

# Claves y retos de la gestión del espectro

Jorge Pérez Martínez

Antolín Moral

M<sup>a</sup> Catalina Ovando

Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Telecomunicación  
Universidad Politécnica de Madrid

## Resumen

La política de gestión del espectro se ha visto envuelta en los últimos años en un profundo debate, que ha generado un consenso considerable en el sentido de que el sistema de gestión tradicional no es capaz de hacer frente a las crecientes y cambiantes demandas de espectro que acompañan a los desarrollos tecnológicos más recientes y al proceso de convergencia entre redes y servicios. En consecuencia, las autoridades nacionales encargadas de la gestión del espectro necesitan introducir cambios en su política, para permitir un acceso más flexible al recurso.

La flexibilidad en el acceso al espectro mediante la adopción de un nuevo enfoque de mercado, basado en el mercado secundario y la neutralidad tecnológica y de servicios, ha sido uno de los asuntos más relevantes afrontados en la revisión del marco regulador de las telecomunicaciones actualmente en discusión en Europa. España ha comenzado igualmente a adoptar medidas en esta dirección, con la aprobación del Reglamento de Uso del Espectro y el lanzamiento de una consulta pública cerrada en septiembre de 2008, sobre la aplicación de los mencionados principios en las bandas de 900 MHz, 1.800 MHz, 2,6 GHz y 3,5 GHz.

Este artículo comienza con una breve descripción del sistema actual de gestión del espectro y de los modelos alternativos propuestos por la literatura. A continuación se introducen los aspectos más relevantes de la nueva política de gestión, como el mercado secundario y la liberalización, y se mencionan medidas específicas introducidas al respecto en España y Europa. Finalmente, a modo de conclusión, se identifican los retos que supone la transición entre un modelo y otro.

## Abstract

*Spectrum management and policy has been embroiled in recent years in deep debate, which has resulted in a growing consensus among experts that the traditional command-and-control approach is unable to meet the increasing and changing spectrum demands, given the recent technological developments and the market convergence process. Therefore national regulatory authorities need to introduce changes in their management spectrum policy in order to allow a more flexible access to spectrum.*

*Flexibility in spectrum access through the adoption of a new market approach based on secondary trading and spectrum liberalization has been a principal issue of the current telecom regulatory framework review in Europe. Spain has recently started this process with the approval of new regulations of spectrum usage ("Nuevo Reglamento de uso del espectro") and the launching of a public consultation closed in September 2008, about the possible application of these principles in the frequency bands of GSM 900 and 1.800 MHz, 2.6 GHz and 3.5 GHz.*

*This article presents, first of all, a brief review of the current spectrum management model and other alternative models proposed in the literature. It then introduces key aspects of the new radio spectrum policy, such as secondary trading and liberalization, and specific measures taken in Europe and in Spain for its implementation. Finally, this article concludes by highlighting the major challenges lying ahead as a result of the transition between models.*

# Política Económica y Regulatoria en Telecomunicaciones

■ Claves y retos de la gestión del espectro

## 1. Introducción

El espectro radioeléctrico<sup>1</sup> constituye un recurso esencial para la provisión de un gran número de servicios diferentes, desde la telefonía móvil o la difusión de medios de comunicación hasta otros muchos servicios vitales de interés público como la seguridad aérea y marítima o la defensa. Como consecuencia, el espectro y su política de gestión se han convertido en un elemento fundamental para la mejora de la competitividad y el desarrollo económico. Como ejemplo y teniendo en cuenta únicamente a los servicios de las comunicaciones electrónicas, el valor de los servicios que hacen uso del espectro equivale a alrededor del 2,2% del producto interior bruto (PIB) anual europeo<sup>2</sup>.

Desde un punto de vista económico, el espectro se caracteriza por ser un recurso finito, inagotable y no almacenable. Como consecuencia, ha existido siempre un interés en poner el espectro a disposición de servicios que fuesen de interés para la sociedad. Sin embargo, las diferencias en las propiedades de propagación y la capacidad de transmisión de información de las diversas bandas de frecuencia<sup>3</sup>, da lugar a que no todas ellas sean igualmente útiles para todos los servicios y, por tanto, a inevitables conflictos entre servicios distintos que pugnan por la misma banda de frecuencia, especialmente en el rango comprendido entre los 250 MHz y 2,5 GHz.

Esta situación hizo necesario definir un procedimiento de regulación del acceso al mismo

para evitar los efectos negativos de las interferencias. Así, ya desde comienzos del siglo XX, la mayoría de los países definieron el espectro como un bien de dominio público y crearon reguladores específicos encargados de la gestión de todos los detalles relativos al uso del espectro, configurando así un modelo de gestión conocido como el **modelo administrativo** o modelo “command and control”. De manera muy resumida, bajo este modelo el regulador define los servicios finales que se pueden utilizar en cada Banda de frecuencia (atribución) siendo, por tanto, responsable de la introducción de nuevas tecnologías y servicios para satisfacer la demanda de espectro en el corto y largo plazo, y se encarga de la asignación de las licencias o derechos de uso a los diferentes usuarios del espectro, licencias que llevan asociadas un cierto periodo de vigencia y unas ciertas condiciones de uso. Finalmente, y puesto que la propagación en el espacio de las ondas no atiende a fronteras políticas, esta gestión se produce no solo a nivel nacional sino también internacional, mediante las tareas de coordinación y armonización realizada por diferentes organismos supranacionales como la ITU-R y la CEPT<sup>4</sup>.

El principal objetivo de esta política de gestión del espectro es alcanzar la mayor eficiencia posible de su uso. Sin embargo, como bien de dominio público y limitado, este concepto de eficiencia se debe entender en sus tres dimensiones: técnica, económica y social (ver Tabla 1).

**Tabla 1:**  
Objetivos de la política de gestión del espectro

Fuente:  
Cave (2002) pág. 6

OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO
<b>Eficiencia Técnica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso intensivo del espectro de manera compatible con los límites técnicos para evitar las interferencias.</li><li>• Promover el desarrollo e introducción de nuevas tecnologías más eficientes cuando su introducción se justifique por el valor del espectro liberado.</li></ul>
<b>Eficiencia Económica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Asignación del espectro a los usuarios y usos que generen el mayor valor de este recurso (eficiencia dinámica).</li><li>• Respuesta flexible ante los cambios en los mercados y las tecnologías de manera que se puedan asignar espectro a nuevos servicios una vez sean factibles técnica y comercialmente.</li><li>• Minimización de las barreras de entrada, los costes de transacción y otras limitaciones en un mercado competitivo eficiente.</li></ul>
<b>Eficiencia Social</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Compatibilidad con las políticas públicas en materia de radiodifusión, competencia en el mercado de las telecomunicaciones y opciones de elección a los consumidores.</li><li>• Salvaguarda de los intereses del uso del espectro para el funcionamiento eficiente en defensa, servicios de emergencia y otros servicios públicos.</li><li>• Compatibilidad con los tratados y acuerdos internacionales en materia de espectro.</li></ul>

(1) Definido por la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones (de aquí en adelante, LGTel) como las ondas electromagnéticas en las frecuencias comprendidas entre 9 kHz y 3.000 GHz que se propagan por el espacio sin guía artificial.

