



# Gestión del espectro radioeléctrico

Módulo 5

Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC



# Gestión del espectro radioeléctrico

Módulo 5

Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC

<http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.1247.html>

Noviembre 2009

## Autores:

McLean Foster & Co. en colaboración con

Martin Cave y Robert W. Jones



Aunque se hace todo lo posible para garantizar la fidelidad de estas traducciones, es posible que ciertos pasajes sean inexactos debido al constante proceso de actualización de la versión en línea del original (inglés). Si desea informar acerca de un error o defecto de traducción, puede comunicarlo a la dirección [feedback@ictregulationtoolkit.org](mailto:feedback@ictregulationtoolkit.org).

## Módulo 5. Gestión del espectro radioeléctrico

### Descargado el viernes 26 de junio de 2009

Este documento es un Informe descargable desde infoDev/ITU ICT Regulatory Toolkit (Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC).

Tenga en cuenta que la versión que aparece en la dirección web [www.ictregulationtoolkit.org](http://www.ictregulationtoolkit.org) es la versión más actualizada y tiene funcionalidades adicionales (por ejemplo, enlaces, notas, notas prácticas, documentos de referencia, etc.). Si tiene algún problema al respecto diríjase a [Feedback@ictregulationtoolkit.org](mailto:Feedback@ictregulationtoolkit.org).

## Módulo 5. Gestión del espectro radioeléctrico

### ÍNDICE

### Página

Resumen ejecutivo .....	8
1 Visión general de la gestión del espectro .....	8
1.1 Visión general de la gestión del espectro .....	8
1.2 El espectro como recurso.....	9
1.2.1 El espectro como recurso económico .....	10
1.2.2 El espectro como recurso técnico .....	13
1.2.3 Escasez de espectro .....	14
1.3 Objetivos de la gestión del espectro .....	15
1.3.1 Objetivos de alto nivel de eficiencia económica .....	15
1.3.2 Objetivos de alto nivel de eficiencia técnica .....	17
1.3.3 Objetivos de alto nivel de carácter político .....	18
1.4 Partes interesadas.....	18
1.5 Enfoques básicos para la gestión del espectro.....	19
1.5.1 Métodos administrativos .....	20
1.5.2 Métodos de mercado.....	21
1.5.3 Espectro sin licencia.....	23
1.5.4 El objetivo del equilibrio .....	24
1.6 Gobernanza y contratación externa .....	25
1.6.1 Estructuras institucionales .....	25
1.6.2 Sistemas de derechos de gestión y gestores de bandas de frecuencias.....	27
1.6.3 Contratación externa.....	27
1.6.4 Sistemas de comercialización del espectro.....	28

	<b>Página</b>
2	Política y planificación del espectro ..... 28
2.1	Introducción..... 29
2.2	Política..... 29
2.3	Planificación del espectro..... 30
2.3.1	Plazos para la planificación ..... 30
2.3.2	Conocimiento de la utilización actual del espectro radioeléctrico ..... 30
2.3.3	Planificación de la utilización futura del espectro..... 30
2.3.4	El Reglamento de Radiocomunicaciones ..... 32
2.3.5	Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias ..... 32
2.3.6	Legislación nacional y reglamentación sobre la utilización del espectro..... 32
2.3.7	Espectro de uso público..... 33
2.3.8	Reatribución y reorganización del espectro ..... 35
2.3.9	Consulta a las partes interesadas ..... 36
2.3.10	Solución de controversias..... 36
2.3.11	Financiación de la gestión del espectro ..... 37
2.4	Normas técnicas..... 37
2.4.1	Objetivos..... 38
2.4.2	Normativa técnica de utilización de espectro..... 39
2.4.3	Cómo evitar la congestión en bandas de frecuencias sin licencia, ¿sin normas técnicas? ..... 39
2.4.4	Normativa técnica de equipos de radiocomunicación ..... 42
2.4.5	Normativa técnica sobre radiación electromagnética..... 42
2.4.6	Otras normas..... 42
2.4.7	Desarrollo y aplicación de la normativa técnica..... 43
2.4.8	Certificación ..... 43
2.5	Atribución de espectro..... 44
2.5.1	Servicios de radiocomunicación..... 44
2.5.2	Cuadros de atribución de frecuencias..... 45
2.5.3	Denominaciones de la utilización del espectro ..... 48
3	Autorizaciones ..... 48
3.1	Introducción a las autorizaciones ..... 48
3.2	Asignación de frecuencias ..... 50
3.2.1	Métodos de asignación de frecuencias ..... 50
3.2.2	Relación con otras autorizaciones ..... 52
3.2.3	La liberalización y su impacto en el régimen de autorizaciones ..... 53
3.2.4	Innovación tecnológica y su impacto en el régimen de autorizaciones..... 53
3.2.5	Soporte de ingeniería..... 54

	<b>Página</b>
3.2.6	Soporte administrativo..... 55
3.3	Certificación de operador de equipos radioeléctricos ..... 56
3.4	Autorización de equipos ..... 56
3.4.1	Certificación de equipos ..... 56
3.4.2	Certificación en laboratorio ..... 57
4	Compartición del espectro ..... 57
4.1	Introducción..... 57
4.2	Acceso al espectro ..... 58
4.2.1	Formas de compartición del espectro ..... 59
4.2.2	¿Qué bandas pueden ser compartidas? ..... 59
4.2.3	Compartición basada en métodos administrativos ..... 60
4.2.4	Compartición basada en métodos de mercado ..... 61
4.2.5	Habilitación técnica de la compartición ..... 63
4.2.6	Habilitadores de tecnologías emergentes ..... 64
4.3	Tendencias internacionales de la compartición del espectro..... 66
4.3.1	Tendencias de la reforma..... 66
4.3.2	Gestión de la interferencia..... 67
4.3.3	Prácticas más destacadas ..... 68
4.3.4	Prácticas de compartición del espectro..... 70
4.4	La compartición del espectro en la práctica ..... 74
4.4.1	Estructura del mercado ..... 74
4.4.2	Las medidas en la práctica..... 76
4.4.3	Procedimientos informativos y administrativos de transferencia de espectro ..... 77
5	Fijación de precios del espectro..... 77
5.1	Introducción a la fijación de precios del espectro ..... 78
5.2	Recuperación de costos ..... 79
5.2.1	Estructura de costos del organismo de gestión del espectro..... 80
5.2.2	Fijación de tasas y precios para recuperar los costos en la práctica..... 80
5.3	Utilización del espectro ..... 80
5.3.1	Las tasas de utilización del espectro en la práctica ..... 81
5.4	Cánones y sorteos de espectro ..... 82
5.5	Subastas ..... 83
5.5.1	Tipos de subasta ..... 84
5.5.2	Especificación del objeto de la subasta ..... 85
5.5.3	Normas y procedimientos de las subastas ..... 86
5.5.4	La subasta en la práctica..... 86

	<b>Página</b>
5.6 Mercados secundarios .....	87
5.6.1 Definición de derechos de propiedad para la compraventa de espectro.....	87
5.7 Precios de incentivo administrado.....	88
5.7.1 El costo de oportunidad del espectro.....	88
5.7.2 Los precios de incentivo administrado en la práctica.....	89
5.7.3 Ajuste de los precios del espectro .....	90
6 Comprobación técnica del espectro y fiscalización de la conformidad.....	90
6.1 Comprobación técnica del espectro.....	91
6.1.1 Objetivos de la comprobación técnica del espectro .....	92
6.1.2 Emisiones, interferencias y utilización del espectro.....	93
6.1.3 Actividades de comprobación técnica del espectro.....	94
6.1.4 Cooperación internacional para la comprobación técnica del espectro.....	96
6.2 Tecnología de la comprobación técnica del espectro .....	97
6.2.1 El equipo de comprobación técnica.....	97
6.2.2 Arquitectura de los sistemas de comprobación técnica.....	102
6.3 Fiscalización de la conformidad.....	103
6.3.1 Comprobación de la conformidad con las normas técnicas .....	104
6.3.2 Resolución de los problemas de interferencia.....	104
6.3.3 Las inspecciones.....	104
6.3.4 Incautación de equipos y otras medidas coercitivas.....	104
7 Asuntos internacionales.....	105
7.1 Introducción a los asuntos internacionales .....	105
7.2 Actividades de proyectos.....	106
7.2.1 Actividades de proyectos relacionados con la UIT .....	106
La Unión Africana de Telecomunicaciones .....	108
La Telecomunidad de Asia-Pacífico.....	108
Unión de Telecomunicaciones del Caribe .....	109
La Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT).....	109
La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL).....	109
El Consejo de Cooperación para los Estados Árabes del Golfo (GCC).....	110
Comunidad Regional de Comunicaciones (CRC) .....	110
7.2.2 Últimas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) y Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones (CRR) de la UIT .....	111
7.2.3 Actividades de proyectos relacionadas con otras organizaciones intergubernamentales de ámbito mundial.....	113
7.2.4 Otras actividades de proyectos bilaterales y multilaterales.....	113

	<b>Página</b>
7.3	Actividades transaccionales..... 113
7.3.1	Actividades transaccionales relacionadas con la UIT ..... 114
7.3.2	Coordinación internacional de frecuencias transfronterizas..... 115
7.3.3	Otras actividades transaccionales ..... 115
8	Desarrollo de la capacidad de gestión del espectro ..... 115
8.1	Introducción de la capacidad de desarrollo ..... 116
8.2	Organización..... 117
8.3	Recursos humanos y desarrollo de la capacitación ..... 118
8.3.1	Recursos humanos ..... 118
8.3.2	Desarrollo de la capacitación..... 120
8.4	Procesos de empresa..... 120
8.5	Prácticas consultivas..... 121

## **Módulo 5. Gestión del espectro radioeléctrico**

### **Visión general de la gestión del espectro**

Introducción a la gestión del espectro, incluyendo las prácticas óptimas y otras consideraciones relativas a la utilización y reglamentación del espectro radioeléctrico.

### **Planificación y política del espectro**

Resumen de aspectos relativos a política y planificación, incluyendo normas técnicas y la atribución del espectro

### **Autorización**

Visión general de los procesos en virtud de los que los usuarios acceden a los recursos del espectro.

### **Compartición del espectro**

Análisis de las técnicas de compartición del espectro de tipo administrativo, basadas en el mercado y basadas en aspectos técnicos.

### **Política de precios del espectro**

Análisis del papel de la política de fijación de precios del espectro y su relación con el método empleado para autorizar el uso del espectro.

### **Comprobación técnica de las emisiones y fiscalización de la conformidad**

Visión general sobre cómo la comprobación técnica de las emisiones y la fiscalización de la conformidad del uso del espectro puede ayudar a los usuarios, evitando usos incompatibles mediante la identificación de fuentes de interferencia perjudicial.

### **Asuntos internacionales**

Visión general de la armonización del uso del espectro

### **Desarrollo de capacidades para la gestión del espectro**

Visión general de las estrategias para la organización, funcionamiento, desarrollo de procesos, dotación de personal, retención y formación del personal del organismo regulador del espectro.

Véase asimismo:

Gestión de la reglamentación del espectro: visión general y tendencias.

Información de referencia sobre la gestión del espectro (UIT), sólo en inglés, en:

[http://www.itu.int/osg/spu/stn/spectrum/resources\\_topics.html](http://www.itu.int/osg/spu/stn/spectrum/resources_topics.html) (Background Resources on Spectrum Management).



## Módulo 5. Gestión del Espectro Radioeléctrico

### Resumen ejecutivo

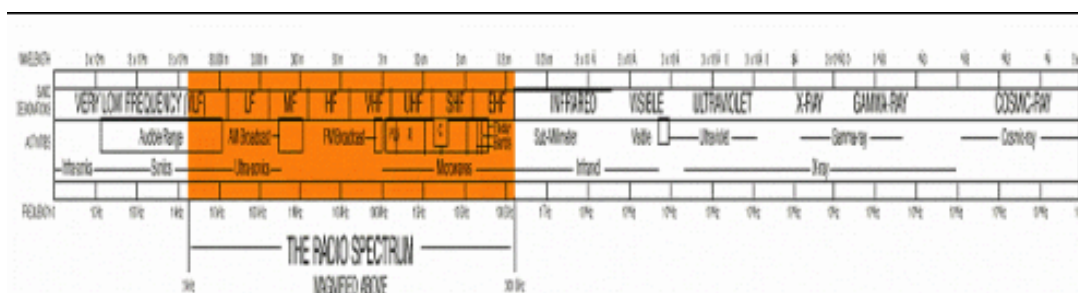
#### 1 Visión general de la gestión del espectro

Esta sección es una introducción a la gestión del espectro radioeléctrico, e incluye aspectos relativos a la planificación y utilización actual y futura del espectro, garantías de compatibilidad de los diversos usos y equipamientos, autorizaciones, concesión de licencias y comprobación técnica de la utilización del espectro.

##### 1.1 Visión general de la gestión del espectro

El espectro radioeléctrico es el subconjunto de las ondas electromagnéticas comprendidas entre las frecuencias de 9 kHz (kHz, miles de ciclos por segundo) y 30 GHz (GHz, miles de millones de ciclos por segundo) (véase la Figura 1). Dichas frecuencias soportan una amplia gama de aplicaciones para negocios, usos personales, industriales, científicos, médicos y culturales, tanto públicos como privados. Las comunicaciones constituyen la actividad más destacada de todas ellas y, junto con otros servicios radioeléctricos, tienen una importancia creciente para el desarrollo económico y social.

**Figura 1 – Espectro radioeléctrico**



#### Leyendas de la Figura

##### 1 THE RADIO SPECTRUM = ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Históricamente, el acceso y la utilización del espectro han estado muy reglamentados a fin de evitar interferencias entre usuarios de frecuencias adyacentes o de zonas geográficas próximas, particularmente por motivos de defensa y seguridad. En la última década se han producido innovaciones significativas en la teoría de la gestión del espectro, así como cambios graduales en las prácticas de gestión y reglamentación del mismo. Estos cambios graduales son consecuencia de un consenso creciente sobre el hecho de que las prácticas reglamentarias anteriores y actuales, originalmente destinadas a promover el interés público, han tenido como consecuencia, en algunos casos, retrasos en la introducción y crecimiento de una amplia variedad de tecnologías y servicios beneficiosos, o bien, el aumento del costo de los mismos, al generar una escasez artificial del espectro. Además de dichos retrasos, se ha producido un incremento significativo de la demanda de espectro, haciendo aún más importante la necesidad de una utilización eficiente del espectro disponible con el fin de evitar dicha escasez.

Estos factores han hecho que responsables de decisiones políticas y reguladores de todo el mundo hayan puesto de manifiesto de nuevo un gran interés en la reglamentación del espectro, con un énfasis creciente en conseguir el mejor equilibrio posible entre la certidumbre requerida para un

despliegue estable de servicios y la flexibilidad (o dicho de otra forma, la aplicación de una regulación ligera) que contribuya a mejorar los costos, los servicios y a la utilización de tecnologías innovadoras. Particularmente en los países en desarrollo, donde actualmente los usuarios de las comunicaciones móviles superan ampliamente a los usuarios de los servicios de telecomunicaciones fijas, se reconoce que el espectro es un recurso muy valioso para el futuro desarrollo económico.

Este conjunto de herramientas ("Toolkit") para la gestión del espectro pretende aglutinar aspectos en materia de política y normativa sobre una amplia gama de áreas de la gestión del espectro, incluyendo principios básicos de la reglamentación del espectro, compartición y comercialización del espectro, fijación del precio del espectro, su control técnico y coordinación internacional.

El marco internacional para la utilización del espectro radioeléctrico está constituido por el tratado conocido como "*Reglamento de Radiocomunicaciones*", ratificado por los Estados Miembros de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo especializado de las Naciones Unidas. Los países gestionan la utilización del espectro a nivel nacional respetando dicho marco internacional. A su nivel más alto, los distintos países realizan dicha labor mediante el Cuadro nacional de atribución de frecuencias que establece qué servicios radioeléctricos pueden utilizar cada una de las bandas de frecuencias y en qué condiciones. Las condiciones de utilización varían ampliamente, desde la reserva inflexible de determinadas frecuencias para utilizaciones que se especifican en detalle, hasta una amplia libertad en la utilización del espectro en bandas de frecuencias o servicios determinados. Para un análisis más detallado de los asuntos internacionales, véase la sección 7.

A los niveles internacional y nacional se toman decisiones sobre la utilización o utilizaciones de cada una de las bandas de frecuencias. Estas decisiones son las atribuciones del espectro radioeléctrico, y pueden realizarse sobre una base de utilización exclusiva, primaria o secundaria. Dichas atribuciones se recogen en el Cuadro internacional de atribución de bandas de frecuencias y en los respectivos Cuadros nacionales.

El paso siguiente en la gestión del espectro es la asignación de bandas de frecuencias concretas a usuarios específicos. Debido a que los métodos de asignación se basan en decisiones administrativas, dichos procedimientos son a veces descritos como "métodos administrativos". La alternativa es un proceso en el que los solicitantes realizan ofertas por conseguir licencias, por ejemplo, en una subasta, o cuando las licencias para la utilización del espectro se transfieren de un titular a otro mediante un proceso normal de compra y venta de activos. En ese caso, no es el regulador quien selecciona al licenciataria, sino las fuerzas del mercado: de ahí la descripción de dichos procedimientos como "métodos de mercado".

Además, puede reservarse parte del espectro para las denominadas utilizaciones sin licencia (un tipo de "uso común del espectro"). En este caso, todos los usuarios pueden acceder a las bandas de frecuencias sin licencia con la condición de que cumplan determinadas restricciones, como por ejemplo, los niveles de potencia y el alcance geográfico.

Para un análisis más detallado sobre la atribución y asignación de bandas de frecuencias, véase la sección 3. En la sección 4, Compartición del espectro, se analizan los métodos actuales y los nuevos métodos para mejorar la utilización compartida del espectro. En la sección 5 se analiza la fijación de los precios del espectro utilizando mecanismos administrativos y de mercado, como por ejemplo, las subastas.

## **1.2 El espectro como recurso**

La utilización eficaz del espectro puede tener un impacto elevado en la prosperidad de un país, particularmente cuando las comunicaciones descansan de forma muy relevante en las tecnologías radioeléctricas, como es el caso de la telefonía móvil. La escasez del espectro, ya sea real o

artificial, puede tener un efecto negativo en la prosperidad del país. En esta sección se analiza el espectro como recurso económico y técnico, así como la escasez del mismo.

### 1.2.1 El espectro como recurso económico

La producción de bienes y servicios implica la creación de productos para los usuarios finales (hogares y empresas) a partir de una combinación de insumos. Tradicionalmente dichos insumos incluyen el trabajo, los bienes de capital y la tierra. Cada uno de ellos puede aplicarse para usos diversos; por ejemplo, basta comparar el uso de la tierra en el centro de las ciudades y su uso con fines agrícolas.

El espectro es uno de dichos recursos. Se utiliza como insumo para una gran variedad de servicios, ya sean de comunicación u otras aplicaciones. Los servicios de comunicación incluyen una amplia gama de formas, incluidas las telecomunicaciones móviles de banda estrecha o de banda ancha, la radiodifusión, las comunicaciones marítimas y aeronáuticas y las comunicaciones para entidades públicas, tales como la defensa o los servicios de emergencia. Los usos distintos a las comunicaciones incluyen los radares civiles y militares, las aplicaciones científicas tales como la radioastronomía y otros usos. Resulta de interés observar cómo se compara el espectro con otros recursos naturales utilizados en la economía, tales como la tierra, el petróleo o el agua, según se ilustra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2 – El espectro como recurso económico**

	<b>Espectro</b>	<b>Tierra</b>	<b>Reservas petrolíferas</b>	<b>Agua</b>
¿Es un recurso variado?	Sí	Sí	No mucho	No mucho
¿Es escaso?	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Puede hacerse que sea más productivo?	Sí	Sí	Sí	No
¿Es renovable?	Sí	Parcialmente	No	Sí
¿Puede almacenarse para su uso posterior?	No	No	Sí	Sí
¿Puede exportarse?	No	No	Sí	Sí
¿Puede comerciarse con él?	Sí	Sí	Sí	Sí

¿Qué se desprende de estas características del espectro?

- Dado que las frecuencias difieren en sus capacidades, debe identificarse la mejor correspondencia posible entre características y tipo de utilización. La tierra tiene características similares. Las tareas de atribución y asignación del espectro antes identificadas pretenden que dicha correspondencia sea lo más eficiente posible.
- El espectro puede ser escaso porque haya más usuarios potenciales que espectro de frecuencias disponible. Por tanto, es necesario racionalizar su utilización y dar prioridad a las aplicaciones más importantes. Un país puede responder a dicha escasez de espectro en determinadas frecuencias desplazando los usos afectados a otras bandas de frecuencias menos favorables, o desarrollando técnicas, como la compresión espectral, que permita utilizar el espectro de forma más productiva. Puede establecerse un paralelismo entre dichas respuestas y el hecho de poner en cultivo tierras menos fértiles y utilizar fertilizantes para que las zonas cultivadas sean más productivas.
- Dado a que el espectro es renovable y no puede almacenarse, no tiene sentido almacenarlo para un uso posterior, como es el caso de las reservas petrolíferas de un país que pueden ser utilizadas o vendidas en un momento posterior.

