



El "refarming" de las bandas GSM en Europa

María Catalina Ovando Chico

Investigador GTIC-SSR-UPM. Programa de Formación de Científicos y Tecnólogos de CONACyT
Universidad Politécnica de Madrid
covando@gtic.ssr.upm.es

Antolín Moral Caballero

Investigador GTIC-SSR-UPM. Programa PFU del Ministerio de Educación
Universidad Politécnica de Madrid
amoral@gtic.ssr.upm.es

Jorge Pérez Martínez

Catedrático GTIC-SSR-UPM
jperez@gtic.ssr.upm.es

Introducción

La aplicación de un nuevo enfoque de mercado en la política de gestión del espectro en Europa 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 seleccionado¹ ciertas bandas de frecuencias (iniciati-

¹ 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 3GHz.

va WAPECS) utilizadas por los servicios de comunicaciones electrónicas terrenales como el conjunto inicial de frecuencias, dentro de las cuales se encuentran las bandas de 900 y 1.800 MHz, en las que aplicar este enfoque de mercado. Dicho enfoque implica aplicar nuevos mecanismos de gestión que permitan un acceso más flexible al espectro, tales como mercado secundario y neutralidad tecnológica. 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*"².

El día 16 de octubre de 2009 la Comisión Europea ha tomado la Decisión 2009/766/CE Mediante la cual se propone armonizar las condiciones técnicas de disponibilidad y uso eficiente de la banda de 900 MHz, con arreglo a la Directiva 87/372/CEE, y de la banda de 1.800 MHz para sistemas terrenales capaces de prestar servicios de comuni-

² Comisión Europea (2007) pág. 10. Según esta misma Comunicación de la Comisión (pág. 3) y haciendo referencia al estudio Analysys 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.

Resumen

La política de gestión del espectro radioeléctrico en Europa se encuentra en un proceso de adecuación a los cambios tecnológicos actuales. La liberalización de las bandas GSM, habitualmente denominada Refarming, junto con la aparición de nuevas bandas de frecuencias designadas a la banda ancha móvil juega un papel central en dicho proceso. El propósito de este artículo es presentar, mediante un análisis descriptivo, las políticas públicas que los países Europeos han considerado, o están considerando, para liberalizar las bandas de 900 y 1.800 MHz, en pro de la mayor eficiencia social, económica y técnica de uso del espectro radioeléctrico.

caciones electrónicas. De tal manera que:

Los Estados miembros podrán designar y poner a disposición las bandas de 900 MHz y 1.800 MHz para otros sistemas terrenales que no figuren en el anexo, siempre que garanticen que tales sistemas:

- a) *pueden coexistir con los sistemas GSM;*
- b) *pueden coexistir con otros sistemas que figuran en el anexo, en su propio territorio y en los Estados miembros vecinos.*

Esta decisión libera las bandas GSM de las restricciones tecnológicas y de servicios impuestas anteriormente por la Directiva 87/372/CEE, permitiendo utilizar otras tecnologías (tales como UMTS). Sin embargo, los Estados Miembros no han esperado la nueva directiva para iniciar y, en algunos casos, concluir este proceso, al que nos referiremos como "Refarming de las bandas GSM".

Sin embargo, la actual distribución desigual del espectro entre los operadores presentes en los diferentes países junto con las ventajas en términos de costes hace que puedan aparecer problemas de competencia. Dichas ventajas en costes vienen derivadas por las mejores características de propagación que experimentan las ondas a frecuencias más bajas, lo cual se traduce en mejoras tanto en la extensión como en la profundidad de la cobertura.

La Ilustración 1 representa el coeficiente de Gini, resultado de la distribución de frecuencias entre los diferentes operadores presentes en cada país europeo mostrado en la Ilustración 2, y permite observar aquellos países donde el proceso de liberalización de las bandas de 900 MHz es más complicado.

Por tanto, para aquellos países en los que existe una distribución más des-

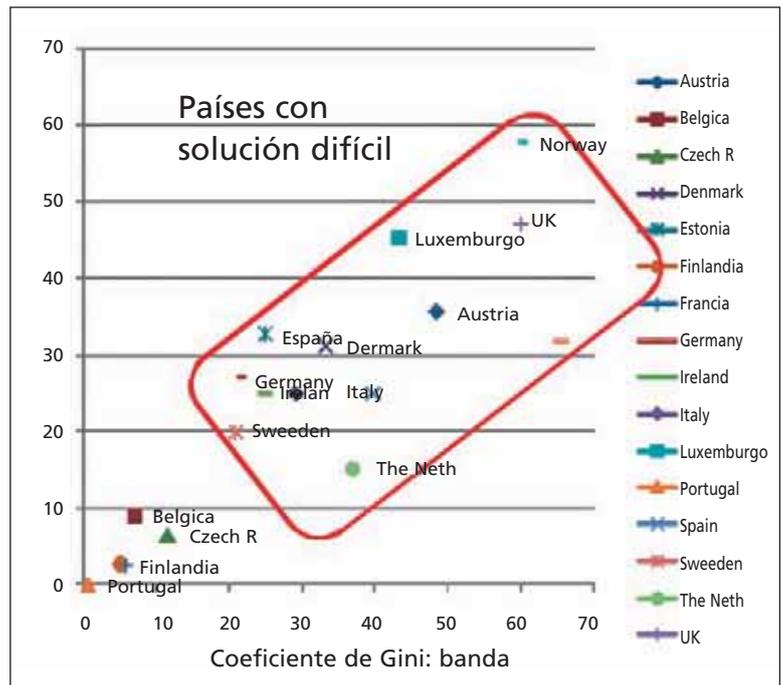


Ilustración 1: Índice de Gini de distribución de Frecuencias

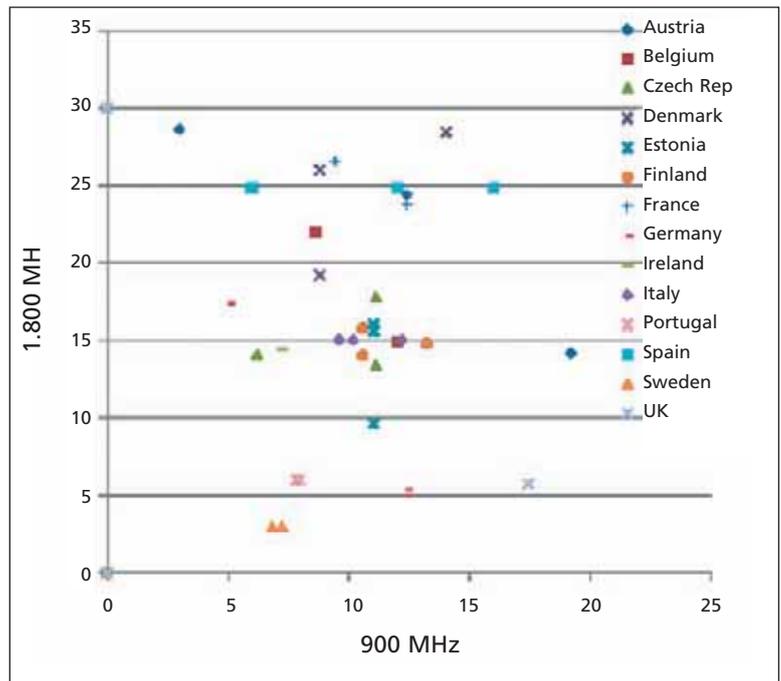


Ilustración 2: Distribución de las frecuencias entre los diferentes operadores presentes en los países europeos

igual de frecuencias entre los operadores, la Directiva de la Comisión propone que los países puedan adoptar medidas regulatorias para evitar problemas de competencia. Así, el documento conjunto del RSPG y el ERG (ERG-RSPG,