(2) Comisión Europea (2007b), pág. 5.

(3) En general, las señales enviadas utilizando frecuencias más elevadas alcanzan distancias más cortas pero tienen una mayor capacidad de transmisión de información.

(4) ITU-R es la sección de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y la CEPT es la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones. Para una descripción detallada del marco internacional de gestión del espectro, se recomienda Gretel (2007) capítulo 3.

Sin embargo, la demanda creciente de acceso al espectro, fruto del desarrollo tecnológico y de las fuerzas del mercado, la importancia de una gestión eficaz del espectro en la competitividad y el desarrollo económico y la rigidez inherente al modelo de gestión administrativo, han llevado al desarrollo de un profundo debate acerca de la introducción de nuevos mecanismos de gestión que permitan un acceso más flexible al espectro. Este debate aparece recogido en diversos estudios entre los que se pueden señalar Cave (2002), FCC (2002) y Comisión Europea (2005), y a nivel nacional, merece la pena destacar Gretel (2007).

El resto del artículo se estructura en cuatro apartados adicionales. En el segundo apartado se presentan las principales críticas asociadas al modelo tradicional de gestión y se introducen como alternativas el modelo de gestión basado en el mercado y el modelo de uso común. A continuación, se plantean las medidas adoptadas en Europa y en España para la reforma de la política de gestión del espectro. El apartado 4 se centra en la introducción de mecanismos de mercado en la política de gestión del espectro en Europa y se analizan, de manera particular, los problemas asociados con la transición entre modelos en el conjunto inicial de bandas que serán objeto de estas primeras medidas de flexibilización. Finalmente, el apartado 5 presenta las conclusiones.

## 2. Críticas al modelo tradicional y propuestas de modelos alternativos de gestión

En la actualidad, la rápida evolución tecnológica y la convergencia de las telecomunicaciones, los contenidos multimedia y la electrónica están creando un escenario dinámico en el que aparecen constantemente nuevas tecnologías, servicios y usuarios del espectro. Sin embargo, el modelo tradicional de gestión, caracterizado por la asignación de bandas a servicios y tecnologías concretas, se muestra demasiado inflexible e incapaz de adaptarse a esta **demanda creciente y cambiante de espectro**. Asimismo, el proceso de **convergencia tecnológica y de mercados** está difuminando las diferencias entre servicios considerados tradicionalmente como distintos

(servicios fijos/móviles/de difusión, servicios de telefonía/de datos/de televisión). Por tanto, resulta necesario aplicar un marco regulatorio coherente que no cree diferencias injustificadas entre el mismo servicio (o servicios casi idénticos) por el simple hecho de prestarse sobre tecnologías o bandas de frecuencia diferentes.

Así, se tiende a señalar que el actual sistema de gestión del espectro ha generado **dos tipos de ineficiencias**. En primer lugar, y puesto que las bandas de frecuencia más bajas estaban ocupadas por servicios ya existentes, los nuevos servicios y aplicaciones se han ido asignando a frecuencias cada vez más elevadas, conduciendo a unos costes de despliegue mayores. Sin embargo, algunos de los servicios asignados a las frecuencias bajas no son los más ampliamente usados, no hacen un uso eficiente del espectro o no son aquellos que generan el mayor valor (eficiencia económica). Asimismo, esta primera ineficiencia conduce a la segunda. Para asegurar frecuencias y permitir el desarrollo de nuevos servicios, los reguladores deben decidir cuáles, entre todos los servicios en competencia, serán los que tengan un mayor éxito. Es decir, los reguladores han tenido que “seleccionar ganadores”. Los éxitos (GSM) y fracasos (ERMES, TFTS) de este enfoque están bien documentados<sup>5</sup>. Sin embargo, el problema de fondo que genera estas asignaciones es que la recuperación del espectro, una vez asignado para un cierto uso o tecnología no utilizados, suele llevar muchos años.

Como consecuencia, en la actualidad existe un creciente consenso en la consideración de que el modelo actual de gestión ha conducido a ineficiencias que han incrementado de manera artificial la escasez de este recurso limitado, siendo necesario introducir reformas que permitan realizar una gestión más **eficaz**. Como alternativa al modelo administrativo, se suelen proponer los dos modelos siguientes<sup>6</sup>:

- El **modelo de uso exclusivo** (también conocido como el modelo de gestión basado en el mercado). Caracterizado por el uso de un modelo de licencias en el que el licenciatario

(5) Por ejemplo, Hazlett (2001) presenta una documentada historia de las ineficiencias de las decisiones de asignación de espectro de la FCC.

(6) Se ha utilizado la definición de FCC (2002) pág. 35. Además, de esta tradicional tricotomía de modelos de gestión, otros autores han propuesto un rango mayor de modelos de gestión posibles. Véase, por ejemplo, Bauer (2002) o Pogorel (2007).

# Política Económica y Regulatoria en Telecomunicaciones

## ■ Claves y retos de la gestión del espectro

tiene derechos de uso exclusivos, flexibles y transferibles para una banda específica del espectro en una cierta área geográfica.

- **El modelo de uso común** (modelo de “commons”). Este modelo permite a un número ilimitado de usuarios sin licencia compartir el uso de las frecuencias, con derechos de uso determinados por estándares técnicos pero sin ningún derecho a solicitar protección frente a interferencias.

### 2.1 El modelo de uso exclusivo

Numerosos economistas desde R. Coase (1959) han sostenido que la asignación del espectro radioeléctrico mediante decisiones administrativas tiene poco sentido, defendiendo que un mercado de espectro en el que los propietarios pudieran comprar, vender, subdividir y agregar bloques de espectro conduciría a una mejor asignación de este recurso<sup>7</sup>. El argumento en el que se basan es que el mercado es un mecanismo mucho más eficiente que un planificador para distribuir recursos, como consecuencia de su mayor y más rápida capacidad de captar toda la información sobre la oferta y la demanda.