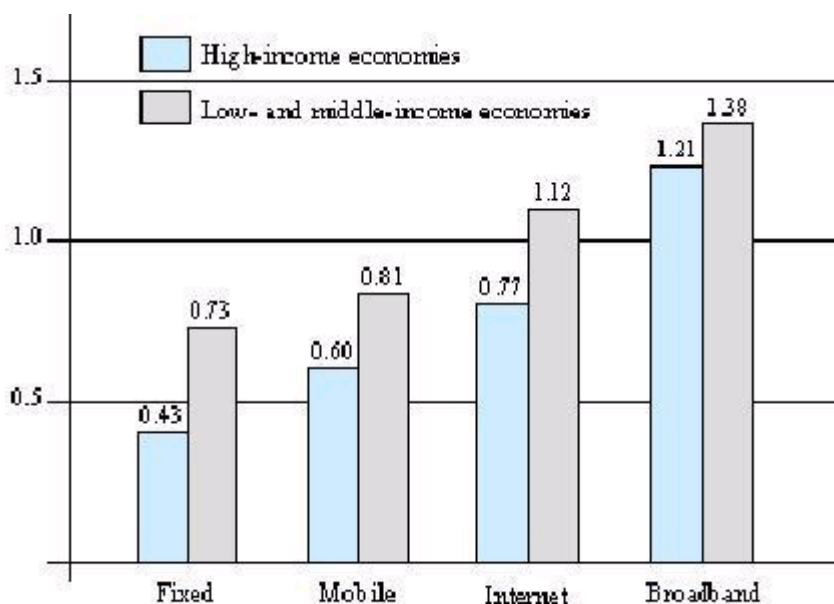
- Dado que el espectro es de aplicación específica sobre un ámbito geográfico, sólo puede ser utilizado para proporcionar servicios en un territorio dado. No obstante, puede ser objeto de comercialización en el sentido de que se le pueden asociar derechos de propiedad.

Estudios recientes han tratado de cuantificar el impacto económico de un elemento importante de la utilización del espectro como insumo, a saber, su aplicación en la telefonía móvil. Un grupo de economistas (Waverman, Meschi y Fuss) ha estimado que los aumentos de la penetración de la telefonía móvil en una muestra de países en desarrollo han estado acompañados de aumentos considerables del producto interior bruto per cápita. El estudio, al que se hace referencia más adelante, determinó que una diferencia del 10% en los niveles de penetración de los servicios móviles sobre el periodo de análisis completo se correlaba con una diferencia del 0,6% en la tasa de crecimiento anual entre países en desarrollo idénticos en lo demás.

Un estudio realizado durante un largo periodo (1980-2006) por economistas del Banco Mundial, Christine Qiang y Carlo Rossotto, ha ofrecido pruebas adicionales de los vínculos existentes entre comunicaciones móviles y crecimiento económico. Su análisis (véase Figura 2.0) muestra que un porcentaje de crecimiento del 10% en la penetración de las comunicaciones móviles se corresponde con un crecimiento del 0,6% del PIB per cápita en países con alto nivel de ingresos (que es consistente con lo identificado por Waverman y otros), pero con un 0,8% de incremento en países en desarrollo. Además, por analogía con lo encontrado para los casos de Internet de banda estrecha y de banda ancha, generando este último efectos de crecimiento de aproximadamente de un tercio superior al primero, puede anticiparse que cuando los servicios móviles de banda ancha tengan una amplia disponibilidad, el potencial de crecimiento aportado por el espectro será incluso mayor.

### Gráfico 1. Efectos de crecimiento de las TIC

*Aumento porcentual del PIB per cápita por cada 10% de aumento de la penetración de las TIC, 1980-2006*



#### Leyendas del Gráfico 1:

High income economies = Economías con alto nivel de ingresos

Low and middle income economies = Economías con niveles de ingresos bajos y medios

Fixed = Fijo

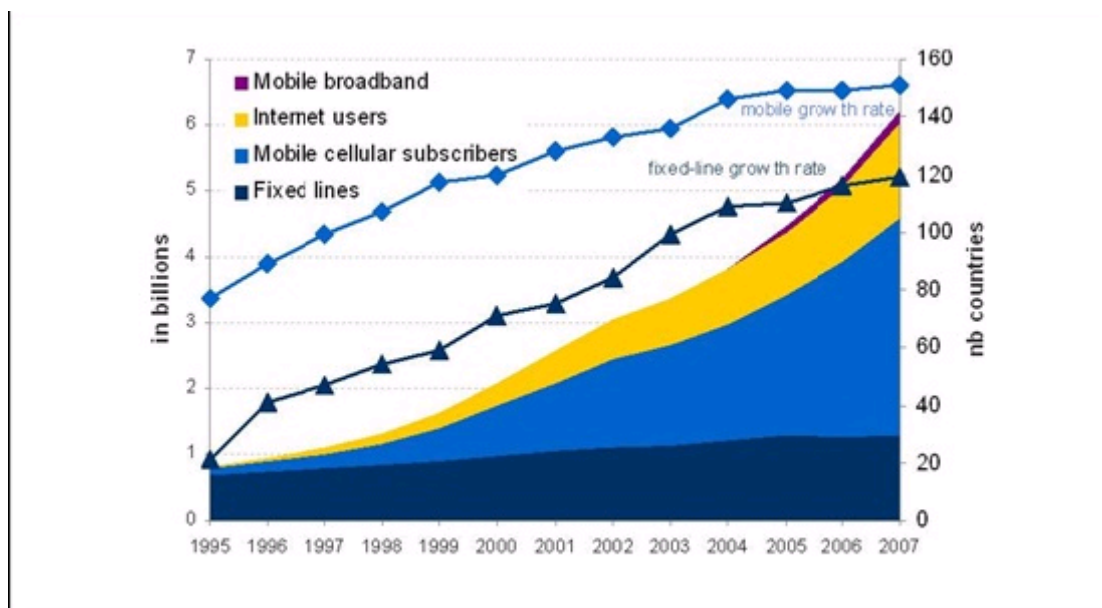
Mobile = Móvil

Internet = Internet

Broadband = Banda ancha

En la Gráfico 2 se muestra el boyante crecimiento del sector de las TIC durante la última década, reflejando con claridad la enorme expansión del número de usuarios móviles, que ha alcanzado la cifra de 4 mil millones, es decir, el 61% de la población mundial. Además, a finales de 2007, el crecimiento de líneas fijas había quedado prácticamente estancado en aproximadamente 1 300 millones.

**Gráfico 2 – Crecimiento de líneas fijas, abonados móviles celulares, usuarios de Internet estimados y abonados de redes móviles de banda ancha, en miles de millones, 1995-2008**



Fuente: Base de datos de indicadores de telecomunicación mundiales de la UIT.

### Leyendas del Gráfico 2:

*Mobile broadband* = Banda ancha móvil

*Internet users* = Usuarios de Internet

*Mobile cellular subscribers* = Abonados móviles celulares

*Fixed lines* = Líneas fijas

*In billions* = En miles de millones

*Nb consumers* = N° de consumidores

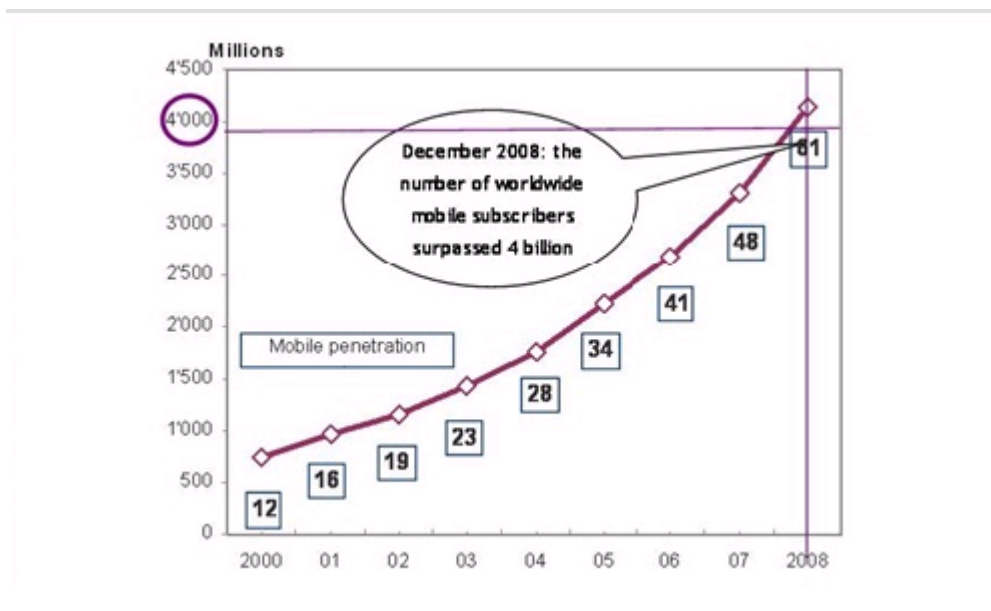
*Mobile growth rate* = Tasa de crecimiento móvil

*Fixed line growth rate* = Tasa de crecimiento de líneas fijas

La penetración varía significativamente entre países ricos y pobres, aunque la tendencia manifiesta es que existe un rápido crecimiento del uso de las comunicaciones móviles en economías emergentes y en desarrollo.

La penetración móvil en países en desarrollo de África y Asia ha alcanzado aproximadamente el 28% y el 37% respectivamente, con un extraordinario crecimiento anual compuesto superior al 49% a nivel mundial. En los países de economías menos desarrolladas, los abonados de telefonía móvil superan a las líneas fijas en casi nueve a uno.

**Gráfico 3 – Abonados móviles a nivel mundial, número total y penetración, 2000-2008**



Fuente: Base de datos de indicadores de telecomunicación mundiales de la UIT.

### Leyendas del Gráfico 3:

*Mobile penetration* = Penetración móvil

*Millions* = Millones

*December 2008...* = Diciembre de 2008: el número de abonados móviles a nivel mundial supera los 4 mil millones

### 1.2.2 El espectro como recurso técnico

La radiación electromagnética es la propagación de la energía a través del espacio en forma de ondas. Ello incluye el espectro visible (la luz), infrarrojo, ultravioleta y rayos x. El espectro de radiofrecuencia es la porción del espectro electromagnético que transporta ondas de radio. Los límites del espectro radioeléctrico se definen por las frecuencias de las señales transmitidas, considerándose normalmente el margen entre 9 kHz y 300 GHz. No obstante, la evolución técnica permite que sea viable el uso de bandas de frecuencias cada vez más elevadas. En el Cuadro 2 se representan algunos de los muchos usos del espectro radioeléctrico asociado a las diversas bandas de frecuencias en función de sus características inherentes de propagación.

**Cuadro 3 – Características de propagación de las bandas de frecuencias radioeléctricas**

Banda	Rango de frecuencias	Alcance	Utilización	Anchura de banda	Interferencia
Ondas miramétricas	3-30 kHz	Miles de km	Radionavegación de largo alcance	Muy estrecha	De amplia distribución
Ondas kilométricas	30-300 kHz	Miles de km	Como las comunicaciones estratégicas en ondas miramétricas	Muy estrecha	De amplia distribución
Ondas hectométricas	.3-3 MHz	2-3 000 km	Como las comunicaciones estratégicas en ondas miramétricas	Moderada	De amplia distribución
Ondas decamétricas	3-30 MHz	Hasta 1000 km	Radiodifusión y punto a punto a nivel mundial	Amplia	De amplia distribución
Ondas métricas	30-300 MHz	2-300 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN	Muy amplia	Confinada
Ondas decimétricas	.3-3 GHz	<100 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN	Muy amplia	Confinada
Ondas centimétricas	3-30 GHz	Varía de 30 km a 2 000 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN, comunicaciones por satélite	Muy amplia hasta 1 GHz	Confinada
Ondas milimétricas	30-300 GHz	Varía de 20 km a 2 000 km	Radiodifusión, punto a punto, PCS y comunicaciones por satélite	Muy amplia hasta 10 GHz	Confinada

Las características esenciales del espectro son las condiciones de propagación de las bandas de frecuencias y la cantidad de información que pueden transportar las señales en dichas bandas. En general, las señales transmitidas utilizando frecuencias elevadas presentan distancias de propagación menores, pero gozan de una mayor capacidad de transmisión de datos. Estas características físicas del espectro limitan las gamas de aplicaciones actualmente identificadas para las cuales una banda de frecuencias es adecuada. Algunas partes del espectro (tales como las bandas de ondas centimétricas de 300 a 3 000 MHz) son adecuadas para una amplia variedad de servicios y, por tanto, tienen una demanda muy elevada.

Las presentaciones realizadas en el Seminario Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT celebrado del 8 al 12 de diciembre de 2008 están disponibles en:

[www.itu.int/ITUR/index.asp?category=conferences&rlink=seminar-program&seminar=geneva-2008&lang=en](http://www.itu.int/ITUR/index.asp?category=conferences&rlink=seminar-program&seminar=geneva-2008&lang=en)

### 1.2.3 Escasez de espectro

La demanda del espectro es creciente y numerosas bandas de frecuencias están más congestionadas especialmente en centros urbanos densamente poblados. Los gestores del espectro están adoptando diversos enfoques para mejorar la eficiencia de la utilización del espectro, aplicando a tal fin métodos administrativos para la compartición dentro de la banda, modificando la forma de concesión de licencias, por ejemplo, admitiendo el alquiler de espectro y su comercialización, y utilizando espectro radioeléctrico que no precisa licencia (espectro común), todo ello junto con equipos de radio de baja potencia o tecnologías radioeléctricas avanzadas, incluyendo sistemas radioeléctricos de banda ultra ancha y multimodales.

Es importante señalar la importancia de que donde exista escasez de espectro se permita la utilización de equipos de radiocomunicaciones avanzados, como es el caso en la transición de la televisión analógica a digital. Sin embargo, tal como se analiza en la sección 1.3.1, se necesitan

incentivos que aseguren que las frecuencias se utilizan de forma eficiente o, como en el caso del espectro sin licencia, se reduzcan las restricciones y las barreras de uso.

La escasez no es unidimensional, ya que pueden existir diferencias entre zonas urbanas y rurales, existiendo una mayor probabilidad de congestión del espectro en zonas urbanas. Asimismo, la escasez puede ser consecuencia de los tipos de servicios a los que se hacen atribuciones en zonas geográficas determinadas, como ocurre con los servicios marítimos en zonas costeras.

### **1.3 Objetivos de la gestión del espectro**

La gestión del espectro implica numerosas actividades distintas, incluyendo la planificación de su utilización, la atribución y asignación de licencias de uso, la interacción con organismos nacionales e internacionales, las asignaciones de bandas de frecuencias y otras actividades. Cada actividad tiene sus propios indicadores de calidad. Por ejemplo, una unidad responsable de la observancia tiene objetivos de control técnico, y un departamento responsable de la concesión de licencias puede tener indicadores basados en el número de licencias concedidas o en el tiempo medio empleado en la concesión de una licencia. Dichos indicadores específicos pueden diferenciarse de objetivos más amplios relativos al papel básico de la gestión del espectro, que decide qué frecuencias deben ponerse a disposición de los usuarios y para qué tipo de uso.

Los objetivos económicos están relacionados con la garantía de que el espectro se utilice de tal modo que se satisfaga el objetivo nacional de conseguir una atribución eficiente de los recursos, es decir, que el espectro sea utilizado por organizaciones de los sectores público y privado de forma que se cumplan los objetivos del país, incluidos los relativos al crecimiento económico. Los objetivos de eficiencia técnica están relacionados con el objetivo global de asegurar que las bandas de frecuencia se utilicen permitiendo la máxima utilización del recurso, y evitando, por ejemplo, interferencias y separaciones ("bandas de guarda") innecesariamente amplias entre usuarios adyacentes. Los objetivos políticos de alto nivel están relacionados con la consistencia de la política gubernamental sobre asuntos tales como el acceso la competencia, la no discriminación y la equidad y justicia de la atribución y asignación del espectro entre los diversos usuarios.

#### **Información conexas**

Módulo de nuevas tecnologías e impactos sobre la regulación: sección 2.7.1, Objetivos de la gestión del espectro.

#### **1.3.1 Objetivos de alto nivel de eficiencia económica**

El objetivo de la actividad económica es proporcionar bienes y servicios a los usuarios finales, ya sean obtenidos en el mercado o proporcionados a los ciudadanos por el estado. Por tanto, la definición de los objetivos de alto nivel de la política del espectro es sensible al hecho de tomar como punto de partida la maximización del valor de los resultados derivados del espectro disponible, incluyendo los resultados de la actividad pública de los gobiernos u otras autoridades públicas.

De dicho objetivo se derivan algunas conclusiones importantes. Supóngase, por ejemplo, que hay disponible una determinada cantidad de espectro para su uso exclusivo en dos sectores, comunicaciones móviles y radiodifusión comercial. ¿Cómo debería repartirse el espectro entre ambos usos? Dado que los usuarios obtienen beneficios de ambos servicios, la atribución de todo el espectro de frecuencias exclusivamente a uno de ellos crearía una escasez artificial de espectro. Es necesario, por tanto, llegar a algún tipo de compromiso que refleje el valor que para el usuario final tienen ambos servicios, el costo de proporcionarlos y la cantidad de espectro que requieren. A su vez, la relación entre uso y valor estimula a todos los usuarios, públicos y privados, a hacer un uso más eficiente del espectro atribuido, liberando, por tanto, más espectro para un uso general. Este



asunto se describe de manera más formal en la nota práctica adjunta: Atribución eficiente del espectro.

Desafortunadamente, establecer cuál es la atribución más eficiente de espectro es una labor que no resulta fácil por las complejas interrelaciones entre las bandas de frecuencias y su utilización. Ello exige que los gestores del espectro tengan conocimientos, o acceso al conocimiento sobre la relación entre proporcionar un MHz adicional a un servicio y los beneficios económicos netos de hacerlo. Es necesario tener en cuenta varias consideraciones adicionales, entre ellas las siguientes:

- En la práctica, muchas frecuencias pueden utilizarse para más de dos usos específicos (sujeto a acuerdos internacionales); en consecuencia, mediante enfoques tradicionales el gestor del espectro hará tres o cuatro subdivisiones del mismo, no limitándose a repartir las frecuencias disponibles entre dos utilizaciones.
- Las atribuciones uniformes de bandas de frecuencias a nivel mundial beneficia a los usuarios pues permite a los fabricantes de equipos conseguir más fácilmente economías de escala.
- En sentido contrario, la utilización de varias frecuencias permite proporcionar más servicios, incluso si algunas son más fácilmente accesibles que otras. Ello introduce más flexibilidad en la gestión del espectro, pero los márgenes de sustitución variables complican el problema.
- A menudo es posible sustituir espectro radioeléctrico en la provisión de un servicio por otros factores. Por ejemplo, mediante estaciones base en una red de telefonía móvil. En muchos aspectos, las tecnologías que utilizan el espectro para proporcionar servicios, la naturaleza de éstos y sus costos, son difíciles de predecir con precisión.

Ello podría interpretarse como que un gestor del espectro ha de tener en todo momento el objetivo de maximizar los beneficios económicos (públicos y privados) de la utilización del espectro. Sin embargo, ello no es siempre necesario por dos motivos que se explican a continuación.

Por una parte, existen medios para aprovechar el conocimiento y las opiniones de los usuarios del espectro (así como las del propio gestor del espectro), y encontrar así una solución adecuada y razonable al problema. Ello implica la utilización de precios de mercado y de mecanismos de información para trasladar aspectos relativos a la atribución de frecuencias a quienes tengan el mejor conocimiento de la capacidad potencial del espectro para satisfacer las verdaderas necesidades de los usuarios de un determinado servicio. Dichos medios se analizan en la sección 1.6.

Por otro lado, si el gestor decide aplicar métodos administrativos a la atribución del espectro, las consideraciones mencionadas ofrecen posibles vías de actuación que son de gran utilidad.

En la atribución del espectro de frecuencias, debería darse inicialmente prioridad a los servicios de alto valor para los usuarios finales, permitiendo que éstos manifiesten el valor que le otorgan a los mismos mediante decisiones de compra individuales. En algunos casos, el gobierno puede expresar dicho valor en nombre de los usuarios proporcionando el servicio públicamente.

- Sin embargo, ello no significa que algunos servicios puedan ser privados de espectro. El objetivo es igualar el beneficio que cada uno de los usos que compiten por el espectro consiguen por cada MHz *adicional* del mismo.
- Conforme cambia la demanda de servicios, puede ser deseable, por ejemplo, que algunos servicios se desplacen a frecuencias superiores y que se modifique la distribución del espectro para nuevos servicios mejor adaptados a dicho medio.

- La adopción de estos principios puede mejorar notablemente la atribución de espectro. Aunque se haga de forma imperfecta por carecer de información completa, los beneficios pueden ser considerables.
- Finalmente, se deriva una implicación de la maximización de los beneficios económicos que pueden obtenerse de un recurso inagotable. Cuando hay espectro disponible, debe ponerse a disposición de la utilización más productiva posible. Retener deliberadamente espectro a fin de elevar su precio o conceder licencias a un único monopolista para que sea éste quien proporcione servicios, cuando es sabido que dicho monopolista retrasará la oferta de servicios, priva a los usuarios de los beneficios de los que podrían disfrutar de no ser así. El daño que pueden sufrir siempre superará los ingresos adicionales que el gobierno pudiera haber conseguido con la atribución de espectro, o el beneficio extraordinario que pudiera obtener el monopolista.