2009) recoge el siguiente listado de posibles actuaciones:

- Acuerdos comerciales entre los operadores
- Liberación obligatoria de espectro de los operadores incumbentes
- Renovación o cambio de la duración de la licencia
- Nuevas asignaciones de espectro, a veces reservadas para nuevos entrantes
- Imposición de obligaciones de compartición de infraestructuras
- Regulación asimétrica en beneficio de los nuevos entrantes
- Acuerdos de *roaming* entre los operadores
- No hacer nada y esperar a la expiración de la licencia
- Regulación específica de la competencia en el mercado minorista (por ejemplo, en los precios de terminación de red)
- Confiar en las leyes de la competencia

En este artículo se van a presentar las medidas adoptadas en diferentes países con respecto a la liberalización de las bandas GSM. A continuación se mostrarán las ventajas técnicas y económicas derivadas de hacer uso de otras tecnologías diferentes a GSM en estas bandas que motivan el refarming.

Ventajas Técnicas y Económicas del Refarming

Las ventajas de estas bandas, son ya muy conocidas y existe varios documentos en donde se muestran análisis del ahorro en costes del despliegue de redes 3G en la banda de 900 MHz, especialmente en áreas suburbanas y rurales. De modo muy general, se señalan a continuación tres de ellos:

- La consulta pública de **Ofcom** publicada en Febrero de 2009, muestra los resultados de un estudio cuya in-

tención era medir el ahorro en el número de nodos B necesarios asociados al despliegue en 900 MHz respecto a despliegue en 2.100 MHz (Ofcom, 2009)

- **Qualcomm** menciona un ahorro de entre el 50 y el 60% de nodos B en un escenario limitado por cobertura (Qualcomm, 2007).
- **Global Mobile Suppliers Association (GSA)** proporciona una comparación del área de cobertura celular para varios servicios a 900 y 2.100 MHz (Global Mobile Supplier Association, 2009). Asimismo, ha publicado estudios de caso del operador Elisa en Finlandia y Optus en Australia, quienes cuentan con despliegues comerciales de UMTS en la banda de 900 MHz. En el caso de Elisa en Finlandia se señala un ahorro en costes del 50 al 70% con respecto a su red en 2.100 MHz (Global Mobile Supplier Association, 2008).

Como podemos observar, son sustanciales los ahorros en costes que se derivan de proveer servicios 3G con un menor número de nodos b, debido al incremento de cobertura mediante el uso de bandas inferiores a 1 GHz. En el mismo sentido, respecto a la banda de 1.800, no se plantea el despliegue de UMTS porque no aporta ninguna ventaja respecto a 2,1 GHz, sin embargo, aporta un ancho de banda muy interesante para el despliegue de LTE además de ofrecer más cantidad de espectro a los operadores.

En la Ilustración 4 y en la Ilustración 3 se muestra una comparativa de la cantidad de nodos B necesarios para proveer servicios 3G en zonas urbanas y rurales en las bandas de 900 y 2.100 MHz. Se hace patente que las mayores ventajas se obtienen en zonas rurales, debido a la existencias de pocos usuarios en una amplia extensión de terri-

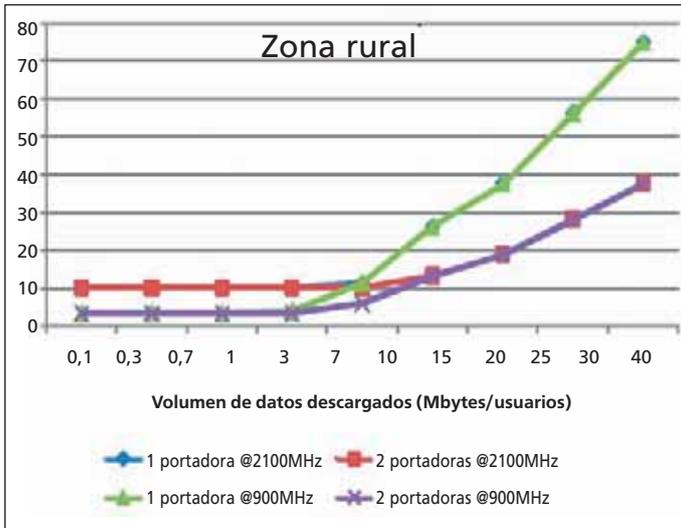


Ilustración 3: Comparativa de nodos B necesarios para atender diferentes demandas de tráfico de servicios de datos UMTS Release 99 (64/144 kbps) y con HSDPA (144/1.200 kbps) en las zonas

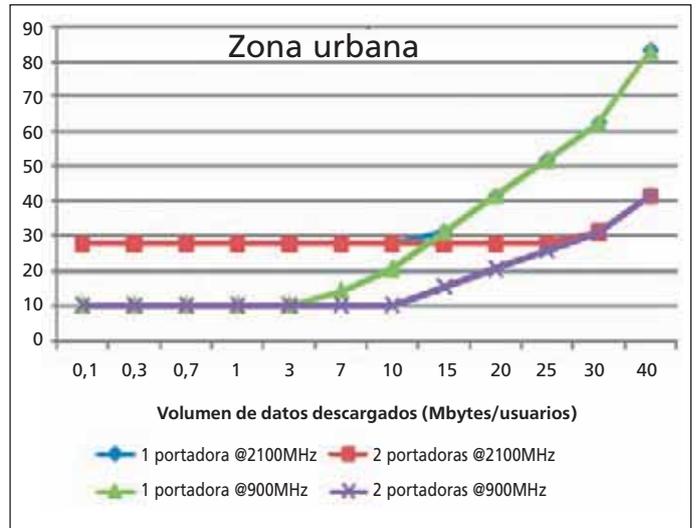


Ilustración 4: Comparativa de nodos B necesarios para atender diferentes demandas de tráfico de servicios de datos UMTS Release 99 (64/144 kbps) y con HSDPA (144/1.200 kbps) en las zonas

torio, a diferencia de las zonas urbanas.

La profundidad de la cobertura en las bandas bajas, como es el caso de la banda de 900 MHz, repercute en una mejora de la calidad de servicio en la provisión de servicios en interiores.

El Refarming de las bandas GSM en Europa

Debido las ventajas sus económicas, las bandas GSM, representan una oportunidad para introducir mayor eficiencia y eficacia técnica y económica en gestión del espectro, con el fin de que estos cambios repercutan en el bienestar de los ciudadanos.