Este enfoque liberal de gestión del espectro propone definir claramente los derechos<sup>8</sup> de uso del espectro, incluyendo unas mínimas restricciones técnicas para evitar las interferencias, pero, preferiblemente, sin especificar el servicio y la tecnología a emplear (es decir, aplicando los principios de “neutralidad tecnológica y de servicio”) y realizar la asignación de dichos derechos mediante una subasta, con la condición de que el usuario que adquiere dichas frecuencias pueda posteriormente comerciar con ellas libremente. Así, el mecanismo del mercado decidiría no solo quién debería tener la licencia (la subasta lo asignaría inicialmente al operador más eficiente, quien valora más el espectro) sino, además, qué servicios deberían ser proporcionados, que serán aquellos capaces de generar el mayor valor de este recurso en ese momento. Además, se aseguraría la **eficiencia dinámica**: si ese modelo de negocio falla, los derechos

serían comprados por otro operador con un modelo de negocio diferente.

Sin embargo, esta política de gestión no está exenta de críticas y de riesgos. Así, ha habido mucho debate sobre cómo balancear los mecanismos de mercado con la necesidad de asegurar la disponibilidad de espectro para otros servicios de interés social. En este sentido, se suele considerar que un mecanismo puro de mercado, en el que el espectro es asignado a aquellos usos que generan un mayor valor, no se ajusta bien con el modelo de servicio público de parte de los actuales usos del espectro. No obstante, y puesto que el sector público es uno de los usuarios principales<sup>9</sup> del espectro, se buscan mecanismos para **incentivar el uso eficiente** del mismo<sup>10</sup>. Además, se han planteado otros posibles riesgos de este modelo, como son la excesiva fragmentación del espectro así como la monopolización, la especulación y el acaparamiento.

### 2.2 El modelo de uso común

Los defensores de este modelo<sup>11</sup> argumentan que si el desarrollo de nuevas tecnologías permite un control automático de las interferencias, entonces no resultaría necesaria la definición de derechos exclusivos de uso.

No obstante, la ausencia en la actualidad de equipos con estas propiedades de control automático de interferencias o los cuestionables beneficios que un modelo de uso común puede tener para ciertas aplicaciones características, como los radares aeronáuticos o los sistemas de radiodifusión, cuestionan la viabilidad real de un régimen de uso común puro. Por tanto, la aplicación de este modelo supone en la práctica que, en un modelo administrativo o de mercado, ciertas bandas sean reservadas para su uso común pudiéndose, de esta manera, sacar partido a los beneficios que aporta este uso común del espectro. Entre estos beneficios se pueden citar sus reducidas barreras de entrada, habilitando así un acceso rápido al espectro, su flexibilidad para incorporar nuevas tecnologías y aplicaciones, así como su adecuación a un gran número de aplicaciones de corto alcance (dispositivos médicos, redes de área local o personal, sistemas de identificación por radiofrecuencias –RFID–, etc.).

(7) Faulhaber y Farber (2003), pág. 1.

(8) De hecho, según Cave y Webb (2003a), una clara definición de estos derechos es absolutamente crucial puesto que, en caso contrario, los costes de transacción necesarios para resolver los problemas que pudiesen aparecer con las interferencias serían prohibitivamente altos.

(9) Según Cave (2005) pág. 13, prácticamente el 50% del espectro por debajo de los 15 GHz está en manos del sector público en Reino Unido.

(10) Así, según Gretel (2007), la FCC ha identificado al Ministerio de Defensa como uno de los principales potenciales agentes cedentes de espectro fruto de la optimización del uso. Asimismo, el informe de auditoría realizado por Cave para el gobierno de Reino Unido (Cave, 2005) incluye la importancia del uso de tasas que reflejen el coste de oportunidad del espectro como herramienta para potenciar el uso eficiente del espectro en manos de los organismos públicos.

(11) Véase, por ejemplo, Benkler (1998).

Finalmente, merece la pena destacar el hecho de que ambos regímenes (de mercado y de uso común) no son completamente incompatibles como se demuestra por los diversos enfoques híbridos que se han propuesto<sup>12</sup>, ya sea con el objetivo de asegurar unos niveles aceptables de calidad de servicio o bien como respuesta a nuevas estrategias de compartición que aparecen fruto de ciertas innovaciones tecnológicas (como es el uso *underlay*, fruto de tecnologías como el UWB o el uso *overlay*).

Entre estos modelos, el modelo de compartición *overlay*, asociado al desarrollo de la tecnología de radio “cognitiva”<sup>13</sup>, en el que se permite a un usuario secundario la detección y utilización del espectro no utilizado en un cierto momento por un usuario primario, ha sido fruto de un intenso debate recientemente. La causa de este debate ha sido el anuncio de la FCC de introducir este modelo de compartición en las bandas de frecuencia utilizadas para la difusión de la televisión, lo cual ha supuesto el enfrentamiento entre los promotores de estas nuevas tecnologías y aplicaciones y los radiodifusores. De manera más concreta, la decisión de la FCC, habilitando el uso del espectro intercalado (que son las frecuencias asignadas pero no utilizadas por las redes de difusión de televisión, también conocidas como espacios en blanco o **white spaces**), por dispositivos sin licencia de baja potencia, siempre y cuando dispongan de un conjunto de características técnicas<sup>14</sup> que aseguren su operación libre de interferencias sobre los servicios primarios (la difusión de televisión). Además, la FCC ha manifestado su interés en permitir, en el futuro, el uso de dispositivos sin licencia de mayor potencia en las zonas rurales. Finalmente, el propio Parlamento<sup>15</sup> Europeo también ha manifestado el interés que para los ciudadanos, PYMEs y sector no lucrativo puede tener el “uso sin licencia de las frecuencias hasta ahora no utilizadas (espacios en blanco)” y se han comenzado los primeros estudios técnicos para explorar su utilización en Europa.

### 3. La evolución del actual sistema de gestión

Como consecuencia de todo lo anterior, organismos reguladores como la Comisión Europea o la FCC han adoptado ya medidas para hacer más eficaz su política de gestión del espectro. No obstante, y dado que ninguno de los modelos es capaz de satisfacer por completo todos los objetivos de la gestión del espectro, se tiende hacia una política de gestión en la que los diferentes modelos son utilizados en diversas bandas más que a adoptar exclusivamente uno de ellos (Bauer 2002). Citando literalmente a la Comisión Europea<sup>16</sup>: “Todos los modelos de gestión presentan características de interés, por lo que conviene combinarlos con acierto para alcanzar los objetivos de las políticas comunitarias”.

