la inversión en VDSL a la obtención de acceso a los armarios y conductos de DT
Belgacom (Bélgica)	Inversión de 330 M€ en el plan "Project Broadway" desde 2005, despliegue de VDSL con 40% de cobertura y del 78% combinada con ADSL2+
British Telecom (Reino Unido)	No existen planes para el despliegue de fibra
Deutsche Telekom (Alemania)	Inversión de 3.000 M€ para cubrir el 50% de hogares con cobertura VDSL en los próximos 3-5 años
France Telecom (Francia)	Inversión de 270 M€ en la fase dos del despliegue de FTTH que pretende cubrir un millón de hogares para finales 2008
Iliad (Francia)	Inversión de 1.000 M€ en los próximos cinco años para alcanzar cuatro millones de hogares con despliegue FTTH
KPN (Holanda)	Inversión de 1.500 M€ para la modificación de la red troncal y el despliegue masivo de FTTN/VDSL
Neuf Cegetel (Francia)	Inversión de 300 M€ en el periodo 2007-09 para conseguir un millón de hogares pasados mediante FTTH en París
Netcologne (Alemania)	Inversión de 110 M€ en los próximos cinco años en infraestructura FTTB en la región de Colonia
OTE (Grecia)	No existen planes para el despliegue de fibra
Portugal Telecom (Portugal)	No existen planes para el despliegue de fibra, uso de infraestructura existente para ofrecer servicios de IPTV mediante ADSL2+
Swisscom (Suiza)	Inversión de 500 M€ para alcanzar el 70% de cobertura VDSL a finales de 2007
Telefónica (España)	Inversión de 800 M€ para extender la cobertura de más de 25 Mbps para el 40% de líneas
Telecom Italia (Italia)	Inversión de 6.500 M€ en proyecto de largo plazo que permita un 65% de cobertura VDSL
Telekom Austria (Austria)	Ensayos VDSL durante 2007, se espera el lanzamiento comercial en 2008
Telenor (Noruega)	Despliegue de fibra en las principales ciudades alcanzando una cobertura del 40% de la población
TeliaSonera (Suecia)	Aumento del interés en despliegue de fibra en Suecia pero aún no existen planes concretos

Fuente: *Credit Suisse* [25]

Alemania

La penetración de la banda ancha en Alemania se sitúa en torno al 16,4%, porcentaje inferior al de otros países de la Unión Europea como Holanda o Dinamarca, donde esta cifra ronda el 30%. La cuota de mercado del operador incumbente alemán, Deutsche Telekom, se ha reducido en los últimos años situándose en torno al 40%.

En 2006, DT anunció una inversión de 3.000 M€ para el despliegue de una nueva red de alta velocidad, basada en tecnología FTTH/VDSL, que permitiría ofrecer servicios *triple play*, incluyendo la televisión por Internet (IPTV) y una velocidad de descarga de hasta 50 Mbps.

A finales de 2006 y tras los malos resultados económicos de Deutsche Telekom en el segundo trimestre de 2006, se produjo un cambio de la cúpula directiva con la llegada de un nuevo presidente René Obermann, que puso en marcha una revisión de todas las actividades de la compañía. Obermann anunció su interés en centrar los esfuerzos en Alemania, donde la empresa ha perdido cuota de mercado.

Como consecuencia de este cambio de dirección y enfoque, se ha especulado con la posibilidad de que DT congele la inversión de 3.000 M€ para el despliegue del VDSL y utilice tecnologías que reduzcan la inversión, como ADSL2+. Sin embargo, DT ha declarado que no está sustituyendo el despliegue previsto de VDSL por ADSL2+, sino que planea completar la red de VDSL con ADSL2+ en áreas rurales para aumentar la cobertura. Actualmente la tecnología VDSL está disponible en 10 ciudades alemanas y está previsto que para 2008 el número de ciudades equipadas con esta tecnología aumente hasta 50, además de dar cobertura con ADSL2+ a 750 ciudades adicionales. Uno de los objetivos que se pretende alcanzar es conseguir 1,5 millones de abonados a su servicio de IPTV a finales de 2010.

DT ofrece a los consumidores paquetes con Internet de banda ancha y telefonía fija desde 35 € al mes, a una velocidad de 2 Mbps, hasta 60 € mensuales si la velocidad contratada es de 16 Mbps. Los paquetes que incluyen televisión por Internet se venden a 61 € con tecnología ADSL2+ a 16 Mbps y a partir de 81 € sobre VDSL a 25 Mbps.

Algunos operadores alternativos han anunciado planes de despliegue de red VDSL propia, basados en el reuso de la infraestructura de DT en zonas donde no tienen cuota de mercado suficiente. Así, el segundo operador alemán Arcor, filial de Vodafone, ha anunciado el despliegue de una red VDSL propia que estará en servicio a finales de 2009. Por su parte, el operador Versatel ha anunciado una iniciativa similar. Estos operadores han iniciado ya negociaciones con DT para el uso de canalizaciones y espacio en armarios VDSL.

Francia

El mercado francés de banda ancha es un referente a nivel europeo en cuanto a su madurez y penetración, en gran parte gracias a la fuerte competencia vivida en el mercado del xDSL en los últimos años. En este punto los operadores están diseñando nuevas estrategias de futuro, ante la previsible necesidad de mayores anchos de banda que soporten ofertas *triple play* con servicios como la HDTV. Para afrontar esta situación, los operadores franceses han apostado por desplegar redes de fibra hasta el hogar pero con diferentes arquitecturas y modelos.

France Telecom

Durante los últimos años, y sin estar sometido a la presión de una competencia significativa en FTTH por parte de otros operadores, France Telecom inició un lento despliegue de redes FTTH con arquitectura GPON en París y sus alrededores, sin anunciar inicialmente grandes inversiones. Fue en enero de 2006 cuando France Telecom reveló su apuesta por la FTTH, abandonando sus planes de desarrollo del VDSL2.

En el año 2006 comenzó a efectuar ensayos a través de sus nuevas redes, ofreciendo a los clientes de prueba un servicio empaquetado consistente en acceso a Internet ilimitado con una velocidad de 100 Mbps simétricos, telefonía y varios canales de HDTV a un precio de 70 € mensuales. Esta experiencia debe permitir a France Telecom validar las diferentes modalidades de despliegue y explotación técnica, comercial y de servicios asociados. El lanzamiento comercial definitivo de estos servicios se produjo el 1

de marzo de 2007 con un precio de 49,9 € al mes, inferior al de la prueba piloto con el fin de ser competitivo con el precio de Free.

A principios de 2007 se concretó el plan de inversión de France Telecom en FTTH, anunciando que en los próximos dos años se invertirán 270 M€, con el objetivo de que a finales de 2008 su cobertura llegue a un millón de hogares y se consigan entre 150.000 y 200.000 clientes. En cuanto a la arquitectura de despliegue elegida, France Telecom ha optado por un modelo GPON fundamentado en la mayor eficiencia en costes.

France Telecom plantea un despliegue masivo en el periodo 2008-2012, que permita alcanzar al menos dos millones de abonados a sus servicios FTTH (lo que supone la mitad del objetivo del gobierno francés de 4 millones de conexiones FTTH en el año 2012). La inversión necesaria en el periodo se estima en 2.000-3.000 millones de Euros.

Free/Iliad

El plan de actuación de Free en lo relativo a FTTH está cambiando el entorno competitivo en Francia. Su proyecto es el más ambicioso de los planeados hasta el momento en toda Europa. El despliegue comenzará en París en 2007 y está previsto que para 2012 su despliegue de FTTH alcance a más de 4 millones de hogares en Francia, con una inversión estimada para este periodo de 1.000 M€.

Free inició su servicio comercial en el otoño de 2007 en París, donde espera cubrir el 70% de su red a mediados de 2009. Fuera de París espera cubrir 260.000 viviendas en un plazo de 2-3 años. La inversión comprometida por el momento es de 100 millones de euros, lo que supone un 10% de la inversión total anunciada hasta 2012.

El objetivo que se ha propuesto Free al finalizar el proyecto, es completar la portabilidad de todos los clientes que actualmente están abonados a su servicio de ADSL2+ a su nueva red de fibra, dirigiéndose inicialmente a edificios en los que la penetración del ADSL supera el 15% y empleando para ello una estrategia de precios agresiva para hacer frente a la competencia de France Telecom, puesto que planea ofrecer un paquete de servicios *triple play* a 100 Mbps sobre FTTH por el mismo precio al que están ofreciendo el servicio de ADSL2+, unos 30 € mensuales.

En cuanto a la arquitectura elegida para el despliegue de la FTTH, Free ha optado por un modelo P2P (*Point to Point*) que facilita la desagregación. Una parte importante de la estrategia de Free es ofrecer acceso mayorista completamente desagregado a sus competidores, de modo que ellos puedan desarrollar sus propios servicios sobre la red de fibra desplegada por Free. Esta estrategia se fundamenta en que los responsables de la compañía valoran que no serán capaces de captar por sí solos a los 4 millones de clientes potenciales para 2012 y consideran que poner su red a disposición de otros agentes es una buena opción para sacar mayor partido de su inversión en FTTH.

En Octubre de 2006 Free anunció un nuevo avance en su plan de actuación con respecto a la fibra, adquiriendo Citéfibre que hasta el momento era el único operador alternativo en ofrecer servicios de FTTH en París. Con esta adquisición la red de FTTH en París alcanzaba ya 15 distritos a finales de 2006. En esta ciudad, Free ha aprovechado la iniciativa del ayuntamiento para obtener derechos de acceso a las canalizaciones de la ciudad y así ahorrar costes de obra civil en el despliegue de su red.

Holanda

En Holanda la situación competitiva ha llevado a KPN a plantearse reemplazar totalmente su red actual por un arquitectura FTTN que permita distribuir servicios de banda ancha a velocidades comprendidas entre 30 y 50 Mbps sobre tecnología VDSL2. Este proyecto de transformación es uno de los más radicales propuestos hasta la fecha en todo el mundo por un operador de telecomunicaciones, puesto que prevé la

total sustitución no sólo del núcleo de la red, sino también de las centrales telefónicas y los bucles locales, todo ello en un plazo que termina en 2010 con un coste estimado de 1.500 M€.

El mercado holandés de banda ancha se encuentra en una situación de madurez, con una penetración cercana al 65% de los hogares y con expectativas de crecimiento de aproximadamente un 20% en los próximos tres años. Los operadores de cable, con cobertura en aproximadamente el 95% del territorio, junto con los operadores alternativos de telecomunicaciones suponen una competencia intensa para KPN. Esta situación de intensa competencia y madurez del mercado, con demanda de mayores anchos de banda, ha llevado al incumbente a iniciar su proyecto "All IP", con el objetivo de convertir el aumento del ancho de banda sobre las tecnologías actuales en su ventaja competitiva frente al resto de operadores.

El proyecto comenzó a finales de 2004 con una primera fase en la que se inició la renovación de la red troncal, mediante el despliegue de fibra hasta las centrales locales y la transición de las plataformas SDH y ATM hacia una red troncal Ethernet. Actualmente se ha completado el 80% de este despliegue, quedando el 20% restante sujeto a consideraciones meramente comerciales. Asimismo, se han puesto en marcha tres proyectos piloto en diferentes ciudades holandesas en las que ya se dispone de FTTN, para probar la respuesta de la tecnología VDSL 2 en un entorno real.

Para hacer frente a la inversión de 1.500 M€, KPN tiene previsto retirar paulatinamente las antiguas plataformas, incluyendo la antigua PSTN, sustituyéndolas por una nueva basada en IP que soporte voz, datos y televisión. De este modo, la compañía pretende ahorrar costes de operación y mantenimiento y prevé reducir su personal encargado de estas tareas.

Otra de las medidas previstas para financiar el proyecto se basa en la topología de la nueva red, en la que ya no son necesarias las centrales telefónicas locales, aproximadamente 1.350 en toda Holanda, bastando con los emplazamientos destinados a conexiones ubicados en las calles (*street cabinets*), a los que se están trasladando el equipamiento activo. KPN tiene previsto mantener 198 edificios de central donde se ubican los nodos metropolitanos de la red troncal IP que se conectan a los *street cabinets*. Mediante esta estrategia KPN puede poner a la venta los bienes inmuebles que albergaban hasta la fecha gran parte de sus equipos, con lo que pretenden conseguir cerca del 75% del importe necesario para el despliegue de la nueva red.

La supresión de la estructura de distribución principal (*MDF*) derivada de la nueva arquitectura FTTN, y la consiguiente retirada de centrales locales, conlleva que los operadores alternativos no tengan dónde instalar sus equipos para proveer servicios ADSL y se vean obligados a migrar hacia la nueva red IP. De este modo, se produce un cambio en los acuerdos de acceso desagregado al bucle. KPN considera adecuada la apertura de su nueva red a operadores alternativos, para lo que tiene previsto dos opciones: proveer acceso mayorista, o bien un servicio de colocación en los *street cabinets* (esto último por petición expresa del regulador), mediante los que los operadores alternativos puedan desarrollar su propia oferta VDSL.

Una de las particularidades del despliegue de la red de fibra de KPN es que está coordinado con el desarrollo de su red de telefonía móvil 3G, estando previsto que a partir de 2007 las operaciones que se efectúen tanto en la red fija como en la móvil estén integradas.

3.2. Redes de cable

La mayoría de las redes de cable desplegadas en el mundo soportan el estándar DOCSIS⁴ 2.0, por

⁴ Desde un punto de vista de prestaciones, debe distinguirse entre DOCSIS y EuroDOCSIS. Sin embargo, en este informe se emplea indistintamente DOCSIS, entendiéndose que se refiere a DOCSIS o EuroDOCSIS en función del área geográfica.

lo que la velocidad máxima por cada módem de cabecera (compartido entre usuarios) es de 40 o 52 Mbps, según se empleen canales de 6 MHz (Estados Unidos) u 8 MHz (Europa).

La mayoría de los operadores de cable a nivel internacional consideran que con las capacidades de DOCSIS 2.0 aún existe un margen considerable para ofrecer servicios de alta velocidad a sus usuarios. Es por ello que los operadores basan sus despliegues de servicios de mayor ancho de banda en la reconfiguración de la red existente, de manera que el ancho ofrecido por DOCSIS se comparta entre menos usuarios. Entre los países donde se están ofreciendo servicios de mayor velocidad mediante actualizaciones de la red de cable destacan Japón y Holanda. En ambos casos están extendidos servicios premium superiores a 20 Mbps.

A pesar de la corriente general entre los operadores de cable de seguir aprovechando las capacidades de DOCSIS 2.0, en algunos países se valora que es necesario ofrecer servicios de velocidad superior a 25 Mbps a corto plazo. Es por ello que algunos operadores están empezando a desplegar DOCSIS 3.0, en modalidades pre-estándar, que permitirá proporcionar velocidades de 160-200 Mbps, mediante la utilización de hasta 4 canales de 6 MHz/8 MHz simultáneamente. Por el momento no hay ofertas comerciales desarrolladas que permitan determinar las velocidades de los servicios ofrecidos sobre DOCSIS 3.0. No obstante, comparando con los servicios ofrecidos sobre DOCSIS 2.0 se puede estimar que dichas velocidades estarán en el rango de 50-100 Mbps. También es posible que DOCSIS 3.0 se utilice para proporcionar velocidades inferiores de manera más eficiente que DOCSIS 2.0, si bien los altos precios previstos para el cable-módem pueden excluir esa posibilidad.

A continuación se presenta un resumen de la situación de despliegue de DOCSIS 3.0 en los países donde el mercado del cable está más desarrollado.

Corea

Hyundai Communications & Network (HCN) es el tercer operador de Corea del Sur y dispone de más de 1,1 millones de clientes de cable (finales de 2006), de los cuales 930.000 son clientes de acceso a Internet de banda ancha. HCN ha comenzado el despliegue de equipos pre-DOCSIS 3.0 del suministrador Arris, con los que podría ofrecer servicios de 100 Mbps a sus usuarios. Este es el segundo despliegue de Arris de servicios de datos de banda ancha de alta velocidad en Corea, ya que también es suministrador de *KCTV JEJU Broadcasting*.

En junio de 2007, Orix Communications, otro operador de cable coreano, ha desplegado módems de cabecera pre-DOCSIS 3.0 con el suministrador Harmonic. A finales de 2007 otros dos operadores, C&M y CJ Cable Net anunciaron despliegues de servicios de hasta 100 Mbps con equipos del suministrador Motorola.

Japón

Jupiter Telecommunications (J-COM), el principal operador de cable en Japón con más de 2,7 millones de abonados, inició en abril de 2007 el despliegue de equipos pre-DOCSIS 3.0 del suministrador Arris. El nuevo servicio, denominado *J-COM NET HighGrade* se dirige a viviendas unifamiliares y pequeños edificios multi-vivienda y ofrecerá hasta 160 Mbps (la capacidad máxima de DOCSIS 3.0 con 4 canales de 6 MHz) para competir con las ofertas de FTTH. El precio inicial de lanzamiento es de 6.000 yenes al mes (38,5 €). J-COM espera ofrecer el servicio en toda su zona de cobertura a mediados del año 2008.

J-COM ofrece también un servicio de hasta 100 Mbps (*Net Hikari*) en edificios multi-vivienda basado en tecnología propietaria.

Holanda

El operador de cable Multikabel, con 315.000 abonados en Holanda, inició en marzo de 2007 el despliegue de pre-DOCSIS 3.0 con equipos del suministrador BigBand Networks. Multikabel pretende

ofrecer servicios de hasta 100 Mbps. El servicio actual de Multikabel basado en DOCSIS 2.0 proporciona hasta 22 Mbps. La solución desplegada por Multikabel incluye el soporte de terminaciones de módem modulares (M-CMTS), lo que permite reducir el coste de los canales descendentes hasta un 75%. Asimismo, M-CMTS permite ofrecer hasta 30 Mbps en módems DOCSIS 2.0.

Reino Unido

Virgin Media es el mayor proveedor de acceso a Internet por cable del Reino Unido, resultado de la fusión de NTL y Telewest. Virgin Media está realizando pruebas con equipos del suministrador Arris con el fin de evaluar servicios futuros de hasta 100 Mbps. Virgin Media planea introducir estos servicios en el periodo 2008-2009.

Estados Unidos

La mayoría de los operadores de cable de Estados Unidos se han mostrado partidarios de esperar a contar con productos estándar antes de iniciar el despliegue de DOCSIS 3.0. Los primeros CMTS para DOCSIS 3.0 han recibido la certificación oficial a finales de 2007. La solución que están utilizando los operadores para aumentar el ancho de banda disponible sin necesidad de desplegar DOCSIS 3.0 es el *split node*, que permite asignar una fibra adicional hasta el módem de cabecera para los nodos de mayor demanda.

Sin embargo, algunos operadores como TimeWarner están realizando pruebas con productos pre-DOCSIS 3.0. Destaca en especial el caso de Comcast, que tiene previsto tener desplegada infraestructura DOCSIS 3.0 en el 20% de su planta a finales de 2008. Es probable que los primeros despliegues de DOCSIS 3.0 de Comcast se produzcan en las zonas donde Verizon ha desplegado fibra.

Singapur

Starhub, segundo operador de telecomunicaciones de Singapur, ha desplegado a mediados de 2007 equipos pre-DOCSIS 3.0 del suministrador Motorola. Starhub ofrece el servicio *Ultimate* con velocidades de hasta 100 Mbps por un precio equivalente de 59 €.

3.3. Redes inalámbricas WiMAX

WiMAX pretende repetir la evolución que tuvo la tecnología Wi-Fi en las redes de área local inalámbricas (*WLANs*) con los *hotspots*, pero en redes inalámbricas de área metropolitana (*WMANs*). Sin embargo, mientras para ofrecer servicios Wi-Fi no se precisa licencia al trabajar sobre espectro de uso común, con WiMAX en bandas de espectro licenciadas, se precisa licencia de uso del espectro. Esto hace que la mayoría de los países se encuentren en un proceso de adjudicación de licencias y que el despliegue no se haya aún iniciado.

Actualmente, hay unas 200 compañías en todo el mundo que están preparando sus redes para ofrecer servicios WiMAX, según un estudio de TeleGeography [59], que además revela que desde finales de 2005 a finales de 2006 se ha producido un incremento notable en las redes comerciales de WiMAX y que en una primera fase esta tecnología está destinada a dar conexión en países en vías de desarrollo y en zonas rurales.

En cuanto a usuarios de WiMAX, no se dispone de cifras reales ya que actualmente su despliegue se reduce a proyectos piloto y a pruebas en entornos reducidos. Sin embargo, la mayoría de las consultoras señalan que el número de clientes aumentará considerablemente en los próximos años, tanto los de WiMAX fijo que utilizarán esta tecnología para el acceso fijo a banda ancha, como los de WiMAX móvil que accederán a Internet a través de sus terminales móviles mediante esta tecnología. Todas las previsiones apuntan que la región del mundo que presentará un mayor crecimiento de este tipo de servicios será Asia.

En la actualidad ya se están haciendo despliegues y hay entre 200-300 proyectos piloto en todo el mundo dentro de la fase denominada WiMAX fijo, donde desde la estación base, la señal llega primero a una antena receptora y después al ordenador. Ya hay operadores funcionando incluso en España como Megavista y Aeromax. La siguiente fase hace referencia a la versión con movilidad, que llega directamente al ordenador y que se espera despegue en 2008 cuando los fabricantes de los portátiles empiecen a incorporar directamente en el ordenador la tecnología WiMAX.

Corea

Sin duda, una de las pruebas recientes de mayor éxito, ha sido la realizada en Corea con la versión de WiMAX denominada WiBro (*Wireless Broadband*). WiBro es una tecnología de banda ancha inalámbrica de Internet desarrollada por la industria de telecomunicaciones coreana como alternativa regional e internacional al 3,5G o 4G. Fue ideada por Samsung y ETRI para superar la limitación de la velocidad del teléfono móvil y para agregar movilidad al acceso a Internet de banda ancha. En febrero del 2002, el gobierno coreano asignó 100 MHz del espectro electromagnético de la banda de 2,3-2,4 GHz para este proyecto y a finales de 2004 la primera fase de WiBro se estandarizó en el TTA de Corea del Sur. En diciembre de 2005 la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones o UIT) reconoció WiBro como una versión del estándar WiMAX, IEEE 802.16e o WiMAX Móvil, para asegurar la interoperabilidad entre ambos.

El servicio comercial de WiBro no se lanzó en Corea hasta junio de 2006 por parte de Korea Telecom (KT) y SK Telecom, aunque el lanzamiento inicial no tuvo el éxito esperado debido a la limitada cobertura, la competencia de los servicios de banda ancha 3G y la disponibilidad limitada de modelos de terminales. Con esta tecnología, las estaciones base ofrecen una velocidad de 30 a 50 Mbps con un radio de cobertura de 1,5 Km, además proporcionan movilidad a los dispositivos hasta una velocidad de 120 Km/h sin perder calidad de servicio.

En abril de 2007 KT inició el despliegue comercial intensivo que ha tratado de resolver los problemas del lanzamiento inicial. El despliegue se ha aumentado a toda la zona metropolitana de Seúl con 12 millones de habitantes y se ha incrementado la oferta de terminales disponibles (teléfonos, módem USB, *Notebook*, PC móvil, plataforma de juegos, etc.) La competencia con los servicios HSDPA se ha intensificado mediante el lanzamiento de ofertas agresivas (alta y módem⁵ gratuitos) y una reducción de la cuota mensual. Actualmente, el precio es de 20\$ para la tarifa plana y de 10\$ para un límite de 1 GB. Las tarifas de HSDPA son de 30\$ con límite de 2 GB y de 45\$ con límite de 4 GB.

A finales de febrero de 2008 había más de 120.000 abonados a KT WiBro, de los cuales el 70% utilizan módem USB frente al 12% que emplean teléfonos [62]. Los resultados de SK Telecom son muy testimoniales, ya que ha preferido centrarse en servicios HSDPA y esperar a la nueva versión de WiBro (*wave 2*) para el lanzamiento masivo. Existen módem USB híbridos (WiBro/HSDPA) que permiten conectarse a WiBro en la zona de Seúl, donde la velocidad es mayor⁶, y se conectan a la red HSDPA en el resto del país.

La televisión móvil no será desplegada sobre WiBro en Corea, por lo que los incentivos para el uso de WiBro vendrán posiblemente de la voz sobre IP, los juegos multi-jugador y el acceso a Internet de alta velocidad.

Estados Unidos

Es destacable el caso de Estados Unidos, donde Sprint Nextel va a desplegar una red WiMAX en la banda de 2,5 GHz para proporcionar servicios de banda ancha inalámbrica. Contrasta su estrategia con la seguida por otros operadores móviles como Cingular que ha optado por desplegar servicios HSDPA. La razón podría encontrarse en que Sprint Nextel no dispone de redes GSM-UMTS, y por tanto HSDPA no es una solución efectiva en costes.

⁵ Durante el lanzamiento inicial el precio del módem era superior a 300\$.

⁶ Samsung anuncia velocidades de pico de 13 Mbps.

El operador móvil Sprint Nextel constituyó en julio de 2007 una alianza con el operador de WiMAX Clearwire. La intención era formar una red WiMAX móvil conjunta con una cobertura de 100 millones de habitantes en el año 2008. Sprint cubriría el 70% de la red y Clearwire el 30% restante. Sin embargo, en noviembre de 2007 las dos partes anunciaron que habían puesto fin a la alianza, debido a que no habían podido llegar a un acuerdo sobre las condiciones detalladas.

Tanto Sprint Nextel como Clearwire han anunciado que continuarán el despliegue de las redes WiMAX en solitario. No obstante, ello implica que retrasarán sus planes de despliegue debido a la mayor inversión requerida. Ambos han anunciado el comienzo del servicio comercial para el año 2009. Mientras tanto, Sprint Nextel ha iniciado a comienzos de 2008 una prueba piloto con sus empleados en Chicago y Washington. La prueba continuará en la segunda mitad de 2008 con clientes comerciales. Sprint ha anunciado que espera proporcionar velocidades medias de 2-4 Mbps en sentido descendente y de 1-2 Mbps en sentido ascendente.

Unión Europea

En el resto de países europeos, el despliegue de banda ancha inalámbrica a través de WiMAX se encuentra en la fase de adjudicación de las licencias necesarias para poder operar. En la Unión Europea, hay países en los que éstas ya han sido adjudicadas como Francia, Alemania o España, aunque la mayoría está a la espera de asignación.

En Italia se celebró en febrero de 2008 la subasta para la adjudicación de frecuencias en la banda de 3,4 - 3,6 GHz. La mayoría de las licencias fueron obtenidas por el operador ARIADSL, mientras que Telecom Italia obtuvo licencias en dos macro-regiones y en Sicilia. Las licencias adjudicadas permitirán la movilidad, aunque es posible que con algunas restricciones.

En el Reino Unido, no están asignadas las autorizaciones necesarias para ofrecer servicios WiMAX, por lo que el regulador británico Ofcom tiene previsto subastar varias licencias en la banda de 2,5-2,69 GHz durante el año 2008. El operador de WiMAX, UK Broadband, que inició sus servicios de manera masiva en el área de Londres a principios de 2006, ha obtenido la aprobación del regulador Ofcom para proporcionar servicios móviles sobre la licencia de 3,4 GHz que tiene asignada. La decisión es resultado de una petición formal de UK Broadband a Ofcom.

En los países europeos donde las licencias si están concedidas, el despliegue aún no ha comenzado, ya que en la mayoría de estos países este proceso se llevó a cabo en 2006. Es el caso de Francia donde la autoridad de regulación de las telecomunicaciones (ARCEP) concedió el 7 de julio de 2006 la mayoría de las licencias regionales de WiMAX a nuevos operadores de telecomunicaciones. Para elegir a los seleccionados, ARCEP valoró que las ofertas cubrieran el máximo de territorio sin acceso a Internet y que fueran competitivas económicamente. El despliegue de esta tecnología permitirá acceder a Internet al 2-3% de los hogares franceses sin acceso a ADSL, además el gobierno asumirá el 50% de la inversión necesaria para hacer llegar el acceso a Internet a localidades sin cobertura ADSL.

En Alemania, a mediados de diciembre de 2006 se llevó a cabo la subasta de cuatro licencias WiMAX con las que el gobierno quiere acercar el uso de Internet a las zonas en las que es geográfica y económicamente complicado hacer llegar una red de ADSL. Las frecuencias subastadas fueron las correspondientes a la banda de 3,410-3,494 GHz y 3,510-3,594 GHz. Seis empresas se presentaron inicialmente a la subasta de los 112 paquetes de licencias, cuatro por cada una de las 28 regiones en las que se dividió el territorio alemán. Únicamente la empresa alemana *EWE TEL GmbH* no consiguió adjudicarse ninguna. El Estado alemán ingresó unos 56 M€ con la subasta. Asimismo las licencias obligan a las empresas a dar cobertura a un 15% de los municipios en 2009 y a un 25% a finales de 2011.

El operador alemán VSN Net ha iniciado en enero de 2008 su servicio comercial de WiMAX. VSN Net es un operador regional que cubre el norte de la región del Sarre, una de las zonas alemanas con peor cobertura de DSL. VSN Net ha alquilado la licencia de 3,5 GHz al operador Inquam Broadband, que obtuvo una licencia de ámbito geográfico más grande en 2006. La red de VSN Net admite el nomadismo y está preparada para soportar movilidad cuando lo autorice el regulador alemán BNetzA.

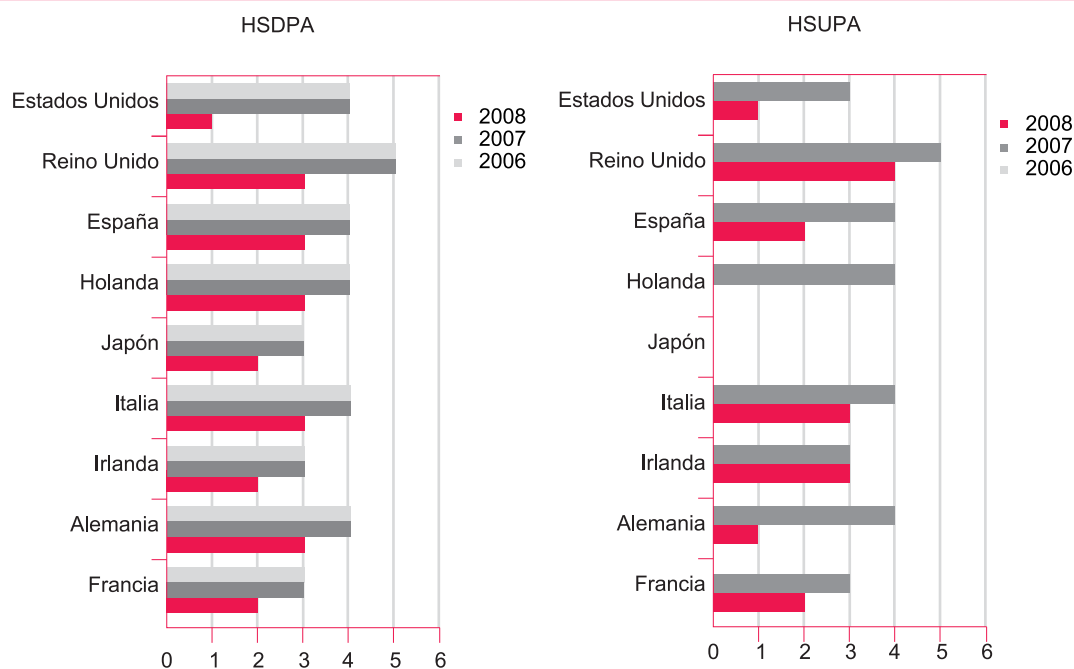
En España no se han adjudicado nuevas licencias para WiMAX ya que se ha permitido la reutilización de las licencias LMDS adjudicadas en el año 2000.

3.4. Redes móviles 3,5G/4G

Los operadores móviles están lanzando nuevos servicios de datos sobre sus redes 3G para aumentar los ingresos, ante la previsible reducción de los ingresos de voz por la presión a la baja sobre los precios. La tendencia actual es el despliegue de la tecnología HSDPA sobre las redes UMTS que permite, en una primera fase, proporcionar velocidades de hasta 3,6 Mbps, lo que acerca sus prestaciones a las de las líneas ADSL. Algunos países ofrecen ya servicios a 7,4 Mbps.

En diciembre de 2005, Cingular Wireless lanzó UMTS/HSDPA en dieciséis mercados de Estados Unidos y se convirtió en el primer operador del mundo en lanzar esta tecnología a gran escala comercial. Actualmente, unos 40 operadores en distintos países ofrecen servicios HSDPA, y se espera que la mayoría de los operadores UMTS desplieguen HSDPA durante el año 2007, ya que hay unos 130 compromisos de operadores y unas 60 redes en etapa de planificación. Esta evolución permitirá aumentar la capacidad para datos y reducir los costes de red para estos servicios. Para este desarrollo, ha sido fundamental el papel de los fabricantes al distribuir comercialmente la primera generación de dispositivos con capacidad HSDPA, las tarjetas PCMCIA, a finales de 2005 y los módem USB y teléfonos HSDPA en 2006. La *Figura 16* muestra la evolución de los operadores que ofrecen servicios de HSDPA y HSUPA. Se puede observar como la mayor parte de países cuentan actualmente con una amplia oferta de servicios HSDPA, mientras que los despliegues comerciales de HSUPA tendrán lugar a finales de 2007 y durante el año 2008.