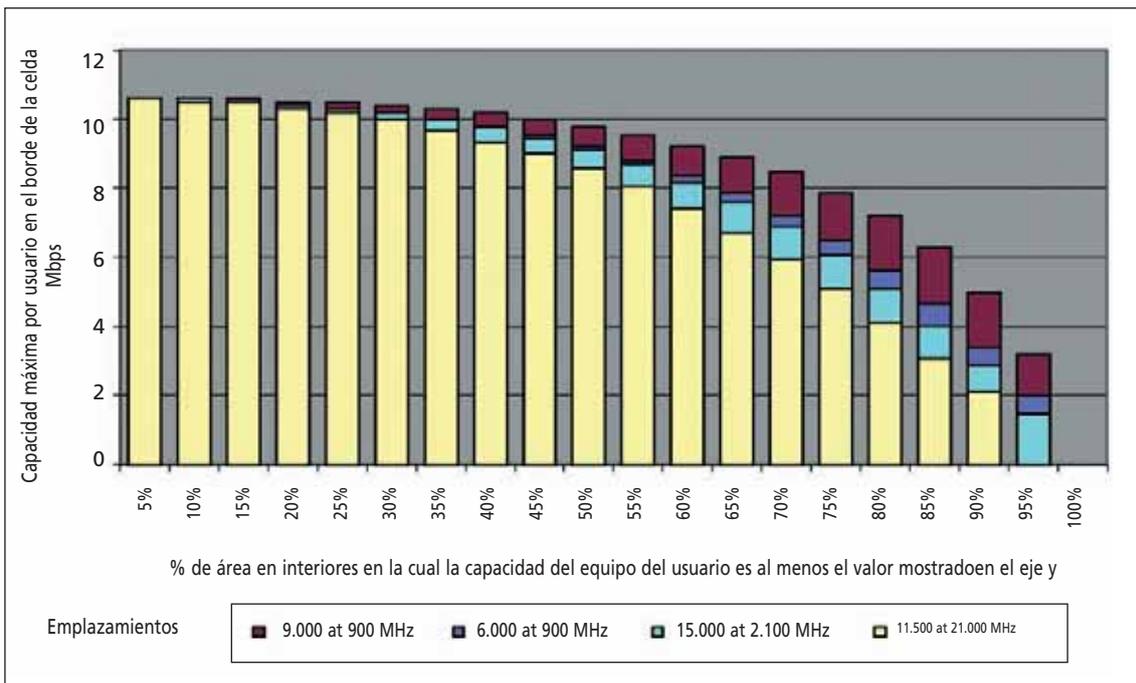


Ilustración 5: comparativa de QoS en interiores en las bandas de 900 y 2.100 MHz



Sin embargo, se podrían generar *problemas en la transición* (Cave, 2009) debido a las diferencias en la concesión de licencias. Las bandas de 900 y 1.800 MHz (especialmente las primeras) son un cuello de botella en la regulación. Aquí se deben cambiar las condiciones de uso, pero al éstas ser cambiadas, se podrían generar desequilibrios competitivos. Es por esto que es necesario plantear un marco regulatorio claro, aplicando leyes de competencia ex ante y medidas ex post que garanticen el equilibrio competitivo entre los operadores.

Independientemente del mecanismo de asignación, los derechos de uso del espectro podrían llevar consigo restricciones tecnológicas o de servicios. Si dichas restricciones fuesen eliminadas, el titular del espectro se podría tener acceso a una gran cantidad de espectro, extremadamente valioso, en donde podría proveer una amplia gama de servicios, o el mismo servicio de una manera mucho más eficiente reduciendo significativamente sus costes de operación. De esta manera se vería en ventaja frente al resto de competidores. Dado que estas restricciones están desapareciendo progresivamente (como fruto del enfoque del Marco Regulador Europeo), deben replantearse las condiciones de asignación, de tal manera que favorezcan la innovación, dando mayor libertad a las condiciones de uso del espectro (ERG-RSPG, 2009).

Análisis Descriptivo del Refarming en Europa

A continuación, se muestra un análisis descriptivo del Refarming en Europa. Se han considerado 7 países: Alemania, España, Finlandia, Francia, Italia, Reino Unido y Suecia; en representación de la Unión Europea. En Finlandia, Francia, Italia y Suecia ya se han liberalizado las bandas de 900 y 1.800 MHz,

mientras que Alemania, España y Reino Unido, se encuentran en proceso de evaluación las diferentes propuestas planteadas en sus Consultas Públicas. A continuación se mostrarán las políticas públicas que se han seguido en cada uno de ellos.

Países Nórdicos

Suecia y Finlandia, al igual que otros países Nórdicos, cuentan con políticas públicas para el fortalecimiento y desarrollo de las redes de Nueva Generación (o NGN por sus siglas en inglés). Esto se demuestra son acciones como la subasta de la tecnología LTE en la banda de 2.6 GHz y la pronta adopción del Refarming. Estos países están interesados en desplegar una red nacional de LTE.

Finlandia

El regulador Finlandés, FICORA, permitió el uso de frecuencias de 900 y 1.800 MHz en Noviembre de 2007, de esta manera, Finlandia ha sido el primer país de la Unión Europea en aplicar el Refarming. Actualmente, cuenta con tres operadores móviles: Telia Sonera, Elisa y DNA. El espectro radioeléctrico está repartido de manera equitativa entre los tres operadores.

El 23 de enero de 2008, Elisa lanzó comercialmente UMTS en la banda de 900 MHz, siendo este el primer país Europeo en brindar servicios de 3G en dicha banda. Elisa Finlandia, en mayo de 2009 ya contaba con 90% de cobertura 3G siendo el líder del mercado móvil³. Elisa afirma que el refarming en la banda de 900 MHz le ha representado de un 50% al 70% en ahorro en costes. DNA y Telia Sonera también cuentan con despliegues comerciales de UMTS en la banda de 900 MHz.

³ <http://www.elisa.com/english/index.cfm?t=7&o=7120.00&did=15611>

Banda de 900 MHz	Tele 2	TeliaSonera	Telenor	Swefour	Hi3G
Banda 900 MHz	2x7.2MHz	2x7.2 MHz	2x7.2MHz	2x6.8MHz	2x5MHz
Vigencia licencias	31/12/2025	31/12/2025	31/12/2025	31/12/2025	31/12/2025
Banda 1.800	2x24.8 MHz	2x24.8 MHz	2x24.8 MHz	2x24.8 MHz	
Banda 2.100	Joint Venture SULAB 2x15+5 MHz	2x15+5 MHz	2x15+5 MHz	2x15+5 MHz	2x15+5 MHz

Tabla 1: Espectro por operador en Suecia

El método de asignación de frecuencias utilizado en Finlandia es subasta, y el regulador hace hincapié en la regulación de los precios. A manera de complemento, es conveniente mencionar que Finlandia ha sido el primer país de la Unión en asignar licencias para LTE en la banda de 2.600 MHz.

Suecia

Suecia cuenta con seis operadores móviles en las bandas 900, 1.800 y 2.100 MHz, cinco en cada banda, repartido como se muestra en la tabla 1.

En marzo de 2009, el regulador sueco PTS anunció su decisión acerca de la aprobación del Refarming en este país, brindándole un bloque de 2x5 MHz en la banda de 900 MHz a Hutchinson (Hi3G), quien únicamente tenía espectro en 2.100 MHz. Suecia, cuenta con despliegues comerciales de CDMA 2000 en la banda de 450 MHz, por Ice.net y ha comentado su interés en desplegar LTE. Telenor y Tele2 han anunciado que posiblemente desplieguen esta tecnología en 2010. El método de asignación de frecuencias utilizado en Suecia es concurso ligado a condiciones de despliegue.