En el caso de la **Unión Europea**, la aplicación de un nuevo enfoque de mercado en la política de gestión del espectro ha sido uno de los elementos centrales de la revisión del marco regulador de las comunicaciones electrónicas llevado a cabo por la Comisión en 2007, habiéndose introducido en las diferentes directivas los principios necesarios para su implementación. Asimismo, se han seleccionado<sup>17</sup> ciertas bandas de frecuencia utilizadas por los **servicios de comunicaciones electrónicas terrestres** como el conjunto inicial de frecuencia en las que aplicar este enfoque de mercado y en las que se pretende definir, en el largo plazo, unos derechos de uso comunes a nivel europeo lo menos restrictivos<sup>18</sup> posibles, así como la aprobación del mercado secundario. Con estas medidas se espera aprovechar mejor la capacidad de innovación y de generación de nuevos servicios que posee el sector de las comunicaciones electrónicas, así como dar respuesta a la convergencia creando oportunidades para todos los sectores involucrados, en igualdad de condiciones, algo “capaz de contribuir enormemente al impulso del crecimiento económico y la competitividad en Europa”<sup>19</sup>.

(12) Véase MacDonald (2006).

(13) Una explicación sencilla de estos sistemas es aquella que los define como sistemas que, basados en las técnicas de acceso dinámico al espectro, son capaces de detectar la situación del ambiente en el que se encuentra y cambiar sus parámetros de transmisión de acuerdo con dicho ambiente para evitar la producción de interferencias. Véase Mitola (1999) para una definición más precisa.

(14) Como detección, geolocalización y conexión a Internet para descargarse en tiempo real la información sobre la posición de los diferentes emisores de los servicios primarios. Véase FCC (2008).

(15) Parlamento Europeo (2008).

(16) Comisión Europea (2005b) pág. 4.

(17) Comisión Europea (2007). El conjunto de bandas seleccionadas suman un total de 1.350 MHz lo que representa un tercio del espectro en frecuencias inferiores a los 3 GHz.

(18) Estos derechos suponen habilitar estas bandas para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas (sin hacer distinciones entre servicios de voz, datos y video, así como fijos y móviles) así como definir las restricciones técnicas mínimas posibles para permitir el uso libre de interferencias.

(19) Comisión Europea (2007) pág. 10. Según esta misma Comunicación de la Comisión (pág. 3) y haciendo referencia al estudio *Analysis Consulting et al.* (2004), una gestión del espectro basada en el mercado, combinada con una flexibilización de los derechos de uso del espectro, aportaría un beneficio neto de entre 8.000 y 9.000 millones de euros al año en toda Europa.

Sin embargo, la evolución hacia este nuevo enfoque de mercado debe realizarse teniendo en cuenta los intereses legítimos de los titulares de los derechos de uso de las bandas involucradas, la posible modificación del valor de esos derechos y sin causar distorsiones en la competencia. Como consecuencia, se ha apostado por una implementación gradual dando suficiente tiempo a los Estados Miembros a adaptarse al nuevo modelo.

Así, diferentes Estados Miembros han adoptado ya medidas para aplicar este nuevo enfoque de mercado. En el caso de **España**, este proceso ha comenzado con la aprobación del **Reglamento<sup>20</sup> de uso del espectro**, que ha abierto, entre otras, la posibilidad de explotar en España las ventajas que ofrece el mercado secundario de espectro y la aplicación de los principios de neutralidad tecnológica y de servicios, y la **consulta pública abierta** por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con la que se trata de conocer la opinión del sector sobre la implementación de estos principios en las **bandas de GSM** (900 y 1.800 MHz) y las **bandas de 2,6 GHz y 3,5 GHz**. En el apartado 4 se tratará con mayor detalle la introducción de este nuevo enfoque de mercado.

Además, la Comisión Europea está estudiando<sup>21</sup> cómo la extensión del **modelo de uso colectivo** puede contribuir a la optimización del uso del espectro, al fortalecimiento del mercado interior y a la promoción de la innovación y la competitividad.

#### 4. La introducción de mecanismos de mercado en la política de gestión del espectro

En este apartado se tratarán con mayor detalle las medidas concretas que caracterizan la implementación de un enfoque de gestión basado en el mercado, como son el **comercio secundario** y la **liberalización del uso**. Finalmente, el apartado 4.3 se centrará en los problemas de transición que se generan al implementar esta nueva política de gestión en las bandas seleccionadas por la Comisión Europea.

Además, y a pesar de no haber tratado de manera específica los mecanismos de **asignación**

**primaria<sup>22</sup>** de espectro en este artículo, merece la pena destacar que dichos mecanismos seguirán jugando un papel fundamental en la política de gestión del espectro para poner a disposición de los usuarios las nuevas frecuencias que aparezcan como consecuencia de la evolución hacia tecnologías más eficientes (el mayor ejemplo es el **dividendo digital**) o por la liberación de las mismas de sus usos iniciales (véase el caso de la **banda de 2,6 GHz**).

#### 4.1 El mercado secundario de espectro

La posibilidad de transferencia de derechos de uso de unas empresas a otras es una medida que puede tener potenciales beneficios, como la creación de incentivos para la mejora de la eficiencia en el uso del espectro o la reducción de las barreras de entrada para el acceso al espectro, por lo que fue introducido ya en el año 2002 en el actual marco regulador europeo y ha comenzado a aplicarse recientemente en numerosos países, entre ellos España. Esta cesión de derechos de uso puede adoptar diferentes modalidades en función del alcance de dicha cesión y del ámbito temporal y/o geográfico<sup>23</sup>.

Sin embargo, su implementación práctica genera ciertos riesgos e incertidumbres, por lo que hasta el momento tanto la Unión Europea como España o Reino Unido han limitado su implementación a un conjunto inicial y limitado de bandas.

En primer lugar, la comercialización de espectro puede crear **desventajas competitivas** entre los operadores que acceden al espectro a través de las dos modalidades posibles. Para evitarlo, se suele imponer la condición de que el nuevo titular que accede al espectro en el mercado secundario esté sometido a los mismos derechos y obligaciones. Sin embargo, en el caso del concurso, que es por otra parte el mecanismo de asignación primaria más utilizado en España, el conjunto heterogéneo de las obligaciones de los agentes presentes en el mercado, derivadas de las incluidas en el pliego, más las mejoras voluntarias que formaban parte de las ofertas presentadas en el concurso, no hace sencillo establecer, a priori, cuáles habrían de ser las obligaciones adquiridas por el

(20) Real Decreto 863/2008, de 23 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley General de Telecomunicaciones, en lo relativo al uso del dominio público radioeléctrico.

(21) Véase la reciente opinión del RSPG (2008) y el informe MacDonald (2006) encargado por la Comisión.

(22) Para una descripción detallada de los principales mecanismos de asignación primaria y su utilización en diferentes países se recomienda Gretel (2007).

(23) RSPG (2004).

agente cesionario en una cesión parcial de espectro, lo que complica de manera importante la implementación práctica de cesiones parciales de espectro.