Figura 16. Previsión de operadores con servicios HSDPA/HSUPA



Fuente: 3G Americas [2]

La aceptación de los nuevos servicios de conectividad sobre HSDPA por parte de los usuarios en el 2007, motivadas tanto por las mejores prestaciones de esta tecnología, como por las fórmulas de precios más flexibles (1 €/día) y con opciones de tarifas planas, han hecho crecer el optimismo entre los operadores móviles sobre las posibilidades de desarrollo de la banda ancha móvil sobre la tecnología HSPA.

El siguiente paso en la evolución de las redes móviles es la 4G que actualmente se encuentra en período experimental en Japón, por parte de NTT DoCoMo, con velocidades de descarga de datos que podrían alcanzar 1 Gbps, consiguiendo que los teléfonos móviles ofrezcan servicios hasta ahora sólo disponibles mediante banda ancha fija.

En Europa la 4G se encuentra todavía en fase de definición en el 3GPP mediante la arquitectura LTE (*Long Term Evolution*). No es probable que ningún operador europeo se plantee el despliegue de 4G antes del 2010. Por tanto la evolución de las redes UMTS en Europa en ese periodo se basará previsiblemente en la evolución del HSDPA hacia HSPA+.

3.5. Situación en España

En España se ha producido una consolidación que ha dado lugar a cuatro operadores con infraestructura de acceso propia, ya sean pares de cobre, cable coaxial o infraestructuras 2G/3G. Tres operadores integrados, Telefónica, con infraestructura propia de acceso fija y móvil, y Orange y Vodafone, con infraestructura propia móvil y que hace uso de los servicios de desagregación del bucle de abonado, y otro con infraestructura fija de cable coaxial y pares de cobre, ONO. Aunque existen otros operadores más pequeños con diversos grados de infraestructura propia, es evidente que estos cuatro operadores marcarán la evolución de las redes de banda ancha en España.

3.5.1. Redes de acceso fijas

En lo que se refiere al despliegue de nuevas redes de fibra óptica, los operadores con infraestructura propia de acceso en España disponen todavía de posibilidades de desarrollo del mercado con la infraestructura actual, antes de realizar nuevas inversiones sobre la misma. Es posible aprovechar las posibilidades tecnológicas de ADSL2+ en las redes de pares de cobre y de DOCSIS 2.0/DOCSIS 3.0 en las redes de cable coaxial. Se debe tener en cuenta que las redes fijas en España están en mejores condiciones que en otros países para soportar el crecimiento en prestaciones. Los pares de cobre en España son junto con los de Italia los de menor longitud en Europa y las redes de cable coaxial son de reciente implantación.

Telefónica anunció la inversión de más de 800 M€ en el período 2006-2009 para la transformación de la red de acceso con el objetivo de conseguir una cobertura de más del 40% de pares capaces de proporcionar más de 25 Mbps a finales del 2009. Hasta la fecha se han realizado pruebas piloto con diferentes tecnologías (FTTH/FTTN) que aún no han dado paso a un despliegue comercial. Por su parte, ONO está realizando pruebas piloto, tanto sobre DOCSIS 3.0 como sobre FTTH.

3.5.2. Redes de acceso móviles

El año 2007 ha sido testigo de la introducción de la banda ancha móvil mediante la tecnología HSDPA. Los operadores móviles han lanzado en mayor o menor medida servicios de banda ancha a lo largo de este año, y se espera un crecimiento importante del número de accesos de banda ancha móvil en los próximos años.



4.

Desafíos de la banda ancha

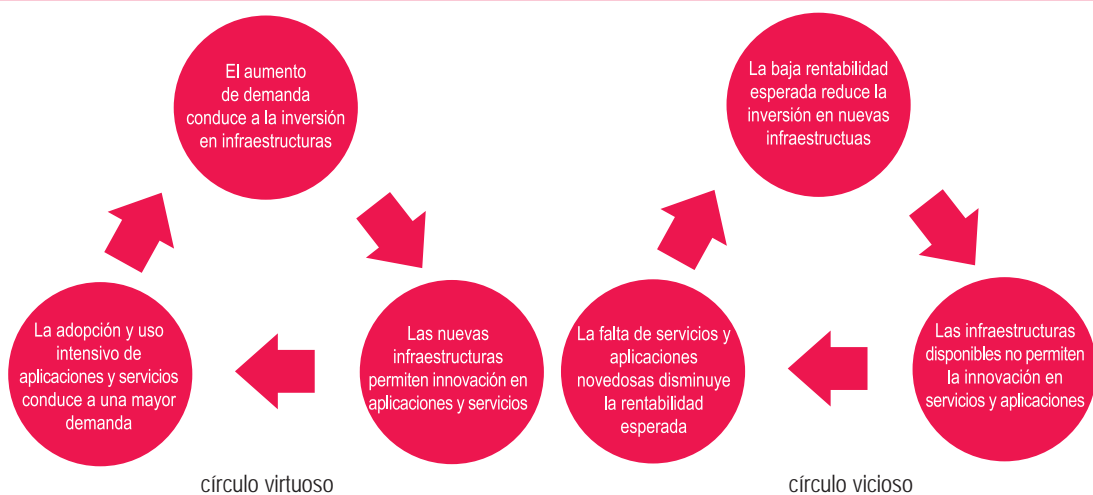
La evolución a la nueva generación de redes y servicios de banda ancha es bastante más compleja que la que tuvo lugar en los procesos de automatización o digitalización de la red telefónica actual. Los desafíos que deben superarse para acelerar esta evolución dibujan una transición nada sencilla que depende tanto de factores comerciales, como de decisiones regulatorias y condiciones de mercado, que exigirán del impulso y convencimiento de todos los agentes.

4.1. Círculo virtuoso de desarrollo

Impulsar el adecuado incentivo a la inversión y a la innovación plantea el desafío de conseguir que el mercado de banda ancha entre en un círculo virtuoso que acelere los despliegues y ponga a disposición de los usuarios nuevos e innovadores servicios, o caer en un círculo vicioso, donde la escasa rentabilidad esperada de la inversión en nuevas redes inhiba los despliegues y el desarrollo de nuevos servicios.

La expansión de las redes de telecomunicaciones ha estado tradicionalmente impulsada por el desarrollo de un círculo virtuoso basado en la obtención de economías de escala que permitan el descenso de precios y consecuentemente la expansión del mercado. En las nuevas redes de banda ancha, el círculo virtuoso deberá apoyarse en la innovación como catalizador del desarrollo de nuevos servicios y como motor de la demanda.

Figura 17. Círculos virtuoso y vicioso basados en la innovación



Fuente: MIT [44]

El mayor o menor impulso al despliegue de las redes NGN por parte de los operadores depende tanto de sus expectativas de retorno de la inversión como de la dinámica competitiva. Las expectativas de retorno se valoran en función del potencial de las nuevas redes para generar nuevos ingresos ligados a nuevos servicios y por su potencial de diferenciación y fidelización de clientes, y en función de la capacidad de las nuevas redes para reducir los gastos operativos, por los menores costes de mantenimiento y explotación.

Mientras la evolución de los gastos operativos es un elemento que depende fundamentalmente de la evolución tecnológica y de los gastos de personal, en la evolución de los ingresos intervienen factores como la dinámica competitiva, la innovación en nuevos servicios y la regulación sectorial. La evolución de la dinámica competitiva vendrá determinada por la posición que los diferentes agentes adopten en la nueva dinámica inversora y de creación de servicios, y por el marco que fije la regulación sectorial.

Aún cuando la regulación sectorial no es el elemento que determina directamente el despliegue de las redes, su influencia indirecta, ligada a las expectativas de ingresos y a la dinámica competitiva la convierte en un factor muy relevante para determinar el retorno de la inversión. Esta influencia se agravaría si existiesen obligaciones de cobertura más allá de las que determinen las decisiones empresariales. La indefinición sobre la regulación sectorial que se aplicará a las nuevas redes constituye actualmente uno de los frenos más importantes para su despliegue.

Junto con la regulación sectorial deben analizarse otros elementos que actúan como inhibidores o facilitadores del despliegue de las nuevas redes de banda ancha. Entre estos elementos se encuentran factores comerciales, siendo el factor clave la evolución y tamaño de la demanda de nuevos servicios, los costes del despliegue y las políticas públicas.

4.2. Desafíos comerciales y financieros

Los desafíos comerciales alimentan las dudas sobre la capacidad de los operadores para rentabilizar las inversiones en las nuevas redes de acceso de banda ancha. El debate sobre las incertidumbres comerciales se engloba en el denominado "problema del incentivo de la banda ancha" [44].

4.2.1. Nueva cadena de valor en un entorno convergente

Los modelos de negocio asociados a la banda ancha se han basado en un equilibrio entre los ingresos obtenidos por la conectividad y los obtenidos por los contenidos o servicios prestados sobre el acceso de banda ancha. El debate sobre el despliegue de la nueva generación de redes de banda ancha ha abierto nuevos interrogantes sobre la sostenibilidad del modelo actual en un entorno convergente.

Las nuevas redes permitirán que compañías procedentes del sector de las telecomunicaciones, audiovisual, Internet, la electrónica de consumo o la informática puedan ofrecer servicios y aplicaciones que competirán por las nuevas fuentes de ingresos. La mayor competencia en un mundo convergente, donde los mayores anchos de banda y las nuevas capacidades difuminan las fronteras entre los sectores, plantea interrogantes sobre cuál será la nueva cadena de valor que pueda impulsar la

innovación en servicios, y acelerar el despliegue de las nuevas redes.

Si los agentes que invierten en nuevas redes, pueden esperar ingresos únicamente de la conectividad, y son otros agentes los que pueden capitalizar la mayor capacidad de la red de acceso para captar ingresos por nuevas aplicaciones, contenidos o servicios como la televisión o la descarga de contenidos, la viabilidad de la inversión en las nuevas redes puede llegar a cuestionarse. Si son únicamente los agentes que despliegan redes los que pueden proporcionar nuevas aplicaciones y contenidos sobre ellas, la capacidad de innovación se verá ralentizada, y la utilidad de las nuevas redes puede verse cuestionada. Encontrar el equilibrio adecuado entre los agentes inversores y los restantes agentes acelerará el despliegue de las nuevas redes.

4.2.2. *Tarifas planas y calidad de servicio*

Los actuales modelos de negocio asociados a la banda ancha están basados en gran medida en tarifas planas. El modelo de tarifa plana donde todos los usuarios, independientemente de su perfil de uso, se acogen al mismo esquema tarifario genera dudas sobre la capacidad de los operadores para crear nuevos modelos de negocio y obtener ingresos adicionales sobre las nuevas redes de acceso.

En aquellos servicios prestados a través de redes que llegan a los hogares de los usuarios se ofrecen diferentes esquemas tarifarios de acuerdo con la selección de dos parámetros: capacidad y uso. La capacidad determina el caudal o potencia máxima que puede utilizar el usuario en un determinado momento y el uso determina el consumo real del cliente. El modelo clásico de capacidad/uso, utilizado en servicios como el gas, el agua y la electricidad, se ve modificado con la introducción de las tarifas planas.

La simplicidad y predictibilidad de los modelos basados en tarifas planas son valorados por los usuarios de forma muy positiva, lo que en las etapas iniciales de desarrollo del mercado, ha permitido acelerar la penetración del servicio de banda ancha. El modelo de tarifa plana también anima a los usuarios más innovadores a hacer un uso cada vez más intensivo de aplicaciones que requieren mayor ancho de banda. A medida que el servicio de banda ancha se populariza es mayor el número de usuarios que utiliza la máxima capacidad de la conexión de banda ancha. Esta demanda creciente de capacidad impone un coste creciente para los operadores al tener que incrementar la capacidad de las redes troncales.

Aquellos usuarios que no requieren un uso continuado de la máxima capacidad, sino la garantía de poder disponer en momentos concretos de esa velocidad requieren un tipo de servicio diferente, donde el operador pueda garantizar una calidad de servicio al cliente.

En un escenario de capacidad creciente, como el planteado por el despliegue de la nueva generación de redes de acceso, los operadores deben buscar nuevos modelos de negocio, atractivos para los usuarios, más allá de las tarifas planas y el modelo *best-effort*. Estos modelos deben basarse en la capacidad de los operadores para ofrecer diferentes servicios con diferentes calidades a usuarios con requisitos diferentes. Los requisitos de capacidad, calidad y seguridad no son siempre compatibles con modelos de tarifas planas y *best-effort*, lo que debe plasmarse en una oferta de servicios diferenciada.

4.2.3. Valoración de los mercados financieros

Las estrategias de despliegue de las redes de nueva generación tienen un impacto significativo en la valoración que los mercados financieros hacen de las empresas de telecomunicación.

La cotización de una empresa, y sus posibilidades de financiación, dependen en gran medida del retorno esperado sobre el capital invertido (ROIC) y de la evolución positiva de los flujos de caja (FCF), por lo que los operadores deberán analizar su posible despliegue de NGA con especial atención al impacto esperado en ingresos, márgenes operativos (EBITDA) e inversión (CAPEX).

La apuesta de un operador por un despliegue rápido y masivo de infraestructuras NGA, conduciría previsiblemente, al menos en el período inicial de despliegue, a un deterioro del FCF, dada la importante inversión inicial que supone, y la incertidumbre sobre la generación futura de ingresos adicionales, y/o mejora de márgenes operativos a raíz, de una posible reducción de costes. Esto podría, en algunos casos, dependiendo de la estrategia planteada y teniendo siempre en cuenta el marco regulatorio en el que se enmarca, traducirse en una pérdida de capitalización bursátil, y/o un deterioro de su calificación crediticia. Sin embargo, los mercados financieros podrían valorar positivamente el despliegue agresivo de NGA, si esto lleva a una mejora en la posición competitiva del operador y si el retorno a largo plazo es razonable, aunque supusiera un cierto deterioro de su equilibrio financiero a corto plazo. También, en este caso, las estrategias de financiación podrían tener un efecto importante. Cabe mencionar el caso de KPN, que ha anunciado una inversión en nuevas redes NGA que espera financiar con la venta de activos inmobiliarios a corto plazo.

En cualquier caso, los mercados financieros podrían suponer un freno a las inversiones en NGA si las compañías perciben que esto puede llegar a penalizarles en su cotización o rating. Lo cierto es que, como en gran parte de los despliegues históricos de nuevas redes que se han hecho en telecomunicaciones, el capex va primero (y en el caso de las NGA son cifras sustanciales) y solo se verá como inversión razonable si las compañías son capaces de transmitir al mercado que estas salidas de caja iniciales se van a ver compensadas por ingresos adicionales y/o mejora de márgenes en el futuro.

En el caso en que las operadoras de telecomunicaciones se vieran limitadas en la inversión, podría producirse un impulso a las iniciativas de despliegues públicos (municipales o comarcales), generándose una constelación de pequeñas redes que no contarían con posibilidades reales de viabilidad a medio plazo, lo que acabaría en un proceso de consolidación similar al ocurrido, en sus inicios, con las redes telefónicas y de cable.

4.3. Desafíos regulatorios

A diferencia de países como Estados Unidos o Japón, Europa no cuenta todavía con un marco regulatorio específico para la nueva generación de redes de acceso. En los últimos meses se han sucedido las consultas públicas tanto por parte del ERG europeo como de la CMT en España. Estas consultas pueden valorarse como un signo de que el foco principal de la regulación europea estaría girando de un objetivo de reducción de precios en un entorno de competencia sostenible, a un objetivo de disponibilidad de mayores anchos de banda en Europa.

Los reguladores afrontan un importante reto en las decisiones que adopten sobre las nuevas infraestructuras de acceso. El objetivo básico de un organismo regulador independiente debiera ser, además de la función arbitral para asegurar una competencia leal, la de la defensa del sistema de telecomunicaciones en su conjunto, frente a los intereses puntuales de usuarios, operadores o administraciones públicas, pues un buen funcionamiento del sistema redundaría en beneficio del interés general. La defensa del sistema debería plasmarse en conseguir que sea, en cada momento, eficiente, internacionalmente competitivo y sostenible a largo plazo. Para satisfacer estos objetivos habrá que buscar el equilibrio adecuado entre la defensa de la asequibilidad, la cobertura, la penetración, la calidad, la seguridad y las prestaciones de los servicios. Un equilibrio que varía con el tiempo en función de la evolución de la tecnología, de la densidad de población, de la situación de los operadores y de la renta de la población.

En definitiva, la búsqueda de la asequibilidad de los servicios debe compatibilizarse con asegurar el adecuado nivel de inversión, lo que implica facilitar un margen atractivo para todos los agentes. La forma como se aborde este desafío tendrá un impacto importante en el despliegue de las redes.

4.3.1. *Modelo regulatorio*

El marco regulatorio europeo nace en un escenario de transición de una situación de monopolio a una situación de competencia. De una regulación inicial específica para cada tecnología (cobre, cable, móvil...), y muy centrada en la apertura de las infraestructuras de los antiguos monopolios y en favorecer el rápido desarrollo de la competencia en servicios, el marco regulatorio evolucionó a un modelo basado en la identificación de agentes con poder significativo en un conjunto definido de mercados. En este modelo regulatorio la identificación y definición de los mercados objeto de análisis para regulación *ex ante* ha adquirido una particular relevancia.

Los diferentes condicionantes de partida en el momento de la liberalización de las telecomunicaciones, la aplicación del marco regulatorio y la dinámica del mercado, ha llevado a una situación en España en la que las redes de cobre están sometidas a obligaciones de desagregación de bucle, servicios mayoristas y servicio universal, las redes de cable no están sometidas a ninguna obligación regulatoria, y las redes móviles deben ofrecer servicios mayoristas bajo la figura de operador móvil virtual. El modelo regulatorio aplicable a las nuevas redes debe tener en cuenta las implicaciones de la evolución tecnológica. Las diferentes tecnologías en el acceso, tanto fijas como móviles, seguirán una misma tendencia hacia una arquitectura NGN, y llegarán a ser sustitutivas, ofreciendo los mismos servicios e intentando capturar a los mismos clientes.

El modelo regulatorio actual basado en el análisis de mercados ha llevado a que no han sido pocas las voces que han reclamado que se considere que las nuevas redes no constituyen un nuevo mercado, sino que deben enmarcarse en los mismos mercados que las redes actuales, y por tanto someterlas a la misma regulación que se está aplicando a las redes de pares de cobre si los agentes que las despliegan cuentan ya con poder significativo en esos mercados.

Aún cuando esta decisión pudiese tener cabida en el actual marco regulatorio, el debate debería centrarse en si una regulación definida para garantizar la competencia sobre unas infraestructuras preexistentes, puede aplicarse a una red nueva que requiere importantes inversiones de capital privado en un entorno de competencia.

Las posiciones de los reguladores sobre este debate son diversas. En aquellos países en que existe una intensa competencia entre infraestructuras fijas de banda ancha, dada la existencia histórica de redes de cable, se ha optado por un modelo regulatorio para las nuevas redes basado en aplicar un calendario de desregulación. Países como Estados Unidos, Canadá o Hong-Kong han sido testigos del efecto de la desregulación como incentivo a la inversión en nuevas redes.

En aquellos países donde la competencia en infraestructuras fijas de banda ancha es limitada, la decisión de adoptar un enfoque desregulador parece más compleja. El caso español, con una cobertura de cable cercana al 50%, y una presencia paralela muy significativa de operadores basados en ULL, se sitúa actualmente en un punto intermedio con zonas donde existe una intensa competencia del cable, y otras donde no existen infraestructuras fijas alternativas. En esta situación, los reguladores persiguen un doble objetivo. Por un lado el regulador debe mantener el objetivo de incentivar e impulsar la competencia en infraestructuras, como el único modelo que garantiza una competencia sostenible, y por otro lado debe evitar que se adopten decisiones que puedan suponer un paso atrás en el proceso de liberalización y una reducción de la competencia. Este equilibrio exigirá asegurar que no desaparece la competencia en servicios.

4.3.2. *Servicios mayoristas y desagregación del sub-bucle*

En el ámbito de los servicios mayoristas de los operadores dominantes el debate en torno a las nuevas redes se centra en dos aspectos. Por un lado la regulación debe definir si las nuevas redes admitirán una oferta de desagregación de sub-bucle, o únicamente servicios mayoristas bajo el modelo de *bitstream*. Por otro lado el debate sobre los servicios mayoristas se centra en si los precios obedecerán a acuerdos comerciales libremente pactados como en los operadores móviles virtuales, o deben ser fijados por el regulador, y la forma en que se determinarán los precios si se adopta un modelo regulado.

Desagregación del sub-bucle y acceso a elementos pasivos

La desagregación del sub-bucle es una medida regulatoria que permite acceder al bucle del abonado (de cobre o fibra) en un repartidor intermedio. Esta medida, que ya existe en el marco regulatorio actual, ha tomado mayor protagonismo ante el previsible cierre de las centrales al desplegar las nuevas redes, lo que impediría la desagregación del bucle en los repartidores situados en las actuales centrales. El interés de los reguladores por las ofertas de desagregación de sub-bucle existe y ha dado lugar a numerosos estudios sobre la viabilidad de las mismas [5]. Sin embargo, actualmente este modelo se percibe como complejo para las nuevas redes, tanto desde el punto de vista técnico (ubicación en armarios), como bajo la perspectiva de la dificultad para los operadores alternativos de conseguir la necesaria economía de escala al nivel de sub-bucle que justifique las inversiones necesarias. Ante esta evidencia, la regulación se está enfocando en facilitar el acceso de los operadores alternativos a elementos pasivos, bien sea fibra oscura o incluso conductos y canalizaciones.

Aún cuando los modelos de regulación de elementos pasivos son objeto actualmente de un intenso debate, y pueden dar lugar a medidas que intenten favorecer el despliegue de infraestructuras alternativas, podemos asumir como escenario más probable a corto plazo aquel en que los servicios mayoristas sobre las nuevas redes se basarán principalmente en un modelo de *bitstream*.

Servicios mayoristas

La existencia de varias infraestructuras en competencia debería permitir una oferta de servicios mayoristas basada en acuerdos comerciales entre las partes.

No obstante, existen visiones alternativas sobre el enfoque regulatorio de los servicios mayoristas. Los agentes interesados en un modelo de competencia pura en servicios consideran que deben existir proveedores abiertos y regulados de infraestructuras fijas, y por tanto la posición regulatoria debería replicar el actual escenario mayorista en las nuevas redes. Este enfoque considera que los servicios de banda "súper ancha", aunque diferentes, son plenamente sustitutivos de los actuales, y por tanto deberían formar parte del mismo mercado. Bajo esta visión, se plantea mantener una fuerte regulación mayorista sobre el operador tradicional. En este escenario, se llega incluso a plantear la opción de la separación funcional de las redes de los antiguos monopolios, aunque el razonamiento sería más propia de las infraestructuras tradicionales que de las nuevas redes.

En una posición intermedia se sitúan otras alternativas que, reconociendo la necesidad de reducir la presión regulatoria sobre las nuevas redes, consideran que existe un riesgo de remonopolización. Para este enfoque, son necesarias herramientas mayoristas que garanticen la replicabilidad de las ofertas evitando políticas de estrechamiento de márgenes o de discriminación arbitraria de precios por parte de los operadores tradicionales, y al mismo tiempo aseguren unas tarifas que no desincentiven la inversión.

En este contexto asumen especial relevancia la retribución por estos servicios mayoristas regulados sobre nuevas redes. En el modelo de precios regulados, el incentivo al despliegue de las nuevas redes debe plasmarse en la adecuada valoración del riesgo que asume un operador al invertir en el despliegue de estas redes. Como en toda inversión, el mayor riesgo debe traducirse en un mayor margen unitario, que no puede ser similar al utilizado en las actuales redes de cobre cuyos precios se fijan sobre un modelo de orientación a costes. Si el modelo de estimación de los precios mayoristas no valora el riesgo de la inversión, esta regulación actuará como un elemento desincentivador que ralentizará el despliegue de las nuevas redes.

4.3.3. Cierre de centrales e impacto sobre la actual desagregación de bucle

El impacto que el despliegue de las nuevas redes tiene en la oferta actual de desagregación de bucle en las centrales de los operadores incumbentes es uno de los temas que más debate ha suscitado. Parece claro que a medio plazo los operadores procederán al cierre de las centrales donde se ofrece actualmente desagregación de bucle para dar paso a una nueva topología de red.

Bajo el actual marco regulatorio no hay ninguna base que permita a los reguladores forzar a mantener en la red elementos redundantes u obsoletos. Tampoco sería fácil entender que la regulación impidiese la evolución de las redes hacia topologías más eficientes en costes que impulsen la innovación en los servicios.

En la misma forma, la inversión que los operadores alternativos han realizado en infraestructuras propias para ofrecer servicios basados en la desagregación de bucle debe valorarse como un derecho adquirido que debe contar con la opción de obtener la adecuada rentabilidad de las inversiones realizadas.

Armonizar el derecho de los operadores incumbentes a cerrar las actuales centrales, y el derecho de los operadores alternativos a rentabilizar las inversiones realizadas no debería ser difícil si se aborda con criterios económicos. El acuerdo alcanzado por KPN con los operadores alternativos en Holanda supone un interesante precedente que probablemente influirá en las decisiones que se adopten en otros países. En el caso holandés KPN se ha fijado un calendario de cierre en 5 años y se han definido los procedimientos de transición desde el anuncio del cierre de una central hasta el cierre definitivo de la misma. En este período de 5 años KPN deberá o bien ofrecer compensaciones económicas a los operadores alternativos si quiere acelerar el cierre de algunas centrales, o bien esperar el plazo acordado que proporcione a los operadores alternativos la oportunidad de rentabilizar las inversiones en bucle desagregado.

El aspecto más interesante del caso holandés es el claro interés mostrado por el regulador tanto en que se produzca el despliegue de las nuevas redes de acceso, como en que se alcance un acuerdo entre KPN y los operadores alternativos. El acuerdo permite que se respeten los derechos adquiridos por los operadores alternativos con sus inversiones en desagregación de bucle sin que ello suponga un obstáculo indefinido al despliegue de las nuevas redes.

4.3.4. *Convergencia y diversidad de redes*

Probablemente la palabra que mejor define el enfoque que están adoptando la mayoría de los operadores en el despliegue de las nuevas redes es **pragmatismo**. La diversidad en los mercados, en los costes, en la dinámica competitiva y en las condiciones geográficas conduce a planteamientos donde la solución tecnológica y la planificación del despliegue no siguen criterios uniformes y estáticos.

Es previsible que en la mayoría de los mercados europeos se desplieguen redes donde se combinen diferentes soluciones de acceso, tanto fijas basadas en despliegues de fibra o coaxial, como móviles. La evolución tecnológica permitirá escenarios aún más complejos, donde se difuminen las fronteras entre las redes fijas y las redes móviles. El caso que plantea el despliegue de nanoceldas, picoceldas y femtoceldas conectadas a las infraestructuras ADSL/VDSL/FTTH/DOCSIS en entornos tanto residenciales como empresariales es particularmente interesante. La valoración de si un despliegue de una infraestructura fija que termina en una de tales celdas debe considerarse una red fija o una red móvil, plantea algunos de los interrogantes que podrían llevar a tomar una perspectiva diferente al regular las nuevas redes de acceso, pues dichas celdas conformarán redes "mestizas" que superarán las actuales categorías regulatorias

La densidad de población, la tipología de las edificaciones y las facilidades para la realización de la obra civil serán elementos que influyan decisivamente en las decisiones sobre el despliegue. No podemos pensar en un despliegue uniforme y geográficamente planificado sino en un despliegue que obedecerá a condiciones de mercado y de rentabilidad de las inversiones. Tampoco podemos pensar en un despliegue a escala nacional a corto y medio plazo.

El despliegue de las nuevas infraestructuras requiere un cambio de paradigma. Las telecomunicaciones no pueden seguir considerándose como un bien universal sino que debe evolucionarse hacia un modelo donde la nueva infraestructura sea un elemento diferenciador dentro del mercado. La universalización no puede seguir imponiéndose en este nuevo escenario.

La regulación debe contemplar un escenario realista que no imponga restricciones heredadas de las redes actuales y que se alinee con la nueva dinámica competitiva del mercado. La flexibilidad en las tecnologías utilizadas y en la planificación del despliegue, la consideración de los diferentes tipos de zonas de despliegue, junto con la no imposición de obligaciones de cobertura o universalización deberían ser principios básicos en una regulación dirigida a incentivar el despliegue de las nuevas redes.

La posición de GAPTEL, ya manifestada en relación a su posición ante la revisión del marco regulatorio europeo [31], es que la regulación debe orientarse hacia el fomento de la competencia en infraestructuras, que conduzca a la existencia de varias redes de acceso de nueva generación dinámicamente eficientes a medio y largo plazo. El nuevo modelo regulatorio debería incentivar la inversión en las redes de acceso de nueva generación, lo que supone favorecer un clima de confianza para la inversión.

Por otro lado, ya se ha señalado que el despliegue de las redes no será uniforme, lo que dará lugar a que puedan distinguirse diferentes zonas geográficas (barrio, ciudad, municipio, etc.) en función de la situación de competencia entre infraestructuras alternativas. La competencia puede oscilar en los casos extremos entre el despliegue de varias redes de acceso de nueva generación y la inexistencia de las mismas.

En este nuevo escenario competitivo algunos agentes proponen que cabrían diferentes medidas regulatorias que tengan en cuenta el diferente grado de competencia en cada tipo de zona, si bien no hay unanimidad al respecto.

4.3.5. Separación funcional y nuevas infraestructuras de acceso

Dadas las implicaciones que supone, y teniendo en cuenta que probablemente será introducido como remedio en la inminente revisión del marco regulatorio europeo, es conveniente hacer algunas matizaciones sobre la separación funcional.

La separación funcional está en consideración o aplicación por parte de algunos operadores europeos: BT, Telia, Eircom, Telecom Italia. Sin embargo, las razones para la separación funcional son de índole muy variada, y en muchos casos no son el resultado directo de la aplicación de remedios de ámbito regulatorio, sino que están ligadas a otras razones (financieras, operativas, etc.). En concreto, todos los casos señalados corresponden a una decisión más o menos voluntaria por parte del operador afectado.

Por otro lado, la separación funcional en todos los casos anteriores se ha planteado desde la óptica de las infraestructuras de cobre, por lo que no tiene en cuenta el impacto sobre el despliegue de redes de acceso de nueva generación en los países afectados.

El debate se complica cuando se plantea aplicar esta misma medida a las nuevas infraestructuras de acceso, que no se encuentran ya desplegadas, sino que requieren importantes inversiones para su despliegue. Sin las ventajas de la integración vertical, y con la separación de oferta y demanda que fuerza la medida de separación funcional, el operador que debe realizar el despliegue de las nuevas infraestructuras carece de referentes para la estimación de la demanda, y de incentivos para la inversión en la mejora de la red.

Las dificultades que plantea la separación funcional para el despliegue de la nueva infraestructura de acceso tienen su muestra más patente en la situación en la que actualmente se encuentra el Reino Unido. La aplicación de la medida de separación funcional que dio lugar a la creación de OpenReach, como empresa responsable de la infraestructura de acceso basada en pares de cobre de BT, ha llevado a una situación de total parálisis sobre el despliegue de acceso de nueva generación en el Reino Unido. La misma valoración se está generando en Italia, donde ante la propuesta de Telecom Italia de aplicar la separación estructural a su infraestructura de acceso, los operadores alternativos con infraestructura propia, en particular FastWeb, has mostrado su total oposición a que sea una empresa regulada y con apoyo público la que se encargue de desplegar la nueva infraestructura de acceso, por la importante distorsión que introduciría en el mercado de banda ancha.

La incertidumbre sobre el modelo apropiado para el despliegue del acceso de nueva generación en un entorno donde la infraestructura de acceso histórica se encuentra regulada y gestionada por una empresa de infraestructuras que presta servicio a los operadores, y donde no está clara qué agente debe desplegar la nueva infraestructura, se muestra como un elemento desincentivador, que debería multiplicar las dudas sobre la conveniencia de aplicar ahora la medida de separación funcional.

En general, se considera que la separación funcional podría ser una medida que actuaría como un importante desincentivador a las inversiones en las nuevas redes. GAPTEL, ya en su anterior informe sobre su posición ante la revisión del marco regulador europeo [31], apostó por la igualdad de trato en precios y operatividad como medida alternativa a la separación funcional.

4.4. Desafíos políticos

El desarrollo de la banda ancha tiene un impacto significativo en la economía y en la competitividad de un país. Aunque aún no es posible afirmar que la nueva generación de redes de banda ancha tendrá un impacto similar, España no debería perder las oportunidades que las nuevas redes puedan brindar.

Aunque los servicios que se asocian a la nueva generación de redes de banda ancha se han ligado inicialmente a la televisión de alta definición, lo cual podría cuestionar la necesidad del soporte del sector público al despliegue de las nuevas redes, es previsible que los mayores anchos de banda desarrollen una nueva ola de innovación tanto en nuevos negocios como en servicios y contenidos. Bajo esta premisa, los poderes públicos deben poner en marcha iniciativas que faciliten el despliegue de las nuevas redes. Estas iniciativas pueden enmarcarse en diferentes objetivos, desde facilitar obra civil y espacios públicos, hasta aplicar incentivos económicos al despliegue de las nuevas redes.