Es importante resaltar que TeliaSonera Suecia es el primer operador en el mundo que cuenta con despliegue comercial de LTE en la banda de 2,6 GHz desde el 14 de diciembre de 2009 (en Oslo y Estocolmo).

Francia

Las políticas públicas del Espectro radioeléctrico en Francia están principal-

mente enfocadas al desarrollo de la competencia en igualdad de condiciones entre operadores; y al desarrollo y fortalecimiento de Redes Móviles de Nueva Generación (NGMN). Por este motivo condiciona las licencias que expide a obligaciones de cobertura a nivel nacional.

El mercado Francés cuenta con 3 operadores (con despliegues comerciales), de origen francés: Orange, SFR y Bouygues. Todos cuentan con espectro en las bandas de 900, 1.800 y 2.100 MHz. En Marzo de 2008, Arcep, el regulador francés permitió el uso de UMTS en las bandas de 900 y 1.800 MHz para Orange y SFR, y posteriormente a Bouygues (en 2010) ligado a compromisos de cobertura.

El 12 de enero de 2010, se concedió la cuarta licencia de 3G a Free Mobile, pagando 240 millones de Euros, y adquiriendo un compromiso de cobertura 3G del 90% de la población en 8 años. A su vez, Free tendrá derechos a utilizar el bloque de 2x5 MHz en la banda de 900, que quedará libre a mediados de 2011.⁴

Arcep ha anunciado que en febrero de 2010 lanzará la convocatoria para asignar 2 bloques de frecuencia de 2x5 MHz en la banda de 2.1 GHz entre sus 4 operadores. El precio por bloque ha sido fijado en € 120.000.000. Después de estas asignaciones, Arcep asignará licencias para 4G en la banda de 2,6

⁴ http://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/10-0043.pdf



GHz y para el Dividendo Digital. El método de asignación que utiliza Arcep normalmente es el concurso más tasas.

Italia

El regulador italiano, Agcom, ha aprobado el Refarming en octubre de 2008. Italia cuenta con tres operadores móviles en las bandas de 900 y 1.800 MHz: Telecom Italia (TIM), Vodafone y Wind; y con cuatro en la banda de 2.100 MHz: los tres anteriores y Hi3G. Las cantidades de espectro de cada operador no son iguales en todo el territorio, puesto que las licencias han sido concedidas de manera regional, por el método de subasta.

Agcom ha declarado que subastará un bloque de 2x5 MHz en la banda de 900 MHz, y un bloque de 20 MHz (presumiblemente para LTE) en la banda de 1.800 MHz. El regulador italiano ha implementado una medida anti acaparamiento que consiste en limitar hasta 25 MHz por operador en las bandas de GSM. Con esto busca incentivar la entrada de un nuevo operador en estas bandas, lo cual implicaría una posibilidad de acceso para Hi3G.

Países en proceso de evaluación del Refarming

A continuación describiremos las situaciones particulares de tres países: Alemania, España y Reino Unido, que ya han hecho Consultas Públicas (dos en el caso de Reino Unido), pero dada la complejidad de su mercado interno, no han tomado aún una determinación con respecto al Refarming.

Alemania

El regulador Alemán BNetzA abrió una consulta pública el 22 de diciembre de 2008 acerca de la flexibilización en el uso de las bandas de frecuencia de 900 y 1.800 MHz. Actualmente el mercado

alemán está integrado por 4 operadores: T-Mobile, Vodafone, E-Plus y O2. Los cuatro operadores cuentan con 32 MHz en promedio en las bandas de frecuencias en 900, 1.800 y 2.100 MHz, aunque con una distribución dispar. En la Consulta Pública se consideró la redistribución en bloques de 5 MHz y utilizar la banda de 800 MHz como espectro compensatorio a las desigualdades generadas por este proceso.

El 13 de octubre la Comisión Europea aprobó las reglas de la subasta de cerca de 330 Megahercios (MHz) de espectro de las frecuencias de 800 Megahercios (MHz), 1,8 Gigahercios (GHz), 2 GHz y 2.6 GHz propuesta por la Agencia Nacional de Regulación alemana BNetzA. El regulador Alemán subastará la banda de 800 MHz en 6 bloques de 2x5 MHz. Así mismo, ha clasificado a los operadores con red presentes en su mercado con el fin de limitar la adquisición de esta preciada banda. La subasta se realizará en abril o mayo de 2010 y empezará con un precio de garantía por bloque de 1.000.250 Euros. Se cree que se podrá alcanzar la suma general de 51.000 millones de Euros⁵.

La situación actual es la siguiente:

Reparto actual de frecuencias	T-Mobile	Vodafone	E-Plus	O2
Banda de 900 MHz	2x12.4 MHz	2x12.4 MHz	2x5 MHz	2x5 MHz
Banda de 1.800 MHz	2x5 MHz	2x5.4 MHz	2x17.4 MHz	2x17.4 MHz
Banda de 2.100 MHz	2x10 MHz+5 MHz	2x10 MHz+5 MHz	2x10 MHz+5 MHz	2x10 MHz
Total	2x27.4 MHz+5 MHz	2x27.8 MHz+5 MHz	2x32.4 MHz+5 MHz	2x32.4

Tabla 2: Espectro por operador en Alemania

■ operador tipo D
■ operador tipo E

⁵ <http://www.dowjones.de/site/2010/01/sechs-unternehmen-wollen-bei-mobilfunkfrequenzauktion-mitmachen.html>

Límites de la Subasta:

Límites de la Subasta:	6 bloques de 2x 5 MHz (790-862 MHz)				
Operador tipo D					
Operador tipo E					
Nuevos operadores					
Vigencia de licencias:	20 años				

Tabla 3: Clasificación de operadores. Subasta Alemania

Los operadores que adquieran espectro en las bandas de 1.8, 2.0 y 2.6 GHz deberán haber alcanzado una cobertura de la población del 25% a 1 de enero de 2014 y al menos el 50% a 1 de enero de 2016. Para asegurar dicho cumplimiento, los operadores deben notificar cada año a la BNetzA el uso en cada momento del espectro y la estructura y planes de expansión de la red.

Peligros de la Subasta

Vodafone y T-Mobile tienen musculatura financiera necesaria para adquirir el máximo de frecuencias que les sea permitido, de aquí que exista el peligro de que ocupen 2 terceras partes del total de la banda. –Si un nuevo operador adquiere 4 bloques de espectro, quedarían 2 bloques que podrían ser adquiridos por los operadores de tipo D.

En ambos casos, los operadores de tipo E se encuentran en desventaja, ya que no poseen suficientes medios para hacer frente a la gran inversión que esta subasta supone.

Otras soluciones

O2 y E-Plus han solicitado a los reguladores que limiten aún más la cantidad de espectro que los operadores de tipo D poseen. Otra propuesta de éstos es que se reasigne el espectro que los operadores de tipo D poseen en la banda de 900 MHz, ya que la licencia vence en 2016.