Otros riesgos que la comercialización de espectro puede generar y que se mencionan con frecuencia son los riesgos de **acaparamiento** y **especulación**. Sin embargo, la necesidad de autorización previa de las cesiones por parte del organismo regulador (incluido en el caso de España en el Reglamento) y las actuales leyes de competencia suelen considerarse suficientes para evitar el acaparamiento. En lo que respecta a la especulación, se han propuesto diferentes medidas, como por ejemplo, la posibilidad de fijar un plazo mínimo, a contar desde el otorgamiento de las concesiones, en el que no sea posible transferir o ceder los derechos<sup>24</sup>.

Y por último, la posibilidad de **fragmentación excesiva del espectro**, especialmente cuando esta medida se acompaña de la liberalización del uso, que tuviese como consecuencia la aparición de numerosas bandas de guarda que condujesen a una reducción de la eficiencia en el uso del espectro.

#### 4.2 La liberalización del uso

Como ya se comentó, la política tradicional de gestión del espectro se caracterizaba por el establecimiento de unas condiciones de uso del espectro muy estrictas, en las que se especificaban los servicios concretos que podían prestarse así como unas rígidas condiciones técnicas, que en ocasiones significaba en la práctica la definición de la tecnología a emplear.

La liberalización busca relajar estas restricciones tanto como sea posible, con el objetivo de facilitar el acceso al espectro a nuevas tecnologías y servicios y responder al fenómeno de la convergencia tecnológica y de mercados. Sin embargo, la necesidad de evitar las interferencias perjudiciales obliga a mantener un conjunto mínimo de restricciones técnicas que, aunque definidas de la manera más genérica posible<sup>25</sup>, imponen restricciones que, en la práctica, pueden ser más favorables para una tecnología que para otra. Asimismo,

se mantiene la capacidad de imponer la prestación de un servicio concreto en ciertas bandas para cumplir con objetivos de interés general, referidos generalmente a la difusión de radio y televisión.

Sin embargo, la implementación de estos principios presenta ciertas dificultades<sup>26</sup>. En primer lugar, y puesto que la mayoría de las bandas de frecuencia están atribuidas por organismos internacionales (principalmente la ITU-R), la implementación de esta liberalización implica redefinir los usos asociados a cada banda de la manera más general posible, a fin de dar cabida a todos los servicios y tecnologías que pueden ser implementados. Sin embargo, estos procesos de atribución son lentos y complicados, puesto que se encuentran condicionados por las decisiones de múltiples países.

Asimismo, existen bandas armonizadas<sup>27</sup> a nivel europeo para su uso por determinados servicios. Esta **armonización** ha actuado como un elemento estabilizador del marco tecnológico, proporcionando a los fabricantes ciertas garantías de retorno de las grandes inversiones que supone el desarrollo de equipos de radiocomunicaciones. Además, ha permitido obtener grandes economías de escala que se han traducido en reducciones del precio, contribuyendo así a la extensión de los servicios. El resultado es bien conocido: la práctica universalización del servicio de telefonía móvil GSM en todos los países europeos, una enorme extensión en otros países y uno de los mayores éxitos tecnológicos e industriales de Europa<sup>28</sup>, que determinó una posición de ventaja para Europa frente a EEUU y una pérdida de la posición competitiva de los fabricantes americanos a favor de los europeos.

Por lo tanto, en el nuevo escenario se deben hacer compatibles las ventajas de la flexibilización y la armonización. Para ello, se apuesta por las iniciativas de normalización voluntaria por parte de la industria, en consonancia con las prerrogativas en materia de gestión del espectro que establece la CEPT de acuerdo con los mandatos de la Comisión.

(24) Una posibilidad apuntada en la reciente consulta pública del Ministerio de Industria para el otorgamiento de derechos de uso de la banda de 2,6 GHz. Véase Ministerio de Industria (2008), pág. 10.

(25) Este conjunto mínimo de características suelen definirse en Europa mediante **máscaras de borde de bloque** (*Block Edge Mask, BEM*) que son parámetros técnicos (potencias de emisión dentro del bloque y fuera de él) que se aplican a todo el bloque espectral de un usuario específico, con independencia del número de canales que ocupe la tecnología elegida por este usuario. Véanse, por ejemplo, las condiciones técnicas definidas en el informe CEPT (2008) para las bandas de 2,6 GHz y 3,5 GHz.

(26) Las dificultades específicas asociadas a cada una de las bandas serán tratadas de manera particular en el apartado 4.3.

(27) En este caso se entiende por armonización la atribución de un servicio a una Banda de frecuencia desde un nivel regional (CE, CEPT) o global (ITU).

(28) Véanse las cifras ofrecidas por la Comisión Europea (2005), pág. 5.

# Política Económica y Regulatoria en Telecomunicaciones

■ Claves y retos de la gestión del espectro

Un buen ejemplo es la reciente armonización de la banda de 2,6 GHz y que será detallada en el apartado siguiente. Sin embargo, las importantes ventajas logradas por los procedimientos de armonización aún siguen calando en las decisiones regulatorias, como demuestra la advertencia de la Comisaria Europea Viviane Reding<sup>29</sup> a la industria de la imposición de un estándar común de televisión móvil (el DVB-H) si no había progresos en el desarrollo de una estándar común.

### 4.3 Conjunto inicial de bandas objeto de la aplicación de una mayor flexibilidad

El conjunto inicial de bandas propuestas por la Comisión para la introducción gradual de una mayor flexibilidad en el acceso al espectro por los servicios de comunicaciones electrónicas se muestra en la Figura 1.

proceso es más problemático, puesto que puede implicar una revocación parcial de los derechos de uso o por su impacto en la situación competitiva del sector de las comunicaciones electrónicas.

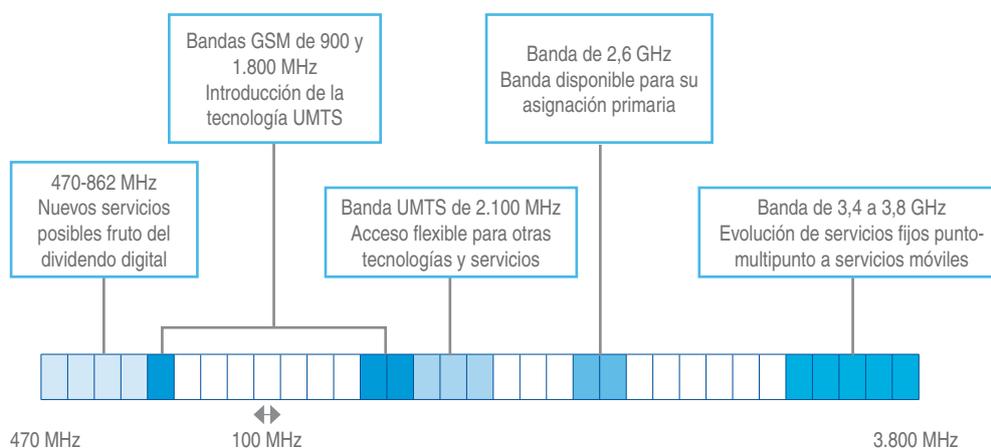
A continuación, se describen los principales aspectos asociados a la implementación de esta mayor flexibilidad en cada una de las bandas anteriores.