4.4.1. *Facilidades para actuaciones en la vía pública*

La dificultad para obtener permisos para los trabajos de obra civil, especialmente en el centro de las ciudades actúa como un importante inhibidor en el despliegue de nuevas redes. Los ayuntamientos tienden a ser muy restrictivos en las autorizaciones para la apertura de nuevas zanjas,

con independencia del tipo de infraestructura. Adicionalmente, los despliegues se ven dificultados en España por la diversidad de ordenanzas municipales, con distintas condiciones técnicas, económicas y administrativas.

El despliegue de una red FTTN/VDSL o una red HFC puede ser aún más complejo, ya que en determinadas áreas se requiere la instalación de armarios en espacios públicos. A diferencia de otros países como Holanda o Alemania, en España el despliegue de la actual red de pares de cobre no se basó en la instalación de armarios que ahora puedan reutilizarse para la ubicación del equipamiento VDSL. Un despliegue FTTN/VDSL en España requerirá la instalación de nuevos armarios, para los que en muchos casos sería preciso solicitar autorización por ocupación de espacio público, tal como hacen regularmente otras compañías como las de electricidad. La previsible dificultad para obtener estas autorizaciones actúa como un claro inhibidor del despliegue de este tipo de redes en España. El despliegue de las redes de cable HFC se encuentra con dificultades similares a las descritas para las redes FTTH/VDSL.

A las dificultades para obtener autorizaciones debe sumarse la rigidez en las ordenanzas municipales. La evolución de la tecnología de despliegue con avances como las micro zanjas, hace posible tender una red de telecomunicaciones a poca profundidad con ahorros relevantes en tiempo y dinero. Sin embargo, la mayor parte de las ordenanzas municipales requieren una canalización para la red de telecomunicaciones con requisitos similares a los de cualquier otra infraestructura (gas, agua, electricidad).

La simplificación y uniformización de las autorizaciones para la realización de canalizaciones y la coordinación voluntaria de las obras entre diferentes agentes para la compartición de costes actuarán como claros facilitadores del despliegue de nuevas redes. Adicionalmente, la puesta a disposición de los operadores de canalizaciones disponibles (alcantarillado, agua, luz, ...) que eviten la inversión en nuevos conductos tendrá un importante impacto en la reducción de los costes, lo que sin duda aceleraría los despliegues.

4.4.2. Actualización de la normativa ICT para las nuevas redes

En el caso de edificios multi-vivienda, es necesario hacer el despliegue en las zonas comunes del inmueble para llegar a cada vivienda individual. En los edificios residenciales lo habitual en España es la existencia de comunidades de propietarios, lo que dificulta la consecución de una autorización de despliegue. Las dificultades son mayores en edificios antiguos sin ICT. Otro problema adicional es que probablemente sólo se realizará un despliegue de red interior por edificio, lo que puede aumentar los desacuerdos de los propietarios acerca de la elección del operador. Los problemas de despliegue se incrementarán en aquellos modelos que requieran un espacio adicional en los inmuebles para acoger equipamiento del operador.

El cableado interior de los edificios puede convertirse en un importante inhibidor de los despliegues al plantearse situaciones en que solo se permite un cableado. Este escenario conduce a que el operador que realiza el primer despliegue contará con un monopolio de-facto para todos los hogares del edificio. Para evitar este tipo de situaciones debe actualizarse la normativa referente a la ICT para clarificar la compartición de las canalizaciones y espacios de los edificios para las nuevas redes.

4.4.3. *Acceso a infraestructuras pasivas e incentivos económicos*

La puesta a disposición de los operadores de infraestructura pasiva en forma de canalizaciones y conductos que puedan ser utilizados para el despliegue de las nuevas redes es otra de las medidas que puede servir como facilitador de los despliegues.

Los incentivos a los despliegues propuestos por las empresas privadas en forma de desgravaciones fiscales o subvenciones directas tienen sin duda un importante efecto acelerador de los despliegues. Este tipo de incentivos pueden enmarcarse en un plan general de impulso al desarrollo de la sociedad del conocimiento, o pueden formar parte de la política local de una ciudad como apuesta por contar con una infraestructura de comunicaciones que actúe como elemento diferencial en la competitividad de la ciudad.

4.4.4. *Despliegue público de infraestructuras*

Aunque siempre deben evitarse intervenciones prematuras, no cabe duda de que la financiación pública tiene un papel en el despliegue de las nuevas redes. Siempre existirán zonas geográficas en las que sin intervención pública, las condiciones de rentabilidad impedirán el despliegue de las nuevas redes incluso a largo plazo. Lo que la intervención pública debe asegurar es que sus actuaciones se dirigen a zonas donde el fallo del mercado se mantendrá a largo plazo. Siempre existe el riesgo de que una acción prematura pueda distorsionar el mercado, y desincentivar la inversión privada que podría haberse realizado en un momento inmediatamente posterior. Dada la dificultad actual para dibujar las fronteras de las zonas donde debería aplicarse la intervención pública, deben considerarse dos situaciones diferenciadas:

- Si existe al menos una infraestructura de banda ancha, pero se identifica un fallo de mercado, la actuación de los agentes públicos debe limitarse a la eliminación de barreras de entrada (por ejemplo, cesión de capacidad en canalizaciones y galerías) y a la regulación de la red existente.
- Si por el contrario no existen infraestructuras de banda ancha y no se prevé ninguna inversión por parte de los agentes privados, los agentes públicos pueden plantearse la inversión en infraestructuras.

El factor determinante para el análisis de los fallos de mercado a largo plazo debe ser la densidad de población. La intervención pública debe dirigirse a zonas con baja densidad de población donde difícilmente la iniciativa privada podrá encontrar rentabilidad a su inversión en nuevas redes.

La inversión en infraestructuras debe de realizarse según una escala gradual y deberá limitarse hasta el punto necesario para solventar los fallos de mercado existentes. La escala se puede describir por los pasos siguientes:

1. En el caso de infraestructuras fijas que requieren cableado, cavado de zanjas y despliegue de conductos, eliminando una parte significativa de los costes de despliegue.
2. En el caso de infraestructuras fijas que requieren cableado, tendido de infraestructura pasiva,

de forma que terceros puedan conectar su infraestructura activa. El agente público actuaría como un gestor de infraestructuras de fibra oscura.

3. Implementación del equipamiento activo sobre el que terceros pueden proveer servicios.
4. Provisión de servicios a usuarios finales.

El tercer y cuarto caso debe evitarse en la práctica totalidad de las situaciones. La intervención debe estar sometida a una evaluación periódica del impacto sobre la dinámica competitiva del sector. Así mismo existen un conjunto de recomendaciones generales que deben aplicarse al caso de la inversión pública en infraestructuras, recogidas en la ley general de telecomunicaciones, el catalogo de buenas prácticas de la CMT [15], y diversos documentos de la Comisión Europea [18].

Con independencia de su aplicación práctica en cada caso concreto, parece evidente que esta política plantea enormes riesgos desde el punto de vista de la competencia y del principio de neutralidad tecnológica. Si bien es cierto que la intervención de las administraciones públicas en la economía es plenamente lícita, también lo es que la misma debe realizarse de un modo igual al de cualquier otro agente económico en los casos en que se actúa en un mercado liberalizado, como son las telecomunicaciones. Parece razonable pensar que sólo cuando es constatable la existencia de un fallo de mercado tiene sentido la intervención, siempre y cuando la misma no genere más perjuicios que los que pretende resolver.

En general debe afirmarse que las administraciones públicas deben poner el límite a su intervención en la puesta a disposición del sistema de la infraestructura civil y del dominio público que favorezca el despliegue de las redes. Como regla general las administraciones públicas deben evitar involucrarse directamente en las actividades de diseño, construcción y operación de redes de telecomunicación.

La evolución hacia las redes de nueva generación marcará las estrategias a medio y largo plazo de los diferentes agentes presentes en la cadena de valor del mercado de la banda ancha. El impacto de esta evolución no es uniforme, siendo los operadores que basan su oferta en las facilidades de desagregación de bucle los que pueden ver más comprometida su estrategia actual. En la misma línea, la estrategia de los operadores de cable afectará a los modelos que otros agentes adopten para desplegar las redes de acceso de nueva generación. Los agentes de Internet y los proveedores de contenidos pueden ser importantes beneficiarios de las nuevas redes si aportan modelos de negocio que incentiven su despliegue.

5.1. Operadores alternativos basados en ULL

Los operadores alternativos han realizado importantes inversiones en los últimos años para ofrecer servicios basados en la tecnología ADSL2+ utilizando las facilidades de desagregación del bucle de abonado. A finales de de 2007 había 1,35 millones de bucles desagregados en España. Estas cifras, aunque importantes, están lejos de las de Francia, donde a finales del tercer trimestre de 2007 había más de 4,8 millones de bucles desagregados, de los cuales 2,3 millones corresponden al operador Free.

La eventual migración hacia arquitecturas FTTN/VDSL o FTTH por parte del operador incumbente podría llevar a medio plazo al cierre de algunas centrales, impidiendo la desagregación a nivel de central, tal y como se realiza actualmente. En este nuevo escenario los operadores alternativos que empleen el acceso al bucle desagregado deberán revisar su modelo de negocio mediante un desplazamiento en la escalera de inversión que daría lugar a dos estrategias:

- Evolución hasta el peldaño superior de la escalera mediante el despliegue de su propia red de fibra hasta los bastidores de VDSL o hasta el hogar de los usuarios.
- Descenso de un escalón, renunciando a dar servicios sobre infraestructura propia y pasando a prestar servicios sobre la oferta mayorista del operador incumbente.

Lo previsible es que el futuro dibuje un escenario mixto, donde los operadores alternativos sigan utilizando las facilidades de desagregación de bucle en algunas zonas, a las que no lleguen las nuevas infraestructuras de fibra, desplieguen infraestructura propia en zonas particularmente atractivas, y utilicen los servicios mayoristas del operador incumbente en las restantes zonas. De forma general se estima que las nuevas redes de acceso llegarán a alcanzar una cobertura del 40% de la población. La oferta de desagregación de bucle alcanza actualmente entre un 55% y un 60% de la población, lo que deja casi un 20% de cobertura donde se seguirá utilizando la desagregación de bucle [25].

Los operadores alternativos defienden el derecho a amortizar las inversiones realizadas en la desagregación del bucle antes de abordar inversiones adicionales en nuevas infraestructuras de acceso. Esta situación ha movido a los reguladores a impulsar acuerdos entre el operador incumbente y los operadores alternativos que permitan a estos recuperar la inversión realizada. En el caso paradigmático de Holanda el regulador OPTA ha propuesto un plazo mínimo de permanencia en activo de las centrales de 5 años y estudia modelos de desagregación para el sub-bucle [5].

Si se dan las condiciones adecuadas, algunos operadores alternativos pueden estar en disposición de desplegar sus propias infraestructuras de fibra óptica, si bien esta estrategia les exigirá un mayor esfuerzo inversor. Esta decisión obedece fundamentalmente a una cuestión de escala. La cuota de mercado que debe alcanzar un operador alternativo para que un despliegue de infraestructura propia sea atractivo variará entre el 15% planteado por Free en Francia, y el 40%-50% que podría ser necesario en entornos con un menor soporte público de infraestructura pasiva e incentivos al despliegue. Según Credit Suisse, en media puede valorarse en un 27% [25] la cuota de mercado necesaria para que un operador alternativo pueda rentabilizar el despliegue de infraestructura propia de fibra en el acceso. Este requisito de escala conducirá a un proceso de consolidación del sector, en el que muy pocos de este tipo de agentes permanecerá en cada mercado. FastWeb y Free constituyen dos de los agentes de este tipo más activos en el despliegue de infraestructura propia.

FastWeb

FastWeb dispone de una red troncal propia que cubre la totalidad de Italia y ofrece servicios de telefonía, televisión y banda ancha ya sea sobre su red de acceso de fibra óptica (FTTB) o sobre ADSL. A finales de 2006 FastWeb tenía más de un millón de clientes, gran parte de los cuales dispone de una conexión directa de fibra óptica. FastWeb inició el despliegue en Milán en 1999, capitalizando la participación en su accionariado de la compañía eléctrica municipal AEM.

Free

El operador francés Free constituye un segundo ejemplo de un operador alternativo interesado en el despliegue de redes de acceso de nueva generación. La estrategia de Free pasa por aprovechar la base de clientes existente, ofreciendo el cambio gratuito a una conexión de fibra óptica que permitirá disponer de hasta 100 Mbps. Para minimizar el esfuerzo inversor, Free será selectivo en su despliegue. El objetivo inicial es desplegar fibra óptica en las centrales en las que dispone de al menos el 15% de cuota de mercado. Free espera cubrir París en un plazo de dos años con 70 puntos de presencia aprovechando las facilidades que ofrece el ayuntamiento de París para el tendido de fibra con su programa *Paris Ville Numerique*.

5.2. Operadores de cable

Al analizar la estrategia de los operadores de cable, deben diferenciarse dos grandes grupos. Los operadores de cable que iniciaron sus actividades tras la liberalización de las telecomunicaciones, como es el caso en España o Reino Unido, cuentan con proyectos empresariales dedicados desde su inicio a la construcción de redes de telecomunicaciones integradas y convergentes, inicialmente de telefonía y televisión y, posteriormente incorporando el servicio de acceso a Internet de banda ancha.

Este tipo de operadores ha optado por desplegar su propia red, lo que ha supuesto una inversión significativa cuando se compara con otros modelos de negocio en escalones inferiores de la escalera de inversión (bucle desagregado). Estos operadores han desplegado redes híbridas de fibra coaxial (HFC), acercando la fibra a los usuarios y ofreciendo la conectividad de banda ancha a través del estándar DOCSIS (1.0, 1.1 y 2.0). La modernidad de la red junto con una oferta integrada de servicios (banda ancha, telefonía y televisión), permite a estos operadores ser una alternativa a los operadores de telecomunicación tradicionales, impulsando la dinámica competitiva del sector.

El segundo grupo de operadores de cable lo constituyen los existentes en países donde la TV por cable se había generalizado antes de la liberalización de las telecomunicaciones. Estos operadores de cable tradicionales partieron de un negocio ajeno al sector de las telecomunicaciones como era la distri-

bución de televisión mediante redes de cable coaxial (CATV). La actualización de estas redes ha permitido a los operadores de cable ofrecer servicios de banda ancha, telefonía y televisión. Ejemplos de este tipo de operadores se encuentran en EE.UU., Bélgica o Alemania.

Evolución del modelo de negocio

La creciente convergencia tecnológica de los servicios de telecomunicaciones y contenidos junto al éxito comercial de las ofertas triple-play han incrementado en los últimos años el valor estratégico de las redes de cable. En el nuevo escenario de despliegue de fibra en el acceso, los operadores de cable pueden verse beneficiados por el proceso de consolidación del mercado que está afectando a los competidores que basan su oferta en la desagregación de bucle. Junto a este efecto positivo, debe valorarse que las nuevas redes de fibra pueden hacer que los operadores de cable reduzcan su tradicional ventaja competitiva en la oferta de servicios de TV. Si bien la mayor modernidad de las redes de cable, desplegadas a partir de 1996, les da una cierta ventaja temporal respecto de las redes basadas en pares de cobre, es evidente que también deben plantearse una evolución tecnológica.

La evolución de las actuales redes de cable hacia infraestructuras de mayor capacidad plantea diferentes estrategias, que dependen de diversos factores como la disponibilidad de espectro y capacidad de red, la antigüedad de la red, el grado de digitalización de los contenidos televisivos y la competencia proveniente de otras infraestructuras.

Una posibilidad muy utilizada entre los operadores de Estados Unidos es el *split node*, que busca reducir el número de usuarios servidos por un equipo terminal CMTS. Cuando se desplegaron los primeros servicios para cable-módem en Estados Unidos se alimentaban varios nodos HFC con un mismo láser en el CMTS, mediante el empleo de un *splitter* de fibra. En consecuencia, varios nodos HFC comparten los mismos canales de un equipo CMTS. Una primera posibilidad para aumentar el ancho de banda en un nodo es asignarle un láser independiente. Es lo que se conoce como *split node* lógico o virtual, y dado su bajo coste es la primera opción a considerar en una red de cable. Por otro lado, cuando se despliegan las redes HFC se tienden varias fibras desde el nodo HFC hasta la red troncal, aún cuando sólo se utilice una. Típicamente cada nodo HFC dispone de 4-6 fibras. Por tanto cuando no es suficiente con asignar una fibra individual a un nodo, se puede iluminar una fibra oscura adicional para aumentar el número de canales disponibles en el nodo. Esta opción se conoce como *split node* físico.

A modo de ejemplo para el operador Comcast [40], las actualizaciones de red proceden en un 65% de *split* lógico y en un 10% del *split* físico. El 25% restante lo obtiene aumentando el número de módulos (canales) en los CMTS.

Otra opción para proporcionar mayor ancho de banda a los usuarios sin necesidad de reconfigurar la red es aumentar el número de canales de 6 MHz/8 MHz disponibles para acceso a Internet. En caso de que exista escasez de espectro, se puede liberar ancho de banda de los canales de televisión mediante la digitalización de los canales analógicos. Típicamente la televisión en una red de cable ocupa entre 500 y 700 MHz, parte de los cuales se pueden emplear para acceso a Internet al hacer la transición a la TV digital. Otra posibilidad es la tecnología de conmutación de vídeo digital (SDV), que se basa en la existencia de un número máximo de canales que se ven simultáneamente en un nodo HFC. Por tanto, instalando conmutadores de vídeo no es necesario transmitir sobre el cable coaxial todos los canales disponibles. SDV permite asimismo incrementar el número de canales en alta definición así como optimizar el ancho de banda en vídeo bajo demanda. Según estimaciones de Comcast [40], una combinación de SDV, migración a TV digital, MPEG-4 y recuperación de espectro de aplicaciones *legacy* puede liberar hasta 240 MHz (40 canales de 38 Mbps).

La última posibilidad para aumentar el ancho de banda disponible por usuario es superar el límite de

50 Mbps establecido por cada canal de 8 MHz. La solución a esta limitación es el despliegue de DOCSIS 3.0 que permite mediante el *channel bonding* agrupar varios canales para proporcionar hasta 200 Mbps. DOCSIS 3.0 ofrece asimismo la posibilidad de aumentar el ancho de banda disponible hasta 1 GHz. La tendencia de los operadores de cable en el futuro próximo es desplegar DOCSIS 3.0 de manera general en los CMTS, ya que es una alternativa más económica que reconfigurar la red, para aumentar el ancho de banda para zonas o usuarios de alta demanda. El despliegue de DOCSIS 3.0 permite asimismo transmitir vídeo sobre IP. El operador Comcast tiene previsto desplegar *Set Top Boxes* (STB) que sean capaces de recibir contenidos tanto desde un *stream* de vídeo como desde dentro de un canal DOCSIS 3.0. El vídeo sobre DOCSIS 3.0 se puede combinar con SDV para mejorar la eficiencia.

Las estrategias anteriores que se basan en el aprovechamiento de la infraestructura de acceso existente. Sin embargo, los operadores cuentan también con la posibilidad de acercar físicamente los nodos HFC a los hogares, desplegando fibra hasta puntos más cercanos al usuario (*fiber deep*) y empleando nodos HFC más pequeños que atiendan a un menor número de usuarios. Mientras que los nodos HFC típicos soportan al menos 250 usuarios, es posible desplegar nodos HFC de 125 o 62 usuarios. No obstante, en muchos casos será más eficiente emplear nodos más grandes y aprovechar el espectro liberado con el paso a la televisión digital.

Como en el caso de las redes xDSL, es posible considerar una evolución de las redes de cable hacia FTTH/FTTB. Dado que la fibra óptica en las redes HFC puede encontrarse muy cerca de los usuarios en ciertas zonas, puede resultar más eficiente desplegar una fibra hasta el usuario o el edificio, especialmente en zonas empresariales. Sin embargo, no se trataría de una opción masiva, ya que como se ha señalado el cable coaxial proporciona ancho de banda suficiente. Charter Communications (tercer operador de cable de Estados Unidos) basa su oferta comercial de datos en un 70% en DOCSIS y en un 30% en FTTP [10]. Asimismo algunos suministradores están planteando arquitecturas FTTH alternativas a la de HFC para zonas uni-vivienda que según sus estimaciones son un 20% más baratas que la solución HFC equivalente [41].

5.3. Operadores incumbentes

Las estrategias de despliegue de las nuevas redes de acceso de los operadores incumbentes dependen de la situación concreta en cada país y no resultan fácilmente replicables en diferentes mercados. Pueden identificarse varios elementos que condicionan la estrategia de un operador incumbente y dan lugar a tres estrategias diferentes:

- La dinámica competitiva del mercado, que determinará los ritmos de inversión y la validez de los modelos de negocio de los distintos agentes.
- La topología de la red existente, que determina la tecnología más apropiada en cada caso, influyendo sobre las inversiones y los modelos de negocio asociados.

La primera estrategia plantea la expansión de la cobertura ADSL2+. Esta opción consigue capacidades suficientes para la demanda actual, requiere bajas inversiones y su desarrollo es relativamente rápido. Esta estrategia limita la capacidad máxima que puede ofrecerse, haciendo al operador más vulnerable a la competencia en infraestructuras con nuevas redes (cable o inalámbrica). BT (Reino Unido) representa el principal exponente de la estrategia de expansión de ADSL2+.

La segunda estrategia plantea la evolución hacia arquitecturas FTTN/VDSL que permitan mayores anchos de banda. La transformación de la red requiere en la mayoría de los casos la ubicación de bastidores VDSL en armarios situados en la calle. Los costes de inversión dependerán fundamentalmente de la longitud actual de los pares, de la existencia de armarios en las calles y del perfil de vivienda y pobla-

ción. Entre los operadores que están actualmente desplegando arquitecturas FTTN/VDSL se encuentran KPN (Holanda), AT&T (Estados Unidos), Belgacom (Bélgica) y Deutsche Telecom (Alemania). En el caso de España, la red de Telefónica cuenta con un alto porcentaje de pares cortos que permitirían un despliegue parcial de VDSL con ubicación de los bastidores en la central. Sin embargo, la ausencia de armarios en las calles en la topología actual de la red de pares de cobre en España encarecería un despliegue basado en la arquitectura FTTN/VDSL.

El despliegue de redes FTTN/VDSL supone un paso intermedio entre el actual ADSL2+ y la fibra hasta el hogar. Esto supone una estrategia de corto/medio plazo, que acelera el retorno de la inversión y reduce las incertidumbres. Sin embargo, es posible que el despliegue de la red VDSL aumente el coste y la complejidad de una evolución posterior a infraestructuras FTTH, ya que las infraestructuras necesarias en ambos casos son diferentes y el modelo de despliegue también difiere.

La tercera estrategia plantea el despliegue de redes de fibra hasta el hogar. Esta opción puede venir motivada por una fuerte presión competitiva (cable o nuevos entrantes), por la menor rentabilidad de un despliegue basado en VDSL o por la importante reducción de los costes operativos. Esta estrategia requiere importantes inversiones que derivan en modelos de negocio a más largo plazo. Algunos de los operadores que han planteado esta estrategia son France Telecom (Francia), NTT (Japón), Korea Telecom (Corea) y Verizon (Estados Unidos). La estrategia basada en FTTH se combinará en muchos casos con despliegues basados en FTTB. La dificultad que supone el despliegue de fibra en el interior de los edificios que no sean de nueva o reciente construcción puede aconsejar desplegar la fibra hasta el edificio y aprovechar el cableado interior de cobre para proporcionar el servicio a los hogares.

En general podemos esperar un enfoque pragmático por parte de la mayoría de los operadores incumbentes europeos. Los despliegues utilizarán una combinación de arquitecturas que permitan adoptar en cada situación la mejor solución en términos de coste y rentabilidad.

5.4. Operadores móviles

Los operadores móviles han comenzado a ofrecer servicios de banda ancha móvil basados en la tecnología HSDPA. En una primera fase, el servicio se ofreció a los clientes de empresa, si bien en la actualidad existen también ofertas para clientes residenciales. Por el momento los operadores móviles ofrecen el servicio HSDPA mayoritariamente en tarjetas y módem USB para ordenadores portátiles, lo que limita su desarrollo. No obstante, existen ya terminales móviles con capacidad HSDPA que son ofrecidos por operadores como Telstra, Telecom Italia y AT&T Wireless.

Para popularizar el acceso móvil a Internet los operadores han introducido tarifas planas con un límite de *fair play* que oscila entre 1 GB y 5 GB al mes. Para el usuario con menos necesidades se ofrecen también otras opciones más baratas con un límite desde 30 MB.

Por el momento HSDPA no se percibe como sustituto de ADSL sino como un servicio complementario en entornos móviles. Sin embargo, es destacable el caso de Austria, donde todos los operadores móviles ofrecen servicios HSDPA y han conseguido captar en conjunto el 17% del mercado de banda ancha. El principal operador Mobilkom ha vendido 140.000 tarjetas HSDPA en 2006. Mobilkom ha lanzado recientemente servicios HSDPA a 7,2 Mbps y HSUPA a 1,4 Mbps. Tanto Telefónica como Vodafone han lanzado en España servicios HSDPA y HSUPA similares a los lanzados por Mobilkom en Austria.

Los operadores en Europa no se han mostrado muy interesados en la tecnología WiMAX, como demuestra el resultado de las asignaciones de espectro para WiMAX celebradas en Alemania y Francia. DT no llegó a la última fase de la subasta alemana y FT obtuvo una asignación testimonial en el concurso

francés. Una excepción es Telefónica que ha adquirido una participación del 51% en el operador Iberbanda, aunque su objetivo está dirigido a la prestación del servicio fijo en zonas rurales, y no tanto a la prestación de servicios móviles. La situación es diferente en Estados Unidos donde Sprint va a ofrecer servicios WiMAX a partir del año 2008. Los operadores que están apostando por WiMAX son aquellos que no disponen de redes UMTS o redes CDMA evolucionadas (CDMA 2000 1X EV-DO), y por tanto no pueden introducir servicios de banda ancha en sus redes móviles.

Parece claro que en Europa la evolución de la banda ancha móvil seguirá el camino del HSDPA y sus variantes (HSUPA, HSPA, HSPA+). Los operadores móviles europeos consideran que ahora mismo la tecnología GSM/UMTS está más avanzada y es más eficiente que la proporcionada por WiMAX.

El previsible despliegue de nanoceldas, picoceldas y femtoceldas tanto en oficinas como en el segmento residencial podría tener una gran influencia en la situación de los agentes, en aspectos tanto regulatorios como competitivos, que deberán ser objeto de análisis.

5.5. Agentes de Internet

Los agentes de Internet (Google, Yahoo!...) basan su actual modelo de negocio en la publicidad, por lo que están presentes en aquellos servicios, contenidos y aplicaciones en los que la publicidad es la principal fuente de ingresos: buscadores, agregación de contenidos informativos, directorios, etc. La *Figura 18* muestra la posición de los agentes de Internet en la cadena de valor asociada a los contenidos sobre redes de banda ancha.

Figura 18. Cadena de valor de contenidos sobre banda ancha



Fuente: Elaboración propia

Estos agentes se habían mostrado hasta ahora más interesados en la agregación de contenidos corporativos que en la de los contenidos personales. Sin embargo, el auge de los servicios de contenidos personales (YouTube, MySpace,...), *blogs* y redes de comunidades está llevando a que los agentes de Internet se interesen por este mercado. La razón de este interés debe buscarse en las posibilidades de ingresos publicitarios y de venta de contenidos, ya que estos portales reciben actualmente más visitas que los portales generalistas.

Estos agentes han mostrado reticencias ante los nuevos despliegues de redes de acceso por parte de los operadores de telecomunicación. Sin duda el mayor ancho de banda disponible para los usuarios y el mayor desarrollo del mercado no pueden sino beneficiar a este tipo de agentes. Las reticencias deben

explicarse por la desconfianza sobre las limitaciones que los operadores podrían poner a servicios de otros agentes sobre las nuevas redes. Estas reticencias se han manifestado a través del debate sobre la neutralidad de la red que se ha desarrollado en los últimos meses.

No es previsible que los operadores de telecomunicación tengan interés en limitar el acceso a contenidos o servicios que dotan de utilidad y atractivo a los accesos de banda ancha de sus clientes. En cualquier caso, agentes de Internet y operadores deberán encontrar modelos de negocio que incentiven tanto el desarrollo de nuevos servicios, como la inversión en las nuevas redes.

5.6. Proveedores de contenidos

Los propietarios de los contenidos (editoras, productoras discográficas y cinematográficas y distribuidoras de videojuegos), han renunciado hasta ahora a distribuir directamente sus contenidos a través de Internet. En este escenario han surgido grandes proveedores especializados que mantienen relaciones directas con la industria de contenidos, se encargan de la gestión de los derechos digitales y poseen una infraestructura que permite almacenar y gestionar un gran número de contenidos procedentes de diferentes compañías propietarias de los derechos de explotación.

Estas compañías especializadas en muchos casos funcionan como agregadores y licencian contenidos a proveedores más pequeños o a otros agentes tales como operadores o ISPs. En el escenario internacional existen importantes proveedores para todo tipo de contenidos: música (Rhapsody, Napster, Music Net), vídeo (CinemaNow, Movielink) y juegos (Pogo, Zylom, WorldWinner). Debe destacarse el caso de Apple con su servicio *iTunes* que sin ser un proveedor de contenidos propiamente dicho, es el principal agente en la venta de música y series de televisión.

En general el desarrollo de los proveedores de contenidos no es uniforme. El mercado de la música está muy desarrollado con una oferta que sustituye ventajosamente a la venta física de CDs y dispone de proveedores consolidados. En el caso de los contenidos cinematográficos el mercado está aún inmaduro, de manera que aún no existe un modelo de negocio probado que sea competitivo con el DVD. Por otro lado, el peso de los grandes proveedores no es significativo respecto al mercado cinematográfico global, y han comenzado a surgir otros agentes alternativos como Amazon, Microsoft y la propia Apple.

Los contenidos, y en particular los contenidos de vídeo son sin duda los grandes tractores de la demanda de banda ancha. Las posibilidades que las nuevas redes de acceso ofrecerán para la distribución digital de contenidos permiten aventurar que los proveedores de contenidos jugarán un papel muy relevante en el desarrollo del mercado. Los modelos de negocio que incentiven la inversión en las nuevas redes y potencien la distribución digital de contenidos previsiblemente se basarán en la diferenciación por diferentes calidades de servicio.



6. Escenarios de mercado⁷

El sector español de las telecomunicaciones ha vivido un año 2006 marcado por el crecimiento sostenido en los mercados de banda ancha y telefonía móvil, que se han mantenido como los motores de desarrollo del sector. El mercado de banda ancha ha sumado más de 1,7 millones de nuevos clientes, alcanzando un crecimiento anual del 34%, mientras la telefonía móvil ha mantenido el ritmo de crecimiento en usuarios del año anterior incorporando cerca de 3,5 millones de nuevos usuarios, con un crecimiento del 8%, lo que ha permitido superar el 102% de penetración sobre la población española.

Sin duda, el crecimiento de la población con tasas por encima del 2%, derivado de la incorporación de población inmigrante, y el particular dinamismo del mercado inmobiliario español, capaz de incorporar más de medio millón de nuevas viviendas cada año, dibuja un panorama de crecimiento con unas pautas diferentes a las que pueden observarse en otros países de nuestro entorno. Estas pautas sociodemográficas, unidas al crecimiento de la economía, aún cuando puede preverse que no mantendrán los mismos ritmos en el período 2007 – 2011, sí permitirán mantener tendencias de crecimiento.

Tabla 5. Magnitudes Sociodemográficas

	2004	2005	2006E	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Población (millones)	42,7	44,1	45,1	45,9	46,6	47,3	48,0	48,6
Hogares (millones)	15,3	15,6	15,9	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6
Viviendas (millones)	22,4	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	25,9

Fuente: INE, elaboración propia

El análisis prospectivo de la banda ancha en el período 2007-2011 toma como punto de partida la evolución de los accesos de telefonía fija y telefonía móvil para proyectar diferentes escenarios de evolución de la banda ancha en España. En este análisis se profundiza en dos aspectos que jugarán un papel particularmente relevante en la evolución del mercado, la banda ancha móvil y el despliegue de redes de acceso de nueva generación. Por su particular impacto en la evolución del mercado de banda ancha, se incorpora el análisis de la evolución de la TV de pago en España.

⁷ Este apartado ha sido elaborado por María Rotondo y Juan Luis Redondo.

6.1. Accesos de telefonía fija y móvil

El mercado de accesos de telefonía fija alcanzó un crecimiento del 2,1% en el año 2006. Este dato sin duda contrasta con la tendencia de reducción de accesos de telefonía fija en otros mercados europeos, impulsada por la aceleración en el proceso de sustitución fijo-móvil para el servicio de voz. Aún cuando puede preverse que a pesar del entorno favorable propiciado por la tasa de creación de nuevas viviendas y hogares, se producirá una progresiva desaceleración en el crecimiento de accesos fijos, en el marco temporal contemplado en el modelo, se espera superar los 19,5 millones de accesos en el año 2011.