Reacciones

Tanto O2 como E-Plus han mostrado inconformidad ante las reglas de la su-

subasta y han amenazado con llevar este tema a juicio, dado que aseguran que el método propuesto para la subasta supone un obstáculo en el impulso de la competencia. En Enero ya habían 10 quejas en contra de las reglas de la subasta entre éstas, los radiodifusores locales SWR, WDR y NDR se han quejado debido a la interrupción anticipada de televisión para permitir el uso de LTE en la banda de 800 MHz⁶. Los operadores de cable también han mostrado su inconformidad al estándar LTE en esta banda.

Por su parte, la comisaria europea de Sociedad de la Información, Viviane Reding, envió recientemente una carta a los reguladores alemanes en la que advertía que los términos previstos en la subasta suponían “una desventaja competitiva para los operadores más pequeños”, y que podría provocar la apertura de una investigación por parte de la Comisión Europea, por si la decisión constituye una violación de la normativa comunitaria⁷.

Vodafone y T-Mobile aseguran que los procedimientos de esta subasta no colocan a O2 y E-Plus en una posición de desventaja frente a sus competidores y que dada la demanda de sus clientes (de Vodafone y T-Mobile) sus redes completamente en uso. Ante estas reacciones el gobierno ha impuesto la

⁶ <http://www.mobilfunk-talk.de/news/8129-digitale-dividende-klagewelle-gegen-bundesnetzagentur/>

⁷ <http://www.expansion.com/2009/10/12/empresas/telecomunicaciones/1255383471.html>



condición de que el 20% de la subasta sea para un nuevo entrante.

Reino Unido

Ofcom, el regulador británico, consciente de que cualquier decisión puede alterar el desarrollo adecuado de la competencia, ha realizado 2 consultas públicas en las cuales ha evaluado las distintas posibilidades y ha desarrollado un estudio tecnoeconómico respecto al precio de que los dos operadores incumbentes en la banda de 900 MHz liberen 2.5 MHz cada uno, para permitir la entrada de un nuevo operador en un bloque de 2.5 MHz.

El gobierno británico publicó en febrero de 2009 el informe Digital Britain en donde expone el plan de medidas a adoptar en Reino Unido para fortalecer al sector de las comunicaciones electrónicas. Posteriormente, en mayo del mismo año, se publicó un informe del Spectrum Independent Broker, Kip Meek, sobre las medidas propuestas para la política de gestión del espectro. En dicho informe se plantean 4 propuestas claves:

1. La vigencia de las licencias 3G debe ser ilimitada para incentivar la inversión y el despliegue de servicios al 90% de la población. De igual manera, debe aplicarse una cuota anual "fee" que refleje el valor comercial del espectro desde 2021.
2. Ofcom debe liberar, tan pronto como sea posible la banda de 800 MHz procedente del Dividendo Digital, que deberá ser subastada en conjunto con la banda de 2,6 GHz (cuya concesión está muy retrasada).
3. Se debe imponer obligaciones de cobertura de banda ancha móvil a los operadores que cuenten con espectro en las bandas de 800 y 900 MHz

	Vodafone	O2	Orange	T-Mobile	Hi3G
Banda 900	2x17.4 MHz	2x17.4 MHz	0 MHz	0 MHz	0 MHz
Banda 1.800	2x5.3 MHz	2x5.3 MHz	2x30 MHz	2x30 MHz	0 MHz
Banda 2.100	2x14.8 MHz +5 MHz	2x10 MHz +5 MHz	2x10 MHz +5 MHz	2x10 MHz +5 MHz	2x14.8 MHz +5.1 MHz
Cuota de Mercado	25.3%	28.30%	21.10%	19.40%	

Tabla 4: Espectro por operador en UK antes de la fusión T-Orange

liberado, para asegurar la cobertura en el área rural.

4. Las propuestas incluyen que la vigencia de las licencias de 900 y 1.800 MHz sean indefinidas y se permita el comercio secundario en ellas. Esto permitiría a los operadores redistribuir el espectro para tecnologías 3G y/o 4G, sin obligar a Vodafone y O2 a ceder espectro a sus rivales, como se sugirió inicialmente.

El 16 de octubre de 2009, el Gobierno de Reino Unido abrió a consulta pública con el conjunto de propuestas a aplicar por Ofcom en el marco del Programa de Modernización del Espectro (*Spectrum Modernisation Programme*) dentro de su plan Digital Britain. El Gobierno había aceptado en su mayor parte las medidas propuestas en un informe independiente realizado por D. Kip Meek bajo encargo dentro del proyecto Digital Britain Sin embargo, para la definición de las propuestas definitivas existían ciertas incertidumbres que han sido ya resueltas a través del trabajo de arbitrio técnico que se ha llevado a cabo durante todo el verano.

Las medidas propuestas por el Gobierno y objeto de consulta son las siguientes:

- **Liberalización del espectro GSM** (banda de 900 MHz y 1.800 MHz) en manos de los usuarios actuales, permitiendo la comercialización de derechos de uso, haciendo las licencias indefinidas y con la aplicación de una tasación basada en *Administrative*

Incentive Pricing (AIP) para incentivar su uso eficiente desde el momento en el que se produzca la liberalización.

- **Liberalización de las licencias de uso de la banda de 2,1 GHz** en manos de los usuarios actuales, permitiendo la comercialización de derechos de uso y haciendo las licencias indefinidas y con la aplicación de una tasación basada en *Administrative Incentive Pricing* (AIP) una vez finalizado el periodo inicial de asignación de las frecuencias (31 de diciembre de 2021).
 - **Realizar de manera conjunta la subasta de frecuencias de la banda de 800 MHz y de 2,6 GHz** y llevar a cabo la misma antes de finales de 2010. Si esta subasta de espectro se retrasa, se propone realizar de manera separada y en 2010 la subasta del espectro TDD de la banda de 2,6 GHz para evitar la demora de su puesta a disposición del mercado.
 - Con el objetivo de rebalancear el espectro del que disponen los diferentes operadores para asegurar el mantenimiento de la competencia así como permitir la entrada de nuevos operadores, **se fija un límite máximo temporal** (*time limited spectrum cap*) a la cantidad de espectro que puede adquirir cada operador en la subasta de las bandas de 2.6 GHz y 800 MHz.
 - Límite máximo de frecuencias que un operador puede disponer en frecuencias inferiores a 3 GHz: 2x65 MHz de espectro FDD equivalente⁸.
 - Límite máximo de espectro que un operador puede tener en frecuencias inferiores a 1 GHz: 2x17.5 MHz coincidente con el espectro del que disponen Vodafone y O2. De esta manera, si estos operadores quieren adquirir
- espectro de la banda de 800 MHz, deberán liberar una cantidad igual de espectro en la banda de 900 MHz. Esta liberación debe producirse en bloques de 2x5 MHz contiguos y antes de 2 años del cierre de la subasta o el 31 de marzo de 2013, lo que ocurra antes. Los operadores que deban liberar espectro en la banda de 900 MHz recibirán un cierto pago por los costes asociados a la liberación de aquellos operadores que adquieran dicho espectro⁹.
- Un tercer límite máximo temporal sobre la cantidad de espectro 2G del que dispone un operador obligando a la liberación de 2x5 MHz contiguos a aquellos operadores que dispongan de más de 2x25 MHz de espectro GSM (T-Mobile y Orange) y que adquieran espectro adicional en la subasta conjunta. Esta liberación debe producirse en bloques de 2x5 MHz contiguos y antes de 2.5 años del cierre de la subasta o el 31 de septiembre de 2013, lo que ocurra antes.
 - Además se fija la condición de que ningún operador podrá adquirir en la subasta frecuencias en aquellas bandas en las que se haya visto obligado a liberar parte de ellas y se establecen condiciones para asegurar que el precio de adquisición de ese espectro liberado por un cierto operador (en las bandas de 900, 1.800 o 2.100 MHz) no sea adquirido a un precio muy inferior a las nuevas frecuencias disponibles¹⁰.
 - El espectro a asignar se divide en los bloques siguientes:
 - Banda de 800 MHz: 6 bloques de 2x5 MHz con un mínimo de 2 y un máximo de 3 bloques por postor