#### Banda de frecuencias 470-862 MHz:

##### El dividendo digital

El **dividendo digital** puede describirse como el espectro **no necesario** para mantener los servicios de difusión de televisión actuales, incluidas las obligaciones vigentes de servicio público, una vez se produzca la transición a la tecnología digital y que quedará, por tanto, disponible a finales de 2012.

Figura 1:  
Conjunto inicial de bandas bajo estudio para la introducción de una mayor flexibilidad



La implementación de este nuevo enfoque de mercado en las bandas seleccionadas por la Comisión supone en la práctica hacer disponible estas bandas para unos usos o tecnologías diferentes (ver Ilustración 1). Esta modificación involucra un proceso que no es nuevo y que suele conocerse como **refarming**<sup>30</sup>. Sin embargo, y a diferencia de la mayoría de los procesos de *refarming* realizados en el pasado<sup>31</sup>, en el caso del conjunto de bandas seleccionadas por la Comisión, este

Las características particulares de esta Banda de frecuencia la convierten en idónea para un gran número de servicios diferentes, cada uno de los cuales con sus propios beneficios sociales y económicos. Entre estos servicios destaca la **introducción de servicios de radiodifusión adicionales**, de manera que se incremente la pluralidad de los medios de comunicación, se facilite el crecimiento de la producción de contenidos y se ofrezcan a los televidentes unos servicios de mayor calidad y

(29) Reding (2007).

(30) De acuerdo a la definición de ECC (2002) pág. 9, se entiende por *refarming* o reutilización a la combinación de medidas técnicas, económicas y administrativas adoptadas dentro del marco de la política de gestión del espectro para hacer disponible una determinada Banda de frecuencia para un uso o tecnología diferente. Estas medidas pueden ser implementadas en el corto, medio o largo plazo. En esa misma página se puede encontrar además una discusión sobre el uso de este término por diferentes Administraciones. No obstante, y aunque de acuerdo con la definición dada, este término aplica a todas las bandas de frecuencia identificadas por la Comisión, este término se utiliza casi exclusivamente asociado al proceso de flexibilización de las bandas de GSM.

(31) Según ECC (2002), estos procesos suponían una migración natural de tecnologías obsoletas hacia otras más avanzadas y, por tanto, no generaban grandes problemas ya sea porque la transición era del interés de los usuarios titulares del espectro o porque estos usuarios dejaban de serlo con el abandono de la tecnología obsoleta.

más interactivos; **las comunicaciones inalámbricas de banda ancha** que permitan atajar el problema de la “brecha digital”, acelerar la adopción de la banda ancha y reforzar la competencia en infraestructuras así como otros servicios como pueden ser la **televisión móvil** o la mejora de los servicios de emergencias. Por tanto, los Estados miembros se encuentran ante el reto de planificar correctamente el dividendo digital, de manera que se garantice el acceso al mayor número de aplicaciones posibles y se consigan explotar al máximo los beneficios<sup>32</sup> sociales, culturales y económicos de este valioso recurso.

Además, la importancia vital que las economías de escala tienen para muchas de las potenciales aplicaciones del dividendo digital introduce el reto adicional de la coordinación de la política de los diferentes Estados Miembros respecto al dividendo digital. En este sentido, la Comisión ha realizado ya propuestas de subbandas que agrupen diferentes aplicaciones, aunque hasta el momento los Estados Miembros han apoyado un planteamiento de armonización no obligatorio, como consecuencia de las diferencias existentes en cuanto a calendarios y del derecho genuino de los propios estados para determinar las cantidades de espectro que dedican al dividendo digital, de acuerdo a la situación particular de cada país y los objetivos de interés general fijados. En esta situación, son ya diversos los países que han adoptado medidas respecto al dividendo digital. Así, Reino Unido publicó en junio de este año su propuesta para asignar los 128 MHz liberados mediante subasta y aplicando los principios de neutralidad tecnológica y de servicios, mientras que Francia ha decidido recientemente asignar la banda<sup>33</sup> de 790-862 MHz para servicios de banda ancha inalámbricos. Finalmente, en el caso de **España**, el gran número de cadenas de televisión de diferentes ámbitos (nacionales, autonómicos y municipales) que han recibido concesiones analógicas en el pasado y

que, por tanto, tendrían derecho a mantener estos derechos después del apagón analógico, ha puesto en cuestión la amplitud del dividendo digital en España.

Sin embargo, según Analysys Mason (2008), **esta incertidumbre de los planes de asignación en Europa contrasta con la visibilidad del plan diseñado en Estados Unidos** (en el que la reutilización del dividendo digital fue adoptado por ley en 2001, ha sido ya asignado la mayor parte del mismo a través de diversas subastas<sup>34</sup> y entrará en vigor en 2009), lo que **puede dar lugar, esta vez en Estados Unidos, al gran éxito que se logró en Europa con el sistema GSM.**

#### Las bandas GSM de 900 y 1.800 MHz

La introducción de una mayor flexibilidad en las bandas asignadas a la tecnología GSM se ha iniciado mediante la adopción de una propuesta de Directiva<sup>35</sup> que permite la utilización de la tecnología UMTS, así como otras tecnologías en el futuro una vez que se realicen los correspondientes estudios técnicos de compatibilidad con GSM.

La aplicación de esta medida tiene ventajas evidentes, al permitir la evolución hacia tecnologías más avanzadas capaces de prestar servicios interoperables de voz, datos y multimedia con un mayor ancho de banda. Asimismo, el despliegue de UMTS en frecuencias más bajas (900 MHz) permitirá extender la cobertura actual de los servicios 3G a las zonas rurales y menos densamente pobladas así como mejorar la calidad de la cobertura en las zonas urbanas, especialmente la cobertura en interiores.