En el mercado de telefonía móvil la proyección nos lleva a plantear que se podría alcanzar una penetración sobre población entre el 120%-130% en el año 2011. Aún cuando el modelo muestra importantes crecimientos anuales en la base de clientes, debe considerarse el marco temporal 2007-2011 como un período caracterizado por la erosión del ARPU de voz, y la necesidad de rentabilizar las inversiones realizadas en UMTS extendiendo los usos de la banda ancha móvil. El año 2007 se ha iniciado con la intensificación de la dinámica competitiva en el entorno de la conectividad móvil, el lanzamiento de Yoigo y de los operadores móviles virtuales. Desde el punto de vista de los servicios, debe destacarse la tendencia hacia la movilización del correo, y el acceso a los contenidos en el móvil, muy en particular la música. El ARPU derivado de los nuevos servicios de datos, marcará la evolución de este sector en los próximos años. Las previsiones de accesos fijos y móviles se muestran en la *Tabla 6* y en la *Figura 19*.

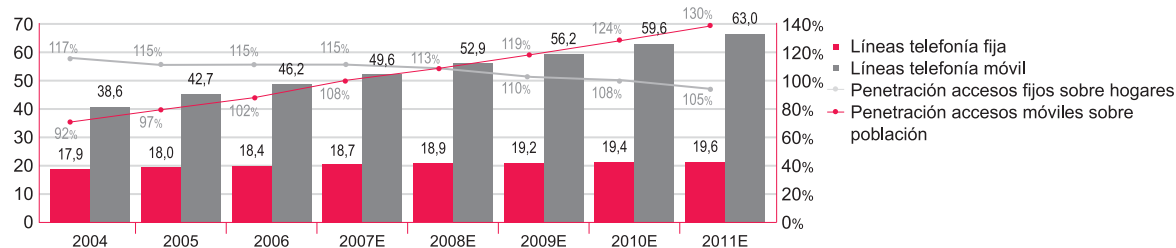
Tabla 6. Previsiones del mercado de accesos de telefonía fija y móvil

	2004	2005	2006	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Líneas T.Fija (miles)	17.934	18.003	18.384	18.684	18.934	19.184	19.384	19.584
% Variación		0,4%	2,1%	1,6%	1,3%	1,3%	1,0%	1,0%
% Hogares	117%	115%	115%	115%	113%	110%	108%	105%
Líneas T.Móvil (miles)	38.646*	42.712	46.169	49.569	52.869	56.169	59.569	62.969
% Variación	4%	11%	8%	7%	7%	6%	6%	6%
% Población	92%	97%	102%	108%	113%	119%	124%	130%

(*) En 2004 TEF Móviles España ajustó criterio eliminando 1,3m. de tarjetas SIM

Fuente: CMT, Operadores, elaboración propia

Figura 19. Accesos de telefonía fija y móvil (millones) y penetración del servicio (%)



Fuente: CMT, Operadores, elaboración propia

6.2. Banda Ancha Fija

En el periodo 2007–2011 asistiremos a decisiones e iniciativas particularmente relevantes para el futuro del mercado de la banda ancha fija en España. Este periodo debe ser testigo de la apuesta por la transformación de la red de acceso de la actual red de pares de cobre a una red basada en fibra y por la extensión de la cobertura del cable.

6.2.1. Marco General del Mercado

El modelo estima que se superarán los 12,9 millones de accesos de banda ancha fija en el 2011 frente a los 6,7 millones alcanzados en el 2006, lo que se traduce en una penetración del 70% en términos de la relación “accesos banda ancha fija/hogares”

La evolución del mercado de banda ancha en el periodo 2007-2011 estará muy condicionada por las inversiones que acometan en nueva infraestructura de acceso basada en fibra tanto Telefónica, como los operadores que basan su oferta en la desagregación de bucle. Igualmente, en la evolución de este mercado debe valorarse con particular atención la evolución del cable, que estará marcada por la estrategia de ONO como principal agente. La estrategia de ONO está en estos momentos centrada en la integración de Auna y la maximización de la rentabilidad. El modelo plantea un escenario con un despliegue moderado por parte de los operadores de cable, con ampliaciones de cobertura en torno a 500.000 nuevos hogares por año en el periodo 2007 - 2010, de forma que alcanzaríamos cerca de 10 millones de hogares pasados por cable en el año 2011 frente a los 7,4 millones en 2006.

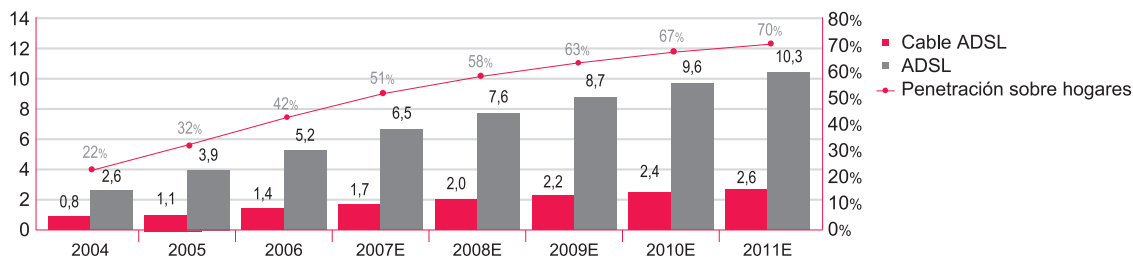
Las proyecciones realizadas para el mercado de banda ancha fija para las distintas tecnologías se recogen en la *Tabla 7* y en la *Figura 20*.

Tabla 7. Previsiones del mercado de accesos de banda ancha fija

	2004	2005	2006	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Accesos BA Fija (miles)	3.401	5.035	6.690	8.290	9.690	10.990	12.090	12.990
% Población	8%	11%	15%	18%	21%	23%	25%	27%
% Hogares	22%	32%	42%	51%	58%	63%	67%	70%
% Viviendas	15%	22%	28%	34%	39%	44%	47%	50%
Nuevas adiciones	1.106	1.634	1.655	1.600	1.400	1.300	1.100	900
% Incr.	12%	48%	1%	-3%	-13%	-7%	-15%	-18%
Por Tecnología(miles)	3.401	5.035	6.690	8.290	9.690	10.990	12.090	12.990
Cable MODEM	792	1.053	1.353	1.673	1.953	2.213	2.433	2.613
ADSL	2.605	3.861	5.243	6.523	7.643	8.683	9.563	10.283
% Nuevas adiciones		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Cable MODEM		16%	18%	20%	20%	20%	20%	20%
ADSL		77%	84%	80%	80%	80%	80%	80%

Fuente: CMT, Operadores, elaboración propia

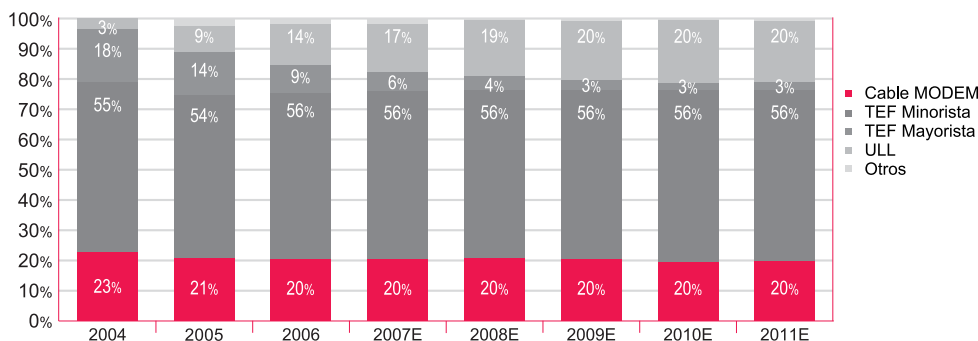
Figura 20. Accesos de banda ancha fija por tecnologías (millones)



Fuente: CMT, Operadores, elaboración propia

La Figura 21 detalla la evolución de la distribución de las distintas tipologías en los accesos de banda ancha fija. Se puede apreciar una tendencia de sustitución de las ofertas mayoristas ADSL por la desagregación del bucle, sin que dicha tendencia modifique la distribución de los accesos de banda ancha por tecnologías, que se mantendrá en una proporción del 20% para cable y 80% para xDSL en el periodo considerado.

Figura 21. Distribución de tipología de acceso de banda ancha (%)



Fuente: CMT, Operadores, elaboración propia

6.2.2. Escenarios Prospectivos

La evolución tanto del cable como de la nueva infraestructura de acceso basada en fibra definirá un nuevo escenario competitivo. La evolución de las redes de acceso debe analizarse no sólo en términos de cobertura, sino también en relación con las diferentes velocidades y capacidades que se ofrecerán en diferentes geografías del mercado español.

En esta nueva dinámica competitiva puede afirmarse que el mercado de banda ancha se fragmentará en dos mercados diferenciados. El primero de ellos se corresponderá con el mercado tradicional de banda ancha, de cobertura masiva y velocidades por debajo de 25 Mbps. Este mercado se define bajo las prestaciones que pueden ofrecerse actualmente con las tecnologías ADSL2+ y DOCSIS 2.0. El segundo mercado vendrá definido por la cobertura de las nuevas redes de acceso que permiten ofrecer velocidades por encima de los 25 Mbps. El despliegue de estas nuevas redes se realizará a lo largo de un periodo prolongado, y los inhibidores y facilitadores analizados en el capítulo 4 condicionarán la amplitud y velocidad del despliegue de estas nuevas redes.

Dadas las actuales incertidumbres sobre la evolución de la red de acceso, se realiza un análisis prospectivo basada en la definición de tres escenarios. El escenario más optimista plantea alcanzar una cobertura del 40% en el año 2011 de clientes con capacidad de acceder a velocidades por encima de los 25 Mbps. Esta cobertura permitirá superar la cifra de 1.850.000 clientes en este nuevo mercado de banda ancha en el año 2011, lo que supone un 14% del mercado conjunto de banda ancha.

Este escenario podrá alcanzarse si la regulación permite abordar los despliegues de acuerdo a condiciones realistas de mercado, si los costes de despliegues pueden rebajarse de forma significativa gracias al aporte de nuevas tecnologías de despliegues y a mejoras en la ingeniería de red, y si los diferentes agentes son capaces de lanzar nuevos servicios en condiciones atractivas para los usuarios, que requieran anchos de banda por encima de los 25 Mbps. Entre estos servicios, sin duda la difusión de la TV de alta definición tendrá un efecto muy directo en la capacidad de alcanzar las cifras fijadas en este escenario. Los escenarios considerados pueden encontrarse en: *Tabla 8 - Tabla 10*.

Tabla 8. Escenario Optimista

	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Accesos BA (miles)	8.283	9.683	10.983	12.083	12.983
Hogares Pasados (> 25 Mbps)	500	1.500	3.200	5.200	7.400
% Hogares Pasados / Hogares	3%	9%	18%	29%	40%
Clientes > 25 Mbps (miles)	50	225	544	1.144	1.850
% Clientes / Accesos BA	1%	2%	5%	9%	14%

Fuente: Elaboración propia

El escenario pesimista asume hipótesis más conservadoras. Si el entorno regulatorio fija condiciones de despliegue que impidan que éste pueda adaptarse a la demanda y rentabilidad real del mercado, si los costes de despliegue no descienden a la velocidad que aventuran los proveedores, o si los operadores no encuentran servicios y modelos de negocio que atraigan a los usuarios y permitan aspirar a una mayor rentabilidad de las inversiones, el despliegue será mucho más lento. En estas condiciones la proyección estima una cobertura del 16% y 750.000 clientes en el año 2011.

Tabla 9. Escenario Pesimista

	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Accesos BA (miles)	8.283	9.683	10.983	12.083	12.983
Hogares Pasados (> 25 Mbps)	150	500	1.200	2.000	3.000
% Hogares Pasados / Hogares	1%	3%	7%	11%	16%
Clientes > 25 Mbps (miles)	15	75	204	440	750
% Clientes / Accesos BA	0%	1%	2%	4%	6%

Fuente: Elaboración propia

El escenario intermedio presupone que los operadores podrán desplegar las nuevas redes de acuerdo a condiciones comerciales y de rentabilidad adecuada utilizando en cada situación las tecnologías más adecuadas. Los costes de despliegue bajarán facilitando mejorar los planes de negocio asociados a los despliegues, pero los nuevos servicios, en particular la TV de alta definición tendrán una lenta consolidación en el período 2007-2011. En este escenario el modelo estima una cobertura de los 25% y más de 1.100.000 clientes.

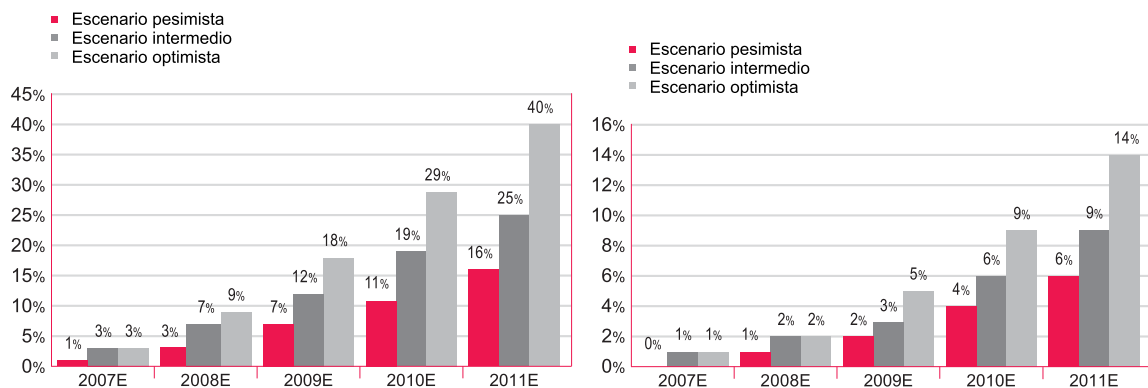
Tabla 10. Escenario Intermedio

	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Accesos BA (miles)	8.283	9.683	10.983	12.083	12.983
Hogares Pasados (> 25 Mbps)	450	1.250	2.150	3.350	4.650
% Hogares Pasados / Hogares	3%	7%	12%	19%	25%
Clientes > 25 Mbps (miles)	45	188	366	737	1.163
% Clientes / Accesos BA	1%	2%	3%	6%	9%

Fuente: Elaboración propia

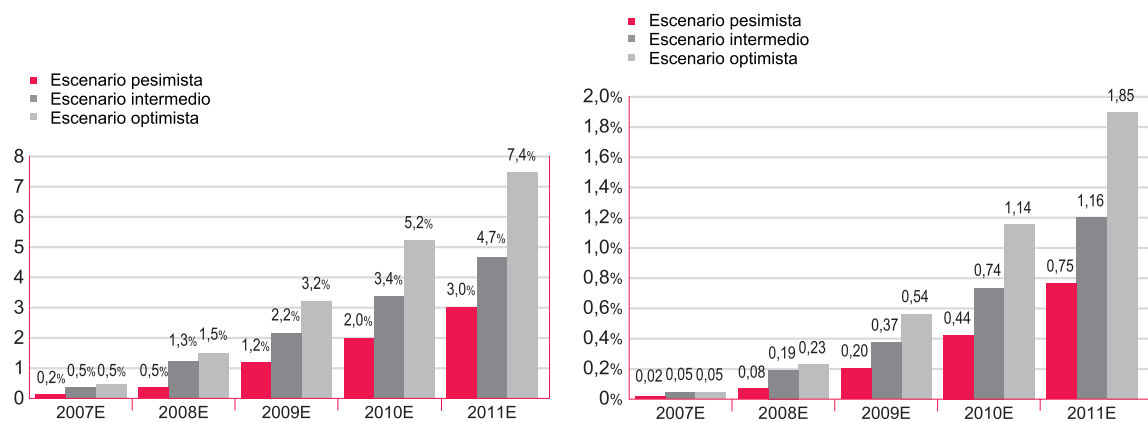
Las siguientes figuras recogen de forma gráfica los escenarios planteados:

Figura 22. Hogares pasados sobre el total de hogares (%) / Clientes sobre el total de accesos (%)



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Hogares pasados (millones) / Hogares conectados (millones)



Fuente: Elaboración propia

6.3. Banda Ancha Móvil

En el período 2007-2011 no sólo asistiremos a la amplia generalización de los accesos de banda

ancha fija, sino también a la progresiva implantación de la banda ancha móvil en España. La demanda y posibilidades de la banda ancha no pueden restringirse a aquellas ofrecidas por las tecnologías de banda ancha fija. Las tecnologías móviles emergentes jugarán en este período un papel de importancia creciente para proporcionar accesos de banda ancha en entornos tanto fijos como móviles.

La irrupción en el año 2007 de la tecnología HSDPA ha aportado una dosis de optimismo sobre las oportunidades del mercado de banda ancha móvil. La rapidez con la que los operadores están desplegando esta tecnología en España y los signos de aceleración en los despliegues y coberturas de UMTS, junto a las cifras iniciales de aceptación por parte de los usuarios de las ofertas de servicios como la movilización del correo sobre *Smartphones* o las de conectividad basadas en HSDPA pueden suponer un punto de inflexión sobre las decepciones sobre anteriores expectativas.

La valoración de otras tecnologías como WiMAX lleva inicialmente a considerar que no tendrán un impacto importante en España en el período 2007-2011, más allá de mercados de nicho en banda ancha fija/nómada en zonas fuera de cobertura de las tecnologías de banda ancha fija. La aparición de equipos bajo el estándar de WiMAX que soporten movilidad (802.16e) no se espera hasta el 2009, y su generalización en el mercado de banda ancha móvil, si la tecnología HSPA se consolida, plantea interrogantes tanto en lo que respecta a la asignación de espectro como a su viabilidad económica.

En el debate sobre la complementariedad o competencia de la banda ancha fija y la banda ancha móvil actualmente hay un amplio consenso en considerar ambos tipos como opciones complementarias. Sin duda esta es la situación a día de hoy, y la que previsiblemente se mantendrá a corto y medio plazo. Debe considerarse que la banda ancha móvil viene a satisfacer la demanda de acceso a información y entretenimiento en movilidad, tanto para el mercado de consumo como el de empresas, lo que supone un mercado nuevo y diferente al que actualmente se dirige la banda ancha fija.

Aún con este planteamiento de complementariedad, en un horizonte más allá del 2010, dependiendo del grado de aceptación y penetración que alcance la banda ancha móvil, puede afirmarse que establecerá un techo para el crecimiento de la banda ancha fija. Al igual que el proceso de generalización de la voz móvil y el *premium* que los usuarios siguen otorgando a la movilidad ha supuesto un techo para el crecimiento de la telefonía fija en España, puede predecirse un comportamiento equivalente si la banda ancha móvil llega a alcanzar altos niveles de aceptación y penetración. En niveles bajos o moderados la complementariedad seguirá siendo la norma. El diferencial de precios y prestaciones de la banda ancha móvil respecto a la banda ancha fija, los modelos de tarificación y la generalización de las tarifas planas con menores restricciones modularán el grado de complementariedad o sustitución de la banda ancha móvil.

Proyectar y predecir la evolución del mercado de banda ancha móvil en España plantea las incertidumbres asociadas a cualquier mercado aún incipiente. En el modelo planteado la proyección de la banda ancha móvil se realiza a partir de las proyecciones de dispositivos con capacidad de conectividad de banda ancha móvil. Las estimaciones sobre el mercado de banda ancha móvil se detallan en la *Tabla 11* y en la *Figura 24*.

Las estimaciones se realizan sobre dos supuestos diferentes. Uno de ellos considera los dispositivos tipo PC portátil que pueden incorporar conectividad a través de tarjetas PCMCIA, módem USB o *chipset* integrados en el propio PC portátil. Sobre el total de dispositivos portátiles el modelo considera que en 2011 la banda ancha móvil llegará a alcanzar un 52% de penetración, con más de 7,5 millones de accesos. Probablemente este mercado no sería suficiente para considerar una amplia difusión de la banda ancha móvil. Al mercado asociado a los PC portátiles debe sumarse el de los dispositivos tipo *Smartphone*. Sería un error restringir las posibilidades de la banda ancha móvil a un modelo centrado en el PC. En el período 2007-2011 aparecerán muchos otros dispositivos orientados a proporcionar a los

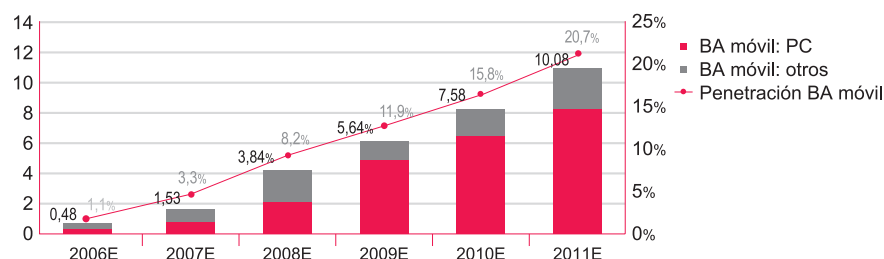
usuarios acceso personalizado a información y entretenimiento en movilidad. Dispositivos como *Blackberrys*, *PDA*s y *Smartphones* han mostrado las posibilidades de este modelo de banda ancha en movilidad personalizada, inicialmente dirigidas al mercado de empresas y al servicio de correo electrónico. Nuevas posibilidades y dispositivos dirigidos al mercado de entretenimiento y a nuevos servicios para el mercado de empresas impulsarán este mercado, que se prevé que sume 2,5 millones de accesos de banda ancha móvil en el 2011. En total, el modelo prevé unos 10 millones de accesos de banda ancha móvil en el año 2011, lo que supone una cifra muy relevante, incluso comparada con la penetración esperada de la banda ancha fija para este mismo periodo.

Tabla 11. Previsiones del mercado de accesos de banda ancha móvil

	2006E	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
PCs (000)	15.331	16.828	18.478	20.278	22.278	24.278
PC Portátil (000)	4.724	6.224	8.024	10.024	12.224	14.424
Clientes BA Móvil PC (000)	359	1.239	3.172	4.494	5.957	7.556
% PC Portátil	8%	20%	40%	45%	49%	52%
Clientes BA Móvil Otros (000)	116	294	671	1.143	1.620	2.519
Total BA Móvil (000)	475	1.533	3.843	5.637	7.577	10.075

Fuente: Gartner, Microsoft, estimaciones propias

Figura 24. Accesos de banda ancha móvil por tipo de dispositivos (millones) y penetración sobre población (%)



Fuente: Gartner, Microsoft, elaboración propia

A esta cifra debe añadirse la penetración esperada de los terminales móviles con conectividad 3G o superior que también ofrecen posibilidades de conectarse y navegar por Internet, acceder a contenidos multimedia, o actuar como módem para proporcionar conectividad a otros dispositivos. Para el año 2011, en el mercado español se espera que el 85% de los terminales móviles sean UMTS.

6.4. Televisión de Pago

La televisión de pago vive una situación de profunda transformación. Previsiblemente en el periodo 2007 – 2011 asistamos no solo a la consolidación de nuevas formas de televisión, como la Internet TV, sino a la redefinición del propio concepto y perímetro del mercado de TV de Pago. De unas fronteras claramente definidas entre una televisión en abierto, financiada por los ingresos de publicidad, y una televisión de pago, financiada por las cuotas de suscripción y los pagos por eventos, se abrirán paso nuevos modelos mixtos, con televisiones sin cuotas de suscripción, pero con opciones de pago por eventos. El modelo de triple play del mercado francés, en el que la televisión básica siempre forma parte de la oferta de los operadores de telecomunicación para sus clientes de banda ancha, con un número reducido de canales, pero con opciones de accesos a servicios *premium* y vídeo bajo demanda, o el modelo de TDT

italiano donde la televisión en abierto se combina con opciones de pago por eventos, son sólo algunos ejemplos de modelos donde las fronteras entre la televisión en abierto y la televisión de pago empiezan a desdibujarse.

La proyección del mercado de TV de Pago no se realiza en base a varios escenarios, sino que presupone un escenario intermedio en el que el impacto de nuevos modelos de televisión, en particular de la Internet TV es limitado. El mercado de TV de pago tal y como se define actualmente presupone un modelo en el que el usuario paga una cuota al operador que le proporciona acceso a una parrilla de canales. El modelo de Internet TV puede entenderse como un modelo de televisión en abierto alternativo al tradicional basado en difusión por el medio aéreo. Adicionalmente, los contenidos en el modelo de Internet TV pueden ser también de pago, pero en este caso el pago no se realiza al operador que proporciona el acceso, sino al proveedor de los contenidos a través de un portal. En este caso, si se considera que el futuro de la televisión de pago puede asimilarse al de la música por Internet, las proyecciones de demanda dibujarían un escenario muy diferente al que recoge este apartado. El desarrollo de la Internet TV fijará un techo al crecimiento de la TV de pago tradicional, ya que puede llegar a contar con una penetración y demanda de millones de usuarios. La velocidad de implantación de este modelo de televisión puede ser uno de los factores más condicionantes en la evolución del mercado de TV de pago.

Las previsiones del mercado de TV de pago, de acuerdo con el escenario intermedio de evolución continuista previsto se muestran en la *Tabla 12*.

Tabla 12. Previsiones del mercado de televisión de pago⁸

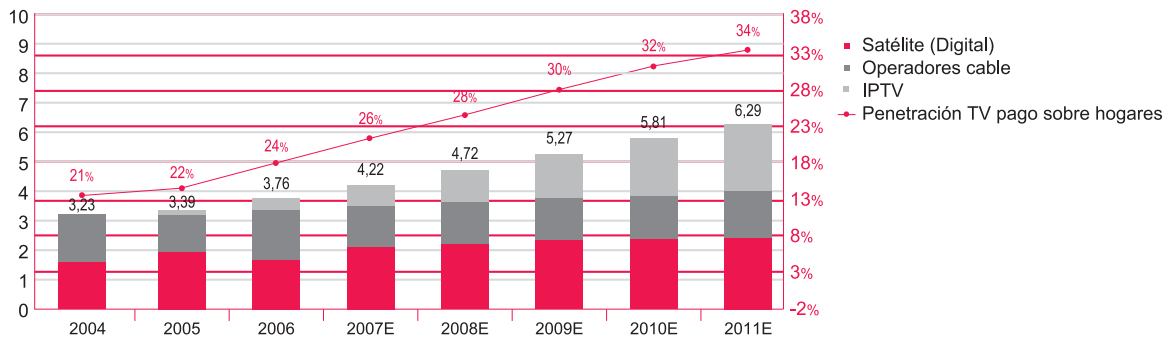
	2004	2005	2006	2007E	2008E	2009E	2010E	2011E
Clientes TV Pago (000)	3.229	3.385	3.762	4.218	4.724	5.272	5.810	6.290
% Incr		5%	11%	12%	12%	12%	10%	8%
% Hogares	21%	22%	24%	26%	28%	30%	32%	34%
Satélite (Digital)	2.099	1.960	2.044	2.142	2.232	2.319	2.369	2.419
Operadores cable	1.124	1.219	1.322	1.391	1.422	1.477	1.528	1.609
Accesos TV Cable sobre Accesos Cable	52%	56%	54%	53%	51%	50%	49%	49%
IPTV	6	206	396	685	1.070	1.476	1.913	2.262
Accesos IPTV sobre Accesos ADSL	0%	5%	8%	11%	14%	17%	20%	22%

Fuente: CMT, Operadores, estimaciones propias

La penetración de la TV de pago en España se encuentra en torno al 24% en términos de hogares, muy por debajo de la media Europea. En el año 2006 hemos asistido a un cierto impulso en el crecimiento con una tasa del 11% de crecimiento en número de usuarios, muy superior por lo tanto al 5% registrado en el 2005. Como catalizadores para esta aceleración en el crecimiento está actuando el lanzamiento por parte de los operadores de telecomunicaciones de ofertas empaquetadas que incluyen TV. La *Figura 25* presenta la evolución del mercado de TV de pago y la penetración sobre el número total de hogares.

⁸ Los datos correspondientes al periodo 2004-2006, procedentes de la CMT, incluyen otros servicios de televisión por cable basados en plataformas "alegales". En las estimaciones a partir de 2007 no se incluyen tales servicios. Como referencia, en el informe anual de la CMT correspondiente al año 2006 los abonados bajo el epígrafe "Resto" (que incluiría las plataformas "alegales") totalizan 125.839.

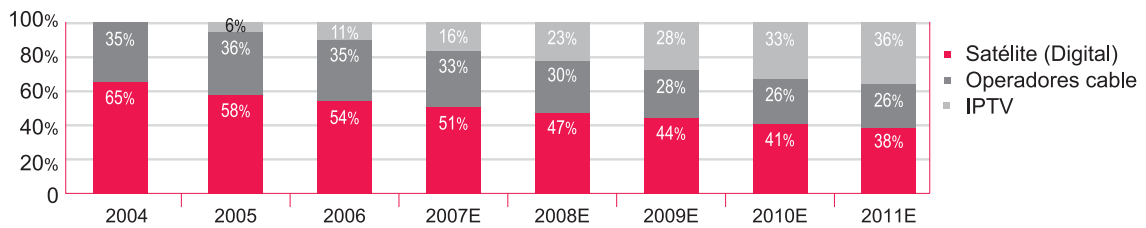
Figura 25. Clientes TV de pago (millones) y penetración sobre hogares (%)



Fuente: Elaboración propia

En lo que se refiere a crecimiento futuro, el modelo nos lleva a estimar una penetración de la TV de pago en torno al 35% en términos de hogares en el 2011. La opción de satélite mostraría un lento crecimiento, mientras que el cable y la IP-TV captarían importantes cuotas de clientes en este período, como puede observarse en la Figura 26. En este escenario, el posicionamiento de Digital+ debe considerarse como una de las principales incógnitas para estimar la evolución del mercado. La posibilidad de que Sogecable reoriente su actividad hacia el suministro de contenidos a todas las plataformas, modificando el posicionamiento del satélite, de una opción de gama alta y contenidos de alta calidad, a una opción complementaria, en particular para las zonas fuera de la cobertura del cable o la IP-TV, supondría un cambio sustancial en el mercado de la televisión de pago en España. Puede valorarse como probable la aparición de esta situación en el período analizado.

Figura 26. Tecnologías de TV de pago (%)



Fuente: Elaboración propia

Las recomendaciones recogidas en este capítulo ponen de manifiesto que el despliegue de las nuevas redes de banda ancha exigirá del impulso y convencimiento de todos los agentes. Las administraciones públicas, los reguladores, los operadores y los agentes del mundo de los contenidos, Internet y la electrónica de consumo, deben buscar el objetivo común de acelerar el desarrollo del mercado de la banda ancha en España.

7.1. Ayuntamientos

Los ayuntamientos juegan un papel crítico en el despliegue de infraestructuras al depender de ellos las autorizaciones para los trabajos en calle (planta externa y construcción de emplazamientos). La actitud de los ayuntamientos debe evolucionar de una visión de las redes de telecomunicación como fuentes de conflictos y generadoras de ingresos por el pago de tasas, a una percepción de estas infraestructuras como activos diferenciales de la competitividad y el desarrollo económico del municipio.

Infraestructuras fijas

1. Reducir los trámites administrativos y las tasas aplicadas a las canalizaciones y tendido de nuevas redes. Dadas las incertidumbres que plantea el despliegue de las nuevas redes de banda ancha y la no uniformidad geográfica del mismo, el marco normativo debería ser más flexible que el aplicado a otras infraestructuras ya consolidadas (agua, luz, electricidad).
2. Facilitar la instalación de armarios/bastidores en espacios públicos para permitir y simplificar el despliegue de redes mixtas Fibra-cobre/Fibra-coaxial en las ciudades.
3. Desarrollar campañas de información en comunidades de vecinos para facilitar el despliegue de las nuevas redes en los edificios. De nada servirá facilitar el despliegue en la vía pública si las comunidades de propietarios dificultan el despliegue en los inmuebles por el desconocimiento de los beneficios o por la desconfianza hacia las propuestas de los operadores.
4. Garantizar que los nuevos desarrollos urbanísticos incorporan, en su proceso de urbanización, infraestructura y dotaciones suficientes para permitir el despliegue de nuevas redes en competencia. En esta misma línea es crítico verificar que las instalaciones ICT se realizan correctamente como paso previo a la autorización de habitabilidad.
5. Desarrollar una nueva normativa que prevea, con ocasión de la realización de determinadas obras públicas, la instalación de elementos de infraestructura que permitan en el futuro el despliegue de redes de forma eficiente y viable. Esta normativa debería ser también aplicable en el desarrollo de nuevos barrios contemplados en los planes de urbanismo del municipio.
6. Impulsar acuerdos para facilitar la reutilización por los operadores de canalizaciones y conductos ya existentes que soportan otros servicios: agua, gas, electricidad, transporte, etc.

Infraestructuras móviles e inalámbricas

7. Facilitar el despliegue de la infraestructura de estaciones base (antenas) necesaria para el desarrollo de los nuevos servicios de banda ancha móvil. Si la normativa municipal es muy restrictiva sobre el despliegue de antenas el municipio no podrá aprovechar todas las posibilidades de la banda ancha y del desarrollo de la economía del conocimiento.
8. Evitar que las iniciativas de despliegue de redes inalámbricas gratuitas en los municipios impidan o dificulten el desarrollo de un mercado de banda ancha competitivo por parte de la iniciativa privada.