⁸ La conversión entre espectro FDD y TDD es: 1 MHz TDD=2x0,5 MHz FDD

⁹ Las cantidades propuestas pueden consultarse en el punto 3.48 pág 23

¹⁰ Condiciones disponibles en el punto 3.53 pág. 24



- Banda de 2,6 GHz FDD: 7 bloques de 2x10MHz con un máximo de 2 bloques por postor
- Banda de 2,6G Hz TDD: 1 un único bloque de 2x50 MHz
- Se establecen un conjunto de obligaciones de cobertura y de acceso mayorista para asegurar la consecuencia de una cobertura casi universal de los servicios de banda ancha móvil.
- Para las **licencias de la banda de 800 MHz y aquellas nuevas licencias de 900 MHz** (las derivadas del espectro liberado en su caso por un operador), el Gobierno muestra su preocupación de que la imposición de obligaciones de cobertura puedan reducir el valor del espectro o causar una carga excesiva a los operadores. Por ello, le gustaría conocer la opinión del sector sobre la imposición de una obligación de proporcionar un servicio de al menos 1,5 Mbps al 99% de la población tres años después de la disponibilidad a nivel nacional de la banda de 800 MHz (prevista para 2013).
 - Además, el Gobierno apoya la imposición en estas licencias de obligaciones de provisión de acceso mayorista (ya sea en la forma de reventa o de roaming) para todos los servicios desplegados por los licenciatarios en zonas rurales. Los operadores que tendrán derecho a acceder a dichos servicios mayoristas serán aquellos que tengan una cobertura de banda ancha móvil superior al 70% de la población con su propia red.
- Para las **licencias de los operadores incumbentes en la banda de 900 MHz** se imponen las mismas obligaciones de provisión de acceso mayorista que las vistas en el punto anterior.
 - Además y para tratar con la diferencia temporal en la disponibilidad de estas frecuencias y las de

la banda de 800 MHz (dependiente del proceso de transición a la TDT y de la reasignación de ciertos canales de televisión y de los servicios PMSE), se impone la obligación a estos operadores de proporcionar servicio mayorista a los operadores licenciatarios de la banda de 800 MHz para todos los servicios que desplieguen usando las frecuencias de 900 MHz. Asimismo y para evitar las posibles disputas que puedan surgir en la definición de los precios, se permite a Ofcom la definición de un árbitro además de limitar el número de emplazamientos UMTS900 que estos operadores pueden desplegar hasta que se alcance dicho acuerdo de acceso mayorista¹¹.

- Para las **licencias de 2,1 GHz** y en contrapartida de haber hecho indefinida las licencias, se obliga a los operadores a proporcionar servicios de banda ancha móvil de al menos 768 kbps al 90% de la población a mediados de 2013.

Además, en las propuestas del Gobierno se tiene en cuenta la posibilidad de consolidación del mercado con la posible fusión de T-Mobile y Orange. Atendiendo a esta posibilidad, el Gobierno propone un conjunto ligeramente modificado de propuestas que pueden encontrarse en los puntos 3.62 a 3.68 del documento de propuesta. La propuesta ha cerrado el 5 de febrero de 2010. Acerca de la fusión, es preciso comentar que el 4 de febrero de 2010 Office of Fair Trading, el órgano de regulación de la competencia en el país británico, solicitó el estudio de dicha fusión, por lo cual los operadores están a la espera de la resolución.

¹¹ Véase los detalles concretos en el punto 3.59 pág. 27

	Telefónica	Vodafone	Orange	Yoigo
Banda 900	2x16 MHz	2x12 MHz	2x6 MHz	0
Banda 1.800	2x24.8 MHz	2x24.8 MHz	2x24.8 MHz	
Banda 2.100	2x14.8 MHz	2x14.8 MHz	2x14.8 MHz	2x14.8 MHz

Tabla 5: Espectro por operadores en España

España

España ha iniciado ya el proceso de Refarming mediante la adopción del Nuevo Reglamento del Dominio Público Radioeléctrico en Mayo de 2008. En este documento se inicia un “Refarming total”, sin restricciones tecnológicas ni de servicio y permitiendo la introducción del Mercado Secundario en una amplia gama de frecuencias, dejando fuera las bandas de GSM. El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio abrió una consulta pública, en julio de 2008, acerca del uso de las frecuencias de 2.500 a 2.690 MHz y nuevas formas de explotación de las bandas de frecuencia de 900, 1.800 MHz y 3.5 GHz. La consulta ha finalizado y los diferentes operadores han manifestado su opinión al respecto, sin embargo, el regulador español aún no ha determinado una solución.

El mercado español está conformado de la siguiente manera (tabla 5).

En la tabla anterior podemos observar que el mercado se compone en su mayoría por 3 operadores: Telefónica, Vodafone y Orange. Yoigo, que fue el último en entrar al mercado imponiéndose a estas obligaciones de cobertura, es operador móvil virtual en las bandas de GSM, es por esto que ha manifestado su interés en adquirir frecuencias en dichas bandas. Es de relevancia para el proceso de refarming señalar que la licencia de 12 MHz de Telefónica vence en febrero de 2010, con lo cual se prevé que el gobierno ejecute la prórroga de 5 años a la cual tiene derecho.

Fuentes informativas han mencionado la posibilidad de que el gobierno dis-

ponga de 15 MHz en la banda de 900 MHz (12 MHz de Telefónica, junto con 2 MHz de Vodafone y 1 de Orange) para sacarlos a concurso en bloques de 5 MHz. De esta manera, a Telefónica se le asignaría una pequeña porción de espectro para que pudiese completar un bloque de 5 MHz, viéndose obligado a pujar con mucha intensidad, para atender la demanda de banda ancha móvil de sus 24 millones de clientes. El procedimiento de asignación utilizado en España es de Concurso, pero aún no se ha definido con respecto al Refarming de las bandas de GSM.

Otros aspectos señalados por la prensa mencionan que el gobierno español está estudiando la posibilidad de sacar a concurso 900 y 1.800 MHz junto con las frecuencias del Dividendo Digital (30 MHz en la banda de 800 MHz) en bloques de 5 MHz, aplicando un spectrum cap y obligaciones de cobertura, considerando la posibilidad de poner un tope de 20 MHz por operador entre las bandas de 800 y 900 MHz, y otro tope de la misma cantidad en las bandas de 2,6 GHz. También aseguran que a través de las nuevas licitaciones de las frecuencias del espectro radioeléctrico que tendrán lugar los próximos meses, se podrán recaudar entre 800 y 1000 millones de euros¹², considerando las bandas de frecuencias de 900 y 1.800 MHz, y las nuevas asignaciones de la banda de 800 MHz y 2,6 GHz. El gobierno se ha comprometido a que estas frecuencias estarán disponibles

¹² <http://www.expansion.com/2010/01/25/empresas/telecomunicaciones/1264457666.html>



en 2015, sin embargo el sector ha mostrado su disconformidad a la lentitud de este proceso.