No obstante, la adopción de esta medida podría generar distorsiones en la competencia, ya sea porque se genere un desigual reparto entre los operadores de las frecuencias disponibles para UMTS (las bandas de 900, 1.800 y 2.100 MHz) y, muy especialmente, por el diferente acceso a la banda de 900 MHz, la cual permite unos importantes ahorros de costes en el despliegue de los servicios<sup>36</sup>. Como consecuencia, este proceso no resulta

(32) Como ejemplo y según aparece recogido en Comisión Europea (2007b) pág. 6, Ofcom estima los beneficios del dividendo digital para la economía del Reino Unido entre 7.500 y 15.000 millones de euros en un periodo de 20 años.

(33) Esta banda fue co-asignada en la última conferencia mundial de radiocomunicaciones (WRC-07) para su uso por sistemas de comunicaciones móviles (sistemas IMT) a partir de junio de 2015 en los países de la Región 1 (Europa).

(34) Entre ellas destacó la subasta de la banda de 700 MHz realizada por la FCC entre enero y marzo de 2008 y que le permitió recaudar un total de 19.592 millones de dólares.

(35) *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Council Directive 87/372/EEC on the frequency bands to be reserved for the coordinated introduction of public pan-European cellular digital land-based mobile communications in the Community*, publicada en noviembre de 2008 y que aún está en trámite para su aprobación por el Parlamento Europeo y el Consejo.

(36) Según el estudio realizado por Ofcom (2007), el ahorro de costes que supondría el despliegue de una red UMTS en 900 MHz respecto a 2.100 MHz se estima en el orden del 120% en el caso de las zonas poco pobladas y del 110% en el caso de las zonas urbanas, que crece hasta un 400% cuando se considera un escenario de alta adopción de servicios de datos.

# Política Económica y Regulatoria en Telecomunicaciones

■ Claves y retos de la gestión del espectro

muy problemático en aquellos países como Francia en los que todos los operadores móviles presentes en el mercado disponen de derechos de uso de la banda de 900 MHz. Sin embargo, en países como Reino Unido y España, la desigual distribución de las frecuencias entre los operadores ha llevado a sus respectivos reguladores a abrir sendas consultas públicas para conocer la opinión de los afectados, así como para explorar las estrategias a seguir. Así, entre las opciones posibles se baraja la revocación<sup>37</sup> parcial de los derechos de uso de la banda de 900 MHz, para permitir el acceso a esta banda por otros operadores o la obligación de prestar servicio de itinerancia a otros operadores.

**La banda de 2,6 GHz y la banda de 3,4 a 3,8 GHz**  
Estas dos bandas de frecuencia se han puesto a disposición de la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, bajo los principios de comercialización y neutralidad tecnológica y de servicios, a través de dos Decisiones recientes de la Comisión Europea<sup>38</sup>.

De esta manera, la banda<sup>39</sup> de 2,6 GHz abre un conjunto de oportunidades a los países europeos ya sea al permitir el despliegue de nuevas tecnologías (como LTE o WiMAX), permitir la entrada al mercado móvil de nuevos operadores o asignar espectro adicional a los operadores existentes. En el caso de la banda de 3,5 GHz, esta decisión supone que se puedan modificar las licencias de los operadores que prestan actualmente servicios fijos punto a multipunto en la banda de 3.400 a 3.600 MHz para permitir la prestación de servicios en movilidad, para lo cual será necesario analizar los riesgos que esta transformación pueden generar en el equilibrio competitivo.

## 5. Conclusiones:

En los últimos años la política de gestión del espectro ha sido objeto de un profundo análisis y debate en el que se han realizado multitud de propuestas, todas ellas encaminadas a mejorar la eficacia y eficiencia en la gestión de este valioso recurso. Fruto de ese debate ha sido el creciente

consenso en la consideración de que el modelo tradicional administrativo de gestión del espectro ha incrementado de manera artificial la escasez de este recurso limitado y que los avances de la tecnología permiten sustituir este enfoque tradicional por otro más flexible, que no solamente promueva la eficiencia técnica, sino también la eficiencia económica.

Por tanto, las autoridades de gestión del espectro de diferentes países han introducido ya reformas para garantizar un acceso flexible al espectro, especialmente por el sector de las comunicaciones electrónicas, de manera que se pueda aprovechar mejor la capacidad de innovación y de generación de nuevos servicios y aplicaciones de este sector, así como para dar respuesta a los retos de la convergencia tecnológica y de mercados, algo “capaz de contribuir enormemente al impulso del crecimiento económico y la competitividad en Europa”<sup>40</sup>.

El objetivo de este artículo ha sido presentar los aspectos más relevantes de la nueva política de gestión del espectro, prestando especial atención a Europa y España, destacando de manera particular los retos asociados a la transición entre modelos.

En Europa, esta tendencia hacia la flexibilización del acceso al espectro se ha introducido mediante la definición de un nuevo enfoque de mercado, que ha constituido uno de los elementos centrales de la revisión del marco regulador de las comunicaciones electrónicas, así como mediante la previsible extensión del uso colectivo del espectro (que se encuentra aún bajo estudio).

La aplicación de este nuevo enfoque de mercado, basado en la introducción del comercio secundario y la liberalización del uso que acaba de iniciarse con la selección del conjunto inicial de bandas afectadas, es un proceso largo y complejo, en el que se deben superar retos importantes. Algunos de estos retos se han señalado en este artículo, en primer lugar la necesidad de compaginar los intereses legítimos de los titulares de los derechos de uso de las bandas involucradas con la introducción de nuevas tecnologías y servicios

(37) En este caso será necesario tener en cuenta además los costes incurridos por los operadores para la liberación del espectro así como las compensaciones correspondientes.

(38) *Commission Decision of 13 June 2008 on the harmonisation of the 2 500-2 690 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community* y *Commission Decision of 21 May 2008 on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community*.

(39) En esta Banda de frecuencia, que ha quedado liberada de sus usos anteriores en 2008, se han definido dos subbandas, una de 50 MHz para redes TDD y otra de 2x70 MHz para redes FDD. No obstante, se permite a los Estados Miembros incrementar la anchura de la subbanda TDD. Esto supone, en la práctica, que se puedan utilizar diferentes tecnologías como UMTS, WiMAX o LTE.

(40) Comisión Europea (2007) pág. 10.

que permita extraer el máximo beneficio del dividendo digital. En segundo lugar la necesidad de evitar las posibles distorsiones en la competencia que la introducción de la tecnología UMTS en las bandas de GSM pueda generar en el sector de las comunicaciones móviles. Finalmente, la compatibilidad de las diferentes realidades de los distintos países, con las ventajas que aporta la adopción de un enfoque común a nivel europeo.

En España este proceso ha comenzado con la aprobación del Reglamento<sup>41</sup> de uso del espectro, que introduce el mercado secundario de espectro y los principios de neutralidad tecnológica y de servicios, y con la reciente consulta<sup>42</sup> pública en la que se pregunta al sector sobre los temas clave de la implementación de estos principios en las bandas de GSM (900 y 1.800 MHz) y las bandas de 2,6 GHz y 3,5 GHz.