7.2. Gobierno central y regional

Los gobiernos central y regional deben impulsar el despliegue de la nueva generación de redes de acceso mediante políticas de fomento activas. Los líderes europeos están ya iniciando el despliegue de nuevas redes de acceso, por lo que España no puede quedar rezagada en este nuevo tren de desarrollo económico y social. El retraso en el despliegue de las nuevas redes podría poner en riesgo la positiva evolución de la competitividad y productividad del país.

Políticas de fomento

9. Elaborar un Plan de Medidas para impulsar el despliegue de la nueva generación de redes de acceso de banda ancha. España acumula ya un retraso de meses respecto a los pasos dados por Francia.
10. Evitar que las políticas de despliegue de infraestructuras públicas se adopten de forma prematura e impidan el desarrollo de la iniciativa privada y la competencia a largo plazo por parte de los operadores con su propia infraestructura.
11. Fomentar el despliegue de infraestructuras en zonas geográficas que sin ayudas quedarían al margen del despliegue comercial: áreas rurales, municipios de baja renta o con población dispersa, municipios aislados. Estas actuaciones deben coordinarse con los operadores para determinar la localización de las áreas donde no habrá despliegue comercial a largo plazo. Los programas de ayuda para el despliegue en zonas donde no llegarán los operadores por cuenta propia deberían adjudicarse de forma transparente y de acuerdo a los procedimientos de licitación pública.
12. Realizar campañas de ámbito general sobre los beneficios de las nuevas redes y servicios de banda ancha.
13. Realizar campañas destinadas al sector empresarial, en particular el relacionado con la economía del conocimiento, que pongan de manifiesto las ventajas de las nuevas redes de banda ancha en el desarrollo de sus negocios.

Políticas de seguimiento y estudio

14. Seguimiento del despliegue de nuevas infraestructuras de banda ancha en los países de nuestro entorno.
15. Estudio de la contribución de la banda ancha a la economía y la sociedad del conocimiento, a nivel tanto nacional como internacional.
16. Estudio de la evolución de la demanda de ancho de banda tanto en hogares como en empresas.

7.3. Reguladores

Gestión del espectro

17. Facilitar el uso de las frecuencias GSM (banda 900 MHz) en las redes UMTS/HSDPA para impulsar la banda ancha móvil reduciendo los requisitos de despliegue y mejorando la cobertura en interiores.
18. Identificar patrones de uso del espectro globales, bien para futuras generaciones tecnológicas, o para ampliaciones sobre las tecnologías actuales.
19. Abrir la puerta a la reutilización la banda de UHF para usos de telefonía móvil, por ser estas frecuencias las más eficientes en cobertura y penetración en interiores.

Cableado de edificios

20. Revisar la legislación referente a las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) en edificios para facilitar y clarificar el despliegue de las nuevas redes de acceso.
21. Impulsar y apoyar planes de renovación de las ICT (de modo similar a planes existentes para modernizar calefacciones, fachadas,...) que permitan a las comunidades de vecinos preparar las infraestructuras de los edificios para las nuevas redes de banda ancha.

Nueva generación de redes de acceso

22. Elaborar un nuevo modelo regulatorio, en colaboración con los agentes del mercado, que incentive el despliegue de las nuevas redes y dinamice el mercado de nuevos servicios de banda ancha. El nuevo modelo debe considerar las particularidades del despliegue de nuevas redes de banda ancha, con sus incertidumbres y riesgos.
23. Considerar que el despliegue de nuevas redes no será uniforme, sino que se centrará inicialmente en ciertas zonas geográficas (zonas de mayor densidad y con mayores ingresos). Políticas regulatorias que fuercen un despliegue uniforme serán un inhibidor del despliegue de nuevas redes de banda ancha.

7.4. Operadores

24. Aprovechar las oportunidades basadas en la compartición de infraestructuras, en especial las canalizaciones. Dado que no resulta sencillo ni deseable imponer la compartición de forma unilateral desde los poderes públicos, ya sean ayuntamientos o reguladores, es aconsejable que los propios operadores alcancen acuerdos para la compartición de infraestructuras. En las zonas menos pobladas y rentables la compartición puede ser la única forma de llegar a dichas zonas con rentabilidad.
25. Impulsar de forma decidida la innovación en servicios y explorar nuevos modelos de negocio ya sean basados en servicios propios o en colaboración con otros proveedores de contenidos y servicios.
26. Transmitir a las autoridades municipales las ventajas de las nuevas redes de banda ancha. Esta política será más efectiva si la actuación de los operadores cuenta con el apoyo decidido de las autoridades estatales y autonómicas, y los operadores interesados en el despliegue presentan una posición conjunta.

7.5. Otros agentes

27. Explorar modelos de negocio que puedan beneficiar conjuntamente al propio proveedor de contenidos y al proveedor de infraestructura. De nada servirá que los nuevos contenidos sean un dinamizador del mercado de banda ancha si el proveedor de infraestructura no encuentra incentivos para soportarlos sobre su red.
28. Contribuir a crear un estado de opinión que considere este sector y sus servicios como un sector económico, huyendo de posiciones injustificadas de propuestas de gratuidad o presiones artificiales sobre el nivel de precios. Al igual que cualquier otra actividad, la generalización de las nuevas redes y servicios sólo será posible en un marco de rentabilidad económica donde los precios vengan marcados por el mercado, y no de modo exógeno.
29. Acelerar la normalización para la interoperabilidad de los dispositivos del hogar digital y compatibilizar las estrategias de los agentes de la electrónica de consumo con la de los operadores. Los agentes de la electrónica de consumo están implicados en la convergencia digital en el hogar, que impulsará el consumo de contenidos. El incremento en el consumo de contenidos requerirá un aumento de las necesidades de banda ancha tanto en el acceso como en el núcleo de la red.

ANEXOS

- I. Mercado de banda ancha
- II. Tecnología
- III. Evolución regulatoria
- IV. Bibliografía



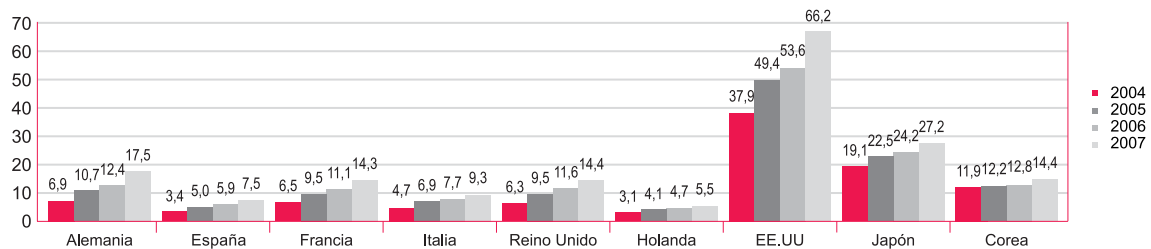
Anexo I.

Mercado de Banda Ancha

Banda Ancha Fija

El mercado de banda ancha fija contaba con más de 276 millones de clientes en todo el mundo a finales de 2006 [29]. La banda ancha es un mercado en crecimiento, marcado por el dominio de la región de Asia-Pacífico, que acapara más del 40% del total de accesos mundiales, y el rápido avance de Europa que ya supera a Norteamérica en número de accesos de banda ancha. A la cabeza del mercado europeo se sitúan Francia, el Reino Unido y Alemania, cada uno con más de 14 millones de accesos a mediados de 2007.

Figura 27. Accesos de banda ancha⁹ (millones)

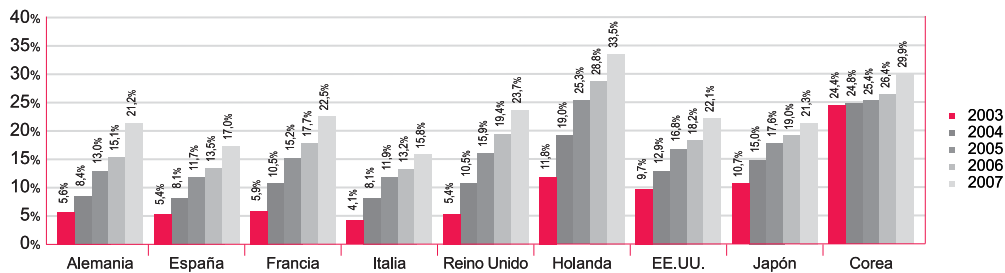


Fuente: Elaboración propia a partir de datos OCDE [48]

En términos de accesos de banda ancha por habitante los porcentajes en los principales países europeos se equiparan a los de Estados Unidos, mientras que en Corea la penetración es muy superior. Destaca el caso de Holanda, que se ha convertido en el país con mayor penetración de banda ancha en el mundo, con 33,5 accesos de banda ancha por cada 100 habitantes en junio de 2007.

⁹ Los datos corresponden a finales del primer semestre de cada año.

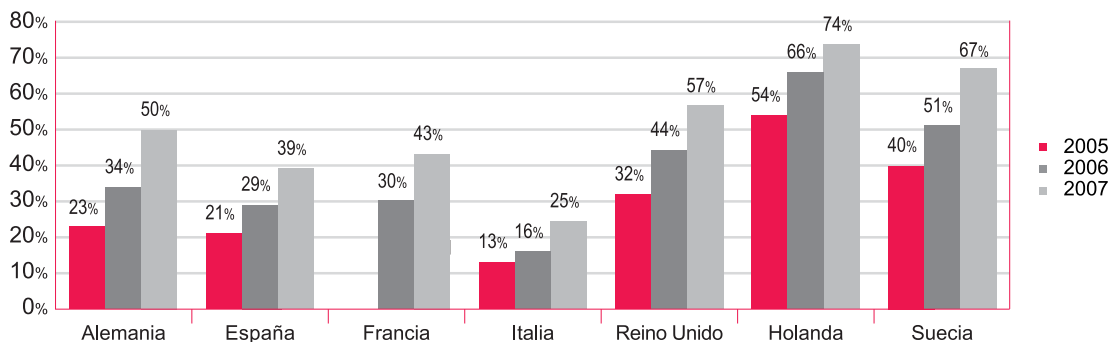
Figura 28. Accesos de banda ancha por 100 habitantes¹⁰ (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos OCDE [48] y Comisión Europea [16]

La Figura 29 muestra la evolución de la penetración de la banda ancha en los hogares. En el caso de Holanda la penetración era del 74% a finales de 2007. En lo que se refiere a España, la penetración se mantiene en línea con los países de nuestro entorno (Francia y Alemania) si bien es inferior a la del Reino Unido. A finales de 2007 la penetración en España había aumentado hasta el 39%.

Figura 29. Penetración de banda ancha por hogares (%)



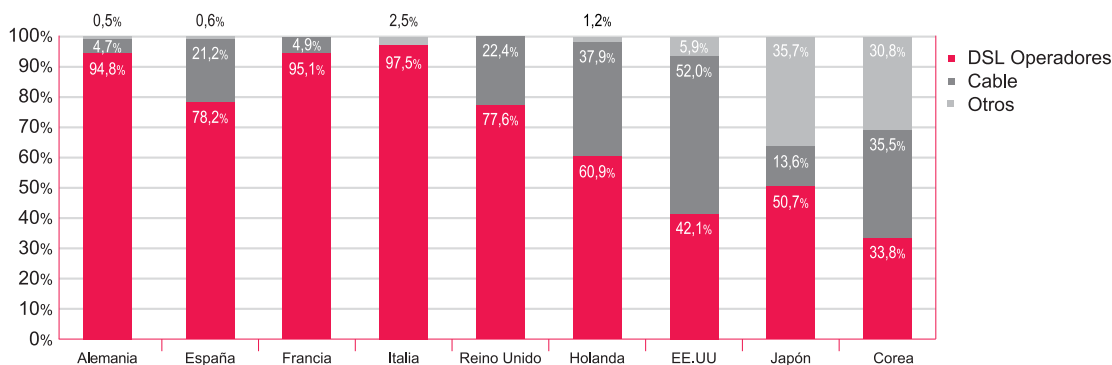
Fuente: Eurostat

Tecnologías de Banda Ancha Fija

A nivel mundial el xDSL sigue liderando el desarrollo del mercado de banda ancha, por delante del cable o de otras tecnologías de acceso (fibra, LMDS, satélite o PLC). En aquellos países en que han coexistido históricamente redes de pares de cobre y redes de cable la presencia del cable es muy relevante, destacando los casos de EE.UU., Corea y Holanda. En otros países en que los despliegues de cable se realizaron más recientemente, también se han alcanzado importantes niveles de penetración como es el caso de España, Reino Unido y Japón. Finalmente, existe un importante número de países donde la presencia es casi exclusiva de tecnologías xDSL, entre los que se encontrarían Italia, Alemania o Grecia.

¹⁰ Los datos corresponden al primer semestre de cada año.

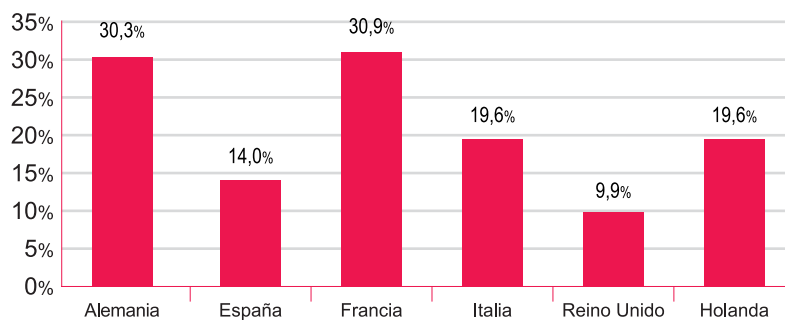
Figura 30. Porcentaje de líneas sobre el total según tecnología, junio 2007 (%)



Fuente: OCDE [48]

También debe tenerse en cuenta a la hora de analizar la penetración por tecnologías de la banda ancha el efecto de la desagregación de bucle, basada en tecnologías xDSL. La *Figura 31* muestra el porcentaje que representan las líneas desagregadas respecto al total de líneas de banda ancha.

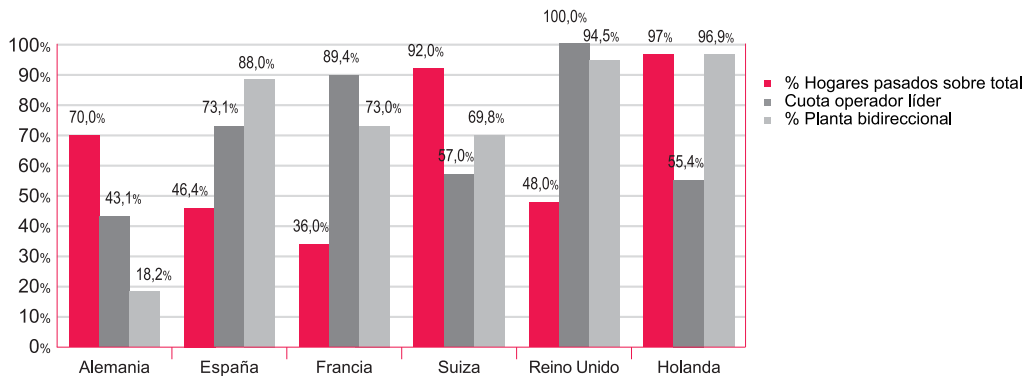
Figura 31. Porcentaje de bucle desagregado sobre el total de líneas de banda ancha (%), 2006



Fuente: ING [35]

España, Holanda y el Reino Unido tienen unos porcentajes relativamente bajos de líneas de banda ancha desagregadas, pero esta situación debe ponderarse con la existencia en estos países de redes de cable alternativas a las de tecnología xDSL. La *Figura 32* muestra algunos datos significativos sobre la planta de cable en países europeos. El porcentaje de hogares pasados es un factor importante a la hora de valorar la red de cable como infraestructura alternativa a la del incumbente, sin embargo, esta valoración debe tener en cuenta también la existencia de una planta bidireccional actualizada con capacidades de banda ancha, así como la presencia de un operador de cable con una mínima escala.

Figura 32. Situación del cable en Europa (%), 2006



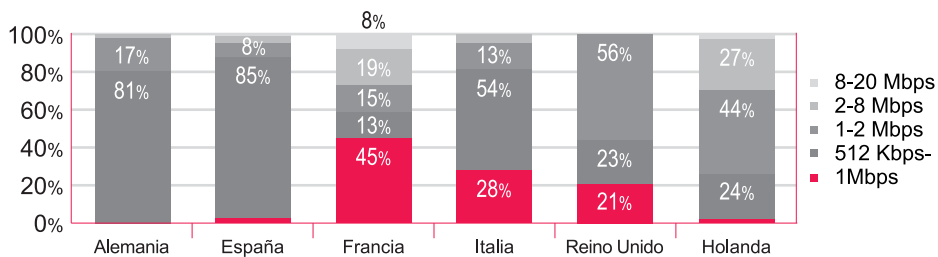
Fuente: ING [35]

Velocidades y Prestaciones de la Banda Ancha Fija

En la evolución del mercado de banda ancha fija se ha producido una migración de los clientes hacia velocidades más elevadas, siendo Corea del Sur, Japón, y Suecia los países que ofrecen mayor ancho de banda.

La Figura 33 muestra la distribución de velocidades de acceso xDSL en los principales países europeos. En el caso de España, se está produciendo a partir de finales de 2006 una transición a velocidades de 3 Mbps.

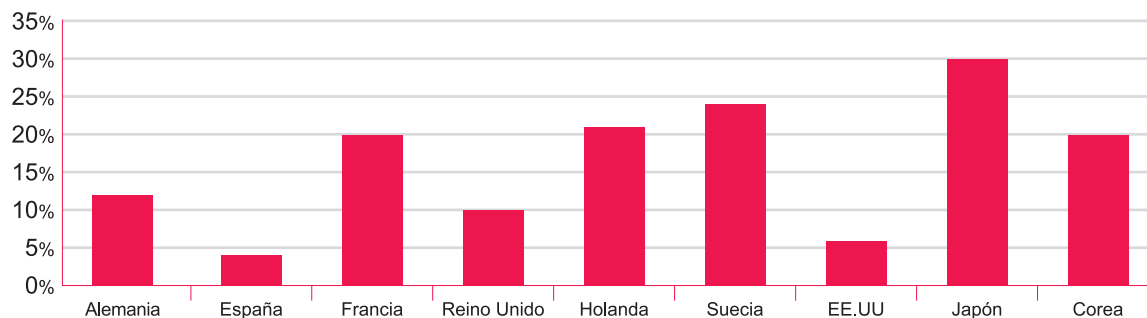
Figura 33. Porcentaje de usuarios de DSL según velocidad, enero 2006 (%)



Fuente: Comisión Europea [17]

En lo que se refiere al cable, la Figura 34 muestra las velocidades máximas ofrecidas por los operadores de cable en octubre de 2006. En el caso de España, el operador ONO ofrece desde agosto de 2007 un servicio de 25 Mbps.

Figura 34. Velocidades de bajada de los operadores de cable (Mbps), octubre de 2006



Fuente: OCDE [49]

Banda Ancha Móvil

La introducción de servicios de conectividad sobre las redes UMTS ha permitido ofrecer velocidades de descarga de datos de hasta 375 Kbps, lo que puede ya considerarse un mercado de acceso móvil de banda ancha. En la actualidad se está produciendo el despliegue de la tecnología HSDPA que permitirá aumentar el umbral hasta los 7,2 Mbps, velocidad nominal comparable a la que ofrece actualmente la banda ancha fija. Otras tecnologías como el WiMAX móvil (802.16e) aún se encuentran en la etapa de estandarización y certificación y no cuentan con despliegues comerciales.

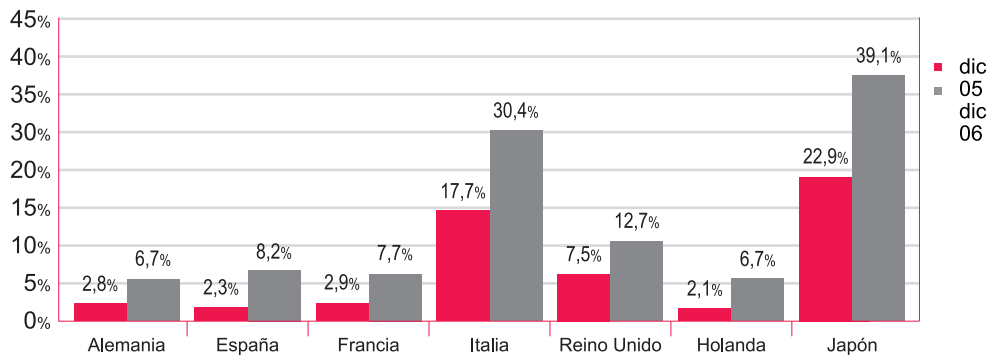
La descripción y cuantificación del mercado de banda ancha móvil presenta mayor dificultad que el de banda ancha fija. A diferencia del mercado fijo, donde el usuario siempre contrata un servicio diferenciado de acceso de banda ancha, en el caso del móvil, el servicio de acceso se encuentra en muchos casos incorporado en otros servicios de descarga o navegación, a los que el usuario puede acceder desde un terminal habilitado, sin necesidad de haber realizado previamente la contratación de un servicio específico de acceso en banda ancha.

Los modelos actuales de descripción del mercado de banda ancha móvil oscilan entre la cuantificación de terminales móviles 3G, dada su capacidad de proporcionar al usuario acceso de banda ancha, lo que sin duda dará una imagen sobreestimada del mercado al no distinguir entre disponibilidad y uso, y la cuantificación de únicamente aquellos servicios de acceso de banda ancha móvil contratados específicamente. En este segundo modelo se encuadran las tarjetas PCMCIA y los módem USB comercializados en los últimos años para proporcionar acceso de banda ancha móvil a PC's portátiles. Este segundo modelo subestima el tamaño total del mercado, al no considerar los usos de banda ancha móvil que se realizan utilizando otros terminales. En este apartado se utilizan los ingresos por servicios de datos para proporcionar una visión del nivel de desarrollo del mercado de banda ancha móvil.

Mercado 3G

Dado que los servicios de banda ancha móvil requieren la disponibilidad de redes 3G, partimos del mercado de redes y servicios 3G para analizar el mercado de la banda ancha móvil. La Figura 35 muestra la penetración de usuarios de servicios 3G en los principales países. Japón lidera el mercado mundial con 51 millones de usuarios a finales de 2006, lo que representa un crecimiento de casi el 100% respecto al año anterior.

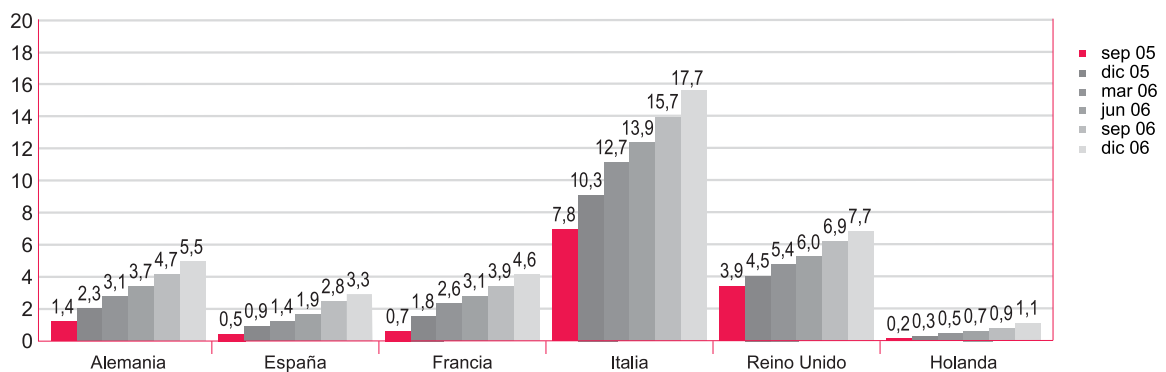
Figura 35. Penetración de 3G (WCDMA y CDMA2000 1X EV-DO) (%)



Fuente: Informa Telecoms & Media [34], KDDI [38], SoftBank [55] y NTT [47]

A partir del año 2005 hemos asistido al despertar de la 3G en el mercado europeo, con un papel destacado del operador procedente de Hong Kong, Hutchison Whampoa, que ha desplegado sus servicios 3G bajo la marca "3" en Italia, Reino Unido, Irlanda, Austria, Dinamarca, Noruega y Suecia. Posteriormente los principales agentes que operan en Europa han decidido explorar el mercado de los servicios UMTS, entre ellos Vodafone (que cuenta con licencias 3G en Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Portugal, España, Suecia y Reino Unido), Orange (que dispone de licencias en Francia, Suiza, Reino Unido, España, Bélgica, Holanda, Rumania, y Eslovaquia), Telefónica (España, Reino Unido, Irlanda, Alemania, República Checa y Eslovaquia), TeliaSonera, T-Mobile, Telecom Italia, Telenor Mobile, KPN Mobile, TMN, Optimus, Wind y Tele2, entre otros. En la Figura 36 se muestra la evolución del número de usuarios 3G en los principales países europeos.

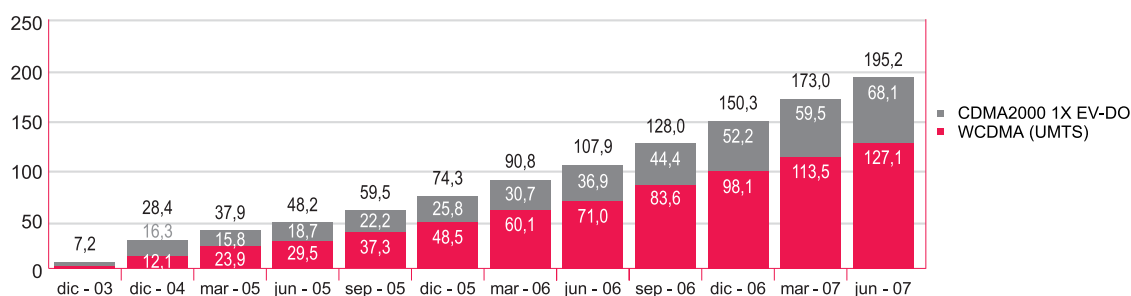
Figura 36. Evolución del número de usuarios 3G en Europa (millones)



Fuente: Informa Telecoms & Media [34]

En total, el número de usuarios de 3G ha aumentado significativamente en los últimos años, pasando de 7,2 millones en 2003 a 150,3 millones en 2006 (Figura 37), lo que supone un crecimiento de 143 millones en tres años.

Figura 37. Usuarios de 3G a nivel mundial (millones)

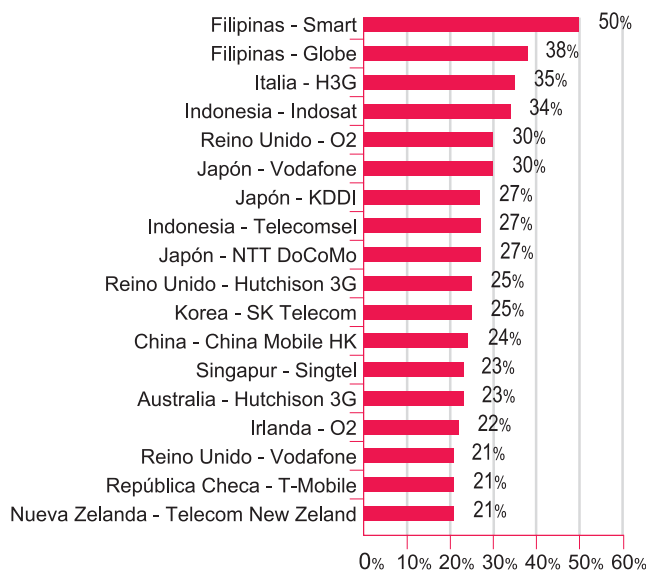


Fuente: Wireless Intelligence [64]

Mercado de datos móviles

La Figura 38 presenta la lista de los 20 operadores a nivel mundial que más ingresos obtuvieron de servicios de datos en 2006. La región de Asia es la que lidera actualmente el mercado de los servicios de datos a través del móvil, con una presencia destacada de Filipinas y Japón. Durante los últimos años se ha producido un crecimiento del ARPU de datos unido a una disminución casi general del ARPU total. Ello puede explicar el elevado porcentaje de ingresos por datos en algunos países. El ARPU por datos oscilaba en 2006 en los países desarrollados entre 10,5 € en Japón y 3-4 € en Estados Unidos y la mayoría de los países europeos (Chetan Sharma Consulting [65]).

Figura 38. Porcentaje de ingresos por datos de los principales operadores (%)



Fuente: Informa Telecoms & Media [34]

Japón es uno de los países más avanzados en el mercado de datos móviles, consecuencia del temprano desarrollo de los servicios de acceso a Internet como el i-mode de NTT DoCoMo. Estos servicios se lanzaron inicialmente para banda estrecha, pero su desarrollo ha sido clave para el despegue de servicios de banda ancha, primero los servicios 3G a 375 Kbps y posteriormente los servicios a velocidades superiores que permiten la distribución de vídeo. Los ingresos por datos de los operadores móviles japoneses alcanzaron los 14.000 M€ en 2006 (Chetan Sharma Consulting [65]).

El mercado europeo de datos está mucho menos desarrollado que el de Japón o Corea. Destaca la presencia del operador Hutchison, bajo su marca "3", en países como Italia con un 35% de los ingresos totales que provienen de aplicaciones de datos o Reino Unido con un 25%. También destaca Telefónica O2, que ofrece servicios de banda ancha en Reino Unido e Irlanda con un 30% y un 22% de ingresos respectivamente y Vodafone en el Reino Unido con el 21% de ingresos por datos. En España el porcentaje de ingresos por datos es de alrededor del 15%. Se debe resaltar que la mayor parte de los ingresos por datos en Europa proceden de SMS. Así, por ejemplo, en el caso de Telefónica O2 en el Reino Unido, los mensajes SMS/MMS representan el 26% de los ingresos totales.



Anexo II. Tecnología

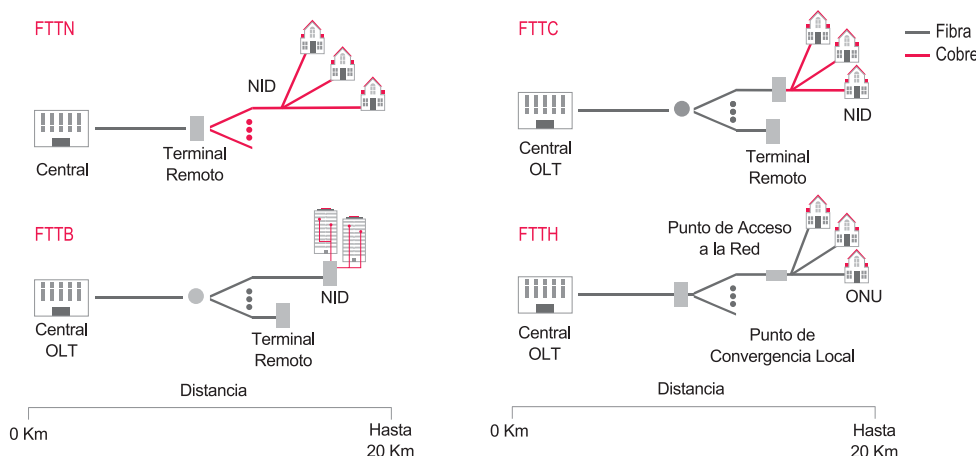
Redes de acceso fijas basadas en pares de cobre

Las tecnologías de banda ancha basadas en el par de cobre se caracterizan por la disminución del ancho de banda con la distancia. A mayor longitud del par de cobre, menor será la velocidad que estará disponible para el usuario. Con el fin de satisfacer las nuevas demandas de los consumidores, que requieren anchos de banda cada vez mayores, los operadores se plantean diferentes alternativas para el despliegue de nuevas infraestructuras de acceso, basadas en fibra óptica, que permitan reducir la longitud de los pares de cobre. Podemos distinguir dos tipología de despliegues, aquellos en que la nueva red se basa únicamente en fibra que llega hasta el hogar del usuario denominadas FTTH (*Fiber To The Home*), y aquellos en que se combina la red de fibra con la red de cobre.

En el caso de redes mixtas fibra-cobre se han utilizado diferentes términos dependiendo de la mayor o menor cercanía de la fibra al hogar del usuario, FTTN (*Fiber to the Node*), FTTC (*Fiber to the Curb*) y FTTB (*Fiber to the Building*). Estas tres arquitecturas son muy similares, diferenciándose únicamente en la **longitud máxima** de los pares de cobre que completan la red hasta el hogar del usuario. Los tres términos suelen utilizarse de forma ambigua, siendo FTTN el término que habitualmente se utiliza en sentido genérico para designar a redes mixtas fibra-cobre. La transición de la red de fibra a la red de cobre se realiza mediante armarios, que en algunos casos se sitúan en la vía pública, y otros en espacios privados de los edificios. El ancho de banda que suministran estas arquitecturas depende de la tecnología empleada y de la longitud del par de cobre.