Tras la consulta pública el gobierno español ha hecho varias propuestas. Entre éstas, en agosto de 2009 solicitó a los operadores que realizaran una propuesta de reparto. Ante esta situación, los tres grandes operadores lograron alcanzar un pacto sin precedentes en las comunicaciones españolas. Movistar y Vodafone accedieron a alquilar a Orange una parte de sus frecuencias de forma que el reparto pasara del esquema actual (16,5+12,5+6) a otro más equilibrado (15+10+10), en el que Movistar seguía teniendo más (15 Mhz) pero Vodafone y Orange se igualaban a 10 Mhz. Esta solución requería que se autorizara el mercado secundario de espectro de forma que se puedan alquilar a otros las frecuencias por acuerdos privados entre las partes sin adjudicaciones oficiales ni concursos. Además, ofrecían lo que Industria quiere: un ambicioso plan de extensión de la cobertura 3G al medio rural (para poblaciones de menos de 25.000 habitantes) para lo que estaban dispuestos a alcanzar otro revolucionario acuerdo de compartición de redes de radio (los actuales acuerdos Movistar-Vodafone y Orange-Vodafone no prevén compartir las frecuencias, sino sólo los emplazamientos) a tres bandas. Sin embargo, el acuerdo no contemplaba que Yoigo recibiese frecuencias 900, ni siquiera en alquiler, aunque al cuarto operador recibía compensaciones económicas. El tajante rechazo del cuarto operador, junto con algunas dudas sobre el posible carácter anticompetitivo del pacto obligó al ministerio a vetar el plan.¹³

Después de esta propuesta, le han seguido otras que tampoco han llegado a

un consenso general. Actualmente el CATSI, Consejo Asesor de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, continúa evaluando la mejor forma de realizar el Refarming, solicitando a los operadores hacer un intento más para llegar a un acuerdo, vinculando el Refarming a las nuevas asignaciones del dividendo digital.

Otras bandas de frecuencia vinculadas al proceso de refarming de las bandas GSM

Dividendo Digital

Las excelentes propiedades de propagación de la banda de frecuencias del dividendo digital (790-862 MHz en Europa) son una oportunidad para potenciar el desarrollo social, cultural y económico. Además de aumentar la disponibilidad de las emisiones digitales y de impulsar el desarrollo de las emisiones en alta definición, el dividendo digital se puede poner a disposición de otros servicios como la banda ancha inalámbrica, nuevos servicios móviles multimedia (tales como la televisión sobre el móvil) o, en su caso, servicios del tipo "license-exempt" que podrían desarrollarse en frecuencias libres.

La Unión Europea, a través de sus distintas instancias se ha manifestado a favor del uso de esta banda de frecuencias para tres aplicaciones diferentes: Banda ancha inalámbrica, canales adicionales de televisión terrestre y servicios móviles multimedia (Comisión Europea, 2007). El Consejo respondió el 6 de junio de 2008 reconociendo los beneficios de un enfoque armonizado a nivel europeo para la asignación del dividendo digital a servicios de comunicaciones electrónicas. Finalmente, la opinión de Radio Spectrum Policy Group sobre el Dividendo Digital de

¹³ <http://www.expansion.com/2009/08/20/empresas/telecomunicaciones/1250801188.html>

Uso de la banda de 800MHz (790-862 MHz) para aplicaciones Móviles			
País	Apagón analógico:	Método de asignación	Comentarios
Suecia	Dic 2007	Concurso	Asignado a servicios de 3G -No está permitidos servicios de radiodifusión en esta banda
Finlandia	Junio 2008	Subasta	Asignado a servicios de comunicación móviles de banda ancha. Los dispositivos de audio inalámbricos siguen utilizando esta banda hasta esté disponible otra banda de frecuencia. Dificultades de armonización en esta banda de frecuencias con Rusia
Francia	2011	Concurso	Asignado para servicios de internet móvil para el 100% de la población. La subasta para el despliegue de este servicio estará disponible en 2010
Suiza	2007	Subasta	Asignado a comunicaciones móviles de banda ancha, especialmente para cobertura rural, después de 2012
Reino Unido	2012	Subasta	Banda ancha móvil, ligada a compromisos de despliegue. Se espera la subasta en 2010
Alemania	2008	Subasta	Servicios de banda ancha móvil a través de tecnologías HSPA y LTE. Subasta 21-abr-2010
Italia	2012	Subasta	
España	2010	Por definir	Asignado a servicios móviles de banda ancha. Disponible a partir de enero de 2015

Tabla 6: Uso de la banda de 800 MHz en Europa

mayo de 2009 recomienda a los Estados miembros a liberar la banda de 800 MHz y se define a favor del desarrollo de servicios y redes de comunicaciones electrónicas, exhortando a los Estados miembros a la armonización, remarcando la importancia de generar economías de escala, puesto que son de vital importancia en las posibles aplicaciones sobre el dividendo digital.

El 9 de septiembre de 2009 se presentó en Bruselas los resultados¹⁴ finales del estudio "Exploiting the digital dividend – A European Approach" desarrollado para la Comisión Europea el análisis socioeconómico apoya de manera clara una actuación conjunta a nivel europeo que permita liberar la banda de 790-862 MHz para su uso por servicios de banda ancha inalámbrica antes de 2015.

La mayoría de los países europeos han optado por liberar esta banda a favor de aplicaciones de banda ancha móvil o comunicaciones móviles. En Estados Unidos, esta banda ya ha sido subastada para comunicaciones móviles, y los principales operadores, como Verizon y AT&T están utilizando la tecnología LTE. Con esta tendencia, se espera que los países Europeos utilicen la misma tecnología en esta banda de frecuencias.

Austria, Bélgica, Polonia, República Checa, Portugal, Irlanda, Portugal y Serbia se encuentran realizando consultas públicas, o en proceso de tomar una posición respecto al dividendo digital.

Conclusiones

El proceso de Refarming de las bandas GSM requiere una especial tutela por parte de las Autoridades Nacionales de Regulación debido a que eliminar directamente las restricciones a las cuales esta banda está sometida podría generar distorsiones al desarrollo de la com-

¹⁴ Todo el material generado por este consorcio y asociado a este estudio se puede descargar de http://www.analysysmason.com/EC_digital_dividend_study



petencia, tales como barreras de entrada para nuevos operadores.

Es importante resaltar que el Refarming de las bandas de 900 y 1.800 MHz se encuentra cada vez más ligada a la liberalización de otras bandas, tales como el dividendo digital y la banda de 2,6 GHz, hecho que queda de manifiesto en las políticas públicas en las que se aplican "spectrum caps" en bandas menores a 1 GHz, como es el caso de Reino Unido e Italia o los límites de espectro por operador impuestos en la subasta de Alemania.