Por tanto, resulta evidente que el espectro debería ser puesto a disposición de las empresas preparadas para utilizarlo de forma eficiente.

### **1.3.2 Objetivos de alto nivel de eficiencia técnica**

En primera instancia, la eficiencia técnica en la utilización del espectro es un beneficio que se explica por sí mismo. La eficiencia técnica, es decir, la elección por el regulador o por las empresas, de las frecuencias adecuadas para el objetivo perseguido, puede considerarse racionalmente como el factor principal en las decisiones de atribución del espectro. No obstante, la aplicación práctica puede hacer que entren en juego objetivos políticos relativos a la competencia.

A un nivel básico, la eficiencia técnica implica que se haga el máximo uso posible del espectro. Por ejemplo, el tiempo es un componente de varias medidas de eficiencia técnica, tanto en el sentido de indicar la constancia o intensidad de la utilización durante un periodo de tiempo dado, como la velocidad en términos de bits por segundo con que la información se transmite a través de una capacidad dada del espectro.

Sin embargo, en la práctica ambas medidas presentan problemas. Algunas utilidades pueden ser críticas, y sin embargo de carácter ocasional. En ausencia de procedimientos de compartición del espectro con otros usuarios, que pueden ser muy costosos de implementar, la capacidad que frecuentemente queda si utilizar puede resultar esencial para dichos usos.

De igual forma, la medida de la capacidad fracasa cuando se trata de tener en cuenta el valor de la información transportada. Así, un galimatías sin significado puede transmitirse de forma eficiente, pero sigue siendo un galimatías. Ello sugiere que dichas medidas tengan un escaso significado, ya que se construyen como abstracción de elementos decisivos del cálculo económico descrito en la sección 1.2.1, relativos al valor del servicio para el que se utiliza el espectro.

A modo de ilustración adicional, es evidente que la transmisión de televisión digital es técnicamente más eficiente que la analógica, en un factor de aproximadamente cinco. ¿Significa ello que las transmisiones analógicas deben ser canceladas y sustituidas por digitales? Ello depende de diversas consideraciones incluyendo el costo del paso de analógico a digital y la escasez del espectro, expresado como la demanda potencial de un servicio alternativo junto con el espectro que se libera. También deben hacerse otras consideraciones de tipo social, político o de desarrollo industrial, acuerdos internacionales, etc. La eficiencia técnica no es un objetivo en sí mismo, sin embargo, al ser el espectro cada vez más escaso, existen múltiples razones para perseguir la eficiencia técnica en cualquier circunstancia.

Donde el espectro es escaso, son evidentes los beneficios de un incrementar la utilización del espectro radioeléctrico, para lo que la planificación técnica debe aplicar todos los medios a su alcance a fin de maximizar sus efectos económicos y el bienestar de los usuarios.

### 1.3.3 Objetivos de alto nivel de carácter político

Los gobiernos establecen políticas para impulsar el desarrollo, promover la competencia y crear preferencias para equilibrar las oportunidades de grupos desfavorecidos de la sociedad, asegurando la existencia de espectro radioeléctrico suficiente para satisfacer los requisitos de protección y seguridad, incluyendo la defensa nacional, los medios contra los incendios y para la seguridad. Las prácticas de atribución, asignación y fijación de precios del espectro radioeléctrico se modifican para ser consistentes con los objetivos políticos de los gobiernos, estableciéndose un equilibrio frente a consideraciones puramente técnicas o económicas. La medición de los logros de los objetivos políticos a través de iniciativas específicas de gestión del espectro puede resultar menos precisa que la fijación de precios mediante mecanismos de mercado o el establecimiento de parámetros de eficiencia técnica, por lo que puede ser necesario realizar ajustes adicionales. Por su parte, la fijación de precios no es algo que ocurra en vacío. La realidad puede frustrar los esfuerzos para mejorar la situación competitiva y garantizar el acceso al espectro, como ocurre cuando existen intereses contrapuestos entre varias partes interesadas, como por ejemplo, entre usuarios actuales y nuevos entrantes (en el Módulo 2, Competencia y Regulación de Precios, puede encontrarse información adicional sobre acceso a los mercados y nuevos entrantes).

### 1.4 Partes interesadas

La gestión del espectro influye en prácticamente todos los ciudadanos, ya que casi todos consumen o se benefician de servicios que utilizan el espectro. Dichos servicios incluyen servicios orientados al mercado, tales como los de radiodifusión o las comunicaciones móviles, y otros no relacionados con el mercado, como son los de defensa nacional. Por otra parte, hay empresas y organismos públicos más directamente relacionados al ser usuarios directos del espectro.

Este último grupo tiene conocimientos y experiencia en relación con las tecnologías que utilizan el espectro y su potencial. Los servicios prestados por las empresas privadas dependen de quienes han invertido en ellas el capital necesario. Sólo por ese motivo, sus puntos de vista merecen ser tenidos en cuenta. Sin embargo, los intereses de los proveedores de servicios y de los usuarios finales no siempre coinciden, por lo que los reguladores seguirán interviniendo en el arbitraje entre intereses que puedan ser contrapuestos.

El universo de partes interesadas incluye:

- **Usuarios finales.** Los intereses de los usuarios finales, en su papel de compradores de servicios y beneficiarios de servicios públicos, son omnipresentes. No obstante, resulta difícil conseguir que participen en las consultas realizadas. En su papel de consumidores, la mayoría de los usuarios finales tienen una cuota de participación reducida en los servicios que utilizan el espectro, por lo que su incentivo para dedicar recursos y hacer oír sus intereses es generalmente pequeño. Ello contrasta con los incentivos de algunas empresas, como los operadores móviles, cuya subsistencia depende del espectro y, en consecuencia, de la gestión del mismo. Ésta es una característica común a toda regulación: intereses sectoriales concentrados que superan en mucho al de los consumidores y al interés público.
- **Fabricantes de equipos.** La gestión tradicional del espectro radioeléctrico ha asignado espectro a empresas individuales que ofrecen servicios basados en una determinada tecnología y mediante equipos de características normalizadas. En consecuencia, los fabricantes de equipos tienen incentivos para promover tecnologías propietarias. Por ejemplo, los promotores de las diversas versiones de normas de Wi-Max o de comunicaciones móviles pueden proporcionar información que apoye el hecho de que sus equipos se deberían especificar adaptados a una determinada atribución del espectro radioeléctrico. Dicha información es valiosa para los reguladores cuando están en la fase de adopción de métodos administrativos para la atribución y asignación del espectro, pero

deben ser conscientes que dicha información no se suministra desinteresadamente. En un régimen más flexible, en el que el regulador del espectro radioeléctrico no sea responsable de especificar la tecnología a utilizar, éste no es un asunto que aparezca en el debate.

- **Proveedores de servicios comerciales.** Quienes consiguen una licencia comercial tratarán lícitamente de obtener un beneficio. Ello significa acceder a espectro radioeléctrico para su propio uso y evitar que los rivales lo consigan, siendo probable que se opongan a medidas que favorezcan a los competidores. Asimismo, cuando las licencias de espectro radioeléctrico se subasten, quienes finalmente consigan las licencias tratarán de instar al regulador a que ponga límites a ulteriores concesiones de licencias y se opondrán a concesiones a favor de competidores. Ello aumenta las expectativas de beneficios de las licencias y, por tanto, (en cierta medida) de los procedimientos de subastas futuras, pero finalmente el costo recaerá sobre los consumidores si en fases ulteriores acaban teniendo acceso a un número menor de suministradores que compitan en el mercado de servicios.
- **Proveedores de servicios públicos.** Una parte importante del espectro radioeléctrico (aproximadamente un tercio o más en muchos países) se asigna a proveedores de servicios públicos, tales como servicios de emergencia o de defensa nacional. Típicamente los reguladores realizan concesiones de espectro a dichos organismos sin costo alguno, o sujetas exclusivamente a tasas administrativas. Ello crea incentivos entre los organismos públicos para solicitar espectro que puede no ser estrictamente necesario, o que puede no serlo en el momento de la solicitud. Dichas peticiones pueden justificarse como medidas cautelares, para acumular espectro para su uso futuro o retenerlo para el caso de que sea necesario más adelante; sin embargo, esta situación no promueve un uso eficiente del espectro radioeléctrico ni en sentido económico ni técnico (véase sección 1.3.2). Pueden ser necesarias auditorías o incentivos especiales para alentar el uso público eficiente del espectro radioeléctrico o, incluso puede resultar más adecuado valorar, puesto que los usuarios públicos pagan precios de mercado por otros factores de producción, si el uso del espectro con carácter público debe estar sujeto a las mismas tasas por utilización que los usuarios equivalentes del sector privado.

Por tanto, resulta claro que un regulador del espectro radioeléctrico tendrá múltiples interacciones con partes que pretendan influir en sus decisiones. El objetivo del regulador debe ser conocer a las partes interesadas, entender cabalmente lo que esperan del régimen de gestión del espectro radioeléctrico y tener un conocimiento tan preciso como sea posible de ellas, manteniendo la independencia necesaria para tomar la decisión final en aras del interés público.

Existen numerosos ejemplos de foros de la industria en los que los proveedores de servicios públicos proponen argumentos para conseguir recursos adicionales de espectro y, en algunos casos, explorar aspectos técnicos actuales y futuros, y problemas tales como las interferencias en los servicios existentes como consecuencia de cambios en atribuciones de frecuencias.

## 1.5 Enfoques básicos para la gestión del espectro

Históricamente, los reguladores han asignado frecuencias y concedido licencias a usuarios concretos para fines concretos (enfoque administrativo). El enfoque administrativo también puede ser más o menos prescriptivo sobre el nivel de detalle exigido sobre la utilización del espectro. Frecuentemente ello implica la especificación de los equipos que puede utilizar el titular de una licencia, dónde puede utilizarlos y con qué niveles de potencia.

Es una buena forma de controlar la interferencia, aunque dichos métodos frecuentemente son lentos y no ofrecen respuesta a nuevas oportunidades tecnológicas. También se presupone un nivel de conocimientos y de previsión que el regulador puede no poseer. Recientemente se ha prestado especial atención a la creación de verdaderos mercados de espectro y de licencias de espectro en los

que tanto la propiedad como el uso del espectro pueden modificarse en el curso de una operación con la licencia. Este enfoque es un paso más allá de la subasta de licencias, tras la que no se permite su comercialización ni cambio alguno de utilización. Sin embargo, requiere la especificación completa sobre qué "derechos de propiedad" del espectro pueden comercializarse y ser utilizados.

Algunas partes del espectro, especialmente para aplicaciones de corto alcance (Bluetooth, dispositivos de identificación mediante radiofrecuencia, RFID, hornos de microondas, dispositivos de control a distancia, sistemas de seguridad inalámbricos, etc.) no necesitan licencia. Tal es el caso cuando los usuarios no se interfieren mutuamente o cuando pueden emplearse nuevas tecnologías con capacidad para soportar las interferencias. Si dicha coexistencia es posible, es deseable aplicar el enfoque de espectro común.

Los reguladores deben tratar de alcanzar un equilibrio entre los tres métodos, es decir, asignación administrativa, mecanismos de mercado y espectro común. La elección se basará en aspectos tales como la escasez de espectro en partes del país o en algunas bandas de frecuencia, los recursos humanos y materiales a disposición del regulador, los diversos tipos de utilizaciones (servicio comercial o servicio público) y las oportunidades para la innovación y el comercio. El creciente reconocimiento de que los reguladores del espectro radioeléctrico pueden no ser capaces de recopilar y procesar toda la información necesaria para realizar una asignación administrativa eficiente, es uno de los factores que ha impulsado la reforma del espectro en todo el mundo.

Un ejemplo de cambio de métodos de gestión del espectro empleados por un regulador es el caso del regulador del espectro del Reino Unido, Ofcom, que ha decidido adoptar un cambio radical, pasando de métodos administrativos tradicionales a mecanismos de mercado, con un ligero aumento de la utilización del espectro común durante el periodo hasta 2010, tal como se muestra en el Cuadro 3. En la nota práctica incluida en este documento, se recoge un ejemplo de comercialización del espectro en Guatemala.

**Cuadro 3 – Atribuciones de Ofcom basadas en el mercado**

Método de gestión del espectro	% del espectro atribuido en:	
	Año 2000	Año 2010
Administrativo	96%	22%
Mecanismos de mercado	0%	71%
Uso común	4%	7%

NOTA – El Cuadro 3 se basa en un método particular de ponderación del espectro en distintas bandas de frecuencias descritas en el documento original.

En las secciones siguientes se analizan los tres métodos y se hacen algunas observaciones generales sobre el equilibrio entre ellos.

### **1.5.1 Métodos administrativos**

El método administrativo (o método tradicional) es actualmente abrumadoramente mayoritario en la gestión del espectro y lo ha sido durante los últimos cien años, puesto que la utilización del espectro comenzó mediante procesos de concesión de licencias. Es utilizado por todas las autoridades de gestión del espectro.

En el método de gestión administrativa del espectro, un gestor del espectro especifica reglas detalladas y limitaciones que afectan a cómo, dónde y cuándo puede utilizarse el espectro y quién tiene acceso al mismo. El modelo tradicional se basa esencialmente en la minimización de las interferencias, poniendo énfasis en la gestión técnica del espectro radioeléctrico. En consecuencia,

las bandas de frecuencias se atribuyen a distintos servicios, aunque en la mayoría de las bandas haya atribuciones a más de un servicio y la compartición entre ellos atienda a criterios técnicos específicos.

En el procedimiento de autorización del uso del espectro empleado en el método administrativo existen dos fases:

- Fase de atribución.
- Fase de asignación.

En la fase de atribución, y tal como se describe en la sección 7, Asuntos internacionales, las conferencias regionales y mundiales de la UIT son los foros donde se toman decisiones de amplio alcance sobre la utilización del espectro. En base a las decisiones anteriores, los reguladores nacionales del espectro elaboran sus propios Cuadros de atribuciones, que generalmente imponen restricciones adicionales a la utilización del espectro. Las decisiones se formalizan en un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias.

Una característica básica del método administrativo aplicada en la fase de atribución es que el gestor del espectro es quien determina las restricciones aplicables a los usos permitidos del espectro. Los potenciales usuarios del espectro pueden hacer propuestas de atribuciones, por ejemplo, teniendo en cuenta nuevas tecnologías de comunicación, pero sin la realización efectiva de las atribuciones, no es posible avanzar más.

Una vez que se ha hecho la atribución, la utilización del espectro se autoriza en la fase de asignación, en virtud de la concesión de una licencia a uno o varios usuarios particulares. Históricamente, las asignaciones se realizan por métodos tales como "primero llegado, primero servido". También se utiliza una evaluación comparativa (conocida como "concurso de méritos"), que en ocasiones implica la realización de audiencias y/o consultas públicas, más que métodos basados en el mercado.

### **1.5.2 Métodos de mercado**

Los métodos de mercado se utilizan, en primera instancia, en la fase de concesión de licencias, cuando se utilizan subastas (para un análisis detallado de las subastas véase la sección 5.5), y, más significativamente, cuando se permite que los derechos de utilización del espectro sean comprados y vendidos durante la vida de la licencia, además de permitir cambios en la utilización del espectro. La comercialización del espectro implica el cambio de titularidad de las licencias, mientras que la liberalización implica otorgar una mayor flexibilidad a la utilización del espectro por parte del usuario. En este contexto, se utiliza el término "comercialización" tanto en referencia al cambio de titularidad del espectro como a la flexibilidad en su utilización.

#### **Comercialización del espectro**

En esta sección se presenta el concepto de comercialización del espectro, pero para un análisis más detallado de la compartición basada en métodos de mercado véase la sección 4.2.4 de este módulo.

La comercialización del espectro es un mecanismo en virtud del cual los derechos y obligaciones asociados a la utilización del espectro pueden transferirse entre partes mediante un intercambio comercial por un precio dado. A diferencia de la reasignación del espectro, en la comercialización del espectro el usuario actual transfiere voluntariamente el derecho de utilización del espectro, por el que el nuevo usuario paga una cantidad de dinero, pero manteniendo el usuario actual (el transferente) la propiedad del espectro total o parcialmente.

La comercialización del espectro contribuye a un uso más eficiente del espectro porque una transacción comercial sólo se realiza si el espectro tiene más valor para el nuevo usuario que para el usuario anterior, reflejando así el mayor beneficio económico que el nuevo usuario espera conseguir

del espectro adquirido. Sin embargo, dichas ganancias de eficiencia no se conseguirán si el costo de las transacciones es excesivamente alto, siendo uno de los objetivos del régimen de comercialización del espectro mantener unos costos de transacción bajos. Después de todo, el objetivo es facilitar las transferencias estableciendo un mecanismo de cambio barato. Si ni el comprador ni el vendedor tienen un comportamiento irracional o equivocado respecto a la transacción, y si dicha comercialización no tiene efectos externos (por ejemplo, comportamiento anticompetitivo o interferencia perjudicial inadmisibles), puede asumirse que la comercialización del espectro contribuye en gran medida a la eficiencia y genera transparencia al desvelar el verdadero costo de oportunidad del espectro.

Además, la comercialización del espectro presenta otros efectos indirectos relevantes:

- permite que los titulares de licencias se expandan más rápidamente que en cualquier otro caso;
- facilita la adquisición del espectro a nuevos entrantes al mercado;
- si la comercialización del espectro se combina con una amplia liberalización de los derechos de uso del mismo, existiría un incentivo considerable para que los operadores establecidos invirtieran en nuevas tecnologías para protegerse de la amenaza de nuevos entrantes en ausencia de otras barreras de entrada (es decir, la indisponibilidad del espectro);
- finalmente, todo ello impulsa la competencia en el mercado.

### **Formas de comercialización del espectro**

La Comisión Europea ha identificado los métodos de transferencia de derechos de uso siguientes:

- Venta. La propiedad del derecho de uso se transfiere a otra parte.
- Venta con recompra. El derecho de uso se vende a otra parte con el acuerdo de que el vendedor recomprará el derecho de uso en un momento futuro preestablecido.
- Alquiler financiero (leasing). El derecho de explotación del derecho de uso se transfiere a otra parte durante un periodo definido de tiempo, pero la propiedad, incluidas las obligaciones que ello conlleva, las mantiene el titular original del derecho.
- Hipoteca. El derecho de uso se utiliza como elemento colateral de un crédito, de forma análoga a una hipoteca sobre un apartamento o una casa.

En términos comerciales, existen una serie de mecanismos que pueden utilizarse. Entre ellos están los siguientes:

- Negociación bilateral. El vendedor y el (prospectivo) comprador negocian directamente los términos de la venta sin estar sometidos a restricción alguna por el regulador.
- Subastas. Una vez elegido el tipo de subasta y habiéndose establecido las reglas de la misma, esencialmente por el vendedor, los compradores prospectivos tienen la oportunidad de adquirir espectro licitando en la subasta.
- Intermediación. Los compradores y vendedores utilizan un intermediario para negociar, con su consentimiento, los términos contractuales bajo los cuales se realizará la transferencia de los derechos de uso.
- Intercambio. Hace referencia al establecimiento de una plataforma de comercialización, similar a la bolsa de valores, en donde se realizan las transferencias de conformidad con reglas específicas establecidas por los miembros.

Lo más habitual es que los mecanismos mencionados se utilicen de forma combinada. En primera instancia se utilizará una subasta como forma primaria de asignación, el espectro comercializable se publica y la transferencia se cierra mediante negociación directa o a través de un intermediario. Tal como se ha analizado anteriormente, el regulador puede delegar en los gestores del espectro radioeléctrico la responsabilidad de gestionar en su nombre determinadas bandas de frecuencias.

### 1.5.3 Espectro sin licencia

Hasta hace poco tiempo, el espectro sin licencia era de poco interés. Sin embargo, desde 2002 ha habido un amplio debate al respecto. La causa de ello han sido los desarrollos siguientes:

- Despliegue de nuevas tecnologías en la banda de 2,4 GHz, particularmente redes de área local inalámbricas (W-LAN) cuyo éxito comercial ha sido tal que ha hecho que muchos se planteen si la concesión de atribuciones adicionales de bandas de frecuencias sin licencia alentaría la innovación y el desarrollo.
- El desarrollo de la tecnología de banda ultra ancha (UWB) y las expectativas de los equipos radioeléctricos definidos por software (SDR, *software defined radio*) han hecho que se plantee si dichas tecnologías permitirían superar problemas históricos del espectro sin licencia.

Al espectro que permanece libre de un control centralizado y en el que los usuarios pueden transmitir sin licencia, pero cumpliendo reglas diseñadas para limitar o evitar la interferencia, se hace referencia como bandas exentas de licencia o bandas sin licencia. La referencia al espectro común implica espectro sin licencia, aunque en la práctica puede conllevar la aplicación de ciertos controles. Las bandas exentas de licencia (por ejemplo, las dedicadas a aplicaciones industriales, científicas y médicas) son un ejemplo de espectro común con un cierto grado de control en términos de restricciones de potencia de los usuarios individuales, tal como ocurre en los Estados Unidos al amparo de las reglas denominadas FCC Parte 15. En Europa existe un grado adicional de control en el sentido de que los dispositivos utilizados para comunicaciones en estas bandas deben ser conformes con determinadas normas tecnológicas (por ejemplo, normas ETSI). Hasta ahora este enfoque sólo se ha utilizado en bandas de frecuencias muy concretas para aplicaciones de corto alcance. Sin embargo, las innovaciones desarrolladas para estas bandas (por ejemplo, Wi-Fi) han hecho que existan peticiones para que se ponga a disposición más espectro de frecuencias con características de control similares.