La introducción de un armario, que ocupará una posición intermedia entre la central y la casa del usuario, potencia como elemento relevante el **sub-bucle de abonado**, definido como los pares de cobre que conectan los armarios con la casa de los usuarios. Tradicionalmente se ha utilizado el concepto de **bucle de abonado** como la infraestructura de acceso constituida por los pares de cobre que parten de la central y llegan a la casa del abonado. Al extender la fibra hasta una posición intermedia entre la central y la casa del abonado, la parte del bucle que aún mantiene la tecnología asociada al par de cobre se denomina sub-bucle.

Figura 39. Arquitecturas basadas en fibra óptica



Fuente: Elaboración propia a partir de Corning Cable Systems[23]

La evolución de las tecnologías xDSL

VDSL (*Very high speed Digital Subscriber Line*) es una tecnología de la familia xDSL que permite la transmisión de datos a velocidades elevadas, tanto simétricas como asimétricas, sobre pares de cobre y que sigue la Recomendación UIT-T G.993.1. VDSL está pensado para operar sobre distancias más cortas que ADSL pero proporcionando mayores tasas de transmisión.

La configuración de referencia se basa en una arquitectura FTTN (FTTC/FTTB) con una ONU (*Optical Network Unit*) situada en un bastidor de la red de acceso existente, a partir de la cual se utilizan pares de cobre para transportar las señales hasta y desde las instalaciones de los clientes. Esta configuración permite a los operadores desarrollar sus redes a través de una superposición con las existentes o mediante una sustitución completa.

En cuanto al espectro del par de cobre utilizado, con VDSL se emplean 12 MHz mientras que con ADSL se usa tan sólo 1 MHz, lo que permite a VDSL ofrecer mayores velocidades pero al mismo tiempo la hace más susceptible de sufrir interferencias.

Un nueva variante de VDSL, conocida como VDSL2, y que está diseñada para soportar servicios empaquetados del tipo *triple play*, incluyendo HDTV, ha sido estandarizada en febrero de 2006 (G.993.2). Al igual que VDSL permite la transmisión simétrica y asimétrica, con velocidades que dependen de la distancia a la que se sitúe la central. En la *Tabla 13* se pueden comparar las velocidades teóricas que presta esta tecnología frente a las conseguidas con ADSL2+ en función de la longitud de línea. Se puede comprobar que a partir de 1,5 km. los rendimientos se equiparan, lo que indica que para aprovechar al máximo la eficiencia de VDSL2 es necesario que la línea metálica no se prolongue más de 1.500 metros.

Tabla 13. Velocidades teóricas aproximadas tecnologías xDSL

Distancia a la central	VDSL2		ADSL2+	
	Bajada	Subida	Bajada	Subida
300 metros	70 Mbps	40 Mbps	25 Mbps	2 Mbps
1.000 metros	35 Mbps	7 Mbps	22 Mbps	2 Mbps
1.500 metros	20 Mbps	2,5 Mbps	15 Mbps	2 Mbps

Fuente: Elaboración propia a partir de Telefónica [57]

La velocidad real sobre las redes ADSL2+ y VDSL2 depende, además de la longitud del par, de otros factores como el grado de la penetración del servicio sobre la planta, el estado de la red y la calidad que se quiera prestar el servicio. La *Tabla 14* muestra un ejemplo de velocidades reales, con calidad de servicio, obtenidas sobre la red de pares de cobre en España.

Tabla 14. Velocidades reales tecnologías xDSL en España

Distancia a la central	VDSL2		ADSL2+	
	Bajada	Subida	Bajada	Subida
300 metros	34 Mbps	5,8 Mbps	16 Mbps	1,15 Mbps
1.000 metros	14 Mbps	1 Mbps	13 Mbps	1 Mbps
1.500 metros	8 Mbps	0,9 Mbps	8 Mbps	0,9 Mbps

Fuente: Elaboración propia a partir de Telefónica [57]

En comparación con la FTTH, los costes de despliegue de la tecnología VDSL se sitúan muy por debajo de la inversión necesaria para el despliegue de fibra hasta el hogar, con la ventaja añadida de un retorno de la inversión más rápido. Como contrapartida, la velocidad máxima con VDSL es inferior a la que proporciona FTTH.

Actualmente está en proceso de estandarización una nueva variante de ADSL, conocida como ADSL2++ que aumenta la velocidad máxima hasta 52 Mbps mediante el incremento de la banda de frecuencias hasta 3,75 MHz. Las distancias máximas están en el rango de 400 metros.

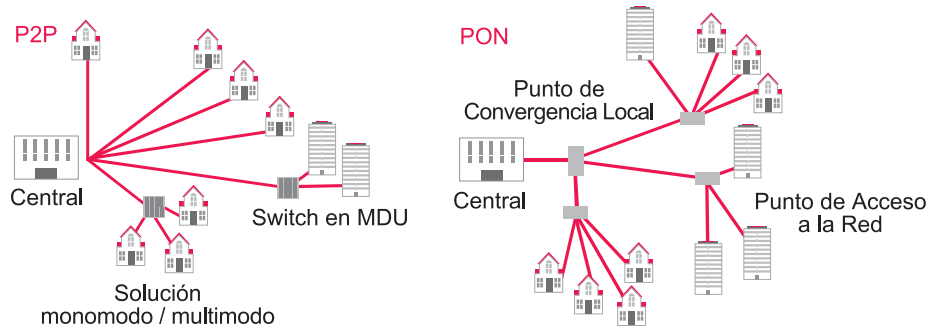
Otra tecnología que pretende aumentar las prestaciones de los pares de cobre es la que se conoce como Gestión Dinámica del Espectro o DSM. DSM disminuye los efectos de las interferencias que reducen la velocidad máxima soportada, mediante un uso adecuado y controlado en el tiempo de los recursos de transmisión disponibles. El principio básico es que un módem no emita más potencia ni ocupe más ancho de banda que el que sea estrictamente necesario. Con DSM se pueden obtener mejoras de 1 Mbps en los bucles de longitud intermedia (de 1 a 2 km.)

FTTH

La FTTH consiste en desplegar la fibra óptica en toda la red de acceso, hasta el hogar, prescindiendo totalmente del par de cobre. El tendido de fibra puede ser aéreo o subterráneo. En Japón y EE.UU. el despliegue típico se lleva a cabo disponiendo cables compuestos por un núcleo de fibras ópticas, que en algunos casos llegan hasta las 640 fibras, situados en soportes telefónicos o aprovechando las torres de transporte de energía eléctrica, lo que reduce los costes de instalación y hace que el despliegue sea más eficiente. En Europa la tendencia es desplegar la fibra enterrada directamente o tendida a través de conductos.

Dentro de esta arquitectura se emplean dos configuraciones específicas, como se muestra en la *Figura 40*. Puede establecerse un acceso dedicado punto a punto que se conoce como P2P (*Point-to-Point*), o bien compartir la fibra entre un conjunto de usuarios en lo que se denomina red PON (*Passive Optical Network*).

Figura 40. Configuraciones de la arquitectura FTTH



Fuente: Elaboración propia a partir de Corning Cable Systems [24]

En las redes P2P se emplea una fibra y un láser, situado en la central, por usuario. Esta configuración es la más simple pese a requerir mayor número de fibras y se caracteriza por incluir componentes electrónicos activos en la planta exterior, así como por la ventaja de no compartir la fibra entre abonados y tampoco el ancho de banda.

Una de las particularidades de la arquitectura PON es su condición de red totalmente pasiva, sin elementos activos en la planta exterior. El componente más característico de una red PON es el dispositivo divisor óptico o *splitter* que, dependiendo de la dirección del haz de luz, divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras, o los combina en la dirección opuesta dentro de una sola fibra, permitiendo así que la fibra pueda compartirse entre múltiples usuarios, típicamente entre 16 y 32 en el caso de BPON o entre 64 y 128 si se trata de GPON. El uso de *splitters* implica que existan pérdidas en la transmisión por lo que su uso está limitado. Estas pérdidas hacen que el alcance óptico en una red PON sea menor que en una P2P, siendo capaz de alcanzar a usuarios que estén como máximo a unos 20 Km del transmisor de origen¹¹. En tecnologías GPON la velocidad que se proporciona a los usuarios es de 2,5/1,25 Gbps, lo que supone capacidades por cliente de unos 100 Mbps.

En ambas configuraciones los puntos finales del enlace se conocen como terminal de línea óptico (OLT) situado en la central, y terminal de red óptico (ONT) que se ubica en las instalaciones del cliente. En el OLT se alojan los transmisores láser, bien dedicados a cada usuario en el caso P2P, bien compartidos entre varios clientes en una PON. El ONT puede ubicarse en un bastidor instalándose como un NID (*Network Interface Device*) en el exterior de la vivienda o en la casa del abonado.

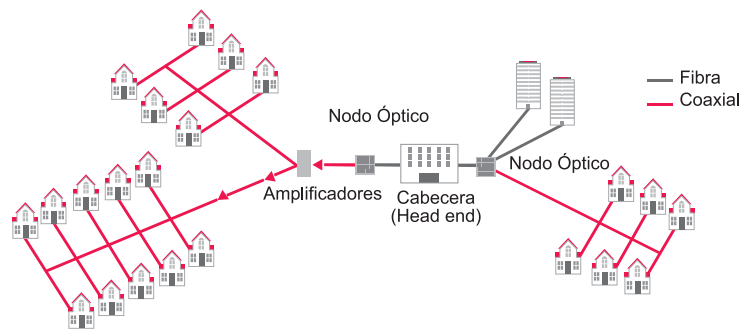
Redes de cable

Los usuarios de una red HFC se conectan a través de un cable coaxial (y en el caso de España también con un par superpuesto de cobre) a un nodo HFC o nodo óptico (*Figura 41*). El nodo HFC es el punto en la red donde se produce la transición de la red de cable coaxial a la red de fibra óptica del operador. Los puntos de conexión a las diferentes redes (televisión, telefonía, Internet) están en centros remotos conectados a través de la red de fibra óptica troncal.

El número típico de usuarios por nodo HFC es de 250-500, si bien en zonas menos densamente poblada puede ser mucho mayor (miles) y en otras zonas con mayores requisitos de ancho de banda puede ser inferior. Por tanto, aunque podría pensarse en una arquitectura de red con una red de acceso de cable coaxial y una red troncal de fibra óptica, la tendencia es que en algunas zonas la fibra óptica se acerque hasta el usuario (*deep fiber*) y por lo tanto se pueda hablar de una red de acceso mixta coaxial/fibra.

¹¹ En escenarios de despliegues masivos, podría emplearse un láser de más bajo coste que podría limitar aún más el alcance.

Figura 41. Arquitectura de una red HFC



Fuente: Elaboración propia a partir de Corning Cable Systems [24]

En el caso del acceso a Internet de banda ancha, los equipos de usuarios (*cable-módem*) se conectan a través del nodo HFC a un equipo terminal conocido como CMTS (*Cable Modem Termination System*). Los equipos CMTS disponen de puertos con una capacidad de 52 Mbps cada uno (para canales de 8 MHz), por lo que el ancho de banda disponible para un nodo dependerá del número de puertos CMTS que tiene asignado.

La comunicación entre el cable-módem y el CMTS esta basada en el estándar DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*) desarrollado por CableLabs con la colaboración de numerosos suministradores de equipos para redes de cable. La primera especificación DOCSIS fue la versión 1.0, publicada en marzo de 1997, con su posterior revisión DOCSIS 1.1 en abril de 1999. En diciembre de 2001 se publicó la segunda versión DOCSIS 2.0, con mayor velocidad de transmisión y calidad de servicio (QoS) para responder a la creciente demanda de servicios en tiempo real. En agosto de 2006 se publicaron las especificaciones finales de la última versión, DOCSIS 3.0, que incluye nuevos aumentos en la velocidad de transmisión y el *channel bonding*, que permite utilizar varios canales simultáneamente, de subida o bajada, lo que permite sobrepasar los 100 Mbps en ambos sentidos.

Otras mejoras que ofrece DOCSIS 3.0 son el soporte de IPv6, para aumentar el rango de direcciones IP, y el mejor soporte de *multicast*. Asimismo permite extender el rango de las frecuencias descendentes hasta 1 GHz.

Existe una versión europea de DOCSIS, denominada EuroDOCSIS (Q2 2003), debido a que en Europa los canales de cable tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL), mientras que en Estados Unidos son de 6 MHz (NTSC). Este mayor ancho de banda permite más velocidad en el canal de datos de bajada. Un EuroDOCSIS basado en DOCSIS 3.0 permite velocidades de hasta 200 Mbps. También existen otras variantes de DOCSIS que se emplean en Japón.

Tabla 15. Velocidades de las especificaciones de DOCSIS

Especificación	Ancho de Banda de bajada	Ancho de Banda de subida
DOCSIS 1.x	40 Mbps	10 Mbps
EuroDOCSIS 1.x	52 Mbps	10 Mbps
DOCSIS 2.0	40 Mbps	30 Mbps
EuroDOCSIS 2.x	52 Mbps	30 Mbps
DOCSIS 3.0	+160 Mbps	+60 Mbps

Fuente: Elaboración propia

Actualmente existen productos comerciales pre-DOCSIS 3.0. Estos equipos soportan *channel bonding* para los canales ascendentes, pero no para los descendentes. EuroLabs certificó a finales de 2007 los primeros CMTS DOCSIS 3.0 de los fabricantes Arris, Casa y Cisco.

Además de DOCSIS 3.0, se ha aprobado recientemente el estándar de CMTS modular (M-CMTS), que permite reducir los costes de despliegue al separar los bastidores de los equipos de los canales ascendentes de los descendentes. De esta manera se puede adaptar el dimensionado de los equipos desplegados a la asimetría de velocidades y el ancho de banda asignado a un nodo no se ve reducido por limitaciones físicas del equipo CMTS.

No hay que olvidar, de todos modos, que en las redes de cable los servicios de banda ancha se proporcionan en paralelo a los de TV digital y VOD, lo que permite que la capacidad de ancho de banda disponible para navegación no se vea limitada por la necesaria para prestar los servicios de TV.

Redes de acceso móviles e inalámbricas

UMTS (3G)

Las redes móviles UMTS están siendo desarrolladas bajo el 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), un proyecto de colaboración en tecnología de telefonía móvil, vigente desde diciembre de 1998, entre el ETSI de Europa, ARIB/TTT de Japón, CCSA de China, ATIS de América del Norte y TTA de Corea del Sur. El GSM presenta grandes limitaciones a la hora de ofrecer servicios de datos de alta calidad y acceso a Internet, ya que su velocidad de transmisión es de sólo 9,6Kbps, por lo que su evolución hacia UMTS ha estado encaminada a superar dichas limitaciones.

El 3GPP introdujo el estándar UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) en marzo del año 2000 (*Release99*) y marcó su evolución hasta la actual *Release7*. UMTS está basado en WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*), una tecnología de acceso radio CDMA de banda ancha. Funciona bajo conmutación de paquetes por lo que soporta voz y datos con velocidades máximas teóricas de 2 Mbps y reales de unos 384 Kbps.

El presente de las redes UMTS

Las redes UMTS desplegadas en la actualidad están basadas mayoritariamente en la *Release5*, cuya especificación se finalizó en el año 2002. Esta release introdujo importantes novedades en la evolución del WCDMA, entre las que destaca el HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) que permite alcanzar velocidades de transmisión de datos muy superiores a las de versiones anteriores en el enlace descendente, debido a la inclusión de un nuevo canal compartido en dicho enlace. En el desarrollo inicial en 2002 se conseguían velocidades de bajada de 1,8 Mbps, manteniéndose la de subida como en el *release* anterior (384 Kbps), actualmente se ofrece 3,6 Mbps en la descarga de datos y en algunos casos incluso 7,2 Mbps. No obstante, la velocidad teórica que permite esta tecnología es de 14,4 Mbps de bajada.

En la siguiente especificación del estándar UMTS, *Release6*, que se completó a principios de 2005, aparece el HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*) que permite algo similar a HSDPA pero en el canal ascendente, es decir, en el envío de datos desde el terminal hacia la red. Con esta nueva tecnología se aumenta la velocidad teórica de subida de 384 Kbps a 5,76 Mbps, por lo que resulta muy útil para aquellos usuarios que quieren enviar ficheros multimedia de gran tamaño a otros usuarios o grandes cantidades de información en tiempo real. Además, también disminuye considerablemente la latencia por lo que el retardo global del sistema se reduce. Los mecanismos de funcionamiento de HSUPA son similares a los de HSDPA, y consisten en añadir un nuevo canal compartido en el enlace ascendente.

Actualmente, la combinación del HSDPA con el HSUPA se denomina HSPA (*High Speed Packet Access*) y permite una velocidad teórica de 14,4 Mbps de bajada y 5,76 Mbps de subida. HSPA se encuentra recogido en la última versión del estándar del 3GPP, *Release7*, que actualmente está en proceso de desarrollo y que se espera que se complete durante el año 2007.

A continuación, se muestra una tabla con la evolución del estándar de 3GPP a lo largo de las distintas *releases* hasta la situación actual.

Tabla 16. Evolución de los estándares de 3GPP

Versión	Estado	Características
Release 99	Completa 2000	1ª versión de UMTS. Soporte para redes de radio-acceso GSM/EDGE/GPRS/WCDMA
Release 4	Completa 2001	Soporte para mensajería multimedia. Redes todo IP para infraestructuras <i>Core Network</i>
Release 5	Completa 2002	HSDPA. 1ª fase de Servicios Multimedia basados en IP (IMS). IP UTRAN
Release 6	Completa 2005	HSUPA. MBMS (<i>Multimedia Broadcast/Multicast service</i>) 2ª fase de IMS
Release 7	Bajo desarrollo 2007	MIMO para HSDPA. HSPA. Aplicaciones en tiempo real como VoIP. Desarrollos posteriores a R7 como HSPA+, LTE, SAE.

Fuente: 3GPP [3] y 3G Americas [1]

El futuro de las redes UMTS

Para asegurar la competitividad de su sistema durante la próxima década, tanto en términos de funcionamiento como de coste, el 3GPP especifica en su última versión, *Release7*, una evolución a largo plazo de UMTS. Los conceptos más importantes de una evolución a tan largo plazo son la latencia, que tiene que reducirse, la capacidad de sistema, que debe mejorar, al igual que la cobertura. Además, el 3GPP espera que los servicios basados en IP sean ofrecidos por varias tecnologías, lo que supondría un mecanismo importante para apoyar la movilidad entre redes de acceso heterogéneas y el paso necesario para la futura evolución.

Para alcanzar todos estos objetivos, hay que llevar a cabo no sólo una migración de la arquitectura de red, sino también un cambio en el interfaz de radio. Estos puntos se recogen por el 3GPP en la Evolución de Largo Plazo (LTE) y la evolución de HSPA (HSPA+). Desde el punto de vista de despliegue de red es probable que el HSPA+ sea introducido primero, y finalmente se implantará el nuevo interfaz de radio (LTE).

En cuanto a la evolución de HSPA, denominada HSPA+, se ha estudiado por parte del 3GPP como una solución para permitir a los operadores capitalizar las inversiones realizadas en infraestructura de red. Se espera que esté disponible comercialmente en el año 2008 y que ofrezca una velocidad de 45 Mbps de bajada y 11,5 Mbps de subida.

El 3GPP está trabajando ya en la definición técnica del sistema que sustituirá al actual UMTS y que será capaz de satisfacer las crecientes necesidades de los usuarios y de las redes, conocido como LTE o Evolución a Largo Plazo (*Long Term Evolution*), que estará basado en el uso de protocolos IP y por tanto, en conmutación de paquetes. LTE soportará velocidades descendentes de hasta 326 Mbps y velocidades ascendentes de hasta 86 Mbps. Además, emplea la tecnología de transmisión OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), la misma tecnología que utiliza WiMAX.

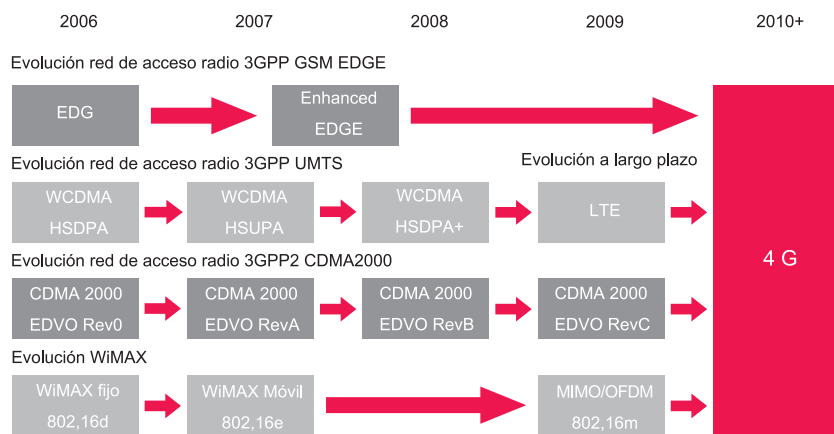
Según el calendario previsto, en enero de 2008 el 3GPP ha aprobado las primeras especificaciones del LTE correspondientes a la EUTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), que serán incluidas en la *Release 8*. Durante el año 2008 se espera finalizar las especificaciones de la arquitectura del sistema, realizar las primeras pruebas en el 2009 y permitir los primeros despliegues comerciales sobre el 2010.

La convergencia de tecnologías: Hacia la 4G

Actualmente la cuarta generación no tiene ninguna especificación concreta y sólo se contempla como un sistema de sistemas o una red de redes, es decir, como un conjunto de protocolos y tecnologías basados totalmente en IP y fruto de la convergencia entre las redes de cable e inalámbricas, que ofrecerá el máximo rendimiento con velocidades de acceso entre 100 Mbps (movimiento) y 1 Gbps (reposo), *QoS*, alta seguridad y mínimo coste posible.

En cuanto a los organismos de estandarización, el WWRF (*Wireless World Research Forum*) define 4G como una red de Internet combinada con Wi-Fi y WiMAX, mientras que el IEEE aún no ha realizado ninguna descripción y el 3GPP se limita a proponer LTE como siguiente paso en la evolución de UMTS. No obstante, en Japón ya se está experimentando con tecnología 4G, NTT DoCoMo ha realizado pruebas con éxito y espera lanzar los primeros servicios en 2010.

Figura 42. Evolución y convergencia de las tecnologías móviles



Fuente: Elaboración propia a partir de WiMAX Forum [63] y Rysavy Research [54]

WiMAX

WiMAX son las siglas en inglés de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas). Es un estándar de transmisión inalámbrica de datos que proporciona conexiones de banda ancha y de alta velocidad. Permite la conexión sin visión directa, es decir, con obstáculos interpuestos en el camino. Además, se puede utilizar para conexiones de banda ancha de "última milla" o bucle de abonado.

El primer estándar de WiMAX es el 802.16 que se aprobó en el año 2001 (802.16-2001). Posteriormente en abril de 2002 apareció una segunda versión, la 802.16c (802.16-2002), para enlaces fijos de radio con visión directa y con cobertura para la "última milla" en la banda de 10 a 66 GHz. En marzo de 2003, se confirmó una nueva versión, la 802.16a (802.16-2003), con la que WiMAX empezó a cobrar relevancia como tecnología de banda ancha inalámbrica. También se pensó para enlaces fijos pero con una cobertura mayor, de 40 a 70 kilómetros, sin necesidad de visión directa y operando en una banda más estrecha, de 2 a 11 GHz (parte de la cual es de uso común y no requiere licencia de uso). Finalmente, en 2004 se aprobó el último estándar de WiMAX fijo, el 802.16d (802.16-2004), que reemplaza a todos los anteriores y alcanza los 70 Km en la banda de los 11 GHz, con una velocidad de unos 75 Mbps.

Por otra parte, en diciembre de 2005, el IEEE aprobó el estándar de WiMAX Móvil o 802.16e, que permite utilizar terminales en movimiento y posibilita el diseño de infraestructuras mixtas WiMAX-fijo-móvil. Después de la fase de pruebas, se espera comenzar a ofrecer estos servicios de conexión a Internet a partir de 2007, incorporando WiMAX a los ordenadores portátiles y PDAs.

El IEEE ha anunciado que tendrá lista en 2009 una nueva especificación, la 802.16m, que utilizará las actuales tecnologías OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) y MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), con las que en Japón la compañía NTT DoCoMo ha conseguido velocidades de 100 Mbps cuando el receptor se encuentra en vehículos en movimiento, llegando hasta 1 Gbps en reposo. El futuro 802.16m será válido para enlaces tanto fijos como móviles, pudiendo integrar redes 3G y WiMAX en lo que podría convertirse en la cuarta generación de telefonía móvil.

A continuación, se realiza una comparativa de WiMAX frente a otras tecnologías de acceso inalámbrico de corto alcance:

Tabla 17. Comparativa de tecnologías inalámbricas

Características	WiMAX 802.16	Wi-Fi 802.11	UWB	UMTS CDMA2000	4G
Velocidad	124 Mbps	11-54 Mbps	100-600 Mbps	2 Mbps	Hasta 1 Gbps
Cobertura	40-70 km	200 m	10 m	10 km	-
Licencia	Sí/No	No	Sí	Sí	Sí
Ventajas	Velocidad ↑ Alcance ↑	Velocidad ↑ Precio ↓	BW ↑↑ Potencia ↓	Movilidad ↑	Velocidad ↑↑
Desventajas	Interferencias	Alcance ↓	Alcance ↓	Velocidad ↓ Precio ↑	Experimental

Fuente: Elaboración propia

Contenidos y portales

Recientemente se ha producido el despegue de tecnologías de desarrollo de páginas Web existentes desde hace años, que han encontrado actualmente su aplicación. La tecnología más representativa es AJAX, presente en buena parte de los desarrollos Web 2.0 y que permite crear aplicaciones Web interactivas. AJAX evita recargar completamente una página Web cada vez que el usuario accede a ella, lo que aumenta la velocidad y la facilidad de uso. A ello hay que unir la aparición de nuevas técnicas como *Ruby on Rails* que permite una creación más rápida de páginas Web.

Otra tendencia es la creación de aplicaciones en red a partir de la reutilización de componentes ya existentes. Se pueden distinguir dos modalidades:

- *Mashups*. Son aplicaciones Web que combinan contenidos de diversas fuentes. El contenido utilizado procede habitualmente de una tercera fuente a través de interfaces abiertos (API). Actualmente se construyen muchos *mashups* con APIs procedentes de Google, eBay, Amazon, AOL, Windows Live, y Yahoo!
- *Widgets*. Es un fragmento de código que se puede portar y ejecutar en una aplicación Web sin necesidad de recompilarse. Los *widgets* se utilizan con frecuencia en blogs, redes sociales y páginas personales. Entre las aplicaciones que ofrecen *widgets* destacan Google, Yahoo!, Microsoft, Flickr y YouTube.

Redes de hogar

Wi-Fi

Wi-Fi es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11, que hoy en día se utilizan también para el acceso a Internet. Fueron creados bajo la marca Wi-Fi Alliance, una organización comercial que prueba y certifica los equipos que cumplen con dichos estándares. Esta asociación fue creada en 1999 por los principales fabricantes y vendedores de soluciones inalámbricas.

Hay tres modalidades de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado, 802.11a, 802.11b y 802.11g. Además un cuarto estándar, el 802.11n, está siendo elaborado y se espera su aprobación final para la segunda mitad del año 2007. Todos ellos se diferencian en la frecuencia de utilización, en la velocidad y en el alcance. En la siguiente tabla se pueden ver las características más importantes de cada uno de ellos.

Tabla 18. Comparativa de los estándares de Wi-Fi

Estándar	Fecha	Frecuencia	Velocidad	Alcance
802.11 Wi-Fi5	1999	5Ghz	25 Mbps (típica) 54 Mbps (máx)	25 m (interior) 75 m (exterior)
802.11b	1999	2,4 Ghz	6,5 Mbps (típica) 11 Mbps (máx)	35 m (interior) 100 m (exterior)
802.11g	2003	2,4 Ghz	25 Mbps (típica) 54 Mbps (máx)	25 m (interior) 75 m (exterior)
802.11n	2007 (Borrador)	2,4 Ghz o 5 Ghz	200 Mbps (típica) 540 Mbps (máx)	50 m (interior) 125 m (exterior)

Fuente: Elaboración propia

Actualmente, las redes inalámbricas basadas en estándares Wi-Fi no son consideradas como una alternativa para sustituir a la red convencional, sino más bien como un complemento de ésta para determinados lugares que necesiten movilidad o que tengan difícil acceso a través de cable.

Entre las ventajas que ofrece la tecnología Wi-Fi se encuentran la movilidad, ya que se puede utilizar la red desde cualquier punto dentro del rango de cobertura e incluso en movimiento, la facilidad de instalación y configuración, la minimización de costes porque no se necesitan cables, la flexibilidad en el acceso y la adaptabilidad a los cambios de la topología de la red. Pero también tiene inconvenientes como el alcance limitado, la potencia necesaria en el punto de acceso, el apantallamiento de la señal debido a los obstáculos o la velocidad de transmisión limitada (aunque con los desarrollos de los últimos estándares ha dejado de ser un problema).

UWB

UWB son las siglas correspondientes a *ultra-wide band*, una tecnología de transmisión vía radio para las redes inalámbricas, que emplea una modulación en banda ultra ancha para hacer un uso más eficiente del espectro, con una potencia muy baja y señales de radio de pulsos cortos que permiten transferir los datos en un extenso rango de frecuencias (hasta GHz). Al emitir a muy baja potencia, no provoca interferencias sobre las bandas en las que emite.

Al utilizar una potencia muy baja los transceptores (dispositivos que realizan las funciones de emisión y recepción) son más baratos, más sencillos de construir y además consumen muy poca energía, sobre todo en comparación con los de banda ancha. Todas estas características, hacen que sean muy prácticos para insertarlos en dispositivos pequeños y que produzcan muy poco impacto en otros sistemas de su entorno porque producen muy pocas interferencias.

En teoría, la tecnología UWB debe proporcionar un ancho de banda de 100 a 600 Mbps, e incluso de 1 Gbps si se aumenta la potencia, para distancias de unos 10 m. Además, se presenta como una de las posibles soluciones para las redes de acceso inalámbricas, y los sistemas móviles de corto alcance de tercera o cuarta generación. Además, puede reemplazar al *Bluetooth* (1-2 Mbps) en el ámbito de las redes inalámbricas personales debido a su mayor ancho de banda.

En cuanto a la regulación, en Estados Unidos la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) aprobó en 2002 la operación de dispositivos UWB sin licencia en la banda de 3,1-10,6 GHz. En Japón, los organismos reguladores emitieron en 2006 la primera licencia experimental UWB, que permite operar en la banda ultra ancha. En la Unión Europea, se ha seguido la posición tomada por la FCC y se trabaja en la normalización de aplicaciones genéricas en la banda de 1-10 GHz.

Se espera que el nicho de mercado para la UWB sea la electrónica de consumo y en concreto las redes de sistemas multimedia para el hogar, donde el ancho de banda es muy importante. En este sentido, UWB soporta la difusión de varios canales multimedia con calidad de vídeo.

WiMAX

El fabricante Intel es uno de los principales promotores de WiMAX móvil en el WiMAX Forum. La visión de Intel es que WiMAX móvil esté presente en todos los equipos informáticos, como ya sucede actualmente con Wi-Fi, de manera que permita una conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento, si existen redes desplegadas. WiMAX se convertiría así en la tecnología de referencia para el acceso en el hogar. Intel plantea por el momento incluir WiMAX en sus plataformas *Notebook* basadas en Intel Centrino.

Digital Living Network Alliance (DLNA)

La DLNA es una organización promovida por los principales fabricantes de electrónica para el hogar (Panasonic, Philips, Sony, Samsung, Toshiba, etc.) junto con representantes de las tecnologías de la información (HP, IBM, Intel, Microsoft) y algunos fabricantes de telecomunicaciones (Nokia, Huawei). El objetivo es conseguir una red interoperable entre dispositivos de la electrónica de consumo, las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que permita la compartición de contenidos.

La DLNA ha publicado unas directrices para interoperabilidad de dispositivos basadas en la definición de componentes básicos o building blocks para su empleo en diferentes aplicaciones: audio, vídeo, imágenes. Las directrices se basan en el empleo del protocolo IP, *http*, y el protocolo UPnP (*Universal Plug and Play*) para el control de dispositivos.



Anexo III. Evolución regulatoria¹²

El Anexo III presenta un resumen de la evolución de la regulación en asuntos relacionados con las redes NGA.

Por un lado, en noviembre de 2007 la Comisión Europea hizo pública su propuesta de nuevo marco regulatorio. El nuevo marco afectará a la regulación de la banda ancha en general y de las redes NGA en particular. Entre los aspectos más importantes destacan los mercados geográficos, la separación funcional y la propia regulación de las redes NGA.

Por otro lado, durante la segunda mitad de 2007 se generalizaron las consultas sobre redes NGA por parte de las autoridades regulatorias de diversos países europeos, entre ellos España. En este anexo se incluye asimismo un resumen de las principales consultas.

Finalmente, se incluye un apartado referente a la gestión del espectro radioeléctrico, ya que entre las principales aplicaciones que se vislumbran para las nuevas asignaciones de espectro destaca el acceso de banda ancha ya sea fijo, itinerante o móvil.