Habrà que estar muy atentos a cómo se desarrolla la construcción del nuevo modelo de gestión de espectro, ya que tendrá un enorme impacto en la evolución del sector de las comunicaciones electrónicas en los próximos años. Como casi siempre en materia de regulación, más allá de los principios lo importante serán los detalles concretos de la implementación.

## 6. Referencias

**Analysys Consulting et al. (2004)**, *Study on conditions and options in introducing secondary trading of radio spectrum in the European Community*, Mayo.

**Analysys Mason (2008)**, *The digital dividend in Europe: urgent action is required by each Member State*, Octubre, disponible en <http://www.analysismason.com>

**Bauer, J. (2002)**, "A comparative analysis of spectrum management regimes", *Telecommunications Policy Research Conference*, Arlington (EE.UU.), disponible en <http://intel.si.umich.edu/tprc/papers/2002/85/SpectrumManagement.pdf>

**Benkler, Y. (1998)**, "Overcoming Agoraphobia: Building the Commons of the Digitally Networked Environment", *Harvard J. Law & Tech* n° 11, invierno 1998, pp. 287-400.

**Cave, M. (2002)**, *Review of radio spectrum management. An independent review for Department of Trade and Industry and HM Treasury*, disponible en <http://www.ofcom.org.uk>

**Cave, M. (2005)**, *Independent audit of spectrum holdings*, disponible en <http://www.spectrumaudit.org.uk>

**Cave, M. y Webb, W. (2003)**, Designing property rights for the operation of spectrum markets, *Papers in Spectrum Trading*, n° 2, University of Warwick (UK), Warwick Business School.

**CEPT (2008)**, *CEPT Report 19. Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to develop least restrictive technical conditions for frequency bands addressed in the context of WAPECS*, disponible en <http://www.erodocdb.dk>

**Comisión Europea (2005)**, *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: Una política del espectro radioeléctrico que mire al futuro para la Unión Europea. Segundo informe anual*, COM (2005) 411, junio.

**Comisión Europea (2005b)**, *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: Un enfoque de mercado para la gestión del espectro radioeléctrico en la Unión Europea*, COM (2005) 400, septiembre.

(41) Véase nota al pie 21.

(42) Ministerio de Industria (2008).

# Política Económica y Regulatoria en Telecomunicaciones

■ Claves y retos de la gestión del espectro

**Comisión Europea (2007)**, *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: Sobre un acceso rápido al espectro para los servicios de comunicaciones electrónicas inalámbricas a través de una mayor flexibilidad*, COM (2007) 50, febrero.

**Comisión Europea (2007b)**, *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions: Reaping the full benefits of the digital dividend in Europe: A common approach to the use of the spectrum released by the digital switchover*, COM (2007) 700, noviembre.

**ECC-Electronic Communication Committee (2002)**, *ECC Report 16: Refarming and secondary trading in a changing radiocommunication world*, Septiembre, disponible en <http://www.erodocdb.dk>

**Faulhaber, G. & Farber, D. (2003)**, *Spectrum management: property rights, markets, and the commons*, in *Rethinking rights and regulations: institutional responses to new communications technologies*, eds. F.L. Cranor & S.S. Wildman, MIT Press, Cambridge, MA.

**FCC–Federal Communications Commission (2002)**, *Report by the Spectrum Policy Task Force*, ET docket N°. 02-135, Noviembre.

**FCC (2008)**, *Second Report and Order and Memorandum Opinion and Order in the Matter of Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands and Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3 GHz Band*, ET Docket N°. 04-186, ET Docket N°. 02-380, Noviembre, disponible en <http://www.fcc.gov/>

**Goggin, I. (2007)**, “Spectrum management and the achievement of policy goals—an independent regulator’s perspective” en *Communications-The Next Decade. A collection of essays prepared for the UK Office of Communications*, Noviembre, disponible en <http://www.ofcom.org.uk>

**Gretel (2007)**, *Cuaderno 1-2007: La evolución de la gestión del espectro radioeléctrico*, disponible en <http://www.coit.es>

**Hazlett T.W. (2001)**, “The Wireless Craze, the Spectrum Auction Faux Pas, the Unlimited Bandwidth Myth, and the Punchline to Ronald’s Coase’s ‘Big Joke’: An essay on Airwave Allocation Policy”, *Harvard Journal on Law & Technology*, vol. 14, Abril, pp. 335-567.

**MacDonald (2006)**, *Study on Legal, Economic & Technical Aspects of “Collective Use” of spectrum in the European Community*, Noviembre.

**Ministerio de Industria (2008)**, *Consulta pública sobre el uso de la Banda de frecuencia 2.500 a 2.690 MHz y sobre posibles nuevas modalidades de explotación de las bandas de frecuencia de 900 MHz, 1.800 MHz y 3,5 GHz*, Julio, disponible en <http://www.mityc.es>

**Mitola J. (1999)**, “Cognitive Radio for flexible mobile multimedia communications”, *IEEE Workshop on Mobile Multimedia Communications, Volume 6, Issue 5*, pp. 435-441.

**Ofcom (2007)**, *Application of spectrum liberalization and trading to the mobile sector*. Septiembre, disponible en <http://www.ofcom.org.uk>

**Ofcom (2008)**, *Digital Dividend Review: geographic interleaved awards 470-550 MHz and 630-790 MHz* junio, disponible en <http://www.ofcom.org.uk>

**Parlamento Europeo (2008)**, Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de septiembre de 2008, sobre la Comunicación de la Comisión “Aprovechar plenamente las ventajas del dividendo digital en Europa: un planteamiento común del uso del espectro liberado por la conversión al sistema digital”.

**Pogorel G. (2007)**, “Nine Regimes of Radio Spectrum Management: A 4-step Decision Guide”. *Communications & Strategies*, n° 65, 1st quarter 2007, p. 169.

**Pujol, F. et al. (2007)**, “Regulatory and Policy Implications of Emerging Technologies to Spectrum Management”, *Communications & Strategies*, n° 67, 3rd quarter, pp. 43-63.

**Reding, V. (2007)**, *Mobile TV: The time to act is now. Mobile TV Conference, International CeBIT Summit, Hannover, Germany, SPEECH/07/154*, Marzo.

**RSPG (2004)**, *The Radio Spectrum Policy Group Opinion on Secondary Trading of Rights to use Radio Spectrum*, Noviembre.

**RSPG (2008)**, *Draft Radio Spectrum Policy Group Opinion on Aspects of a European Approach to “Collective Use of Spectrum”*, Junio.