En la publicación de la FCC de Carter, Cahouji y McNeil a la que se hace referencia más adelante, se describe con detalle la historia del desarrollo del espectro sin licencia en Estados Unidos. En general, la historia se repite en otros países. En la década de 1920 prácticamente todo el espectro carecía de licencia. La confusión e interferencias que ello causó, especialmente entre las estaciones de radiodifusión, hizo que en la década de 1930 se adoptara un enfoque basado en licencias, aunque todavía quedaron partes del espectro para ser utilizadas sin licencias.

A lo largo del tiempo, las principales bandas sin licencias fueron las destinadas a industriales, científicos y médicos (ICM). Se trata de bandas que no han estado habilitadas para comunicaciones, sino a otro tipo de aplicaciones, como por ejemplo, la generación de calor. Dado que dicho uso generaba interferencias, las bandas ICM han sido generalmente utilizadas sin licencia.



En el Cuadro siguiente se muestran las actuales bandas sin licencia en el Reino Unido.

**Cuadro – Bandas sin licencia en el Reino Unido**

<b>Banda de frecuencia</b>	<b>Aplicación</b>
9 kHz a 30 MHz	Aplicaciones inductivas de corto alcance
27 MHz	Telemetría y telecontrol
40 MHz	Telemetría y telecontrol
49 MHz	Dispositivos de baja potencia de propósito general
173 MHz	Alarmas, telemetría, telecontrol y aplicaciones médicas
405 MHz	Dispositivos para implantes médicos de potencia ultra baja
418 MHz	Telemetría de propósito general y aplicaciones de telecontrol
458 MHz	Alarmas, telemetría, telecontrol y aplicaciones médicas
864 MHz	Aplicaciones de audio sin hilos
868 MHz	Alarmas, telemetría y aplicaciones de telecontrol
2 400 MHz	Aplicaciones de corto alcance de propósito general, incluyendo CCTV y RFID. También utilizadas para LAN inalámbricas (WLAN) incluyendo Bluetooth
5,8 GHz	HiperLAN, aplicaciones de corto alcance de propósito general, incluyendo sistemas telemáticos para control de tráfico y transporte
10,5 GHz	Detección de movimiento
24 GHz	Detección de movimiento
63 GHz	2ª fase de sistemas telemáticos para control de tráfico y transporte
76 GHz	Sistemas radar en vehículos

#### **1.5.4 El objetivo del equilibrio**

Los reguladores del espectro radioeléctrico deben valorar la mejor forma de combinar los tres modelos descritos. Puede ser adecuado empezar por definir lo relativo al espectro común, centrándose en el alcance de los usos previsibles de baja potencia y no conflictivos.

La decisión más relevante es establecer los límites entre los métodos administrativos y de mercado para la concesión de licencias.

- Los argumentos favorables al método administrativo son los siguientes:
  - permite un mayor nivel de control;
  - es "más seguro" en el sentido de evitar interferencias;
  - permite una reatribución del espectro entre servicios radioeléctricos más sencilla.
- Los argumentos favorables al método de mercado son los siguientes:
  - es más flexible;
  - delega las decisiones en quienes tienen un mejor conocimiento;
  - permite poner en marcha rápidamente los trabajos para ajustar el uso del espectro con criterios definidos.

## **1.6 Gobernanza y contratación externa**

Los objetivos de alto nivel relativos al espectro radioeléctrico se han analizado en la sección 1.3. En esta sección se analiza cuál puede ser el mejor posicionamiento del regulador para conseguir dichos objetivos y cómo pueden ayudar a ello la contratación externa y la delegación.

El elemento fundamental es cómo dividir las responsabilidades de gestión del espectro entre el gobierno, un regulador independiente del espectro y organizaciones del sector privado a las que se pueda subcontratar algunas de estas actividades mediante contratos de suministro externo, y los propios titulares de licencias, a los que se puede consultar, logrando así un cierto grado de "auto-regulación", posiblemente sobre una base cooperativa.

Todo ello da lugar a que se planteen cuestiones de amplio alcance sobre el tipo de organización que debe regir las decisiones de gestión del espectro, así como otras preguntas más específicas sobre cómo realizar determinadas funciones de la forma más eficiente.

La cuestión más amplia de cómo debe regirse la gestión del espectro debe responderse en función de las circunstancias constitucionales de cada país, sus sistemas jurídico y político, y posiblemente su estado de desarrollo y la naturaleza de la demanda de espectro, en particular si el espectro es un recurso escaso y de alto valor, o si se pone a disposición para atender al menos el grueso de la demanda planteada.

Es evidente que las decisiones estratégicas sobre la reglamentación del espectro no deben ser tomadas por los operadores, que lógicamente persiguen sus propios intereses. Este principio se establece también en el documento de referencia de la Organización Mundial del Comercio sobre Telecomunicaciones Básicas, que en relación con la reglamentación de las telecomunicaciones señala que

"El órgano de reglamentación será independiente de todo proveedor de servicios de las telecomunicaciones básicas. Las decisiones del órgano de reglamentación y los procedimientos aplicados serán imparciales con respecto a todos los participantes en el mercado".

La independencia del regulador con respecto al gobierno es un asunto diferente. Existen argumentos a favor de que un gobierno sometido al control democrático ejerza responsabilidades esenciales en relación con el desarrollo de un sector tan importante de la economía, como es el de las comunicaciones inalámbricas. Al mismo tiempo, existe preocupación sobre la posibilidad de que sus decisiones se politicen, introduciendo así un factor de incertidumbre desde el punto de vista de los inversores que pueda influir en que éstos no lleven a cabo las inversiones necesarias para la construcción de las redes.

El asunto de donde ubicar la capacidad de reglamentación se analiza en 1.6.1; en 1.6.2 se analizan enfoques alternativos para la gestión del espectro, como el sistema de derechos de gestión y los gestores de bandas de frecuencias de Nueva Zelanda; finalmente en 1.6.3 y 1.6.4 se analizan aspectos más técnicos relativos a la contratación externa y ejemplos de sistemas de comercialización del espectro respectivamente.

### **1.6.1 Estructuras institucionales**

Un regulador del espectro radioeléctrico está sujeto a presiones de los representantes de las partes interesadas del sector privado, algunos de cuyos intereses no están plenamente alineados con el interés público. El regulador ha de mantener la necesaria independencia en la toma de decisiones. Ello exige disponer de la autoridad y acceso a la información necesarios para que dicha autoridad resulte efectiva.

En segundo lugar, es deseable que el regulador del espectro sea independiente del gobierno en su funcionamiento del día a día. Ello tiene el efecto de que la reglamentación del espectro se vea libre de interferencia política. Como consecuencia de ello, los operadores pueden estar más predispuestos a invertir en actividades relacionadas con la utilización del espectro, ya que consideran que, en cierta medida, están protegidos de la presión política.

En la práctica, aunque las disposiciones relativas a los reguladores del espectro difieren entre países, pueden clasificarse en dos categorías:

- El regulador como organismo independiente establecido jurídicamente, con poderes y responsabilidades especificadas.
- El regulador como parte de un ministerio del gobierno.

En el primer caso, el régimen regulador puede combinar la responsabilidad de la reglamentación del espectro con la de la radiodifusión y/o la del sector de las telecomunicaciones (regulador convergente). Por ejemplo, en el Reino Unido, la tarea de la reglamentación de todo el espectro radioeléctrico fue transferida en 2003 del Departamento de Comercio e Industria (que forma parte del Gobierno) a Ofcom. En Estados Unidos de América, la Comisión Federal de Comunicaciones es responsable de la regulación de la radiodifusión y las telecomunicaciones y de las bandas de frecuencias que no son utilizadas por el Gobierno Federal. En Canadá, la reglamentación del espectro es responsabilidad de Industry Canada, un ministerio del Gobierno, mientras que las telecomunicaciones y la radiodifusión son reguladas de forma independiente.

Cabe hacer dos puntualizaciones sobre la eficacia de las distintos tipos de estructuras:

- Existen argumentos sólidos a favor de una reglamentación unificada del espectro por un único organismo a fin de garantizar un enfoque consistente y lógico en todas las bandas de frecuencias. Muestra de ello son las consecuencias adversas de un sistema bicefálico, como el de Estados Unidos, donde hay dos organismos de gestión del espectro, la FCC responsable de la gestión del espectro para el sector privado, incluyendo la radiodifusión, y el espectro utilizado por los gobiernos estatales y la NTIS, que forma parte del Departamento de Comercio y que es responsable de la gestión del espectro utilizado por el Gobierno Federal, que finalmente trae consigo importantes problemas de coordinación.
- Igualmente, combinar la reglamentación del espectro con la de radiodifusión y telecomunicaciones crea una mejor base para el análisis de ambos tipos de problemas, por ejemplo, garantizando que haya espectro disponible que brinde oportunidades a servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones nuevos y competitivos. Sin embargo, existe el riesgo de que el regulador de ambas industrias (radiodifusión y telecomunicaciones) pueda ser influenciado intensamente por dichos grupos de usuarios del espectro en detrimento de los usuarios con menos contactos con el regulador.

También debe reconocerse que existen muchos grados de independencia del gobierno. Puede crearse un regulador del espectro independiente, pero puede concedérsele poca autoridad sobre las principales decisiones de atribución y asignación y hacer que su atención se centre, por ejemplo, en la observancia de las licencias otorgadas y en la comprobación técnica de las emisiones.

Igualmente, la política de dotación de personal de un organismo "independiente" puede acabar haciendo de éste un instrumento del gobierno.

La solución más adecuada para la reglamentación, ya sea mediante un organismo independiente o un órgano del gobierno, depende de las circunstancias específicas de cada caso. En algunos países, los organismos pueden estar más expuestos a la influencia de intereses especiales, siendo preferible que sea el gobierno quien ejerza las funciones reglamentarias, mientras que en otros países, el gobierno puede interferir en las decisiones regulatorias, por motivos políticos o de otra índole,

siendo deseable disponer de un organismo independiente del gobierno, pero que en su toma de decisiones siga directrices del éste.

### **1.6.2 Sistemas de derechos de gestión y gestores de bandas de frecuencias**

La Ley de Radiocomunicaciones de 1989 de Nueva Zelanda fue pionera y modificó radicalmente el panorama de la gestión del espectro en dicho país. Nueva Zelanda fue el primer país que creó un sistema de espectro con derechos de gestión en el que los propietarios de bloques de "espectro con derechos de gestión" pueden conceder libremente licencias asociadas a una parte específica del espectro, de acuerdo con sus propias políticas. En el caso de Nueva Zelanda, existen 209 bloques con derechos de gestión, estando 70 de ellos reservados para el Gobierno a fin de cubrir necesidades tales como la radiodifusión. Los otros 139 bloques están reservados para servicios comerciales, como servicios fijos y móviles.

Las licencias de espectro de frecuencias concedidas por el gestor de un bloque con derechos de gestión normalmente tienen las características siguientes:

- han sido asignadas para un periodo de tiempo definido;
- no son específicas para equipos o métodos de transmisión concretos;
- definen una envolvente en la que el titular de la licencia puede operar a su discreción.

#### **Gestor de bandas de frecuencias**

Un gestor de bandas de frecuencias tendrá típicamente derechos de gestión sobre un bloque de espectro, o será el titular de una licencia en dicho bloque, que será subdividido entre numerosos usuarios. En muchos aspectos, un gestor de bandas de frecuencias puede asimilarse a un "mayorista" del espectro, que vende en régimen "minorista" a usuarios individuales.

La figura del gestor de bandas de frecuencias puede ser sólo una forma de reducir los costos de transacción si en la licitación competitiva el gestor resulta más eficiente en el proceso de negocio que el propio regulador. Los gestores de bandas de frecuencias pueden permitir un uso más eficiente del espectro agrupando la demanda. Dicha política será efectiva:

- si el espectro de los usuarios individuales es insuficiente para una utilización efectiva;
- si los patrones de demanda de los usuarios del espectro presentan crestas de utilización en periodos de tiempo distintos.

Nuevos desarrollos tecnológicos, tales como las tecnologías "ágiles" que permiten que los transmisores y receptores "salten" de una frecuencia a otra, refuerzan el papel potencial del gestor de bandas de frecuencias.

Por otro lado, los gestores de bandas de frecuencias pueden adquirir un sentido de propiedad del espectro que se les ha encargado gestionar que puede ser perjudicial para la política del espectro, por ejemplo, cuando el regulador desea reatribuir para otros fines el espectro que gestiona el gestor de bandas de frecuencias.

### **1.6.3 Contratación externa**

Cuando se establece un regulador, se plantea (como en cualquier actividad) si la organización debe realizar todas sus funciones por sí misma o bien debe realizar contrataciones externas. En la práctica, casi todos los reguladores realizan contrataciones externas de algunas actividades. Se trata de que el regulador desarrolle su trabajo con un enfoque que goce de continuidad, no de tomar una decisión puntual sobre la conveniencia de realizar una determinada contratación externa. El criterio de decisión de cada caso debe ser la eficiencia: ¿cuál es la forma de organización que consigue el mejor resultado en términos de costo, calidad e independencia de la toma de decisiones?

En orden ascendente de relevancia, la contratación externa puede significar:

- i) contratar consultores con capacidades especializadas para tareas concretas, como la planificación de una determinada banda de frecuencias (véanse las notas prácticas para un ejemplo de licitación de dicho tipo de contrato);
- ii) utilizar recursos externos para determinadas funciones de apoyo, tales como el desarrollo y explotación de software o el mantenimiento de sistemas de computación;
- iii) utilizar recursos externos para hacer frente a crestas de trabajo durante periodos breves;
- iv) asignar a una organización externa funciones tales como la comprobación técnica de las emisiones en una determinada región o la investigación de interferencias, de cuyos resultados informará directamente al regulador;
- v) asignar a una organización externa una función de supervisión de usuarios, como la observancia de las condiciones de la licencia;
- vi) asignar a una organización externa determinadas responsabilidades administrativas, como la emisión de certificados de operador de radio;
- vii) asignar a un gestor de bandas de frecuencias la responsabilidad sobre una gama de frecuencias, en la que realizará asignaciones a usuarios individuales;
- viii) delegar responsabilidades de supervisión más amplias.

#### **1.6.4 Sistemas de comercialización del espectro**

La capacidad de los reguladores y licenciarios de hacer un seguimiento de las licencias concedidas es una componente importante de los sistemas basados en la metodología de mercado y puede realizarse mediante una base de datos pública. El conocimiento de la ubicación de los transmisores y receptores (cuando sea posible) permitirá a los potenciales compradores de derechos modelar con precisión el entorno de interferencias existente en el ámbito en el que se pretenden introducir, y evaluar adecuadamente los derechos que pretenden adquirir. La base de datos debería:

- habilitar a los reguladores a resolver controversias sobre el espectro, permitiéndoles el seguimiento y evaluación de la utilización del espectro en diversas bandas de frecuencias;
- incluir herramientas adicionales para analizar los datos de ocupación/uso histórico del espectro e interpretar modelos de propagación alternativos.

En Estados Unidos, la empresa de intermediación Cantor-Fitzgerald de Wall Street explota un sistema de subasta y comercialización de espectro que es un ejemplo del tipo de capacidades mínimas necesarias. Véase la nota práctica al respecto.

## **2 Política y planificación del espectro**

Los reguladores del espectro deberán tomar decisiones sobre los usos del espectro y sobre quien recibe autorización para su utilización (es decir, los usos y los usuarios). El marco internacional para la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas es el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. No obstante, existe una gran flexibilidad para el establecimiento de políticas nacionales que sigan las recomendaciones incluidas en dicho marco de referencia. El mecanismo que determina quién puede utilizar espectro en un país en concreto implica una labor de planificación. El grado de planificación es función de en qué medida el regulador quiera apoyar su labor en el propio mercado. Cuanta mayor sea la confianza en el mercado, menos planificación será necesaria.

## **2.1 Introducción**

En esta sección se analizan los aspectos relativos a la política y planificación del espectro, así como la normativa técnica existente y los criterios de atribución del espectro:

- 2.2 Política
- 2.3 Planificación del espectro
- 2.4 Normas técnicas
- 2.5 Atribución del espectro

Para más información sobre estos aspectos, haga clic sobre la correspondiente línea del índice en el panel de exploración izquierdo de esta página.

Los reguladores del espectro deben tomar decisiones sobre cómo debe ser utilizado y quien está autorizado a utilizarlo (es decir, los usos y los usuarios). Si bien el marco internacional para la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas es el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, existe una gran flexibilidad para el establecimiento de políticas nacionales que sigan las recomendaciones incluidas en dicho marco de referencia.

El mecanismo que determina quién puede utilizar espectro en un país en concreto implica una labor de planificación. El grado de planificación es función de en qué medida el regulador quiera apoyar su labor en el propio mercado. Cuanta mayor sea la confianza en el mercado, menos planificación será necesaria.

Esta diferencia queda de manifiesto cuando se compara el énfasis que el método administrativo y el método basado en el mercado ponen en la planificación. En el Informe UIT-R SM.2015 sobre estrategias nacionales a largo plazo para la utilización del espectro radioeléctrico se describen las cuatro fases de planificación siguientes:

- 1) Determinar las necesidades de espectro.
- 2) Determinar la disponibilidad de espectro.
- 3) Considerar las opciones de planificación del espectro.
- 4) Aplicar la planificación del espectro.

En el caso de la metodología basada en el mercado, y habiendo sido inicialmente reservada suficiente cantidad de espectro para el correcto funcionamiento del mercado, el regulador puede ser menos activo en su papel rector para determinar las necesidades de espectro y su disponibilidad, ya que dichos ajustes se llevarán a cabo entre los usuarios. Asimismo, con la aparición de tecnologías avanzadas y la utilización del espectro común, pueden reducirse los requisitos de la planificación de bandas de frecuencias. En la sección 5 de este documento (Compartición del espectro) puede encontrarse información adicional detallada sobre los mecanismos del mercado y la compartición del espectro radioeléctrico.

## **2.2 Política**

A nivel nacional, existe un importante número de cuestiones sobre la política a aplicar que deben ser analizadas y resueltas pues afectan a la reglamentación del espectro. Estas cuestiones políticas incluyen el uso que el propio gobierno haga del espectro y la preocupación subyacente de que los departamentos del gobierno puedan infrautilizar el espectro que les ha sido asignado. Otros asuntos políticos incluyen determinar en qué medida deben utilizarse los mecanismos de mercado para asignar espectro y para fijar el precio del mismo, y cuáles son los derechos de propiedad permanentes o temporales de los usuarios con y sin licencia. En esta sección se plantean éstas y otras cuestiones sobre la política del espectro.

Las cuestiones importantes de naturaleza política que deben ser resueltas por los reguladores pueden resumirse en las siguientes:

- ¿Cuánto espectro debería ser utilizado y cómo debe regularse?
- ¿Qué entidades comerciales pueden utilizar el espectro y a qué costo?
- ¿Cómo proporcionar espectro suficiente para utilización del gobierno?

## **2.3 Planificación del espectro**

Los procesos de planificación del espectro proporcionan dirección y cohesión a la formulación de la política y sirven de base para fases posteriores destinadas a lograr un uso óptimo del espectro. Es necesario un estrecho seguimiento de las principales tendencias y desarrollos tecnológicos, así como de las necesidades de los usuarios actuales y futuros del espectro radioeléctrico. También deben planificarse y desarrollarse los requisitos de usuario de los sistemas destinados a actividades de gestión del espectro, como los sistemas de comprobación técnica de las emisiones, técnicas de canalización del espectro y otras herramientas.

En este conjunto de herramientas se analizan los diversos aspectos de la planificación a nivel local, nacional e internacional. La información sobre planificación a niveles regional e internacional se recoge en la sección 7, Asuntos internacionales.

### **2.3.1 Plazos para la planificación**

La planificación se realiza normalmente en marcos temporales a largo, medio y corto plazo. La planificación (estratégica) a largo plazo (de 10 a 20 años) es necesaria para prever las futuras necesidades de espectro. Debe tener en cuenta la necesidad de acomodar usos del espectro que pueden no ser predecibles en ese momento inicial. La mejor forma de hacer dichas previsiones es involucrando tanto a los gestores del espectro como a las partes interesadas, ya que las necesidades futuras de un servicio radioeléctrico y los diversos enfoques de gestión posibles son del interés de ambos. La planificación a medio plazo (5 a 10 años) es necesaria para determinar los cambios que deben hacerse para que las políticas sobre el espectro a niveles local, regional, subregional, nacional e internacional, respondan a las necesidades cambiantes de los usuarios y de la evolución de la tecnología que hayan sido identificadas. Finalmente, la planificación a corto plazo (de menos de 5 años) es importante cuando, en función de la naturaleza de la gobernanza en vigor del espectro radioeléctrico, sea necesario modificar políticas del espectro para reformular decisiones previas.

### **2.3.2 Conocimiento de la utilización actual del espectro radioeléctrico**

La utilización actual del espectro es un factor de importancia crítica que es necesario conocer antes de llevar a cabo cualquier planificación futura. Puede obtenerse de los registros existentes de utilización del espectro. Esta información puede estar en posesión de varias organizaciones; no obstante, si los registros nacionales son incompletos o poco fiables, puede recurrirse a una consulta pública, incluyendo a reguladores, proveedores de servicios y usuarios, a fin de disponer de una imagen más completa de dicha utilización. Si no existiera un registro, debe crearse un registro nacional único de frecuencias. Los analizadores de espectro y las herramientas basadas en computadoras son de gran ayuda para realizar auditorías del espectro en bandas de frecuencias concretas a fin de confirmar su ocupación y los parámetros operativos empleados.