Posición regulatoria ante las redes NGA

La posición de la Comisión Europea

La Comisión Europea ha introducido en la nueva versión de la Recomendación de mercados relevantes [19] un apartado dedicado a las redes NGA. Según la Comisión, mientras que no cambien las condiciones competitivas, la evolución hacia las redes NGA no proporciona una oportunidad para eliminar la regulación sobre los servicios existentes. Sin embargo, la Comisión reconoce que los cambios sobre la red de acceso pueden dificultar el mantenimiento de *remedies* tales como el acceso al bucle de abonado en ciertos puntos de la red. Las Autoridades Nacionales de Regulación (ANR) deberán por tanto seguir de forma detallada los nuevos despliegues para asegurar que se mantienen los *remedies* de acceso apropiados mientras que la competencia es imperfecta, al tiempo que se evita dificultar o desincentivar el despliegue de redes más eficientes basadas en arquitecturas NGA.

La Comisión concluye que *remedies* tales como la compartición de conductos, el acceso a fibra oscura, la entrega de señal desde los armarios a la intemperie (*backhaul*) y nuevas variantes del acceso indirecto (*bitstream*), podrían considerarse cuando sean apropiados, teniendo en cuenta que los *remedies* deben fomentar la inversión eficiente en infraestructuras.

La Comisión analiza en más detalle el efecto de las redes NGA sobre el mercado de acceso al bucle de abonado en el apartado correspondiente a dicho mercado. A este respecto la Comisión analiza si, a la vista del despliegue de redes NGA que supone cambios en la arquitectura de red de acceso (por ejemplo, eliminación de los MDF en algunas centrales), tiene sentido mantener como mercados separados el bucle desagregado y el acceso mayorista de banda ancha. La Comisión concluye que por el momento, dado que los cambios se están produciendo todavía, es difícil determinar con precisión las fronteras entre los mercados mayoristas de acceso al bucle desagregado y de banda ancha, por lo que mantiene la diferenciación entre ambos mercados.

Consulta pública sobre redes NGA por parte de la CMT

La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones inició en mayo de 2007 una consulta pública sobre la implantación de las redes de acceso de nueva generación, con la pretensión de conocer las

¹² El anexo III ha sido elaborado por Jesús Labrado, Laura Agudo y Virginia Antón, y no formaba parte del informe enviado al Secretario

opiniones y sugerencias de los agentes que pudieran resultar afectados por cambios regulatorios futuros en el ámbito de las comunicaciones electrónicas, ya sean usuarios, operadores, prestadores de servicios, suministradores de equipos u otros colectivos. El objetivo de esta consulta era recoger la opinión del mercado con el fin de garantizar que la futura regulación incentive las inversiones y la innovación tecnológica, promueva la competencia efectiva en los mercados de telecomunicaciones y fomente el desarrollo de la sociedad de la información.

Temas clave de la consulta

Entre los temas principales que abordaba la consulta destacan los siguientes:

- Los diferentes escenarios: FTTN, FTTB, FTTH, y las alternativas inalámbricas como las redes WiMAX.
- La complejidad del acceso al tramo final de la red que conecta las centrales con los usuarios, teniendo en cuenta que la implantación de la red NGA implicará una reducción de las centrales sobre las que se sustenta la actual red de acceso.
- El tratamiento del principio de la neutralidad o la no-neutralidad de la red y la necesidad de un acceso más abierto a los contenidos que puedan ser distribuidos por las redes.
- La clarificación del entorno regulatorio en un horizonte temporal suficientemente amplio debido a la necesidad de asumir el riesgo inversor por parte de los operadores incumbentes y entrantes.
- La posible revisión de las obligaciones impuestas en la definición de mercados y la distinción por áreas geográficas.
- La cuestión de la brecha digital y las medidas para incentivar una mayor cobertura de las redes NGA, por ejemplo, mediante mecanismos de ayudas públicas o el despliegue de infraestructuras a través de entidades creadas por los Ayuntamientos.
- Las posibilidades de utilización de las infraestructuras existentes en el dominio público, como son las empresas de suministros (agua, gas, electricidad) o las de infraestructuras de transporte para despliegues de redes NGA.

Líneas maestras de la futura regulación de las redes NGA

Las respuestas a esta consulta pública debían remitirse a la CMT antes del 30 de junio de 2007. En total fueron treinta y una las compañías o agentes relacionados con el sector que contestaron a las 51 preguntas que se planteaban en la consulta.

El conjunto de respuestas de todas las partes interesadas a las preguntas planteadas en la consulta fue tenido en cuenta por la CMT para elaborar una guía con las líneas maestras de la normativa con la que regular las nuevas redes de fibra, que se ha hecho pública el 20 de enero de 2008.

Los aspectos más destacados que constituyen esta guía de principios para la futura regulación se detallan a continuación. Se excluyen el tratamiento de los mercados geográficos y la separación funcional, que se tratan en apartados específicos.

Evolución de la regulación ante el impacto del despliegue de redes NGA

La CMT considera que el escenario futuro de imposición de obligaciones tiene que estar fundamen-

tado en una serie de factores que garanticen la competencia sostenible y creciente en los mercados de acceso de banda ancha, así como el fomento de la inversión. Las conclusiones alcanzadas por la Comisión respecto a la evolución de la regulación hacen referencia a los siguientes escenarios:

- *Continuidad de la regulación en la red de cobre:*

Para la CMT es fundamental que la competencia introducida por los operadores alternativos que contratan los servicios mayoristas del acceso al bucle desagregado del incumbente no se vea interrumpida súbitamente por el despliegue de las nuevas redes. La CMT opina que un levantamiento de las obligaciones existentes actualmente de acceso a terceros a la red de cobre dejaría a estos operadores en una situación de total incertidumbre, por lo que plantea continuar con las obligaciones vigentes en la Oferta de acceso al Bucle de Abonado (OBA), sin que el operador incumbente pueda retirar dicho acceso y evitar así la discontinuidad de los pares de cobre o que se eliminen las centrales en las que se encuentran cobricados los operadores alternativos.

En este sentido, la CMT impondría la obligación a Telefónica de comunicar con tiempo suficiente a los operadores que ahora están presentes en las centrales los cambios tanto en la red como en las centrales. Respecto a estos cambios, la CMT establecerá en la OBA los procesos y plazos de antelación con los que Telefónica deberá informar a los operadores que disfrutaban del acceso desagregado. Esta antelación será fijada teniendo en cuenta un período razonable de recuperación de las inversiones, todo ello sin perjuicio de la capacidad de las partes de llegar a los correspondientes acuerdos y del ejercicio por la CMT de su función de resolución de conflictos.

- *Acceso a la infraestructura de obra civil:*

Como consecuencia del análisis del nuevo mercado 4 (Acceso a infraestructuras de red al por mayor para localizaciones fijas), la CMT considera que sería factible imponer ciertas obligaciones al operador con presencia significativa en el mercado (PSM) para el acceso a las infraestructuras de conductos y canalizaciones entre central y edificios, además de las ya incluidas en la OBA para el acceso desagregado.

Dichas imposiciones incluirían la obligación de atender las peticiones razonables de compartición de las infraestructuras de obra civil con sus competidores, lo que podría implementarse, según la CMT, sobre la base del establecimiento de obligaciones de no discriminación y de transparencia en relación con la utilización por el incumbente de estas infraestructuras, en lugar de elaborar una regulación particular detallada.

Dependiendo del resultado del análisis de mercados, la CMT podría considerar la imposición de medias de salvaguarda o refuerzo de esta obligación, como por ejemplo el alquiler de fibra oscura por parte del operador incumbente en aquellas zonas en las que no sea factible la compartición de canalizaciones.

- *Fibra óptica hasta el hogar (FTTH):*

En el caso de la fibra óptica hasta el hogar (FTTH), la CMT entiende que extender las obligaciones del acceso desagregado a la fibra, además de provocar un desincentivo de las inversiones, presenta serias dificultades técnicas ya que la tecnología que está empleando el incumbente para el despliegue de fibra óptica es del tipo punto a multipunto (GPON). Por eso, la CMT no regularía la opción de la fibra hasta el hogar del abonado. Es decir, las operadoras no tendrán obligación de abrir físicamente sus redes de fibra a sus competidores si la opción escogida es la de FTTH.

Sin embargo, mientras haya algún tramo de cobre en la línea para llegar hasta el abonado, la regulación continuaría. Con esto la CMT pretende incentivar las inversiones en el despliegue de FTTH.

- *Acceso mayorista indirecto de banda ancha (bitstream):*

La CMT considera la posibilidad de que, en base a los resultados de los análisis de mercado, se introduzca una transformación de la intensidad de la regulación del acceso *bitstream* sobre la red de pares de cobre, en la medida en que pierdan su papel en la situación competitiva debido principalmente a su obsolescencia.

En el caso de *bitstream* sobre fibra, La CMT considera que la intensidad de la regulación sobre estos servicios dependerá del resultado del análisis geográfico. En caso de que se encontraran condiciones competitivas geográficamente diferenciadas, en las zonas competitivas la existencia de infraestructuras alternativas haría necesaria una regulación de estos servicios menos severa que la vigente. Una de las alternativas a considerar por la CMT sería el diseño de obligaciones reglamentarias con un plazo máximo de vigencia (*sunset clause*). Tras este período, el resultado del análisis del mercado determinaría si el suministro mayorista queda desregulado y por tanto se basaría en acuerdos comerciales libremente pactados. La otra situación se plantea en las zonas no competitivas, en las que los operadores alternativos necesitarían el acceso indirecto para poder proveer en condiciones competitivas sus servicios minoristas a nivel nacional. Por este motivo, la CMT considera que estaría justificada la imposición de obligaciones reglamentarias más restrictivas sobre el operador designado con PSM, por ejemplo, podría imponérsele la obligación de proveer el acceso de banda ancha a través de un acceso indirecto si los servicios no son replicables sobre las redes tradicionales o híbridas.

El acceso en el interior de los edificios

La CMT considera que el acceso a los edificios para desplegar fibra en su interior presenta serias dificultades de índole técnico, jurídico y económico, y constituye una de las mayores preocupaciones de los operadores. Señala como uno de los riesgos que el primer operador que realice el despliegue de verticales y acometidas de fibra óptica en un determinado edificio pueda convertirse en operador único del edificio.

El principal problema para la CMT es la actualización de la normativa, tanto sobre edificios con ICTs como sin ella, para asegurar el despliegue de infraestructura por varios operadores. Sin embargo, la CMT reconoce su capacidad limitada de actuación, ya que este aspecto es competencia del gobierno.

Sobre la compartición de infraestructura entre operadores, la CMT considera la posibilidad de una obligación simétrica (todos los operadores estarían obligados a compartir la infraestructura en edificios) o asimétrica (sólo el operador con PSM).

El papel de las Administraciones públicas en el fomento del despliegue de infraestructuras

Para la CMT resultaría conveniente que los acuerdos y planes promovidos por las Administraciones prevean la existencia de capacidad excedentaria de infraestructura civil y que se permita a otros operadores el acceso a dichas infraestructuras.

Respecto al papel de las AA.PP. como promotoras despliegues de redes NGA, la CMT se plantea las siguientes recomendaciones:

- Limitar sus actuaciones a zonas en las que se identifique una demanda no atendida y no sea previsible la iniciativa privada.

- Establecer procesos transparentes anunciados con la suficiente antelación y previa consulta pública a los agentes interesados.
- Focalizar su actuación promotora a despliegues de infraestructuras de carácter pasivo. En caso de que los operadores no mostraran interés podrían construir redes activas gestionadas por operadores ya presentes en el mercado. Si todo esto no resultara efectivo habría que considerar la posibilidad de que un operador público gestionara dichas redes.
- Establecer que el operador gestor asuma obligaciones de neutralidad, transparencia y no discriminación.
- Suministrar dichas infraestructuras de forma transparente, no discriminatoria y a unos precios que no supongan una subvención con cargo a los impuestos públicos.

En lo referente a la compartición y reutilización de otras infraestructuras gestionadas o participadas por las Administraciones (alcantarillado, metro, etc.), o gestionadas por entidades privadas que actúan en otros sectores económicos en régimen de autoprestación (electricidad, gas, etc.), la CMT analizará si proponer al Gobierno la aprobación de una norma sectorial de telecomunicaciones de carácter general que imponga la obligación, en determinadas condiciones, de dar acceso a dichas infraestructuras.

En todo caso, la CMT se dirigirá al Gobierno para solicitar que se supriman los obstáculos impuestos por otras Administraciones, que estén limitando innecesariamente la utilización de conductos existentes para el tendido de nuevas redes de telecomunicaciones por terceros operadores.

Otro tema planteado en la consulta era la posibilidad de establecer un órgano de cooperación que actuara como punto de encuentro entre las Administraciones involucradas y los operadores que despliegan redes. La CMT analizará con mayor detalle este asunto con el fin de tomar o proponer las correspondientes iniciativas en el marco de sus competencias.

Otras consultas y posiciones

Francia: Regulación de canalizaciones y acceso a edificios

ARCEP inició el 26 de julio de 2007 dos consultas relativas a redes NGA. En la primera consulta, relativa al acceso a los conductos de cables de France Telecom, ARCEP manifestaba que una regulación sobre las infraestructuras esenciales podría incentivar las inversiones sobre las capas superiores, al tiempo que podría limitar la necesidad de una regulación asimétrica o la puesta en práctica de una separación funcional. El hecho de que las canalizaciones de France Telecom sólo estén parcialmente utilizadas, según ARCEP, fue lo que motivó dicha consulta, ya que considera que su regulación para poder ser utilizadas por otros operadores para el despliegue de fibra óptica permitiría reducir la carga regulatoria en los niveles superiores de la infraestructura. Además de la infraestructura de France Telecom, ARCEP consideró la posibilidad de incluir las galerías subterráneas visitables, dentro de un hipotético mercado nacional de *"infraestructuras de obra civil para el paso de cables de comunicaciones electrónicas para el bucle local"*. Sin embargo, no contemplaba la inclusión de otro tipo de conductos (gas, electricidad, etc.), ya que no los considera apropiados para el despliegue de cables de telecomunicaciones.

La segunda consulta hacía referencia a la compartición de la parte terminal de la red de fibra situada en el interior de los edificios. ARCEP es de la opinión que sólo será posible tender una red de fibra en el interior de cada edificio, por lo que el resto de operadores deberían compartirla. La consulta hace referencia a las condiciones técnicas, económicas y jurídicas de la compartición y plantea cuatro opciones

posibles para la compartición: una arqueta de acceso común al pie del edificio, la inversión conjunta, la desagregación de fibra y el acceso indirecto (*bitstream*).

Después de analizar las respuestas de los interesados, ARCEP presentó sus conclusiones respecto a ambas consultas en noviembre de 2007.

En cuanto a la primera consulta, ARCEP considera que el acceso a la ingeniería civil es un factor que reduce considerablemente los costes de despliegue de una nueva red. Actualmente no todos los operadores franceses están en igualdad de condiciones, pues los operadores alternativos pueden utilizar la red de alcantarillado sólo en casos especiales. La infraestructura de canalizaciones de France Telecom es por ello un factor clave y según ARCEP debe garantizarse el acceso a la misma para el resto de operadores y así fomentar la inversión. ARCEP ha revisado los conductos de France Telecom en diez ciudades, concluyendo que la ingeniería civil está disponible aunque de manera heterogénea, ya que en algunos casos es necesaria una descongestión de los mismos.

En cuanto a la segunda consulta, ARCEP considera que se hacen necesarias medidas regulatorias adecuadas para garantizar que el primer operador que instale la fibra en un edificio de acceso a su red a otros operadores.

A este respecto, el marco regulatorio actual no incluye la compartición, pero ARCEP propone que sea designado como el organismo responsable de requerir a los operadores que compartan la última parte de sus redes de fibra, así como de garantizar que los operadores lo respetan. Las medidas de compartición deben fomentar la competencia en infraestructuras a la vez que resuelven los problemas a corto plazo. ARCEP contempla la posibilidad de que inicialmente, y sólo de forma temporal, los operadores permitan la compartición a nivel del distribuidor de fibra óptica (*optical distribution frame*), para después pasar a una situación de compartición de infraestructuras en la base de los edificios. En este sentido ARCEP está manteniendo conversaciones multilaterales para decidir el mejor modo de realizar la compartición y publicará recomendaciones para propietarios y constructores.

Italia: Consulta pública sobre redes de acceso de nueva generación por parte de AGCOM

El Consejo de la autoridad reguladora italiana en materia de comunicaciones, AGCOM, inició el 2 de mayo de 2007 un proceso de consulta pública en relación a la posible separación funcional de la red de acceso de Telecom Italia, así como a la política regulatoria relacionada con las redes de nueva generación. Se publicaron dos documentos, uno relativo a la consulta y otro que analizaba y valoraba el estado del arte de los escenarios tecnológicos y regulatorios.

AGCOM se planteaba la posibilidad de separar la red de Telecom Italia, promoviendo una separación funcional completa de la red fija de acceso, mediante la formación de una división o unidad de negocio separada apropiada. Por otra parte, en la consulta se mencionaban las estrategias y las ventajas de una separación más incisiva, es decir, llegando a una división corporativa, aunque tal hipótesis no es practicable de acuerdo con la regulación sin el consentimiento y la participación activa de Telecom Italia.

En segundo lugar, AGCOM definía un cuadro regulatorio que incentive a las empresas a realizar las inversiones necesarias en infraestructuras para llevar a cabo el despliegue de las redes de nueva generación, y que garantice un contexto de competencia efectiva entre los operadores.

Entre los temas clave de la consulta destacan los siguientes:

- Las perspectivas del proceso de convergencia de los nuevos servicios.
- Las características de la red de acceso italiana y los aspectos tecnológicos de su evolución hacia las redes de nueva generación.

- Los aspectos de mercado de la red de acceso italiana en particular y su problemática.
- La regulación de la red de acceso en lo concerniente a la separación de sus actividades y las posibles estrategias reglamentarias para las NGNs.

En su respuesta a la consulta, los operadores alternativos señalaron que, para lograr una buena actuación regulatoria, es necesario que se tomen medidas que garanticen la competencia y la igualdad de trato. Además, estos operadores esperan que la autoridad italiana ponga especial atención a la migración hacia las redes NGA con el objetivo de reducir los riesgos de re-monopolización del mercado. Asimismo, plantean la separación funcional de la red de acceso como el instrumento más eficaz. Por su parte, Telecom Italia se manifiesta de acuerdo con la separación funcional de la red de acceso, siempre que parta de una propuesta propia y se revoquen las actuales obligaciones asimétricas de los mercados mayoristas y minoristas.

En relación con la parte de la red de acceso que debe estar sujeta a regulación, casi todos operadores alternativos se han mostrado a favor de una regulación de los servicios suministrados sobre toda la red de acceso, actualmente de par de cobre y de fibra en el futuro. Sin embargo, Telecom Italia sostiene que sólo deberían estar sometidos a regulación los servicios prestados sobre la red de cobre, y en particular los suministrados a través de la desagregación del bucle de abonado, el acceso a canalizaciones, los trabajos civiles y la entrega de señal (*backhauling*).

Por último, en cuanto a la extensión de las obligaciones de servicio universal a los servicios de banda ancha, la mayor parte de los participantes piensan que es prematuro tratar este asunto y solicitan una futura consulta pública relativa a este tema.

Reino Unido: Consulta de Ofcom sobre las redes NGA

El 26 de septiembre de 2007 Ofcom presentó su consulta pública sobre las redes NGA. El documento publicado resumía los retos regulatorios, estímulos al despliegue, la inversión y la competencia y finalmente los pasos a seguir por el propio regulador.

Ofcom cree que el despliegue de NGNs ofrece ventajas importantes para los consumidores y representará tanto una inversión significativa como un cambio fundamental para el sector de las telecomunicaciones. Aunque en algunos países las redes NGA ya están siendo desplegadas, Ofcom considera que es debido a factores comerciales, geográficos o políticos que no están presentes en el Reino Unido y no ve pruebas de que esta situación este perjudicando económicamente o socialmente al mercado británico. No obstante, el regulador seguirá supervisando la situación, por si se produce cualquier suceso que pueda cambiar su opinión al respecto.

Según Ofcom, es necesario cambiar el enfoque regulatorio para evitar cualquier barrera innecesaria a la inversión, pero asegurando siempre la competencia. Para alcanzar este objetivo, se hace necesario proponer con la suficiente antelación las posibles medidas *ex ante* que se aplicarán a las redes NGA. Ofcom propone adaptar los principios existentes de equivalencia, maximización de la innovación, reflejo del riesgo de la inversión y certeza regulatoria, aplicados en las actuales redes de banda ancha. Estos principios conducen a varios remedios específicos que pueden ser apropiados para tratar a operadores con PSM en las redes NGA. La mayor parte de los remedios variarán según la tecnología, pero los más relevantes que propone Ofcom son el acceso desagregado al sub-bucle (remedio pasivo) y el acceso indirecto *bistream* (remedio activo).

A finales de 2007, se publicaron las respuestas a la consulta de Ofcom, entre todas las recibidas destacan la de BT, operador incumbente del Reino Unido y la de *The Broadband Stakeholder Group*, que se resumen a continuación:

- Inversión en redes NGA en el Reino Unido: BT y el BSG apoyan el punto de vista de Ofcom sobre

la incertidumbre que hay actualmente en lo referente a la demanda de ancho de banda y acerca de cuándo será necesario acometer el despliegue. Sin embargo, el BSG añade que el documento de consulta es demasiado cauteloso sobre los requerimientos de las redes NGA.

- Principios de Ofcom para regular las redes NGA: BT considera que los principios perfilados por Ofcom son apropiados, pero que en la puesta en práctica es necesario interpretarlos correctamente. Teniendo en cuenta la elevada cuantía de las inversiones en redes NGA, BT se plantea si se necesita una propuesta más activa del regulador. Según el BSG, los principios perfilados en la consulta son correctos, aunque son insuficientes para avanzar en el debate. Ofcom necesitará priorizar resultados y deberá posicionarse rápidamente sobre los distintos tipos de despliegue de redes NGA, el coste aproximado de cada una y sus respectivas ventajas.
- Riesgo de inversión en redes NGA: BT está de acuerdo con Ofcom en la importancia de reflejar el riesgo que suponen las inversiones en redes NGA, aunque cree que los modelos de precios rara vez proporcionan una solución global y por tanto se necesitan nuevos modelos, que impliquen la colaboración de toda la industria. El BSG considera que el principio de no discriminación más el de equivalencia, soluciona una situación donde el retorno de la inversión es incierto.
- Remedios pasivos y activos para promover la competencia: BT comparte la propuesta de Ofcom sobre los remedios a utilizar (pasivo para FTTH y activo para FTTP). El BSG cree que en el caso de FTTC la desagregación del sub-bucle local sólo sería eficaz en ubicaciones atractivas comercialmente. Asimismo, defiende que la compartición de conductos puede ser factible en determinadas ubicaciones.
- Intervención regulatoria para crear incentivos artificiales a la inversión: BT cree que la cuantía de la inversión en redes NGA necesita nuevos modelos de colaboración en la industria, que incluyan también a los reguladores, el gobierno, las autoridades y las agencias de desarrollo regional. Por su parte, el BSG considera que en el futuro es posible que haya una necesidad de intervenciones, tanto políticas como regulatorias, que aseguren una extensión de los servicios de banda ancha de nueva generación en todo el Reino Unido.

Europa: Consulta pública del Grupo de Regulación Europeos (ERG) sobre redes NGA

El ERG publicó a principios de mayo de 2007 un documento de consulta sobre las redes de acceso de nueva generación. En él se trataban las implicaciones regulatorias de estas nuevas redes y se proporcionaba una descripción de los diferentes escenarios en el despliegue de fibra, principalmente FTTN y FTTB/FTTH.

Los temas clave de esta consulta pueden resumirse en:

- Las implicaciones económicas de la renovación del acceso, tales como los diferentes costes a abordar y el equilibrio entre competencia en infraestructuras y en servicios.
- Los retos relativos a la regulación y las implicaciones referentes al marco regulatorio.
- La necesidad de adaptar la definición de bucle local a las nuevas redes de acceso.
- El análisis de la escalera de inversión bajo el despliegue de redes de nueva generación.

Tras recibirse todas las respuestas, el 3 de octubre de 2007 se presentó la opinión del grupo, mediante la publicación de un documento de posición del ERG. Para el ERG, mientras las condiciones

competitivas no cambien, el despliegue estas redes no proporciona una oportunidad de retirar la regulación existente. Asimismo, el ERG considera que el enfoque regulatorio basado en el marco vigente de comunicaciones electrónicas podía considerarse como una base sólida, si bien puede necesitar los siguientes ajustes:

- La importancia de evitar la sobrerregulación y de seguir las metodologías prescritas para cada Estado miembro basadas en los criterios de la ley de competencia para identificar la necesidad de remedios regulatorios.
- La posibilidad de definir distintos mercados geográficos en aquellas situaciones donde se presenten diferencias significativas en las condiciones competitivas para distintas regiones.
- La modificación de los mercados 1 y 2 debido a la transición hacia redes NGN todo IP multi-servicio.
- La modificación del mercado 11 (acceso desagregado mayorista a los bucles y sub-bucles metálicos) para satisfacer el requisito de neutralidad tecnológica, mediante una definición más amplia del bucle que incluya el acceso mediante fibra óptica (en la nueva Recomendación el mercado 4 correspondiente ya ha tenido en cuenta esta modificación).
- La confirmación de la definición del mercado 12, ya que engloba todos los productos mayoristas de banda ancha.

Gestión del espectro radioeléctrico

La disponibilidad de nuevo espectro para banda ancha

El medio más eficiente para promover el despliegue de servicios inalámbricos de banda ancha es el aumento del espectro disponible al efecto. A este respecto, se pueden destacar las iniciativas para utilizar el espectro resultante del apagón analógico, el reuso del espectro utilizado para GSM, así como la puesta a disposición de espectro que no se ha asignado hasta ahora o que se emplea para aplicaciones menos eficientes u obsoletas.

Cuando se produzca la transición a la Televisión Digital Terrestre (TDT), la liberación del espectro utilizado para la televisión analógica constituirá una oportunidad para aumentar el espectro disponible para servicios inalámbricos de banda ancha. Al estar situado en la banda baja del espectro (174-230 MHz para VHF y 470-862 MHz para UHF), resulta más eficaz (mayor capacidad de transmisión y alcance) para los servicios de acceso a Internet que el espectro utilizado por UMTS o en las bandas por encima de 2 GHz. Es por ello que los operadores de telecomunicaciones, y muy especialmente los operadores móviles, están muy interesados en disponer de al menos una parte del espectro sobrante.

La Comisión Europea apoya en general los intereses de los operadores de telecomunicaciones. Así, dentro del paquete de propuestas del nuevo marco regulatorio hecho público en noviembre de 2007 se incluye una Comunicación [20] en la que se propone repartir el espectro resultante entre tres aplicaciones diferentes: Banda ancha inalámbrica, canales adicionales de televisión terrestre y servicios móviles multimedia, entre los que se incluiría la televisión sobre el móvil. La Comisión señala como principales razones para favorecer el desarrollo de banda ancha inalámbrica la superación de la brecha digital, la mejora de la competitividad de la economía europea, el soporte de servicios de seguridad pública y la mejora de cobertura de los servicios móviles.

Estados Unidos es junto con Japón el único país que ha reservado una parte importante del dividendo

digital a servicios de banda ancha, como se detalla en un apartado posterior. Asimismo, debe señalarse como la UIT, en la última Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones celebrada en noviembre de 2007, ha aprobado cambios al plan de frecuencias internacional, de manera que se permite la utilización de la banda de 790-862 MHz, que estaba reservada para aplicaciones de radiodifusión y fijas, para aplicaciones móviles IMT (*Internacional Mobile Telecommunications*), entre las que se incluye UMTS y WiMAX móvil.

Otra opción que se baraja para aumentar el espectro disponible para la banda ancha inalámbrica es la reutilización del espectro reservado para GSM (bandas de 900 y 1800 MHz). Estas bandas resultan más eficientes para dar cobertura móvil que las banda de UMTS (2,1 GHz), al permitir emplear menos estaciones base para cubrir un territorio, por lo que resulta muy útil especialmente en zonas poco pobladas. La tendencia es que las redes GSM sean sustituidas progresivamente por redes UMTS, lo que haría dichas bandas innecesarias a largo plazo como ya sucedió con la telefonía móvil analógica. La Comisión Europea presentó una propuesta de Decisión [21] en julio de 2007 para permitir el empleo de la tecnología UMTS en las bandas de 900 y 1.800 MHz, ya que la legislación europea actual sólo permite el empleo de tecnología GSM sobre dicha banda. Dicha propuesta está en sintonía con el fomento de la neutralidad de tecnología y de servicio contenida en la propuesta de nuevo marco regulatorio.

Asimismo, es destacable la asignación de espectro para aplicaciones de banda ancha en bandas superiores. Así, en España se asignó en el año 2000 la banda de 3,4-3,6 GHz y de 24,5-26,5 GHz para aplicaciones LMDS, a las que posteriormente se ha permitido el uso para WiMAX. Ya se detalla en el cuerpo del informe que algunos países como Alemania y Francia han concedido licencias WiMAX. Sin embargo, tales licencias restringen en muchos casos el uso a la banda ancha fija, por lo que no permiten movilidad.

Sin embargo, la subasta que se celebró en Italia (3,6 GHz) a comienzos del año 2008 permitirá la movilidad en virtud de la neutralidad de servicio. Asimismo, otros países europeos (Suecia, Noruega, Reino Unido, Finlandia) están considerando la actualización de las licencias concedidas para banda ancha fija inalámbrica de manera que se permita la movilidad.

Por otro lado, la Comisión Europea estableció en una Decisión [22] del Comité de Comunicaciones electrónicas (ECC) que la banda de 2.500-2.690 MHz debe estar disponible para sistemas IMT-200/UMTS a partir del 1 de enero de 2008, de acuerdo a la demanda de mercado. Aunque, la CE no ha adoptado aún una postura sobre si se aplicará la neutralidad tecnológica sobre la banda de 2.500-2.690 MHz, el regulador noruego ha concedido licencias en esta banda en las que aplica la neutralidad tecnológica, lo que permitiría también emplearlas para WiMAX móvil. El Reino Unido y Suecia seguirán el mismo principio en las subastas de 2,5 GHz que se celebrarán en 2008.

Además de las bandas señaladas, algunos países están abriendo bandas de más alta frecuencia para banda ancha inalámbrica. Así por ejemplo, el Reino Unido va a subastar frecuencias en las bandas de 10 GHz, 28 GHz y 32 GHz en las que aplicará la neutralidad tecnológica. Por su parte, Alemania ha atribuido la banda de 5,8 GHz para banda ancha de uso común.

Subasta de espectro en Estados Unidos

En 1997, la FCC aprobó un plan para reasignar una parte del espectro en la zona de 700 MHz, banda que hasta ahora se emplea para canales de televisión analógicos (18 canales de 6 MHz cada uno). El objetivo es dar otro uso al espectro cuando se produzca la transición de dichos canales a la Televisión Digital Terrestre (TDT), prevista para el año 2009.

La FCC ha asignado los canales 2 a 51 a la TDT. De los 108 MHz sobrantes, 24 MHz (4 canales de 6 MHz) se han reservado para comunicaciones de emergencia que deberán ser asignadas a una única

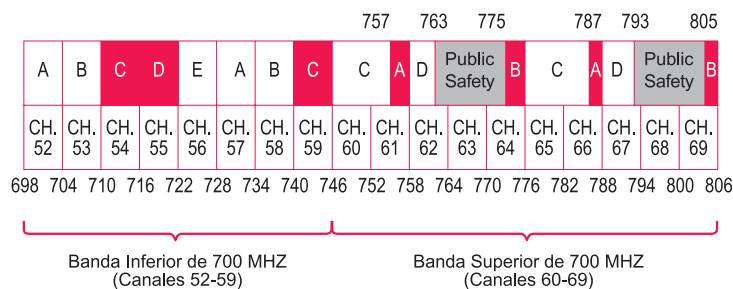
entidad sin ánimo de lucro donde estén representados los agentes implicados en seguridad. El resto del espectro (84 MHz o 14 canales de 6 MHz) se decidió atribuirlo a usos comerciales mediante subasta. No obstante, la adjudicación aplica la neutralidad tecnológica pero no de servicio, ya que se reservan para servicios móviles.

En los años 2002 y 2003 se celebraron subastas parciales que asignaron 3 canales, de los cuales 2 fueron adjudicados a Aloha Partners y el restante a Qualcomm, que se emplean para servicios de televisión sobre el móvil¹³. El espectro restante (66 MHz) debía ser adjudicado antes de junio de 2008.

La disponibilidad de espectro adicional provocó el interés de gran número de compañías. Se debe tener en cuenta que las frecuencias asignadas son más bajas que las utilizadas en muchos servicios de telecomunicaciones, lo que permite una mayor eficiencia en las comunicaciones. Se pueden distinguir tres corrientes en función del uso solicitado para el espectro: Incremento del espectro disponible para comunicaciones móviles, acceso de banda ancha inalámbrico o usos mixtos del espectro público-privado.