En la Tabla 7: Resumen de políticas públicas, se muestran los resultados de este análisis descriptivo. Podemos observar que:

- Los 7 países han ligado, (o hay propuestas en este sentido) las concesiones de las licencias a obligaciones de cobertura.
- Los países que no tienen una distribución equitativa del espectro, han solucionado las diferencias (o hay propuestas en este sentido) a través de límites en las cantidades de espectro por operador ("spectrum cap").
- Los países nórdicos han sido los primeros en resolver la liberalización de las bandas GSM, han optado por una distribución equitativa del espectro y son pioneros en las asignaciones de la banda de 2,6 GHz. Esto es debido contar con políticas públicas que favorecen el desarrollo de las comunicaciones móviles.
- Las desigualdades en el reparto de espectro han contribuido en el retraso en el proceso de Refarming de las bandas GSM en España y Reino Unido, haciéndolo un proceso más complejo.

		Medidas de Spectrum Cap	Obligaciones de cobertura	Distribución equitativa de espectro	Banda de 2,6 GHz asignada	Método de asignación
En proceso	Alemania	x	x			Subasta
	España	x	x			Concurso
	Reino Unido	x	x			Subasta
Refarming	Francia		x	x		Concurso
	Italia	x	x			Subasta
	Finlandia		x	x	x	Subasta
	Suecia		x	x	x	Concurso

Tabla 7: Resumen de políticas públicas

- En cuanto al método de asignación del espectro no se puede señalar nada en particular, ya que en ambos métodos, subasta y concurso, se pueden impulsar políticas que favorezcan el desarrollo tecnológico, social y económico del país.

Por otro lado, en el caso concreto de Alemania, la incompatibilidad del actual reparto de espectro en Alemania con la tecnología UMTS, le ha supuesto un retraso en este proceso, viéndose obligada a redefinir los bloques de frecuencia a cada operador.

A pesar de las semejanzas y diferencias que hemos encontrado, es preciso señalar que el Refarming de las bandas GSM, es un proceso diferente en cada país, y por tanto requiere de una solución particular. De esta manera, el Refarming en Estados que tienen políticas públicas que contribuyen al desarrollo de las redes móviles de nueva generación, y cuentan con espectro repartido de una manera similar entre los operadores presentes en su mercado, es considerablemente menos complicado que en otros casos. En su defecto, si existen grandes desigualdades en el reparto de espectro y/o cuotas de mercado de los diferentes operadores, el regulador tendrá que intervenir buscando el mayor beneficio a los ciudadanos.

Referencias

- AGCOM. (2008). *Autorità per le garanzie nelle comunicazioni*. Obtenido de www.agcom.it
- ARCEP. (2010). *Autorité de régulation des communications électroniques et des postes*. Obtenido de <http://www.arcep.fr>
- Berkman Center. (10 de 2009). *Broadband Study October 2009*. Recuperado el 12 de 2009, de <http://www.slideshare.net/kvjs/berkman-center-broadband-study-october-2009>
- BnetzA. (22 de 12 de 2008). *BnetzA*. Recuperado el 22 de 04 de 2009, de Consulta pública sobre las bandas de 800, 1.800 y 2,6 GHz: <http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/16777.pdf>
- Cave, M. (04 de 2009). *Anti-competitive Behaviour in Spectrum Markets*. Recuperado el 16 de 06 de 2009, de http://www.irg.eu/streaming/Martin%20Cave_study_090603_word2.doc?contentId=546051&field=ATTACHED_FILE
- CEPT-ERC. (Mayo de 1998). *REPORT 53 ON THE INTRODUCTION OF ECONOMIC CRITERIA IN SPECTRUM MANAGEMENT AND THE PRINCIPLES OF FEES AND CHARGING IN THE CEPT*. Manchester, Inglaterra.
- Comisión Europea. (2007). *Com (2007) 700 final*. Bruselas: Comisión Europea.
- Comisión Europea. (2008). *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. 2008/477/EC*. Bruselas: Official Journal of the European Union.
- Comisión Europea. (16 de 10 de 2009). *Decisión 2009/766/CE*. Recuperado el 20 de 10 de 2009, de Diario Oficial de la Unión Europea: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0032:0035:ES:PDF>
- Department for Business Innovation & Skills. (10 de 2009). *Digital Britain Report*. Recuperado el 02 de 02 de 2010, de A Consultation on a Direction to Ofcom to implement the Wireless Radio Spectrum Modernisation Programme: <http://www.berr.gov.uk/files/file53061.pdf>
- ERG-RSPG. (2009). *Report on transitional radio issues*. Bruselas: Comisión Europea.
- Expansión. (21 de 08 de 2009). El Gobierno frena un pacto industrial de Movistar, Vodafone y Orange. *Expansión-Empresas Telecomunicaciones*.
- Faulhaber, G. Y. (2003). *Spectrum management: property rights, markets, and the commons*. Recuperado el 05 de 11 de 2009, de http://rider.wharton.upenn.edu/~faulhaber/SPECTRUM_MANAGEMENT_v51.pdf
- FICORA. (01 de 11 de 2007). *Finnish Communications Regulation Authority*. Recuperado el 16 de 09 de 2008, de FICORA's frequency decision: GSM frequencies can be used in 3G networks: http://www.ficora.fi/en/index/viestintavirasto/lehdistotiedotteet/2007/P_10.html
- Global Mobile Supplier Association. (06 de 10 de 2009). *UMTS Global Status. Information Paper*. Recuperado el 07 de 10 de 2009, de Global Mobile Supplier Association: http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_Information_Paper_UMTS900.php4
- Global Mobile Supplier Association. (21 de 09 de 2008). *UMTS900 Operator Case Study on Elisa*. Recuperado el 22 de 09 de 2008, de Global Mobile Supplier Association: http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_Elisa_UMTS900_Case_Study.php4
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (08 de 07 de 2008). *CONSULTA PÚBLICA SOBRE EL USO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS 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*. Recuperado el 08 de 07 de 2008,



- de <http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/E258EEDA-5F8B-4B6B-9D54-5635F3C3D901/0/Consultapublica2008.pdf>
- OFCOM. (20 de 09 de 2007). *Application of spectrum liberalization and trading to the mobile sector*. Recuperado el 19 de 02 de 2008, de <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/liberalisation>
- Ofcom. (13 de 02 de 2009). *Application of Spectrum liberalization and trading to the mobile sector. A further consultation*. Recuperado el 13 de 02 de 2009, de Ofcom: <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/spectrumlib/>
- Ofcom. (02 de 02 de 2009). *Digital dividend: clearing the 800 MHz band*. Recuperado el 30 de 05 de 2009, de Ofcom: <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/800mhz/>
- PTS. (2009). *The Swedish Post and Telecom Agency*. Recuperado el 02 de 2009, de <http://www.pts.se/en-gb>
- Qualcomm. (2007). *UMTS900 deployment considerations*. Recuperado el 12 de 10 de 2008, de Qualcomm: http://www.qualcomm.com/common/documents/white_papers/UMTS900_Deployment_Considerations_RevB.pdf
- Reynolds, P., Muysert, P., Veronese, B., & McSkimming, S. (2008). *Regulating in the Communications Industry in the 21st Century*. London: Thomson.
- Wik Consult. (2005). *Towards more flexible spectrum regulation*. Bad Honnef.