### **2.3.3 Planificación de la utilización futura del espectro**

La planificación y previsión de la utilización futura del espectro son actividades fundamentales para satisfacer las futuras necesidades de espectro. La previsión de la utilización del espectro es un verdadero desafío que, sin embargo, puede superarse mediante diversas técnicas. Las proyecciones basadas en el crecimiento histórico, por ejemplo del número de sistemas móviles terrestres, es un método de estimación del crecimiento. Otro posible método es la supervisión del estado de las

nuevas tecnologías y de sus necesidades de espectro. Es esencial consultar con usuarios del espectro ya que, por lo general, éstos están en la mejor posición para prever el crecimiento en el sector. No obstante, dichas previsiones deben atemperarse pues suele haber una tendencia a sobrestimar las necesidades futuras.

Las Conferencias Regionales y Mundiales de Radiocomunicaciones de la UIT constituyen una fuente importante de capacidades de planificación, ya que en ellas se tienen en cuenta el impacto del crecimiento de la demanda de diversos servicios radioeléctricos y de la innovación tecnológica en los posibles cambios en las atribuciones de frecuencias actuales y previstas. El objetivo es garantizar que haya suficiente espectro disponible para su utilización futura. En la sección 7.2.1 (Actividades de proyectos relacionados con la UIT) y en la sección 7.2.2 (Últimas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) y Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones (CRR) de la UIT), se incluye un análisis detallado de las actividades de planificación de la UIT y de las CMR y CRR más recientes.

El ejemplo siguiente ilustra cómo se han utilizado consultas y documentos de análisis sobre los futuros requisitos del espectro que influyen en la retribución de derechos de espectro comerciales sobre en Nueva Zelanda.

### **Reatribución de derechos comerciales del espectro – Nueva Zelanda**

Desde 1989 el Gobierno de Nueva Zelanda ha creado y atribuido progresivamente derechos comercializables del espectro al amparo de la Ley de Radiocomunicaciones de 1989 (Radiocommunications Act). En general, los derechos sobre el espectro se han atribuido como:

- 1) "Derechos de gestión" de ámbito nacional, sobre bandas de frecuencias utilizadas para servicios de telecomunicaciones.
- 2) "Licencias de espectro" para lugares y frecuencias específicas, al amparo de derechos de gestión, propiedad de la Corona, y en bandas de frecuencias utilizadas para radiodifusión de televisión y radio.

Los derechos sobre el espectro para uso comercial se atribuyen normalmente mediante licitación competitiva o subasta. El Gobierno reserva y atribuye derechos de espectro para satisfacer objetivos específicos del Gobierno incluidos en la política de radiodifusión no comercial, así como para atender las obligaciones del Tratado de Waitangi. Todos los derechos sobre el espectro están sujetos a tasas establecidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones. En la Ley mencionada, los derechos sobre el espectro tienen una duración máxima de 20 años. Los primeros derechos fueron creados para televisión en ondas decimétricas y expiran en 2010. Los derechos para la radiodifusión sonora en modulación de amplitud y en modulación de frecuencia expiran en 2011 y los derechos para televisión en ondas métricas (TV1, TV2, TV3 y C4) en 2015. Los servicios móviles tienen fechas de expiración variables, siendo la más temprana el año 2011.

La Ley establece que los derechos revierten a la Corona cuando expiran, pero nada dice sobre cómo deben ser atribuidos o reatribuidos. Una modificación de la Ley del año 2000 permite a la Corona crear un derecho de gestión sucesorio antes de la expiración a fin de garantizar una transición sin fisuras de un periodo a otro.

En el documento de análisis se recogen varios motivos para no emitir nuevos derechos de espectro.

Es necesario un análisis caso a caso para asegurar la coherencia con las obligaciones radioeléctricas internacionales de Nueva Zelanda y el objetivo general de maximizar el valor del espectro para la sociedad en su conjunto.



El Ministerio tendrá en cuenta la utilización actual y futura del espectro en cuestión en base a la información técnica y de mercado disponible y valorará si la actual forma de reatribución de derechos maximiza el valor del espectro.

<http://www.rsm.govt.nz/cms>

#### **2.3.4 El Reglamento de Radiocomunicaciones**

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT incorpora las decisiones de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (véase la sección 2.3.3, Planificación de la utilización futura del espectro), incluyendo todos los Apéndices, Resoluciones, Recomendaciones y Recomendaciones del UIT-R que figuran como referencias.

#### **2.3.5 Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias**

En la sección 2.5 de este módulo del conjunto de herramientas se incluye una explicación sobre atribuciones de frecuencias, designaciones de espectro y servicios radioeléctricos. La elaboración de un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias es uno de los primeros pasos de la planificación a medio y largo plazo. Un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencia debe elaborarse en el marco del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. El Artículo 5 del Reglamento establece el Cuadro internacional de atribuciones de frecuencia para las tres Regiones del mundo. El Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias debe ser coherente con las atribuciones de la región en la que está integrado el país. El Cuadro de atribuciones de la UIT contendrá a menudo más servicios radioeléctricos de los que sean necesarios o deseables en un esquema nacional, y algunos aspectos de las disposiciones internacionales pueden no ser de aplicación en un país dado. Una vez que se ha elaborado el Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias, es frecuente la realización de subatribuciones o designaciones de uso con el fin de agrupar tecnologías similares o usuarios similares en una banda de frecuencias dada. Es preferible hacer subatribuciones o designaciones a utilidades que a usuarios, ya que los usuarios pueden considerar como bandas propias dichas porciones de espectro. En general, se consigue una mayor eficiencia del espectro cuando las mismas bandas de frecuencias son compartidas por utilidades con parámetros técnicos similares, por ejemplo, agrupando aplicaciones de alta potencia. En la sección 2.5 de este módulo puede encontrarse información adicional sobre la atribución de espectro.

#### **2.3.6 Legislación nacional y reglamentación sobre la utilización del espectro**

Las bases jurídicas de la regulación del espectro deben establecerse en la legislación y detallarse en la reglamentación elaborada de conformidad con dicha legislación. La legislación debe establecer aspectos tales como definiciones, poderes del Ministerio o del máximo responsable de la autoridad de reglamentación, poderes de otros partícipes en la reglamentación del espectro, infracciones y sanciones asociadas, y la estructura organizacional y marco de la reglamentación del espectro, aspectos que se analizan en la visión general del espectro incluida en la sección 1.6, Gobernanza y Contratación Externa. Además de la legislación y la reglamentación asociada, pueden existir otras publicaciones del órgano responsable de la reglamentación del espectro que proporcionen directrices a uno o varios grupos específicos de usuarios del espectro.

Al establecer el marco jurídico debe considerarse el uso de la incorporación por referencia. Dado que la legislación e incluso la reglamentación no se modifican con frecuencia, a menudo se utilizan las referencias como forma de dar validez jurídica a textos o documento subsidiarios. Mediante la incorporación por referencia, textos de un documento con un determinado estado jurídico, como los textos legales y reglamentarios, citan otros documentos que normalmente no tienen el mismo estado jurídico, y en función de la naturaleza de dicha referencia, la incorporación así realizada puede conferir el mismo estado legal a dichos documentos. Por ejemplo, la reglamentación puede establecer que una determinada norma, desarrollada probablemente por un organismo internacional,

será de aplicación en una situación determinada. Dicha incorporación de textos por referencia puede ser de dos tipos: incorporación estática o dinámica. En el primero de los casos, el texto legal hace referencia a un documento específico publicado en una fecha concreta. En el caso de la incorporación dinámica por referencia, la referencia en el texto legal a un documento específico se hace con una frase del tipo "de conformidad con las modificaciones que puedan realizarse al mismo", lo cual permite modificaciones sin tener por ello que revisar todo el proceso de aprobación jurídico o reglamentario.

Con el objetivo de preservar la claridad y autoridad en la elaboración de disposiciones normativas, dicha delegación debe definirse con nitidez. La legislación y/o reglamentación debe dejar claro en quién reside la autoridad para designar fuentes cambiantes de referencias externas cuando éstas no hayan sido especificadas en la reglamentación existente. Dicha delegación debería establecerse en un instrumento de delegación aprobado por dicha institución. La legislación y reglamentación, junto con toda la documentación asociada, debe elaborarse de forma transparente, incluyendo la consulta a los usuarios del espectro.

El UIT-D dispone de un sitio web (<http://www.itu.int/ITU-D/ICTEYE/Regulators/Regulators.aspx>) donde se ha recopilado la legislación de muchos países.

### **2.3.7 Espectro de uso público**

Conseguir los objetivos de desarrollo económico y social de la política pública es algo más que disponer de un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias. Se requiere un cambio del equilibrio existente entre el espectro destinado al gobierno y el espectro atribuido para utilización comercial y privada.

En una economía de mercado, los elementos o factores de producción, como la tierra, el trabajo y el capital, se distribuyen en la economía mediante procesos de mercado: el proveedor de capital o el empleado se desplazan hacia la actividad que le ofrezca una compensación superior. El espectro es un elemento más (junto con el agua o la electricidad) de los procesos de producción. Cuando los sistemas de mercado funcionan en modo competitivo, promueven la eficiencia económica, de la misma forma que los factores se utilizan allá donde se obtienen los mayores retornos.

En primera instancia, puede parecer incongruente requerir que una organización pública como los servicios contra incendios o las fuerzas de defensa compitan en el mercado por espectro con proveedores de servicio tales como la radiodifusión móvil. Sin embargo, es exactamente así como las organizaciones del sector público adquieren otros elementos productivos, tales como empleados, vehículos, tierra y espacio de oficinas.

Los argumentos más frecuentes a favor de que existan disposiciones especiales para el espectro del sector público son los siguientes:

- es indispensable para la provisión del servicio, como los radares para la defensa;
- el propio servicio (como el servicio de ambulancias) tiene una prioridad muy elevada; y
- en la aplicación práctica del antiguo modelo de gestión del espectro, la única forma de disponer espectro eran los métodos administrativos.

La utilización de la metodología de mercado para atribuciones igualmente indispensables para servicios públicos vitales parece contradecir los dos primeros argumentos, y el tercero podría resolverse mediante el establecimiento de un mercado del espectro.

La utilización del espectro por el gobierno para servicios similares a los proporcionados por el sector privado, debería estar como mínimo sujeta a precios de mercado o al costo de oportunidad del espectro. Cuando no se aplicaran precios de mercado, sería necesaria una cierta negociación

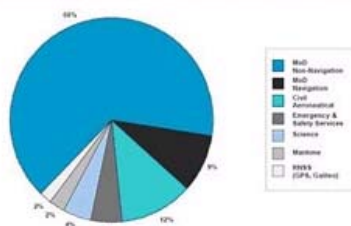
entre quienes disfrutan de atribuciones y quienes las desean, junto con incentivos que aseguren que los costos de oportunidad del espectro se han tenido en cuenta en las decisiones.

En los últimos años se han realizado varios estudios sobre la cantidad de espectro que mantienen los organismos gubernamentales. El Cuadro de atribuciones de uso exclusivo gubernamental del Reino Unido para servicios civiles, militares y de emergencia es un ejemplo de práctica innovadora. Tal como se recoge en la auditoria independiente sobre la tenencia de espectro elaborada por el Prof. Martin Cave en 2005 para el Gobierno, las atribuciones de espectro para aplicaciones gubernamentales son aproximadamente el 50% de todo el espectro por debajo de 15 GHz. El Gobierno del Reino Unido ha analizado y evaluado sus necesidades de espectro y ha elaborado recomendaciones para mejorar el acceso y la eficiencia del uso del espectro.

La Figura 1 muestra el reparto relativo del espectro entre varios servicios gubernamentales en el Reino Unido.

**Figura 1 – Distribución de las atribuciones de espectro por debajo de 15 GHz para el sector público en el Reino Unido**

Figure 1: Composition of public sector spectrum holdings below 15 GHz



### **Leyendas de la Figura**

*Ministerio de Defensa. No navegación*

*Ministerio de Defensa. Navegación*

*Aeronáutica civil*

*Servicios de emergencia y seguridad*

*Aplicaciones científicas*

*Servicios marítimos*

*Servicio de radionavegación por satélite (GPS, Galileo)*

Para facilitar el proceso de modificación de las atribuciones del espectro para conceder dichas bandas a otros usos no gubernamentales, se pueden adoptar las iniciativas siguientes:

- Realizar una declaración inequívoca de la política y estrategia gubernamental que identifique y establezca objetivos equilibrados, con un calendario sensible pero agresivo que convierta atribuciones de espectro del gobierno en atribuciones comerciales.
- Realizar una auditoria independiente de las atribuciones de espectro para identificar bandas en las que se puedan tomar medidas de forma inmediata.

- Poner en marcha mecanismos para iniciar los cambios de atribuciones y asignaciones a las nuevas utilidades (aplicaciones y asignaciones comerciales) y usuarios. Éstos podrán incluir generalmente lo siguiente:
  - Incentivos – de forma que todos los usuarios paguen por las asignaciones de frecuencias salvo en el caso de uso sin licencia (el espectro común y los productos de consumo personal son dos casos posibles).
  - Compensaciones a los usuarios afectados. Existen varias formas de compensar a las partes. El gobierno debería estimular el proceso en su conjunto, pero evitando que el regulador se convierta en el pagador de último recurso en las negociaciones entre las partes que negocien los acuerdos para la renuncia a derechos derivados de las licencias o de equipamientos de conformidad con el enfoque administrativo. De todo este proceso resultará un esquema más flexible de licencias y para la comercialización del espectro.

### **2.3.8 Reatribución y reorganización del espectro**

Uno de los retos principales a los que se enfrenta la reglamentación del espectro es la reatribución del mismo. Cuando las frecuencias se han estado utilizando para un fin determinado, probablemente durante décadas, suele resultar difícil reatribuirlas para un uso diferente. La necesidad de la reatribución (frecuentemente se utiliza el término inglés "*refarming*" o "reorganización" del espectro) puede surgir de varias formas. Puede ocurrir que se modifique el Cuadro internacional de atribuciones de frecuencias y, por tanto y en coherencia, deba modificarse el Cuadro nacional. Puede ocurrir que un servicio no se haya desarrollado tal como se preveía, al tiempo que el espectro disponible para otros servicios en bandas adyacentes sea insuficiente para atender una demanda creciente. En ocasiones, aparecen nuevas tecnologías espectralmente más eficientes, que permiten la liberación de espectro para la misma utilización o para utilidades diferentes en la misma banda. En otras ocasiones, por razones diversas, los usuarios del espectro deberán modificar sus operaciones. Los aspectos principales son quién decide y quién ha de pagar los costos incurridos por dichos usuarios en su migración a nuevas frecuencias. Una solución puede ser que el regulador establezca un fondo para la reorganización del espectro y dedique al mismo parte de los fondos recaudados por la utilización del espectro. En Francia se ha establecido un fondo para la reorganización del espectro gestionado por el organismo nacional responsable del mismo.

Actualmente existen varios enfoques posibles para la reorganización del espectro, de forma que en algunos casos es el regulador (método administrativo) quien establece lo que debe hacerse y en otros casos son los usuarios quienes determinan cuándo y a qué precio (método de mercado). En algunos casos deben ser los propios usuarios lo que absorban los costos. En otras ocasiones, se invita o se exige a los beneficiarios del cambio al pago de todos o de parte de los costos de transición del usuario afectado.

La diferencia capital entre el método administrativo y de mercado es que en el primero el regulador toma las decisiones considerando diversos criterios y posibles objetivos competitivos, tales como los criterios propios de la lógica de mercado, y aspectos financieros, socioeconómicos y de eficiencia técnica. Los análisis del regulador incluirán factores tales como precios, costos, condiciones de las licencias, abandonos y compensaciones. En el método de mercado, los criterios utilizados y los análisis realizados se centran en factores financieros y de negocio, de forma que las decisiones sean resultado del acuerdo entre dos o más partes.

#### **Definición de la reorganización del espectro (*Refarming*)**

En términos generales, la reorganización o *refarming* es el proceso en virtud del cual se realizan cambios básicos en las condiciones de utilización de las frecuencias en una parte del espectro radioeléctrico. Dichos cambios básicos pueden ser:

- 1) Cambio de las condiciones técnicas asociadas a las asignaciones de frecuencias.
- 2) Cambio de aplicación (sistema de radiocomunicaciones concreto que utiliza la banda).
- 3) Cambio de la atribución, para que la banda sea utilizada por un nuevo servicio de radiocomunicaciones.

### **2.3.9 Consulta a las partes interesadas**

La realización de consultas a las partes interesadas es esencial en prácticamente todos los aspectos de la gestión del espectro, incluyendo el proceso de elaboración de la legislación y la reglamentación nacional, las políticas del espectro, las normas técnicas, etc. Si bien es poco práctico consultar a cada uno de los usuarios individuales del espectro, las consultas pueden resultar efectivas permitiendo contribuciones de asociaciones o entidades que representen a grupos de usuarios. Con objeto de facilitar las consultas sobre asuntos relevantes de la gestión del espectro, es importante que los reguladores hagan públicas sus propuestas. En algunos países se trata de una actuación obligada en el marco de una legislación nacional más amplia que rige las actividades de los reguladores, en ocasiones a través de la exigencia de incluir las propuestas en una publicación oficial de amplia distribución. También puede ocurrir que se presenten varias alternativas a consulta pública. Puede ser de utilidad que existan intercambios de opiniones entre las partes interesadas. En este sentido, a menudo, se mantienen reuniones entre el regulador del espectro y las partes interesadas más relevantes, habiéndose convertido Internet en una herramienta cada vez más utilizada para la realización de consultas. Con independencia de la forma que la que hagan las contribuciones, deben fijarse un conjunto mínimo de directrices que permitan a las partes interesadas contribuir de manera efectiva, por ejemplo, el periodo de tiempo útil y la fecha en la que los comentarios deben haberse remitido. En todo caso, la transparencia e imparcialidad son elementos de la máxima importancia en cualquier consulta. Aunque trata sobre un aspecto diferente, la sección 6.2 del Módulo 3, Autorización de servicios de telecomunicaciones, incluye más información sobre el proceso de consulta pública.

### **Información conexas**

Módulo de Autorizaciones, sección 6.2.1: Proceso de consulta pública

### **2.3.10 Solución de controversias**

Es bastante probable que la creciente utilización del espectro, ya sea aplicando métodos administrativos o de mercado, traiga consigo situaciones que deban resolver las partes. Hasta la fecha, ello ha significado la intervención, aunque fuera parcial, del regulador, habiéndose demostrado ser un proceso difícil en términos de tiempo y costos.

Actualmente se observan dos tendencias:

- cambios muy rápidos en el sector de las telecomunicaciones; y
- cambios en la esfera de la solución de controversias.

La expansión del mercado global de las telecomunicaciones, con su énfasis en tecnologías innovadoras y que evolucionan con gran rapidez requiere procedimientos para la solución de controversias que sean rápidos, flexibles y estén adaptados a los tipos de controversias que se generarán en la industria global de las telecomunicaciones. A su vez, el campo de la solución de controversias sigue ofreciendo modelos alternativos que pueden ser de utilidad para las nuevas necesidades del sector de las telecomunicaciones.

Aunque los reguladores deben tomar decisiones en relación con posturas enfrentadas de las partes en litigio, normalmente tras un proceso formal que permite a las partes presentar sus argumentos, existe una tendencia a aplicar métodos más flexibles y de consenso (métodos alternativos de resolución de controversias, incluyendo la negociación y el arbitraje; en el Informe de la UIT y el

Banco Mundial sobre resolución de controversias puede encontrarse información adicional sobre este asunto). La mayoría de las licencias de telecomunicaciones incluyen garantías de acceso al arbitraje. No obstante, es de utilidad disponer de directrices para gestionar los procesos alternativos de resolución de controversias, como los publicados por Ofcom, y que rigen los procedimientos alternativos de resolución de controversias entre operadores de telecomunicaciones públicas y el público en general, y que son los siguientes:

- Independencia e imparcialidad.
- Transparencia, incluyendo comunicaciones periódicas al público a lo largo del proceso.
- Eficacia, con la expectativa de que las controversias se resuelvan en un tiempo razonable.
- Capacidad de investigar adecuadamente controversias y reconocer una compensación adecuada.

### **2.3.11 Financiación de la gestión del espectro**

Los fondos para financiar el costo de la reglamentación del espectro pueden proceder del régimen general impositivo, de tasas específicas de las telecomunicaciones, como las asociadas a las licencias, de otras tasas relacionadas con el espectro o de una combinación de ambas. En general, se considera que quienes se benefician del acceso al espectro deberían sufragar los costos de su reglamentación. Los ingresos proceden de aquellas partes del espectro cuyo acceso exige un pago, no de las bandas sin licencia (libres). La necesidad de financiación de la actividad reglamentaria o las modificaciones de la misma se consigue probablemente de forma más eficiente a través de los ingresos impositivos en general. Dichos costos son en general bajos.