El 30 de julio de 2007, la FCC aprobó finalmente las reglas de la subasta, que buscaban contentar a todos los grupos interesados. La FCC dividió el espectro en un conjunto de 12 licencias regionales de 22 MHz (bloques C, 2x11 MHz) y un conjunto de licencias locales (bloques A, B, E). También se reservaron 10 MHz (bloque D, 2x5 MHz) para una licencia nacional de uso mixto público-privado en cooperación con el adjudicatario de la licencia para comunicaciones de emergencia. En caso de emergencia, deberá darse prioridad en la banda de uso mixto a las comunicaciones entre servicios de emergencia.

Figura 43. Plan de revisión de la banda de 700 MHz para servicios comerciales



Bloque	Frecuencias	Banda	Par	Tipo de Áreas	Licencia
A	698-704, 728-734	12 MHz	2x6 MHz	EA	176
B	704-710, 734-740	12 MHz	2x6 MHz	CMA	734
C	710-716, 740-746	12 MHz	2x6 MHz	CMA	734*
D	716-722	6 MHz	Sin par	EAG	6*
E	722-728	6 MHz	Sin par	EA	176
C	746-757, 776-787	22 MHz	2x11 MHz	REAG	12
D	758-763, 788-793	10 MHz	2x5 MHz	Banda Nacional	1***
A	757-758, 787-788	2 MHz	2x1 MHz	MEA	52**
B	755-776, 805-806	2 MHz	2x1 MHz	MEA	52**

*Estos bloques han sido subastados.
 **Estos bloques de banda de guarda han sido subastados, pero están siendo trasladadas.
 ***Este bloque está asociado con las asociaciones públicas/privadas de la banda de 700 MHz

Fuente: FCC [30]

¹³ Los canales adjudicados a Aloha Partners tienen, hasta que se produzca el apagón analógico, limitaciones técnicas ya que en muchas zonas son adyacentes a canales de televisión analógica.

Las 12 licencias regionales deberán permitir a los consumidores emplear el terminal de su elección y descargar y utilizar las aplicaciones de su elección, siempre que estos cumplan unas condiciones de seguridad que permitan proteger la red frente a daños externos. La decisión final de la FCC sobre las licencias regionales viene a ser una postura intermedia entre los partidarios de las redes abiertas y los de las cerradas, pues aunque abre la red a otros operadores móviles, no obliga a revender el espectro a otros proveedores con una oferta mayorista, como pretendían los mayores partidarios de la apertura.

El 17 de agosto de 2007, la FCC fijó el procedimiento de la subasta. Una de las condiciones de la subasta fue que de no obtener un mínimo de 10.000 millones de dólares por el espectro (4.500 por las licencias regionales C) se repetiría la subasta con menos restricciones.

Entre los candidatos que se presentaron a la subasta destacan Verizon Wireless y AT&T por parte de los operadores móviles y Google y de Vulcan Wireless (dirigida por Paul Allen, cofundador de Microsoft) por parte de los agentes de Internet. Otras compañías como el operador de cable Comcast y el operador de redes Wi-Fi Clearwire declinaron participar en la subasta. Asimismo, el grupo Frontline Wireless, que estaba interesado en el bloque D para usos mixtos, se retiró de la subasta al no poder reunir la fianza necesaria.

La subasta se inició el 24 de enero de 2008 y finalizó el 18 de marzo del mismo año. Los ingresos totales obtenidos fueron de 19.592 millones de dólares, de los cuales 4.748 millones corresponden a las 12 licencias regionales del bloque C. Dichos ingresos equivalen a 1,28 \$ por MHz y habitante, más del doble de los 0,58 \$ por MHz y habitante obtenidos en las subastas celebradas en 2006.

Las 7 licencias regionales del grupo C correspondientes a los 50 estados fueron asignadas a Verizon Wireless (consorcio de Verizon y Vodafone), segundo operador móvil de Estados Unidos. El precio pagado equivale a 0,76 \$ por MHz y habitante. Asimismo, Verizon Wireless consiguió 100 licencias adicionales de la banda B. Entre ellas se encuentra una licencia en el área de Chicago por la que se ha pagado la mayor cantidad relativa, 9,9 \$ por MHz y habitante.

Por su parte, AT&T obtuvo 227 licencias locales en los bloques A y B, por un importe total de 6.700 millones de dólares. Además, AT&T adquirió a finales de 2007 el espectro propiedad de Aloha Partners. El precio pagado por esta última adquisición, 2.500 millones de dólares, equivale a 1,06 \$ por MHz y habitante, bastante inferior a los 2,67 \$ por MHz y habitante pagados en la subasta que a finalizado. En conjunto Verizon Wireless y AT&T han conseguido el 80% de las licencias.

Entre los otros operadores que han obtenido licencias destacan Dish Network, compañía de televisión por satélite con 168 licencias en el bloque E y Qualcomm. el bloque D, ha quedado sin adjudicar, al no alcanzarse la cantidad mínima de 1.300 millones de dólares.

Reino Unido

Ofcom es el regulador europeo más activo en la liberalización del espectro, lo que se traduce en un gran número de subastas sobre las que se aplica la neutralidad tecnológica y de servicio. Por otro lado, ha sido el primer regulador europeo en acometer una redefinición del espectro de GSM que permita su uso para UMTS y en decidir sobre la utilización del dividendo digital.

Subastas de espectro

Ofcom ha iniciado los procedimientos para asignar espectro en diferentes bandas. En todas ellas aplicará la neutralidad tecnológica y de servicio¹⁴ y empleará el método de subastas por ser, según el regulador britá-

¹⁴ En determinados casos se pueden contemplar algunas restricciones debido a la coexistencia con servicios de defensa, aviación civil o radioastronomía. En cualquier caso, tales restricciones no limitarán el servicio a utilizar, sino la máxima interferencia producida o recibida.

nico, el que permite obtener un mayor rendimiento del espectro. Las licencias obtenidas son por un tiempo indefinido, aunque Ofcom puede revocarlas anunciando su intención con anticipación. En cualquier caso, se plantea un periodo mínimo de asignación de 15 años. Además, todas las licencias serán comercializables.

En diciembre de 2006, Ofcom inició mediante una consulta pública, el proceso para subastar espectro en las bandas de 2,6 GHz (2,5-2,69 GHz) y 2,01 GHz (2.010-2.025 MHz). Tras varias consultas intermedias, Ofcom ha presentado su propuesta en abril de 2008.

Ofcom ha dividido el espectro total de la banda de 2,6 GHz en dos partes: Una de dos bloques emparejados y otra formada por hasta dos bloques desemparejados. Los bloques emparejados se utilizarían para aplicaciones FDD¹⁵, mientras que los bloques desemparejados se utilizarían para TDD¹⁶. Además, Ofcom ha dividido los bloques en lotes de 5 MHz (2x5 MHz para los lotes emparejados).

La particularidad del sistema de subasta diseñado por Ofcom es que no fija la cantidad de espectro asignada a cada tipo de bloque (emparejado o desemparejado), de manera que son los participantes en la subasta los que determinan el tamaño de los bloques. Únicamente se limita el tamaño máximo y mínimo de los bloques: De 0 a 14 lotes (2x5 MHz) para los bloques emparejados y de 10 a 38 lotes (5 MHz) para los bloques desemparejados. Asimismo, cada participante debe optar a un mínimo de 2 lotes, ya sean emparejados o desemparejados. La subasta consta de dos fases, una primera de puja, donde se asignan un número determinado de lotes a cada participante, sin determinar la posición (frecuencia) y una segunda de asignación, donde el adjudicatario en la primera fase puede aumentar la puja para obtener unas frecuencias determinadas. Ofcom no establecerá obligaciones de cobertura mínima.

Asimismo, en marzo de 2008, tras tener en cuenta los comentarios de los interesados. Ofcom presentó su propuesta para las condiciones de la subasta de la banda L (1.452-1.492 MHz). el regulador ha dividido el espectro a subastar (40 MHz) en dos sub-bandas : una banda inferior (1.452-1.479,5 MHz) dividida en 16 lotes de 1,7 MHz y una banda superior (1.479,5-1.492 MHz) de 12,5 MHz. En la inferior se podrá elegir entre dos modalidades de licencia entre cada lote: licencia de alta potencia, que limita la densidad de transmisores pero no la potencia máxima, y licencia de baja potencia, que limita la potencia máxima (6Kw) pero no establece una densidad máxima de transmisores. Las licencias concedidas serán de ámbito nacional. Ofcom espera que, recibir los comentarios a su propuesta pueda hacerse la invitación a los interesados en julio de 2008 e iniciarse la subasta en septiembre de 2008.

Por otro lado, Ofcom celebró en febrero de 2008 una subasta para asignar espectro en las bandas de 10, 28, 32 y 40 GHz. El espectro subastado es un bloque de 2x100 MHz (divididos en lotes de 2x10 MHz) de alcance nacional en la banda de 10 GHz, dos bloques nacionales de 2x112 MHz en la banda de 28 GHz, seis bloques nacionales de 2x126 MHz en la banda de 32 GHz y seis bloques nacionales de 2x150 MHz en la banda de 40 GHz. Además se asignaron tres bloques adicionales de 2x112 MHz de cobertura limitada en la banda de 28 GHz. Entre los adjudicados destacan BT (2x126 MHz en la banda de 32 GHz), T-Mobile (2x80 MHz en 10 GHz, 2x252 MHz en 32 GHz y 2x250 MHz en 40 GHz) y Orange (2x252 MHz en 32 GHz). Los ingresos obtenidos han sido de 1,4 millones de libras.

Dividendo digital

En 2003, el gobierno del Reino Unido decidió que 256 MHz del total de 368 MHz asignados a la televisión analógica estarían reservados para la TDT. Ello implicaba que 112 MHz (divididos en dos bloques) fueran liberados para otros usos, como se muestra en la siguiente figura:

¹⁵ FDD: *Frequency Duplex Division*, sistema de transmisión que emplea frecuencias diferentes para cada sentido de comunicación. La aplicación típica es UMTS.

¹⁶ TDD: *Time Duplex Division*, sistema que emplea las mismas frecuencias para los dos sentidos de comunicación. La aplicación típica es WiMAX móvil.

Figura 44. Número de canales y frecuencias de las bandas IV y V de UHF

Frecuencias de canales (MHz)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	470-478	478-486	486-494	494-502	502-510	510-518	514-526	526-534	534-542	542-550	550-558	558-566
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	566-574	574-582	582-590	590-598	598-606	606-614	614-622	622-630	630-638	638-646	646-654	654-662
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
	662-670	670-678	678-686	686-694	694-702	702-710	710-718	718-726	726-734	734-742	742-750	750-758
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	758-766	766-774	774-782	782-790	790-798	798-806	806-814	814-822	822-830	830-838	838-846	846-854
	69											
	854-862											

- 112 MHz de espectro libre (14x8 MHz)
- 256 MHz de espectro entrelazado (32x8 MHz)
- Equipamiento y eventos especiales
- Radar aeronáutico
- Radioastronomía

Fuente: Ofcom [51]

Después de un proceso que ha llevado dos años, en diciembre de 2007 Ofcom hizo pública una declaración (*statement*) en la que planteaba su enfoque para el dividendo digital. El regulador británico ha decidido no reservar espectro adicional para la TDT, ya que considera que el reservado es suficiente, incluso para proporcionar televisión de alta definición. Asimismo, ha decidido no reservar espectro para uso común.

El espectro será asignado mediante un procedimiento de subasta. Ofcom espera publicar una consulta sobre este procedimiento en la primavera de 2008, de manera que las reglas definitivas estén listas a finales de 2008 y la subasta pueda tener lugar en la primera mitad de 2009. Además, Ofcom permitirá la utilización de las bandas de guardia dentro del espectro reservado para la TDT (lo que se conoce como *interleaved spectrum* o *white spectrum*). Tal espectro se asignará también mediante subasta, aunque se distinguirán áreas geográficas para permitir su uso para la televisión local.

Reasignación de espectro en las bandas GSM

El 20 de septiembre de 2007, Ofcom hizo pública una consulta sobre el espectro utilizado por los operadores móviles en sus redes de 2G (bandas de 900 y 1.800 MHz). La consulta propone liberalizar el uso de este espectro, quitando la restricción de que sea utilizado sólo con tecnología 2G y permitiendo que se explote con 3G u otras tecnologías, lo que tendría un efecto beneficioso sobre la competencia y los consumidores. Este planteamiento está en línea con la Decisión al respecto de la Comisión Europea.

La propuesta del regulador está diseñada para permitir un empleo más eficiente del espectro que soporta todos los servicios móviles. Ofcom considera que la mayor flexibilidad en la utilización del espectro y un acceso más amplio al mismo, conllevaría numerosas ventajas a los consumidores: Gran mejora de la cobertura rural, banda ancha móvil, mayor interactividad, mejor calidad en la cobertura de interiores y precios inferiores.

Los puntos clave de la propuesta de Ofcom son:

- La liberalización del espectro permitirá mejoras en la cobertura y capacidad de las redes 3G y unos precios más bajos. Ofcom estima que los beneficios de liberalizar el espectro de 2G serían del orden de 6.000 millones de libras.
- Casi todos los beneficios provienen de la banda de los 900MHz. Esto se debe a que una frecuencia más baja es mejor para la prestación de servicios móviles de 3G en áreas rurales y dentro de edificios. Además, ya hay equipos disponibles para servicios 3G a 900MHz.

- El despliegue de servicios 3G utilizando la banda de 900 MHz requeriría muchas menos antenas de teléfono móvil que si se usaran frecuencias más altas. Sería posible construir una red móvil de alta calidad de banda ancha que cubriera el 99% de la población de Reino Unido con 10.000 antenas menos por operador.

Ofcom considera que la banda de 900 MHz es tan importante que deben asegurar que más operadores tienen acceso a ella en el futuro para asegurar la competencia y la innovación en el sector británico móvil. Por estos motivos, Ofcom propone que los operadores que disponen de espectro en la banda de 900 MHz mantengan la parte del espectro que sea necesaria para dar, mediante tecnología UMTS, servicios equivalentes a los que proporcionan con la tecnología GSM. Dicha parte ha sido estimada por el regulador en 40 MHz.

El resto del espectro (hasta 3 bloques de 2x5 MHz) será adjudicado a hasta 3 operadores. Se espera que la subasta se realice en 2009 y que los ganadores puedan empezar a hacer uso del espectro a partir de 2010. Además, Ofcom autorizará el mercado secundario del espectro en todas las bandas (900, 1.800 y 2.100 MHz).

Otras asignaciones de espectro

Italia

El regulador italiano AGCOM aprobó en junio de 2007 el procedimiento de asignación de licencias para la banda de 3,5 GHz. Se asignarán tres licencias de 2x21 MHz, una de las cuales se concederá, preferentemente, a un operador que no disponga de licencia UMTS. El ámbito de la licencias será macro-regional (6 macroregiones), si bien en el caso de la licencia para el nuevo entrante el ámbito geográfico podrá ser regional para facilitar el despliegue (hasta 21 licencias regionales). Los requisitos de despliegue buscan favorecer las áreas donde no existe despliegue UMTS.

Se aplicará la neutralidad tecnológica, pero no la de servicio, ya que la banda se reserva para acceso de banda ancha inalámbrico. No obstante, se permitirán tantos servicios fijos como móviles.

La subasta se inició el 20 de enero de 2008, presentándose 48 compañías entre las que destacan Telecom Italia, Wind y FastWeb. Vodafone y Hutchinson 3G no participaron en el proceso. El 28 de febrero de 2008 el Ministerio de comunicaciones italiano anunció los resultados de la subasta. Telecom Italia consiguió únicamente dos de las cinco licencias macro-regionales, además de Sicilia, lo que ha supuesto una inversión de 13,8 millones de euros. El operador ARIADSL, que hasta ahora era un operador local, ha obtenido licencias en todo el territorio italiano, con una inversión de 47,5 millones de euros. El resto de licencias macro-regionales han ido a parar al grupo Reteli, que gestiona una red de fibra óptica a nivel nacional.

Los ingresos totales han sido de 136 millones de euros, por encima de los 125 millones obtenidos en la subasta de la misma banda en Francia en 2006.

Japón

En septiembre de 2007, el Ministerio de Interior y Comunicaciones de Japón (MIC) inició el procedimiento de subasta para la obtención de dos licencias nacionales en la banda de 2,5 GHz para servicios móviles de banda ancha. Cada una de las licencias dispone de 30 MHz.

Con el fin de promover la competencia, el MIC impidió que los tres principales operadores móviles de Japón (NTT-DoCoMo, KDDI y SoftBank) participasen directamente en la subasta. Además, restringió la intervención de los tres operadores a consorcios donde su participación no superase el 33%. Las licen-

cias se adjudicaron en diciembre de 2007, resultando ganadores el consorcio WBPK controlado por KDDI e Intel, y el operador de servicios PHS¹⁷ WillCom, del que KDDI posee un 10%. Ambos consorcios esperan iniciar sus servicios en el año 2009.

Por otra parte, eL MIC decidió reservar la mayoría del espectro de la televisión analógica para la TDT (la banda de 470-710 MHz), lo que supone liberar hasta 60 MHz para otros usos. En Japón, el espectro para televisión analógica llega sólo hasta los 770 MHz, ya que se soportan servicios móviles WCDMA a frecuencias de 800 MHz.

Alemania

El regulador alemán BNetzA aprobó en agosto de 2007 la atribución de la banda 5,755-5,875 GHz para acceso fijo inalámbrico de banda ancha de uso común. Los interesados en proveer servicio sobre dicha banda deberán notificarlo al regulador, pero no será necesario realizar una solicitud ni se aplicarán tasas administrativas. El objetivo de BNetzA es que se pueda proporcionar banda ancha en zonas donde dicho servicio no está disponible.

Regulación de mercados geográficos

La posición de la Comisión Europea

La Comisión Europea ha introducido en la nueva versión de la Recomendación de mercados relevantes [19] un apartado dedicado a los mercados geográficos. La Comisión define un mercado geográfico relevante como un área en la cual las condiciones de competencia son homogéneas y distintas del resto de áreas. Según la CE, la inversión en infraestructuras alternativas es a menudo desigual en el territorio de un Estado miembro y actualmente, en muchos países hay competencia en infraestructuras sólo en algunas zonas, típicamente en áreas urbanas. En estos casos, una Autoridad Nacional de Regulación podría encontrar mercados subnacionales geográficos donde tendría que identificar a los operadores con poder significativo en el mercado y evaluar el área de suministro de los mismos.

No obstante, el hecho de que un competidor tenga un área de suministro no nacional no basta para concluir que son mercados distintos. La Comisión señala que se deben considerar otras evidencias en relación a sustituibilidad del lado de la oferta y de la demanda. En el caso de competidores de ámbito regional, se debe demostrar que la diferencia de precios a nivel regional es debida a los clientes y a la competencia, y no un simple reflejo de las variaciones en los gastos de prestación.

Por otro lado, en ausencia de mercados subnacionales, se da la posibilidad de aplicar *remedies* diferentes dentro de un único mercado nacional en función de los diferentes grados de competencia en infraestructura.

La posición de la CMT

La CMT reconoce que el despliegue de redes NGA supondrá la modificación dinámica y significativa del entorno competitivo existente en los diferentes mercados de acceso en las distintas zonas del territorio nacional. La CMT considera que, en lo que respecta a las redes NGA, la imposición de obligaciones homogéneas en todo el territorio nacional a los operadores con PSM pudiera no ser la técnica regulatoria más adecuada para garantizar el adecuado equilibrio entre los objetivos de fomento de la competencia en servicios y la inversión eficiente en redes alternativas.

La CMT cree que es esencial identificar las presiones competitivas que afronta el operador incum-

¹⁷ PHS, servicio convergente fijo-móvil de movilidad reducida desplegado en Japón a partir de 1995. Ha sido progresivamente sustituido por los servicios móviles a medida que bajaban los precios de estos últimos.

bente en cada parte del territorio, por lo que iniciará el análisis de los mercados relevantes en un ámbito geográfico, con el fin de evaluar la situación de competencia que se da en cada zona. La CMT distinguirá las "Zonas Competitivas" y las "No Competitivas" de acuerdo no sólo con los criterios prácticos tradicionales que han venido delimitando hasta ahora el ámbito del mercado geográfico, tales como el área cubierta por una o varias redes existentes y el ámbito de aplicación legal y otros instrumentos regulatorios, sino incorporando también variables socioeconómicas y demográficas que permitan identificar zonas potencialmente competitivas, que no tienen porqué coincidir con las resultantes de un análisis estático.

Según la CMT, el resultado del análisis podría suponer tanto el mantenimiento de los actuales mercados de ámbito nacional, como la definición de mercados geográficos de ámbito inferior al nacional, con su consecuente análisis e imposición de obligaciones, o incluso la imposición de obligaciones diferenciadas según el nivel de competencia en zonas geográficas, pero en el marco de un único mercado relevante.

La CMT añade que es esperable que la dinámica del propio despliegue en cada zona de estudio provoque una evolución en el tiempo (observable en cada período de análisis de mercados bianual) de las zonas inicialmente no competitivas a zonas potencialmente competitivas, con su consiguiente impacto en la propia evolución regulatoria.

Reino Unido: Regulación por zonas geográficas para acceso mayorista bitstream

El regulador británico Ofcom publicó en noviembre de 2007 una consulta sobre el mercado de banda ancha mayorista, precisando su propuesta de regulación para este sector. Dicha propuesta incluye la retirada de obligaciones regulatorias en aquellas zonas del Reino Unido donde ya existe una competencia sólida, protegiendo a su vez a los consumidores ubicados en áreas del país donde la competencia en el mercado de banda ancha mayorista todavía es débil.

Ofcom propone tres mercados de ámbito inferior al nacional para la banda ancha mayorista según el nivel de competencia:

- Mercado 1: zonas donde el único operador mayorista es BT. Este mercado cubre el 19,2% de las instalaciones del Reino Unido.
- Mercado 2: zonas cubiertas por centrales donde hay de 2 a 3 operadores mayoristas. Este mercado cubre el 15,7% de las instalaciones del Reino Unido.
- Mercado 3: zonas cubiertas por centrales donde hay 4 o más operadores mayoristas. Este mercado cubre el 64,4% de las instalaciones del Reino Unido.

Ofcom propone mantener la regulación de la banda ancha mayorista en los mercados 1 y 2, y eliminarla en el mercado 3. Ofcom espera publicar una propuesta definitiva a mediados de 2008. La propuesta de Ofcom recibió la aprobación de la Comisión Europea en febrero de 2008.

Separación funcional

La posición de la Comisión Europea

La nueva propuesta de directiva de Acceso hecha pública por la Comisión en noviembre de 2007 introduce la separación funcional como *remedy* adicional. La Comisión distingue entre separación funcional forzada por la ANR y la separación voluntaria por parte de un operador.

La Comisión Europea define la separación funcional como "*la obligación sobre las empresas verticalmente integradas de traspasar las actividades relativas al suministro de productos mayoristas de acceso en una unidad empresarial que opere de manera independiente*". El suministro de productos y servicios de acceso debe hacerse con los mismos plazos temporales y condiciones para todas las empresas, incluyendo la compañía filial. Las condiciones se refieren a los precios, niveles de servicio y el empleo de los sistemas y procesos internos.

La separación funcional se considera como una medida extraordinaria. En el análisis de impacto realizado por la Comisión se insiste en que la separación funcional sólo se podría considerar cuando el resto de medidas a disposición de la ANR han fallado. La ANR deberá solicitar a la Comisión la aplicación de la separación funcional incluyendo la justificación antes señalada, así como un análisis de impacto de la medida y el borrador de la misma. El borrador deberá incluir entre otros aspectos la naturaleza de la separación, los activos de la entidad separada y los mecanismos para garantizar la independencia y transparencia de la entidad.

Después de que la Comisión haya aprobado la separación funcional propuesta, la ANR deberá realizar un análisis de los mercados relativos a la red de acceso para enmendar, mantener o retirar las obligaciones existentes o añadir otras nuevas.

Por otra parte, en caso de una separación voluntaria, el operador deberá informar a la ANR con anticipación. Se entiende por separación voluntaria, la transferencia de recursos de la red de acceso (todo o parte) a una entidad legal separada, con diferente propietario, o a una unidad empresarial separada, con el fin de proporcionar a todos los proveedores minoristas (incluidas sus unidades minoristas) productos de acceso completamente equivalentes.

La posición de la CMT

La CMT plantea en su consulta sobre redes NGA el impacto que la separación funcional tendría sobre la innovación, la inversión y la competencia en el mercado. La separación funcional es una obligación orientada a incrementar la garantía de la obligación de no discriminación, pero plantea riesgos como el desincentivo a la inversión. Según la CMT, el operador que decide desplegar una nueva red pretende incrementar sus ingresos ofreciendo nuevos servicios y/o adquirir una ventaja competitiva sobre sus competidores, y con la imposición de la separación funcional se neutralizarían estas ventajas. También se corre el riesgo de que se produzca un efecto indeseado sobre los operadores que prefieran un modelo de competencia en infraestructuras.

La CMT entiende que la separación funcional es una medida excepcional y extrema a considerar en el supuesto de constatarse la existencia y persistencia de situaciones discriminatorias que puedan degradar gravemente la competencia en los mercados de comunicaciones electrónicas. En consecuencia, y puesto que no pueden descartarse de antemano estos riesgos sobre la competencia, la CMT considera necesario disponer explícitamente de la capacidad regulatoria para imponer la separación funcional.

Algunas experiencias europeas

Los reguladores de algunos Estados miembros de la Unión Europea están estudiando las ventajas de la separación funcional y alguno de ellos como Ofcom en el Reino Unido, ya tienen experiencia en la aplicación de este remedio. En 2005 Ofcom aceptó, bajo las leyes británicas de competencia, que BT separase su negocio de acceso y *backhaul* en una unidad de negocio independiente, conocida como Openreach. En 2007, antes de que apareciera la nueva regulación de la Comisión Europea, los reguladores de Italia, Suecia y Polonia también estudiaron la posibilidad de aplicar la separación funcional a los operadores incumbentes.

ANEXO IV. BIBLIOGRAFÍA

- [1] 3G Americas, Mobile Broadband: The Global Evolution of UMTS/HSPA. 3GPP Release 7 and Beyond. 14 diciembre 2006.
- [2] 3G Americas. Global UMTS HSPA Operator Status Update. Julio 2007.
- [3] 3GPP (3rd Generation Partnership Project), 3GPP Specifications – Release contents and functionality. <http://www.3gpp.org/specs/releases-contents.htm>
- [4] Analysys, Predicting UK Future Residential Bandwith Requirements. Mayo 2006.
- [5] Analysys, Final report for OPTA. The business case for sub-loop unbundling in the Netherlands. Enero 2007.
- [6] ARCEP (L'Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes), Le très haut débit, Points de repère et perspectives. Point presse, 10 noviembre 2006.
- [7] AT&T, Lightspeed Project. Octubre 2004.
- [8] BSG (Broadband Stakeholder Group), Pipe Dreams? Prospects for next generation broadband deployment in the UK.
- [9] CacheLogic, Peer-to-Peer in 2005. 29 agosto 2005.
- [10] CED Magazine, How sexy is HFC?. 1 mayo 2007. www.cedmagazine.com
- [11] CED Magazine, Preparing for an unknown future. 1 enero 2007.
- [12] CMT, Informe Anual. 2005.
- [13] CMT, Informe Anual. 2006.
- [14] CMT, Notas mensuales. 2007.
- [15] CMT, La actividad de las AAPP en el sector de las telecomunicaciones. Catálogo de buenas prácticas. Enero 2005.
- [16] Comisión Europea, COM(2007)155: 12º informe de implementación, "Regulación y Mercados de las Comunicaciones Electrónicas en Europa 2006". Bruselas, 29 marzo 2007.
- [17] Comisión Europea, i2010 Annual Information Society Report 2007. Commission Staff Working Document. Volume 1. Bruselas 2007.

- [18] Comisión Europea, State Aid Control. http://ec.europa.eu/comm/competition/state_aid/overview/index_en.cfm
- [19] Comisión Europea, Recommendation on relevant product and service markets within the electronic communications sector susceptible to ex ante regulation in accordance with Directive 2002/21/EC of the European Parliament and of the Council on a common regulatory framework for electronic communications networks and services (notified under document C(2007)5406). 17 diciembre 2007.
- [20] Comisión Europea, Reaping the full benefits of the digital dividend in Europe: a common approach to the use of the spectrum released by the digital switchover. 2007.
- [21] Comisión Europea, Commission Decision on the harmonisation of the 900 MHz and 1800 MHz frequency bands for terrestrial systems capable of providing pan-European electronic communications services in the Community. 7 junio 2007.
- [22] Comisión Europea, ECC/DEC(05)05. ECC Decision on harmonised utilisation of spectrum for IMT 2000/UMTS systems operating within the band 2500 – 2690 MHz. 18 marzo 2005.
- [23] Corning Cable Systems, FTTH Explained: Delivering efficient customer bandwidth and enhanced services, Michael Kunigonis.
- [24] Corning Cable Systems, Broadband Technologies through Deeper Fibre Architecture, Boon Thiam. Septiembre 2004.
- [25] Credit Suisse, Unbundling: more consolidation likely. 17 julio 2007.
- [26] DT, datos de la compañía.
- [27] ECTA, NGA Workshop. 26 junio 2007.
- [28] ENTER, DigiWorld 2006 España: Telecomunicaciones, Internet, Audiovisual. Los retos del mundo digital. 2006.
- [29] ENTER, DigiWorld 2007 España: Telecomunicaciones, Internet, Audiovisual. Los retos del mundo digital. 2007.
- [30] FCC, Comments sought on competitive bidding procedures for auction of 700 MHz licenses. 17 agosto 2007.
- [31] GAPTEL, Marco Regulador de Comunicaciones Electrónicas. Octubre 2006.
- [32] IDATE, FTTH situation in Europe. 7 febrero 2007.
- [33] IDATE, FTTH Deployments Key issues. DigiWorld Summit 2006.
- [34] Informa Telecoms & Media, World Cellular Information Service. Junio 2006.
- [35] ING. European Telecoms. The need for speed: A closer look at the cable threat. Abril 2007.
- [36] ITU-T, Recommendation Y.2001 General Overview of NGN. Diciembre 2004.
- [37] JP Morgan, The fibre battle. Diciembre 2006.
- [38] KDDI Corp., Third Quarter Financial Results of the Fiscal Year Ending March 2007. Tadashi Onodera: President & Chairman. 25 enero 2007.
- [39] Light Reading, BigBand goes dutch with M-CMTS. 27 marzo 2007. www.lightreading.com
- [40] Light Reading, Comcast Ready to Reclaim Bandwidth, 3 octubre 2007, www.lightreading.com
- [41] Light Reading, Commscope sees BrightPath for Cable FTTP. 6 agosto 2007. www.lightreading.com

- [42] Mairie de Paris, PARVI, Paris Ville Numerique.
http://www.paris.fr/portail/Economie/Portal.lut?page_id=169
- [43] Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan, Information and Communications in Japan. White Paper 2006.
- [44] MIT, Broadband Working Group, The broadband incentive problem, MIT Communication Futures Program. Cambridge University Communications Research Network. 2005.
- [45] Multichannel News, Comcast eyes gradual move to DOCSIS 3.0. 2 julio 2007. www.multichannel.com
- [46] NGMN, Next Generation Mobile Networks. www.ngmn.org
- [47] NTT, datos de la compañía.
- [48] OCDE, Broadband Statistics. Junio 2007. OCDE Broadband Portal. www.oecd.org/sti/ict/broadband
- [49] OCDE, Communications Outlook 2007. Information and Communications Technologies. 2007.
- [50] OCDE, Developments in fibre technologies and investment. 25 mayo 2007.
- [51] Ofcom, Digital Dividend Review: a statement on our approach to awarding the digital dividend. 13 diciembre 2007.
- [52] RVA (Render Vanderslice & Associates, LLC), FTTH/FTTP update. Octubre 2006.
- [53] RVA (Render Vanderslice & Associates, LLC), FTTH/FTTP. Octubre 2007.
- [54] Rysavy Research, Mobile Broadband: EDGE, HSPA & LTE, para 3G Americas. Septiembre 2006.
- [55] Softbank Corp., Earnings Results For the Third Quarter Ended December 31, 2006. 8 febrero 2007.
- [56] Telecommunications International. LTE: a capex step too far?. Marzo 2007.
- [57] Telefónica, Comunicaciones de Telefónica I+D. Número 39. Octubre 2006.
- [58] Telefónica, La Sociedad de la Información en España 2006.
- [59] TeleGeography's WiMAX Market Tracking Service. Diciembre 2006.
- [60] UBS Investment Research. Global Communications. 10 julio 2007.
- [61] Verizon, FiOS Briefing Session. 27 septiembre 2006.
- [62] WiBro subscriber numbers: KT ahead of SK Telecom, Maravedis Telecom Market Research and Analysis.
- [63] WiMAX Forum, WiMAX and IMT-2000. 22 enero 2007.
- [64] Wireless Intelligence, datos de usuarios de 3G (CDMA2000 y WCDMA(UMTS)) para 3G today.
<http://www.3gtoday.com/wps/portal/3ghome?page=home>
- [65] Wireless World, Wireless Data ARPU. Enero-Febrero 2007.