Para los responsables de las decisiones políticas, puede ser causa de preocupación permitir al regulador del espectro establecer su propio régimen impositivo, es decir, recaudar todos los ingresos procedentes del espectro y retenerlo para financiar las actividades de gestión del espectro. En términos económicos, el regulador es efectivamente un monopolio con pocos incentivos para contener sus costos si tiene libertad de aumentar sus ingresos elevando las tasas por licencias y por otras causas. En este sentido, pueden tomarse medidas para evitar dichas prácticas, tal como imponer límites al crecimiento de los gastos del regulador.

En los países en los que los ingresos por el espectro superan los costos de su gestión, aunque sea por un margen muy estrecho, los gobiernos tienden a considerar dicho margen como un dividendo por el espectro y, por tanto, que todos los ciudadanos merecen disfrutar de dichos beneficios financieros. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la legislación impositiva general de cada país, ya que los ingresos excedentarios por el espectro pueden considerarse una forma impositiva más. La capacidad de establecer impuestos puede estar reservado a otra entidad del gobierno, y la legislación relativa a la gestión del espectro puede o no estar diseñada para permitir que los ingresos superen a los costos.

El costo de la gestión del espectro suscita inmediatamente aspectos sobre la auditabilidad de sus costos. Por ejemplo, ¿qué costos pueden incluirse en los costos totales de la reglamentación del espectro?, ¿qué costos indirectos deberían incluirse?, etc. Para un análisis más completo, véase a sección 5.2 de este módulo, Recuperación de costos.

## **2.4 Normas técnicas**

Los reguladores, los usuarios de servicios de telecomunicaciones y equipos radioeléctricos, los operadores y fabricantes, dependen de las normas técnicas para prevenir las interferencias y, en muchos casos, para garantizar que los sistemas radioeléctricos tienen el desempeño para el que han sido diseñados. Las normas técnicas implican la disponibilidad de documentos en los que se especifiquen las normas radioeléctricas, el proceso de aprobación y las pruebas y certificación de

los equipos radioeléctricos, como transmisores, receptores y antenas, a fin de determinar la conformidad con las especificaciones radioeléctricas o de los fabricantes.

Desde un punto de vista de la planificación, el regulador utiliza normas técnicas para determinar cómo un equipo radioeléctrico puede interferir sobre otros equipos en bandas de frecuencias compartidas o adyacentes. Ello permite desarrollar planes de utilización del espectro. Las interacciones mutuas entre productos radioeléctricos y eléctricos se conocen como "compatibilidad electromagnética" (EMC, *electromagnetic compatibility*). Un marco normativo equilibrado trata de minimizar los costos de conformidad técnica al tiempo que permite una protección efectiva de los recursos de espectro radioeléctrico.

Existen dos categorías de interacciones entre sistemas radioeléctricos que preocupan al regulador.

La interferencia electromagnética (EMI, *electromagnetic interference*), que puede considerarse como contaminación en el ámbito de las radiocomunicaciones y a la que a veces se hace referencia como a "interferencias de radiofrecuencia" (RFI, *radio frequency interference*). La reducción del nivel de EMI generada por los productos eléctricos y electrónicos es particularmente importante cuando están afectados los servicios de protección y seguridad, tales como la navegación marítima y aeronáutica, la lucha contra los incendios, las ambulancias y la policía. Al amparo del Artículo 15 del Reglamento de Radiocomunicaciones, se insta a los reguladores a que adopten "cuantas medidas prácticas sean necesarias" para garantizar que la EMI no causará interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones.

Las transmisiones radioeléctricas también pueden producir el malfuncionamiento de otros productos distintos a los radioeléctricos o electrónicos, un fenómeno denominado "inmunidad" o "susceptibilidad electromagnética" (EMS, *electromagnetic susceptibility*). La EMS puede ser también un asunto de seguridad de la vida humana, por ejemplo, cuando el uso de teléfonos celulares interfiera con los equipos de un hospital.

Esta sección comienza con un análisis de los objetivos deseados y los tipos de normas, concluyendo con los procesos de certificación y las diversas opciones de que disponen los reguladores.

#### **2.4.1 Objetivos**

Las normas técnicas relativas a los equipos de radiocomunicaciones contribuyen a la compatibilidad electromagnética (EMC) entre equipos y servicios radioeléctricos, tal como ocurre con los servicios de radiodifusión, las ayudas a la navegación para el tráfico marítimo y aeronáutico, y los servicios de radiocomunicaciones, como los servicios celulares, servicios móviles terrestres en general, servicio fijo y servicio fijo por satélite. Asimismo, las normas técnicas permiten a planificadores y usuarios minimizar la interferencia entre equipos radioeléctricos y otros equipos. La utilización de frecuencias radioeléctricas en aplicaciones industriales y comerciales es importante para la economía, por lo que la no existencia de interferencia puede ser un factor importante para el desarrollo económico. Finalmente, los consumidores están mejor atendidos cuando la calidad y fiabilidad de los equipos distribuidos en un país mejora con el tiempo.

Las normas técnicas son la base de la certificación y prueba de los equipos de radiocomunicaciones. Se dice que un equipo está certificado cuando cumple con las normas aplicables de un país. La UIT elabora reglamentación sobre normativa técnica de equipos para que sirva de referencia a sus miembros. Las normas técnicas y los procesos de certificación para tipos específicos de equipos son los mismos para todos los fabricantes e importadores, garantizando así a los consumidores una calidad consistente.

Finalmente, el regulador puede requerir a los fabricantes, a través de las normas técnicas, la producción de equipos que hagan un uso más eficiente del espectro.

## **2.4.2 Normativa técnica de utilización de espectro**

La demanda de espectro está creciendo y la tecnología ha evolucionado de forma que los equipos de radiocomunicaciones pueden realizar la misma función en frecuencias previamente no utilizadas, o bien, necesitan menos espectro o permiten una mayor reutilización de frecuencias con las mismas prestaciones. En muchos países y regiones, particularmente en países en desarrollo, donde el crecimiento de los servicios de telecomunicaciones se está basando principalmente en servicios inalámbricos, la demanda de espectro sigue creciendo muy rápidamente. Dicho aumento es consecuencia del creciente uso de servicios celulares, sistemas radioeléctricos y de precisión de ayuda al aterrizaje a fin de mejorar la seguridad de la aviación y desarrollar nuevas utilidades del espectro, tales como sistemas de comunicaciones personales, radiodifusión sonora digital, televisión avanzada y radiodifusión sonora por satélite. A corto plazo, los avances técnicos necesarios para satisfacer dicha demanda pueden superar los límites prácticos, y aumentar la potencial congestión del espectro e interferencia. El aumento de la eficiencia espectral por debajo de 3 GHz es cada vez más difícil, no estando aún disponible para los consumidores una tecnología asequible para radiocomunicaciones en bandas más altas. Por tanto, las normas relativas a la utilización del espectro son importantes pues se utilizan para minimizar la interferencia entre usuarios y sistemas que comparten bandas de frecuencias. Dichas normas permiten a los reguladores minimizar la interferencia con independencia del método de asignación o autorización utilizado (servicios con licencia o espectro común, es decir, servicios sin licencia).

Las normas de utilización del espectro y los planes de sistemas radioeléctricos hacen referencia a documentos de planificación publicados por la autoridad de gestión del espectro, que establecen los requisitos técnicos mínimos para un uso eficiente de una o varias bandas de frecuencias concretas. Se utilizan en el diseño, especificación y evaluación de aplicaciones técnicas para nuevas facilidades de radiocomunicaciones o para modificar sistemas de radiocomunicaciones existentes que son explotados en las bandas de frecuencias especificadas de conformidad con la política de utilización del espectro. Una norma de utilización del espectro típicamente especifica las características adecuadas de los equipos para un uso eficiente del espectro, no el diseño del equipo. Las normas de utilización del espectro pueden diseñarse para cumplir las Recomendaciones del UIT-R desarrolladas por el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT conjuntamente con el Cuadro internacional de atribuciones de frecuencias, o bien, para reflejar disposiciones de canales singulares que satisfacen necesidades nacionales.

## **2.4.3 Cómo evitar la congestión en bandas de frecuencias sin licencia, ¿sin normas técnicas?**

Para establecer la política reglamentaria más adecuada en bandas de frecuencia en las que no se precisa licencia es necesario determinar:

- que el espectro no esté actualmente congestionado, o sea previsible que se mantenga así, y por tanto, sea susceptible de convertirse en espectro sin licencia;
- que aunque exista espectro congestionado, eso esté ocurriendo debido al uso ineficiente del mismo, y precisamente el cambio en la política de gestión del espectro hacia una utilización sin licencia permita eliminar la congestión.

Existen muchos factores que influyen en la congestión. Algunos de ellos están causados por políticas de atribución subóptimas que pueden ser aliviadas progresivamente mediante la introducción del comercio de espectro. Algunos se producen por permitir la utilización de equipos espectralmente ineficientes. Otros tienen su origen en la propia naturaleza del espectro radioeléctrico.

Poco puede hacer el regulador para mejorar el atractivo relativo de dichas bandas de frecuencias. Sin embargo, el regulador puede controlar determinados factores. Uno de ellos, la potencia máxima transmitida, tiene un impacto relevante en la congestión.



En lo que se refiere a los usos terrestres del espectro, cuanto menor sea el alcance de la transmisión, menor será la probabilidad de que haya dos usuarios que utilicen la misma frecuencia y que se encuentren uno en la cobertura del otro y puedan interferirse. De hecho, la telefonía celular en grandes concentraciones de población se basa en la utilización de emplazamientos celulares que emiten con una baja potencia, de forma que la misma frecuencia pueda reutilizarse a una distancia relativamente corta. Igualmente, la utilización de haces puntuales en las comunicaciones por satélite permite, en contraposición a los haces globales, la reutilización de frecuencias. Obviamente, mientras el regulador controle en cierta medida dichos factores, los requisitos de servicio y los parámetros económicos del sistema radioeléctrico también constituyen factores importantes.

Por tanto, si en una parte determinada del espectro sólo se permitieran dispositivos de corto alcance, la probabilidad de congestión sería menor que si se permitieran aplicaciones de mayor cobertura. En general, esa ha sido la política reglamentaria hasta la fecha, con potencias de transmisión máxima en el espectro sin licencia que ha limitado típicamente el alcance a unos 100 m.

Los otros factores que influyen en la congestión son la anchura de banda y el tiempo de transmisión, que dependen principalmente del uso. Por ejemplo, la apertura de la puerta de un garaje sólo necesita la transmisión de una ráfaga muy corta de datos de banda estrecha y sólo en algunas ocasiones a lo largo del día. Por el contrario, una estación base de una red de área local inalámbrica puede estar transmitiendo datos de banda ancha prácticamente de forma continua. La probabilidad de congestión es proporcional al producto tiempo x anchura de banda de la información transmitida.

Históricamente, la mayoría de los dispositivos de corto alcance también han tenido una baja velocidad de transmisión. No obstante, recientemente las redes de área local inalámbricas y los dispositivos Bluetooth han cambiado esta tendencia. Si las bandas sin licencia estuvieran restringidas a productos con una baja velocidad de transmisión, la congestión sería menor. Sin embargo, es bastante difícil para un regulador restringir la velocidad de transmisión en una banda sin licencias.

Las características técnicas de los equipos de recepción (receptores y antenas) también juegan un papel importante en la eficiencia del espectro. Si se permite utilizar equipos receptores que no puedan discriminar fácilmente entre señales deseadas y no deseadas, se consumirá más espectro del que es técnicamente necesario. Sin embargo, no todos los reguladores insisten en la necesidad de que los equipos de recepción cumplan determinadas normas. Algunos reguladores no regulan explícitamente los equipos de recepción, pero lo hacen de facto, por ejemplo, especificando solamente las características de transmisión y dejando decidir a los usuarios cuanta interferencia pueden tolerar.

Por tanto, la principal herramienta de que dispone el regulador para controlar el nivel de congestión y un adecuado uso de bandas sin licencia es la potencia máxima de transmisión, equivalente al alcance de las señales transmitidas. Imponiendo que la máxima potencia de transmisión sea la mínima posible se reduce la probabilidad de interferencia. Además, también es probable que se reduzca la utilización del espectro ya que algunas aplicaciones dejan de ser viables al reducirse el alcance. Los reguladores pueden establecer distintos límites de potencia de transmisión en diversas bandas de frecuencias para que los usuarios dispongan de diferentes niveles de alcance y situaciones de congestión diferentes. Alternativamente, conforme las bandas sin licencia se congestionan, puede reducirse progresivamente la potencia de transmisión de los nuevos entrantes al objeto de mantener la congestión a niveles aceptables.

Tradicionalmente, el número de aplicaciones y usuarios del espectro radioeléctrico ha crecido más rápidamente que la capacidad de la tecnología para acomodarlos en las respectivas bandas de frecuencia. Por tanto, la congestión ha crecido con el tiempo. Sin embargo, se ha argumentado que si se generalizara la adopción de un enfoque de "espectro común", se reducirían los niveles globales de congestión. En esta sección se analiza la posible viabilidad de dicho enfoque.

Sin intervención reglamentaria, el problema de la congestión no se resolvería. El equipamiento sólo se fabricaría con la debida eficiencia o consideración para con el resto de usos en la medida que ello fuera necesario para un funcionamiento fiable del equipo en cuestión, pero no para mejorar las condiciones de explotación de todos los usuarios de la banda.

En resumen, numerosos observadores concluyen que el espectro sólo debería explotarse sin licencia si fuera improbable que hubiera congestión. En este sentido, se ha señalado que:

- La congestión es más probable en las bandas comprendidas entre 100 MHz y 5 GHz.
- No hay evidencias suficientes de que transformando las bandas que actualmente se consideran congestionadas en bandas sin licencia se consiga aliviar la congestión, por lo que este enfoque no puede ser aplicado en la actualidad.
- La probabilidad de congestión se reduciría en gran medida restringiendo la gama de dispositivos mediante el control de la potencia máxima transmitida o exigiendo un comportamiento específico de los mismos, como son los protocolos espectralmente respetuosos.

Aún no existe una metodología definitiva para predecir la congestión. La valoración debe hacerse en base a la banda de frecuencias, el uso probable y el alcance. A su vez, el alcance depende de la utilización. Por tanto, un factor clave para predecir la probabilidad de congestión en una banda de frecuencias es conocer la utilización más probable que vaya a hacerse de la misma.

Todo ello sugiere que el regulador debería en primer lugar establecer cuales serán las utilidades más probables de la banda de frecuencias. El regulador no necesita imponer dichas utilidades. Por ejemplo, cuando la banda sea objeto de subasta no será necesario restringir su utilización a la que se considere más probable. No obstante, dicho criterio se utilizará en el proceso de decisión sobre si dicho espectro debería ser sin licencia.

Una vez decidida la utilización más probable, el espectro debería quedar sujeto a licencia si se cumple al menos una de las condiciones siguientes:

- 1) Es probable que la banda esté congestionada. Para determinarlo, una buena aproximación es asumir que habría congestión si la utilización permitiera la oferta de servicios de banda extensa (es decir, servicios que cubran individualmente una zona continua de más de 1 km<sup>2</sup>). Ejemplo de ello son los sistemas celulares y de radiodifusión.
- 2) Es necesario mantener una calidad de servicio dada. Tal es el caso de la mayoría de los servicios de comunicaciones para protección y seguridad.
- 3) Las obligaciones de los tratados internacionales sobre seguridad incluyen restricciones que serían incumplidas por una explotación sin licencia actual o futura.
- 4) Finalmente, el regulador debería realizar una valoración del nivel de restricción aplicable más adecuado.

Esencialmente, cuanto mayor sea el riesgo de congestión estimado, mayores deberían ser las restricciones a imponer. No obstante, las restricciones también deberían tener en cuenta el costo adicional que en ese caso se impondría a los dispositivos en comparación con el beneficio que de ello se derive.

En función del nivel de información existente, puede ser posible realizar una evaluación económica del valor de los diferentes enfoques. Por ejemplo, cuando la imposición de protocolos espectralmente respetuosos tenga un impacto mínimo sobre el costo de los dispositivos, éstos deberían utilizarse sin temor alguno. Dichos protocolos no deberían imponerse si suponen un aumento de costos y la congestión es poco probable o tiene un impacto bajo.

#### **2.4.4 Normativa técnica de equipos de radiocomunicación**

La normativa de equipos radioeléctricos establece las especificaciones técnicas mínimas aceptables y las características de funcionamiento de los equipos radioeléctricos en su utilización genérica. Existen normas técnicas para equipos de radiocomunicaciones que precisan licencia y para equipos que no la precisan, incluyendo dispositivos de baja potencia como sistemas de apertura de puertas de garajes, dispositivos de identificación radioeléctrica (RFID), equipos para aplicaciones de investigación, científicas y médicas, o bandas sin licencia como WiFi y WiMAX. Con independencia del proceso de concesión de licencias y de autorización del espectro, la autoridad responsable de la gestión del espectro radioeléctrico es la responsable de establecer las normas de los equipos radioeléctricos, que deben ser aplicadas por los fabricantes para establecer parámetros técnicos aceptables de los equipos de radiocomunicaciones que fabriquen. Los documentos que recogen las normas técnicas proporcionan información general que describe el equipo y la aplicación, los requisitos de la licencia y de la certificación, las disposiciones de radiocanales, las técnicas de modulación del equipo, la potencia de transmisión y los límites de transmisión de las emisiones indeseadas.

En la sección 3 (Autorizaciones) se incluye un análisis detallado sobre licencias y autorizaciones de equipos de telecomunicación. En la sección 2.4.8 se analiza la verificación de equipos de telecomunicación. Las canalizaciones de frecuencias indican la forma utilización del espectro y se explican en la sección 2.3.2. Las técnicas de modulación y las emisiones indeseadas se analizan en la sección 6 (Comprobación técnica del espectro).

#### **2.4.5 Normativa técnica sobre radiación electromagnética**

Las normas sobre la radiación hacen referencia a las emisiones electromagnéticas que, a determinadas frecuencias, pueden ser perjudiciales para la vida o ser objeto de algún tipo de preocupación o prevención en relación con la salud. El gestor del espectro no es normalmente responsable de la investigación ni de establecer las bases científicas de dicho objeto de preocupación. Otros organismos del gobierno, tales como el Ministerio de Sanidad e institutos de investigación públicos y privados, llevan a cabo investigaciones para sustanciar dicha preocupación. Una vez que el gobierno adopte una decisión de carácter político o reglamentario, la autoridad de gestión del espectro puede tener que adoptar medidas tales como modificar las normas de los equipos de telecomunicación a fin de garantizar la salud pública.

Existen y se realizan estudios sobre los efectos de la radiación electromagnética sobre los seres humanos a nivel nacional e internacional, como por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS). La Comisión K de la Unión Internacional de Ciencias Radioeléctricas se ocupa de los efectos de las emisiones sobre la salud humana.

#### **2.4.6 Otras normas**

Existen otras normas sobre medioambiente, construcción y explotación de la tierra que pueden ser de aplicación en relación con el despliegue de sistemas de radiocomunicaciones. Aunque el gestor del espectro puede no ser responsable del desarrollo ni de la observancia de este tipo de normas, debe conocerlas, así como sus implicaciones en relación con la planificación del uso del espectro y con la concesión de licencias. Se trata de un aspecto particularmente significativo cuando la ubicación respecto a facilidades esenciales tales como líneas de transmisión de energía y aeropuertos constituye un factor relevante.

### **2.4.7 Desarrollo y aplicación de la normativa técnica**

El desarrollo de la normativa técnica sobre equipos de radiocomunicaciones y la utilización del espectro se realiza a nivel nacional, regional e internacional. En algunos casos, y debido a la importancia y tamaño de la economía del país, algunas normas nacionales adquieren relevancia internacional. En general, los países más pequeños adoptan, formal o informalmente, normas de equipos de radiocomunicaciones desarrollados por otras organizaciones de normalización, lo cual resulta eficiente en términos de costos de selección de normas. Países de casi todas las regiones, incluida Europa, el Caribe, África y Asia, han decidido reconocer el organismo de normalización europeo (ETSI) y los de Estados Unidos de América (FCC y ANSI). Existen organismos de normalización en casi todas las regiones del mundo y, particularmente, en las regiones en las que se fabrican equipos avanzados de telecomunicaciones y radiocomunicaciones.

Entre los principales organismos de normalización regionales y nacionales se encuentran los siguientes: American National Standards Institute (ANSI); European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Australian Communications Forum (ACF), Association of Radio Industries and Businesses (ARIB), Telecommunications Technology Association (TTA), etc. Entre los organismos internacionales de normalización: The Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

#### **Información conexas**

American National Standards Institute (ANSI).

Australian Involvement in International Standardization, Standardization Guide 2005.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

The Australian Communications Industry Forum (ACIF).

The Association of Radio Industries and Businesses (ARIB).

The Telecommunications Technology Association (TTA).

The Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE).

### **2.4.8 Certificación**

Las pruebas de equipos de radiocomunicación destinadas a verificar su conformidad con normas nacionales e internacionales se realizan en instalaciones de pruebas de los propios gobiernos o en laboratorios del sector privado. Reconociendo la naturaleza dinámica del cambio y la innovación tecnológica, así como los elevados costos de los equipos de prueba, los gobiernos nacionales están favoreciendo progresivamente el establecimiento de instalaciones del sector privado. Debido a la importancia de las pruebas y la certificación, así como su complejidad y la confianza depositada en los resultados, las políticas y la reglamentación sobre la armonización de normas han evolucionado en todas las regiones y mercados. La armonización también ha sido promovida mediante la adopción de metodologías consistentes en los procesos de certificación de los organismos de evaluación de conformidad. Dichos organismos son organizaciones reconocidas por la autoridad responsable de la gestión del espectro y tienen por objetivo realizar pruebas y certificar equipos de radiocomunicación.

Un organismo de evaluación de conformidad (OEC) de un país puede ser reconocido por otro país en virtud de un acuerdo. Los acuerdos de reconocimiento mutuo (ARM) facilitan este tipo de actividad comercial entre países. Se establecen sobre una base bilateral o regional, y simplifican los procedimientos de evaluación de conformidad para una amplia gama de equipos de telecomunicaciones y otros equipos relacionados. Un ejemplo es el ARM de cooperación económica en materia de telecomunicaciones de la región de Asia-Pacífico. Estas actividades

permiten reducir los costos de suministro de equipos de radiocomunicaciones y garantizan su calidad y conformidad. Un ARM permite el reconocimiento mutuo por aquellas partes que alcanzan el acuerdo sobre el OEC, así como la aceptación mutua de los resultados de las pruebas y de los procedimientos de certificación de equipos realizados por dichos organismos durante la evaluación de la conformidad con la reglamentación técnica relevante de los equipos.

La conformidad de los equipos de radiocomunicaciones con las normas y la certificación son necesarias para el interfuncionamiento de los servicios de radiocomunicaciones y los terminales, como por ejemplo, los teléfonos. No obstante, ello no está completamente garantizado. En una región o en un país, los proveedores de servicios con redes similares pero que funcionen a frecuencias distintas, pueden utilizar una tecnología o una norma común, como GSM o CDMA, de tal forma que resulte difícil para los usuarios la migración entre redes. Asimismo, la ausencia de acuerdos de itinerancia puede impedir el interfuncionamiento entre proveedores, incluso aunque las frecuencias y tecnologías sean las mismas.

## **2.5 Atribución de espectro**

Establecer cuál debe ser la utilización del espectro, es decir, la atribución de rangos de frecuencias o bandas de frecuencias, constituye un concepto fundamental que se analiza en esta sección.

### **2.5.1 Servicios de radiocomunicación**

Las radiocomunicaciones son un subconjunto de las telecomunicaciones. Los servicios de radiocomunicación son uno de los principales usuarios que reciben atribuciones de espectro, y han sido el punto de atención principal para atender la demanda de espectro. No obstante, es importante que los reguladores no pasen por alto otros usos y usuarios importantes del espectro: por ejemplo, la navegación y la seguridad pública.

En el Artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones, el término "servicio de radiocomunicación" se define como "un servicio ... que implica la transmisión, la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación".

En los párrafos siguientes se presenta un ejemplo de servicio de radiocomunicación y aspectos conexos a la atribución de espectro.

Los servicios móviles por satélite (SMS) hacen referencia a redes de satélites de comunicación utilizadas por dispositivos inalámbricos móviles y portables. El servicio móvil por satélite incluye el servicio móvil marítimo por satélite (SMMS), el servicio móvil terrestre por satélite (SMTS) y el servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS). Son muchas las aplicaciones de los SMS, incluyendo:

- Comunicaciones móviles aeronáuticas – servicio telefónico mundial por satélite, servicios de socorro y emergencia.
- Comunicaciones móviles terrestres – servicio telefónico mundial por satélite, servicios de socorro y emergencia.
- Comunicaciones móviles marítimas y a bordo de buques – servicios de seguridad y de comunicaciones de Inmarsat para operaciones marítimas.

Las conexiones telefónicas que utilizan los servicios móviles por satélite (SMS) son similares a los enlaces telefónicos celulares, excepto en que los repetidores se encuentran en órbita terrestre en lugar de en superficie. Los repetidores del SMS pueden estar en satélites en órbita geoestacionaria, en órbitas de altitud media o en órbitas de baja altitud. Cualquier pareja de terminales telefónicos inalámbricos situados en cualquier lugar del mundo pueden comunicarse entre sí siempre que el sistema disponga de un número suficiente de satélites y que éstos estén adecuadamente distribuidos alrededor de la Tierra. Los sistemas del SMS están interconectados con redes celulares terrestres.

En el esfuerzo de armonización de atribuciones a nivel internacional y regional, han proliferado los servicios y se han analizado periódicamente las atribuciones de bandas de frecuencias. Asimismo, se han hecho reatribuciones en algunas bandas de frecuencias para soportar el crecimiento de los servicios móviles terrestres (IMT-2000).

Uno de los problemas a los que se enfrentan los SMS es el éxito de los servicios móviles terrestres, como el GSM y los servicios inalámbricos avanzados, en comparación con los SMS. Ha habido varios intentos significativos para ampliar la penetración de los servicios basados en los SMS entre los consumidores que, sin embargo, no han colmado las expectativas de las empresas o de los consumidores (por ejemplo, Globstar se puso en servicio en 1998, con unos costos que superaron los 4 000 millones de dólares, y entró en bancarrota en 2002, y finalmente los activos fueron adquiridos por 43 millones de dólares). Estos antecedentes negativos han generado un intenso debate sobre la reatribución de espectro a otros servicios en expansión. Los SMS tienen una ventaja fundamental sobre los sistemas terrestres en el sentido de que tienen a su alcance a los usuarios prácticamente donde quiera que se encuentren. La expectativa de servicios avanzados para regiones distantes es el argumento que manejan quienes defienden el mantenimiento de las atribuciones al SMS.

Recientemente, el Parlamento Europeo ha aprobado una propuesta que requiere que para que los servicios móviles por satélite consigan espectro para sus operaciones, su cobertura debe alcanzar al menos el 60% de todos los países de Europa y al 50% de su población. Esta reglamentación hace referencia a dos bandas de frecuencias del espectro que han sido transferidas a la Unión Europea por los Estados Miembros para su atribución a servicios móviles por satélite a nivel europeo. Se utiliza espectro próximo a 2 GHz, específicamente la banda 1 980-2 010 MHz para el enlace ascendente y 2 170-2 200 MHz para el enlace descendente, sin que se permita que el solicitante pueda disponer de más de 15 MHz en cada sentido: por tanto, el servicio está especificado para un mínimo de dos operadores. Para que dichos operadores puedan optar a dicho espectro, deberán cubrir todos los países de Europa, con una recepción que cubra el 60% de la masa terrestre de cada país y la mitad de su población.

En el orden del día de la CMR-12 se incluyen atribuciones primarias al servicio móvil aeronáutico por satélite (radionavegación). La CMR-07 acordó incluir en el orden del día de la futura CMR-12 un punto que indicara la necesidad de tener en cuenta los resultados de los estudios del UIT-R destinados a garantizar la disponibilidad a largo plazo de espectro para satisfacer las necesidades de los servicios móviles aeronáuticos por satélite de conformidad con la Resolución 222. Para un análisis más detallado del orden del día propuesto para la CMR-12 véase la sección 7.2.2, Últimas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) y Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones (CRR) de la UIT.

### **2.5.2 Cuadros de atribución de frecuencias**

Antes de considerar cómo se realizan las atribuciones de espectro, resulta conveniente clarificar tres términos: atribución, adjudicación y asignación.

Una atribución es una entrada en el Cuadro de atribuciones de frecuencias que establece la utilización de una banda de frecuencias dada por uno o más servicios de radiocomunicaciones. El término atribución también se aplica a la banda de frecuencias afectada. Por tanto, una atribución es una distribución de frecuencias entre servicios radioeléctricos.

Una adjudicación es una entrada de un canal, frecuencia o rango de frecuencias, determinado en un plan para ser utilizado en uno o más países o en un área geográfica determinada por un servicio de radiocomunicación en condiciones especificadas. Una adjudicación es, por tanto, una distribución de frecuencias a países o zonas geográficas.

Una asignación es una autorización dada a una estación radioeléctrica para utilizar una frecuencia o un canal de radiofrecuencia en condiciones especificadas. Una asignación es por tanto la distribución de una o varias frecuencias a una estación radioeléctrica dada.

A los efectos de las atribuciones, el mundo se divide en tres Regiones, denominadas Regiones 1, 2 y 3. A continuación se muestra un plano en el que se recogen las tres Regiones. En el Artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT se definen con precisión los límites entre las Regiones.



Las atribuciones se hacen a título primario o secundario. Las estaciones de un servicio secundario no deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro. Las estaciones de un servicio secundario no pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro. Sin embargo, las estaciones de un servicio secundario tienen derecho a la protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio o de otros servicios secundarios a las que se les asignen frecuencias ulteriormente. En una banda de frecuencias dada del Cuadro de atribuciones, existen a menudo notas a pie de página en las que se realizan atribuciones de frecuencias de la banda en cuestión (o de una porción de la misma) en una zona geográfica determinada exclusivamente. Cuando en una nota del Cuadro se indica que una banda está atribuida a un servicio "a título secundario" en una zona menos extensa que una región o en un país determinado, se trata de un servicio secundario. Cuando en una nota del Cuadro se indica que una banda está atribuida a un servicio "a título primario" en una zona menos extensa que una región o en un país determinado, se trata de un servicio primario en dicha zona o en dicho país únicamente. El Cuadro internacional de atribuciones de frecuencias del Reglamento de Radiocomunicaciones abarca las frecuencias desde 9 kHz a 275 GHz (o 1 000 GHz, véase la nota a pie de página 5.565).

Tal como se menciona en la sección 2.3.5 de este módulo, un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias es un documento de gran importancia para la planificación de la utilización del espectro en un país. El Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias debe, en general, ser coherente con el Cuadro internacional de atribuciones de frecuencias de la UIT, pero normalmente contiene un subconjunto de las atribuciones del mismo. Además, normalmente el Cuadro nacional es más detallado e incluye condiciones adicionales para la utilización del espectro mediante notas a pie de página.

Un ejemplo reciente de modificaciones del Artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones que conllevan modificaciones significativas de atribuciones en todas las regiones son las atribuciones para las IMT-Avanzadas para accesos inalámbricos de banda ancha con implicaciones en la mayoría sino en todos los miembros. Estas resoluciones con cambios en las atribuciones fueron realizadas en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones celebrada en Ginebra en 2007 (CMR-07). Para un análisis más detallado de las recientes Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones véase la sección 7.2.2.

En esta sección se analizan algunos de los posibles métodos para modificar paso a paso atribuciones de frecuencias nacionales a fin de reflejar los cambios introducidos en el Cuadro internacional como consecuencia de las decisiones de la CMR relativas a los accesos inalámbricos de banda ancha.

### **Enfoque general para la introducción de nuevos servicios, acceso inalámbrico de banda ancha**

Las modificaciones del Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias producirán en última instancia, asignaciones a servicios. Atribuciones y asignaciones están relacionadas y finalmente reflejarán las estructuras y condiciones de cada uno de los mercados locales.

La atribución y asignación de espectro a usos y usuarios diversos por parte de los reguladores constituye una herramienta muy poderosa con un impacto muy significativo. Las imposiciones o restricciones a la utilización o sobre los usuarios tienen un impacto directo en el acceso al espectro y la eficiencia de su uso. El conocimiento sobre dónde deben imponerse restricciones y dónde no hacerlo requiere información, consenso y, cuando éste no sea posible, minimizar las diferencias mediante procesos de ajuste tales como la compensación o el arbitraje. La realización de consultas es importante en todas las fases del proceso. En general, los reguladores adoptan medidas de carácter práctico, entre las que se encuentran las siguientes:

- 1) Adquisición de información necesaria para evaluar el uso, los usuarios y los tipos de utilizaciones. Para cubrir las lagunas de información pueden realizarse auditorías del espectro.
- 2) Consultas a usuarios actuales y potenciales.
- 3) Creación de planes de canalizaciones que compacten las asignaciones de espectro y aumenten el número de usuarios mediante técnicas de reutilización a fin de reducir congestión e interferencias.
- 4) Reforzar la aplicación de normas técnicas y la conformidad con las mismas a fin de garantizar que la interferencia se gestione y permanece gestionable.
- 5) Liberar zonas del espectro mediante incentivos para la reorganización del espectro (usuario a usuario) o recuperando espectro infrautilizado.
- 6) Examinar formas de conceder o retirar licencias de espectro infrautilizado para aumentar su utilización y uso compartido.
- 7) En bandas en las que pueda comercializarse espectro y la demanda se haya agrupado, los gestores del espectro pueden gestionar su utilización y los usuarios del mismo.



Puede tomarse diversas medidas específicas de índole práctica, entre ellas las siguientes:

- 1) Identificar las bandas de frecuencias de interés y determinar su utilización actual.
- 2) Consultar con usuarios actuales y potenciales, y evaluar la demanda de servicios actuales y potenciales.
- 3) Establecer comparaciones con la experiencia de otros países relevantes y tener en cuenta la asignación, la concesión de licencias y el precio del espectro, así como sus implicaciones.
- 4) Alcanzar conclusiones sobre las bandas de frecuencias afectadas y valorar metodologías de atribución. Por ejemplo, si se debe atribuir el espectro en la forma  $2 \times 5$  MHz o 10 MHz y en qué bandas.
- 5) Consultar y determinar que metodologías de atribución, autorización y asignación se propondrán o aplicarán. La práctica varía considerablemente entre regiones, y los métodos utilizados incluyen los siguientes: procesos administrativos, como el primero llegado primero servido, análisis comparativo o métodos basados en subastas. Asimismo, las concesiones realizadas anteriormente pueden incluir licencias de servicios unificados (para más información sobre autorizaciones véase el Módulo 3).
- 6) Preparar las políticas, planes y procesos necesarios para apoyar las conclusiones de la metodología, los pasos necesarios para realizar las reatribuciones y los resultados previsibles de las asignaciones y concesión de licencias.

### **2.5.3 Denominaciones de la utilización del espectro**

En el Cuadro internacional de atribución de frecuencias así como en los Cuadros nacionales existen designaciones o referencias sobre la utilización del espectro. En este sentido, se establecen tipos de utilizations de frecuencias adicionales respecto a los previstos en la atribución de una banda de frecuencias a un servicio radioeléctrico dado. Por ejemplo, en el Cuadro internacional de frecuencias, algunas bandas atribuidas al servicio móvil se designan como utilizables por sistemas IMT-2000. Dichas designaciones del Cuadro internacional no excluyen el uso de la banda de frecuencias por los servicios a los que está atribuida ni conllevan prioridad alguna para dicho uso. No obstante, los países pueden optar a nivel nacional por conceder a dichas designaciones prioridades de uso o incluso un uso exclusivo dentro de una banda concreta. Por ejemplo, una banda atribuida al servicio móvil o móvil terrestre puede ser designada a nivel nacional para un servicio telefónico móvil celular excluyendo la explotación en la misma de cualquier otro servicio móvil.

## **3 Autorizaciones**

La autorización es un proceso en virtud del cual los usuarios acceden al espectro. Puede implicar la asignación de frecuencias específicas a usuarios, o la atribución de ciertas bandas o subbandas de frecuencias a usuarios concretos que pueden, o no, tener la capacidad de transferir a otros dichos derechos sobre el espectro, o simplemente autorizar el uso de equipos específicos o de categorías de equipos. Es importante distinguir entre métodos para determinar quien tendrá acceso al espectro y cuál será el costo de dicho acceso (véase también las secciones 4 y 5 de este módulo).

### **3.1 Introducción a las autorizaciones**

Las actividades de autorización asociadas a la gestión del espectro incluyen la concesión de licencias, el examen y certificación de operadores de radio, la homologación y aceptación de equipos y la notificación y registro internacional. Respecto a las licencias, las hay de varios tipos, incluidas licencias individuales, licencias para sistemas, licencias de clase, autorizaciones generales, etc. Algunas utilizations del espectro no precisan licencia. Sin embargo, es importante tener en

cuenta que el hecho de no necesitar licencia no significa que no exista reglamentación alguna, ya que, por ejemplo, los equipos pueden estar obligados a cumplir determinadas normas técnicas.

La expansión de los servicios de telecomunicaciones móviles y la liberalización de los mercados de telecomunicaciones en las economías en desarrollo y emergentes hace que las autorizaciones para la concesión de licencias para servicios de telecomunicación tenga una especial importancia. Por ejemplo, es necesario autorizar a los proveedores de servicios móviles celulares para que puedan utilizar el espectro necesario y exploten sus redes.

Es importante que el proceso reglamentario permita la concesión simultánea de autorizaciones para la explotación de servicios de telecomunicaciones y para la utilización del espectro radioeléctrico necesario. No deben producirse retardos ni existir requisitos reglamentarios inconsistentes entre ambos tipos de autorizaciones. Ese es también el caso de las autorizaciones para el servicio de radiodifusión. Si fueran necesarias dos autorizaciones, éstas deben concederse simultáneamente. Estos procedimientos se analizan con más detalle para servicios de telecomunicaciones en el Módulo 3 (Autorizaciones de servicios de telecomunicaciones/TIC).

Se han utilizado diversos métodos administrativos para la gestión de los procesos de concesión de espectro. Entre ellos, el procedimiento basado en el criterio "primero llegado primero servido", la reserva para ciertos usuarios a modo de planificación a priori, y los denominados concursos de méritos, para decidir a quién se asigna determinadas frecuencias o bandas de frecuencias. También pueden emplearse métodos de naturaleza económica, tales como lotería o subasta. Cada método tiene sus ventajas e inconvenientes, que se analizan con más detalle en la sección 5, Fijación del precio del espectro.

La tecnología mejorada utilizada para analizar el uso del espectro (véase la sección 6.2.3, Actividades de comprobación técnica del espectro) y los sistemas de información, juegan papeles cada vez más importantes en la asignación y seguimiento del uso del espectro, así como en funciones administrativas tales como el cobro de las tasas por las licencias y la elaboración de información a remitir a otros países o a la UIT, según proceda. Es muy importante disponer de sistemas a medida y que dichas tecnologías se apliquen de conformidad con las necesidades reales y los recursos disponibles. El mantenimiento de dichos sistemas de información debe estar garantizado, lo cual refuerza la necesidad de que sean adquiridos mediante procedimientos competitivos.

Con independencia del método de asignación de frecuencias que se adopte, es necesario disponer de capacidad de ingeniería del espectro para asegurar, entre otros aspectos, que la utilización de las frecuencias autorizadas no produzca interferencia o para resolver casos de interferencia nacional o internacional que puedan surgir. Dicha capacidad también es necesaria para, por ejemplo, evaluar nuevas tecnologías, como los equipos radioeléctricos definidos por software.

En las secciones siguientes se analiza la asignación de frecuencias y otros asuntos conexos, incluidos los métodos para realizar dicha asignación, la relación con otras autorizaciones y el importante asunto del impacto de la innovación tecnológica y de los métodos de concesión de autorizaciones; igualmente se ofrece una visión general de asuntos técnicos, tales como la certificación de operadores de radio y la autorización de equipos.

### **Información conexa**

Módulo de autorización de servicios de telecomunicaciones – sección 6.6 Autorizaciones para la utilización del espectro.

## **3.2 Asignación de frecuencias**

Para los gestores del espectro, la autorización de uso del espectro conlleva asimismo la del equipo de radiocomunicación y la asignación de frecuencias. La administración del proceso de concesión de licencias contribuye a una adecuada gestión del espectro. La concesión de licencias también conlleva el control del funcionamiento de las estaciones radioeléctricas y la utilización de las frecuencias asignadas.

Las actividades de autorización del espectro incluyen el análisis de los requisitos asociados a las frecuencias propuestas de conformidad con los planes nacionales y las políticas de atribución de frecuencias. Ello incluye las actuaciones necesarias para la protección de los sistemas de radiocomunicaciones frente a la interferencia perjudicial y la que bloquea el funcionamiento del sistema interferido. Se utilizan diversas estrategias de autorización del espectro para garantizar una adecuada utilización del mismo, facilitar su reutilización y lograr una utilización eficiente.

Para los usuarios actuales y potenciales del espectro, es importante conocer sus derechos y obligaciones con suficiente detalle para permitirles elaborar planes y evitar la interferencia entre sus respectivas actividades. Excepto en el caso del espectro sin licencia, ello se realiza en la fase de asignación de frecuencias, que se convierte así en una fase esencial de la reglamentación del espectro, especialmente si las licencias se conceden con una larga duración.

Por ejemplo, el Acuerdo de Libre Comercio negociado en 2009 entre la Unión Europea y la ASEAN incluye en su Artículo 31 la garantía de que los requisitos de la atribución de frecuencias a licenciarios deben estar adecuadamente especificados en los términos de la licencia. En el caso de autorizaciones de espectro, ello es particularmente importante cuando los licenciarios tienen derechos de transferencia, alquiler o comercialización, y deben obtener la aprobación del regulador para cualquier cambio o simplemente informar del mismo.

La labor del gestor del espectro para que la asignación del espectro resulte eficaz depende del método elegido y de las relaciones con otras autorizaciones, como las relativas a licencias de radiodifusión. Los nuevos desarrollos tecnológicos pueden modificar los métodos utilizados para la concesión de autorizaciones y pueden exigir la reorganización del espectro. El proceso necesita soporte administrativo y de ingeniería y, en algunos casos, financiero. Estos asuntos se analizan en las secciones siguientes.

### **3.2.1 Métodos de asignación de frecuencias**

La sección 1.5, Visión general del espectro, proporciona un análisis en profundidad de los tres principales métodos para el acceso de los usuarios al espectro: métodos administrativos, métodos de mercado y acceso a espectro sin licencia. A los efectos del análisis sobre la autorización del uso del espectro, sólo son relevantes los dos primeros ya que el tercero no implica la asignación o concesión de licencias a usuarios individuales.

En el caso de los métodos administrativos, el gestor del espectro especifica normas detalladas y limitaciones que afectan a cómo, dónde y cuándo puede utilizarse el espectro, y quién tiene derecho de uso del mismo. La reducción al mínimo de la interferencia perjudicial es parte esencial del modelo tradicional, que pone énfasis en la gestión técnica del espectro radioeléctrico.

Los métodos de mercado se utilizan en la fase inicial de concesión de una licencia del espectro, en concreto cuando se realizan subastas y para permitir la ulterior compra y venta de licencias (comercialización) durante la vida útil de las mismas, permitiendo modificar la utilización del espectro y su transferencia entre usuarios.

Los métodos administrativos de asignación y la utilización de métodos de mercado, como las subastas, tienen muchos elementos en común. En ambos casos, es necesaria la máxima transparencia en relación con los derechos y obligaciones asociados a una licencia, que deben especificarse en todo lo que concierne a tecnología, geografía y tiempo.

La tecnología es el aspecto más complejo. En el caso de asignación administrativa de licencias a un usuario particular para proporcionar un servicio concreto (algún tipo de radar, GSM, etc.), las restricciones tecnológicas de la licencia se definen normalmente en términos de ubicación, potencia y cobertura geográfica del equipo especificado. Las especificaciones tratan de evitar las interferencias con otros usuarios. Cualquier diferencia respecto a dichas condiciones supone un incumplimiento de la licencia. No obstante, si las licencias son flexibles y pueden utilizarse para cualquier propósito (por ejemplo, tras ser objeto de un intercambio comercial entre usuarios), no resulta de aplicación el proceso de licencia de equipos descrito, ya que los posibles usos están asociados a distintos tipos de equipos. En estas circunstancias, los licenciarios estarán sujetos a restricciones sobre el tipo de emisiones que pueden realizar en los límites de la zona geográfica de la licencia (es decir, qué desbordamiento está permitido sobre zonas geográficas y frecuencias adyacentes). Este aspecto es considerablemente más complejo.

El alcance geográfico de una licencia puede especificarse de forma más sencilla una vez que se haya resuelto lo antes indicado sobre interferencias. Puede ser todo el territorio bajo responsabilidad del regulador del espectro o un pequeño subconjunto del mismo necesario, por ejemplo, para un radar o una estación de radio local.

También debe especificarse la duración de la licencia. En la sección 4.2.4 de este módulo (Compartición basada en métodos de mercado – Duración de la licencia) se analizan las ventajas e inconvenientes de una duración de las licencias más o menos prolongada.

Una vez definidos los derechos y obligaciones asociados a una licencia, los métodos administrativo y de mercado (subasta) divergen. Si se utiliza un método administrativo, el regulador decide cómo realizar la asignación. Si no hay una demanda suficiente del espectro, el método elegido puede ser "primero llegado, primero servido": el regulador anuncia la disponibilidad de licencias e invita a que los interesados hagan sus solicitudes.

Los solicitantes deben ser valorados mediante algún procedimiento que debe ser especificado, tras lo cual, los elegidos reciben las licencias hasta su vencimiento. Si se prevé un exceso de demanda, normalmente se prefiere aplicar un proceso de asignación competitiva. Para que éste sea justo y transparente, el regulador debe establecer los criterios de valoración que utilizará, por ejemplo, en relación con la cualificación técnica y financiera de los solicitantes, su acceso a capital financiero, el alcance y zona geográfica de los servicios y otros. Cada criterio deberá tener una ponderación anunciada y se especificará un método objetivo de medición de las valoraciones.

Si se utiliza una subasta para la asignación, los procedimientos empleados deberán establecerse con detalle para garantizar que todos los competidores estén en las mismas condiciones. Por ejemplo, si se utiliza un procedimiento con presentación de ofertas selladas, debe quedar claramente especificada la fecha y el lugar exacto de la entrega y registro de la oferta. Si se utiliza un proceso de subasta abierto, en el cual los licitadores hacen sus ofertas en rondas de licitación sucesivas, debe especificarse el procedimiento completo descriptivo de las rondas a realizar, los incrementos de las cantidades de las sucesivas ofertas, la obligación de hacer nuevas ofertas y así, sucesivamente, todos los pasos previstos. Estos aspectos son analizados con más detalle en la nota práctica sobre subastas.

En cualquier caso, es esencial que el regulador se ciña estrictamente a las condiciones que ha especificado para la asignación. Cualquier desviación o evidencia de parcialidad, prejuicio o conflicto de intereses, sería dañino desde varios puntos de vista. En primer lugar, las impugnaciones

legales pueden retrasar el inicio del servicio que pretende beneficiar a los usuarios, posiblemente por un periodo de años. En segundo lugar, las dudas sobre la integridad del proceso harán que haya empresas que no participen en los procesos de asignación competitiva. Como resultado de ello, podrían resultar elegidos candidatos de menor calidad, lo que a largo plazo perjudicaría a los consumidores.

### **3.2.2 Relación con otras autorizaciones**

Debe señalarse que a menudo existen autorizaciones adicionales que son necesarias en paralelo con la autorización del espectro. En el caso de los operadores de telecomunicaciones, normalmente se exige una licencia de operador (véase el Módulo 3, Autorización de servicios de telecomunicaciones). La concesión de licencias de telecomunicaciones puede conllevar la necesidad de facilidades radioeléctricas o de otro tipo, estando las primeras sujetas a autorización del espectro, además de la licencia específica de telecomunicación. En algunos países, dicha licencia de operador de telecomunicaciones es otorgada por la misma autoridad responsable del espectro, mientras que en otros la licencia de telecomunicaciones la concede un organismo regulador diferente.

Igualmente, en el caso de la radiodifusión, a menudo es necesario disponer de una licencia de radiodifusor además de la licencia del espectro. También en ese caso, en algunos países es el mismo organismo regulador quien concede ambas licencias, mientras que en otros se trata de un regulador distinto. En algunos países el mismo organismo regulador lleva a cabo la regulación del espectro, de las telecomunicaciones y de la radiodifusión.

Además de estas autorizaciones, las radiocomunicaciones pueden estar sujetas a otras autorizaciones. Por ejemplo, si una estructura de antena supera una determinada altura y/o se encuentra a cierta distancia de un aeropuerto, pueden ser necesarios determinados requisitos sobre su balización mediante luces y pintura. Normalmente, es la autoridad gubernamental responsable de la seguridad de la navegación aérea quien establece dichos requisitos. Los restantes tipos de autorizaciones que pueden ser necesarias se denominan en algunos países permisos de planificación local. El emplazamiento de las antenas puede estar sujeto a políticas locales del suelo y a autorizaciones que aseguren el cumplimiento de dichas políticas.

#### **Información conexas**

Las siguientes referencias son ejemplos de reguladores de jurisdicciones en las que son responsables de múltiples autorizaciones de servicios (televisión, radio, telecomunicaciones), autorizaciones singulares y reglamentaciones relativas al despliegue de infraestructuras (antenas en los municipios).

Ofcom es el regulador independiente y autoridad de la competencia para la industria de las telecomunicaciones en el Reino Unido, con responsabilidades en el ámbito de los servicios de televisión, radio, telecomunicaciones y de comunicaciones inalámbricas.

<http://www.ofcom.org.uk>.

La CRTC (*Canadian Radio Television and Telecommunication Commission*) es un organismo independiente responsable de la regulación de la radiodifusión y las telecomunicaciones en Canadá.

<http://www.crtc.gc.ca>.

La *Nepal Telecommunications Authority* es responsable de la regulación nacional de radiodifusión (National Broadcasting Regulation), 2052 (1995) y de las licencias necesarias para radiodifusión.

[http://www.nta.gov.np/national\\_broadcasting\\_regulation\\_2052.html](http://www.nta.gov.np/national_broadcasting_regulation_2052.html).

### 3.2.3 La liberalización y su impacto en el régimen de autorizaciones

En los últimos años ha habido un movimiento de alejamiento del modelo tradicional, principalmente en países en los que la demanda de espectro está creciendo rápidamente. Dos características comunes a numerosas reformas de las políticas de gestión del espectro son la liberalización y la flexibilidad.

- La **liberalización** hace referencia al grado en que los derechos de uso del espectro pueden ser gestionados mediante mecanismos de mercado, ello incluye las asignaciones competitivas (como las subastas) y el comercio secundario. En este contexto, la gestión se delega en la mayor medida posible en quienes utilizan el espectro. Los organismos de gestión del espectro juegan en este caso el papel que corresponde a una regulación "ligera".
- La **flexibilidad** hace referencia a la relajación de las limitaciones que afectan a la utilización del espectro y las tecnologías (ya sean de uso común o de uso compartido gestionado), así como la posible ampliación de las frecuencias que no precisan licencia. Muy pocos países han abierto partes significativas del espectro a un escenario genuino de espectro común. De manera destacada, Estados Unidos ha iniciado esta vía con una notable actividad innovadora. En dicho país, la utilización de Wi-Fi, WiMAX y UWB (banda ultra ancha) ha ganado gran relevancia con varios años de antelación respecto a otros países, principalmente debido al tamaño del mercado y a las medidas reglamentarias diseñadas para promover la flexibilidad y la utilización de espectro sin licencia.

Los beneficios de la liberalización se refuerzan en presencia de una mayor flexibilidad y los beneficios de ésta son mayores en un entorno liberalizado. En consecuencia, liberalización y flexibilidad están estrechamente relacionadas.

### 3.2.4 Innovación tecnológica y su impacto en el régimen de autorizaciones

Los procedimientos de asignación se enfrentan a un desafío importante cuando la innovación tecnológica modifica la utilización óptima del espectro. En determinadas circunstancias ello puede no constituir un problema. Por ejemplo, si en el contexto de un procedimiento administrativo la expiración de una licencia ocurre justamente cuando es deseable un cambio de utilización del espectro, podría concederse una nueva licencia para el nuevo servicio. Si está en vigor un régimen de mercado que permite el comercio secundario y la modificación de la utilización del espectro, la compra venta de licencias permitiría una transición sin intervención regulatoria. Uno de los argumentos esgrimidos en relación con los métodos de mercado es que deja al regulador fuera del proceso de respuesta a los cambios tecnológicos que están ocurriendo a una velocidad cada vez mayor.

La innovación tecnológica está mejorando la eficiencia del uso del espectro, lo que significa mayores posibilidades de uso del espectro disponible. Dos medidas de la verdadera eficiencia técnica conseguida son la ocupación del espectro y la velocidad binaria. En este sentido, una medida de la eficiencia técnica del uso del espectro, es lo constante o intensa que sea su utilización a lo largo del tiempo. La velocidad binaria representa el volumen de datos e información que puede transmitirse en una capacidad espectral dada.

En los párrafos siguientes se presentan varios tipos de tecnologías innovadoras cuya introducción está modificando el entorno en que se desenvuelve la utilización del espectro. Se trata de las tecnologías de espectro subyacente y de superposición espectral:

- **Espectro subyacente** (*spectrum underlay*): es una técnica de gestión del espectro en la que señales de muy baja densidad espectral coexisten, a título secundario, con usuarios primarios de la banda o bandas de frecuencia. Los usuarios primarios despliegan sistemas con un nivel de densidad de potencia mucho mayor. Desde el punto de vista de los usuarios

primarios, la aplicación de la tecnología de espectro subyacente produce un ligero incremento del ruido de fondo.

- **Superposición espectral** (*spectrum overlay*): es una técnica que puede ser pasiva o activa. Por ejemplo, el servicio de radioaficionados comparte espectro con diversos usuarios gubernamentales utilizando superposición espectral pasiva, puesto que el usuario busca un canal radioeléctrico libre en la banda ciudadana (CB). La tecnología de superposición espectral pasiva difiere de la tecnología de superposición espectral activa. Las tecnologías superposición espectral activas están comenzando a aparecer y se encuentran en fase de pruebas. Actualmente se está realizando una experiencia en Irlanda con la participación de varios fabricantes importantes de equipamiento y dispositivos. Los estudios actuales se centran en enfoques alternativos de utilización de esta tecnología.

En realidad, la situación suele ser bastante más compleja. Incluso pueden existir dudas sobre los derechos de que goza un licenciataria. Ese ha sido el caso en el Reino Unido, donde las licencias tienen una probabilidad razonable, y jurídicamente establecida, de poder ser apercebidas de su retirada un número indeterminado de años antes de que prescriba. En un régimen de mercado en el que las licencias tienen una duración limitada (por ejemplo, veinte años), puede haber un periodo de incertidumbre cuando sea deseable modificar el uso de una banda de frecuencias pero no exista ningún agente en el mercado preparado para realizar las inversiones necesarias dada la incertidumbre sobre el acceso futuro al espectro.

Por otra parte, puede facilitarse la reorganización del espectro ("*refarming*") mediante ayudas públicas u otras fuentes de financiación que reduzcan el impacto del cambio a otra banda de frecuencias de los usuarios actuales de la misma. En el Reino Unido existe un plan para la eficiencia del espectro, administrado por el regulador y destinado a financiar dichos costos. En Estados Unidos los usuarios del Gobierno Federal, como el Departamento de Defensa, pueden ceder frecuencias a usuarios comerciales si son compensados. La legislación en vigor permite la subasta de dicho espectro, utilizándose los costos de reubicación como "política de rescate": en otras palabras, el proceso sólo progresa si se compensa a la parte que debe abandonar la banda de frecuencias en cuestión.

Otra variante de reasignación de espectro para la aplicación de nuevas tecnologías es la realización de subastas. Por ejemplo, el regulador puede intervenir y subastar por adelantado de una banda de frecuencias para el periodo siguiente cuando al licenciataria de la misma aún le reste un cierto tiempo antes de su vencimiento, y al mismo tiempo declarar la banda como comercializable. El licenciataria prospectivo puede negociar con el actual licenciataria una eventual liberación anticipada del espectro, si dicha transferencia es en beneficio mutuo.

La reasignación exitosa o reorganización del espectro es un aspecto esencial para una utilización flexible que responda a la demanda de nuevos servicios.

### **Información conexas**

Módulo de aspectos jurídicos e institucionales de la regulación, sección 4.3.2, Efectos de la convergencia en las licencias del espectro.

#### **3.2.5 Soporte de ingeniería**

Las organizaciones responsables de la gestión del espectro y el sector privado han desarrollado herramientas para la gestión del espectro. Dichas herramientas se han diseñado para la planificación y gestión de las bandas de frecuencias, y son aplicables tanto al trabajo de gabinete como a las actividades de campo. Estas herramientas ayudan a los gestores de frecuencias a establecer y mantener los requisitos administrativos y técnicos de la gestión del espectro. Las herramientas son muy sofisticadas y realizan análisis que exigen manipular grandes cantidades de datos con formatos

y estructuras diversas. Ello plantea problemas a los reguladores de países desarrollados y de países en desarrollo. Se han desarrollado técnicas para la adquisición y gestión de datos, así como técnicas innovadoras de extracción y manipulación de datos críticos y bases de datos que permitan convertir los datos en información de utilidad para la gestión de frecuencias.

También son necesarias actividades de ingeniería para determinar los servicios radioeléctricos y aplicaciones que pueden compartir la misma banda de frecuencias. A menudo es necesario realizar cálculos de ingeniería complejos para la compartición de una porción de espectro radioeléctrico entre tantos tipos de utilidades y usuarios como sea posible. El análisis de los casos de interferencia perjudicial de carácter internacional o nacional y la coordinación de frecuencias con otros países también requiere experiencia en ingeniería. El soporte de ingeniería es importante para realizar las propuestas de modificación de tratados o acuerdos de carácter bilateral o multilateral (por ejemplo, para los trabajos de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones del UIT-R) y para analizar las propuestas de terceros.

### **Información conexa**

SMS4DC Version 2.0 – Spectrum Management System for Developing Countries. Edición 2008.

Foro de Desarrollo Regional del UIT-D para la Región Árabe: Acceso al espectro incluyendo las tendencias y tecnologías de los servicios de radiodifusión".

### **3.2.6 Soporte administrativo**

Las tareas de gestión del espectro relevantes, tales como las autorizaciones, que conllevan labores de planificación e ingeniería, no pueden realizarse si no se dispone de personal organizado en unidades con experiencia en aspectos jurídicos, financieros y de gestión de la información, así como diversas actividades administrativas y de oficina. En el Cuadro siguiente se muestran varias funciones y responsabilidades administrativas adicionales a las de planificación, ingeniería y otras de la gestión del espectro.

Algunas funciones administrativas están asociadas a tareas rutinarias y a los métodos de concesión de licencias de radiocomunicaciones, a la aprobación de tipos de equipos radioeléctricos y a la comprobación técnica rutinaria de las emisiones. Dichas tareas rutinarias deben apoyarse en procesos administrativos bien definidos que pueden mejorarse notablemente en términos económicos mediante sistemas de gestión de la información eficientes. La calidad del servicio puede mejorarse mediante puntos de presencia del servicio cercanos a clientes y usuarios.

Otras funciones están asociadas a áreas más técnicas relacionadas con procesos de planificación y autorización. Para apoyar las actividades de planificación y poner en marcha nuevas prácticas es necesario experiencia jurídica, financiera y económica. La elaboración de planes de bandas de frecuencias, la fijación de tasas por el espectro, los procesos de concesión de licencias, el análisis y supervisión de la ocupación de espectro y los procesos de licitaciones competitivas, generan nuevos procesos de negocio. El análisis de los procesos de negocio permite la comprensión cabal de las necesidades de información, datos y aplicaciones. En este punto, la planificación es una actividad más relacionada con la arquitectura técnica y las plataformas tecnológicas.



## **Funciones para la gestión del espectro**

Política y planificación de la gestión del espectro
Asignación de frecuencias y concesión de licencias
Normativa, especificación y autorización de equipos
Comprobación técnica del espectro (fiscalización y control de las emisiones)
Coordinación internacional
Enlace y consulta
Soporte de ingeniería del espectro
Soporte de computación
Soporte administrativo y jurídico

Fuente: Manual de gestión del espectro de la UIT.

### **3.3 Certificación de operador de equipos radioeléctricos**

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT establece la necesidad de que determinados operadores de equipos radioeléctricos estén en posesión del correspondiente certificado que lo acredite. El Capítulo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones recoge los requisitos en el ámbito aeronáutico, mientras que el Capítulo 9 recoge los del ámbito marítimo. Además, el Artículo 25 del Reglamento de Radiocomunicaciones y la Recomendación UIT-R M.1544, incorporada al mismo mediante referencia, recoge los requisitos aplicables a cualquier persona que desee explotar una estación del servicio de aficionados. Garantizar la conformidad con éstos y otros requisitos de los operadores de equipos radioeléctricos nacionales implica la realización de exámenes y la emisión de certificados de operador de equipos radioeléctricos de varios tipos. En la mayoría de los países, la realización de dichos exámenes se delega en una entidad pública o privada relacionada con el campo de actividad pertinente, es decir, aeronáutico, marítimo o de radioaficionados. A menudo, dichas entidades también imparten cursos que abarcan las materias necesarias para el certificado de operador. En algunos casos, la autoridad delegada es también la que emite el certificado de operador en nombre del regulador gubernamental.

### **3.4 Autorización de equipos**

La utilización de equipos de radiocomunicaciones (a los que a menudo se hace referencia como aparatos radioeléctricos) debe ser autorizada, aunque dicha utilización no precise de una licencia. Garantizar que el equipo cumple determinadas normas técnicas reduce la posibilidad de interferencia perjudicial.

#### **3.4.1 Certificación de equipos**

La certificación y homologación de equipos garantiza que en términos de diseño, el equipo radioeléctrico con licencia cumpla los requisitos reglamentarios y puedan coexistir equipos radioeléctricos y estaciones radioeléctricas dentro de unos límites aceptables. Dichos límites se establecen teniendo también en cuenta aspectos prácticos de tipo económico relativos a la eficiencia de la utilización del espectro. La existencia de registros accesibles de equipos aprobados y con licencia facilita los procesos de concesión de licencias y de asignación.

La autoridad de gestión del espectro, o el agente designado, mantiene una lista de categorías de equipos que requieren homologación o certificación. La aceptación, a veces denominada certificación voluntaria, permite que los equipos de telecomunicación incluidos en la lista sean comercializados o utilizados sin necesidad de una certificación del equipo (homologación). La

certificación requiere que los equipos que pongan a la venta o se utilicen reciban una certificación previa de aprobación en la jurisdicción del país.

### **3.4.2 Certificación en laboratorio**

Las pruebas de equipos de radiocomunicaciones destinadas a verificar su conformidad con normas nacionales se realizan en instalaciones de pruebas de los propios gobiernos o en laboratorios del sector privado. Reconociendo la naturaleza dinámica del cambio y la innovación tecnológica, así como los elevados costos de los equipos de prueba, los gobiernos nacionales están favoreciendo progresivamente el establecimiento de instalaciones del sector privado. Debido a la importancia de las pruebas y la certificación, así como la complejidad y confianza depositada en sus resultados, la política y reglamentación sobre armonización de la normalización ha evolucionado en todas las regiones y mercados. La armonización también ha sido promovida mediante la adopción de metodologías consistentes aplicadas a los procesos de certificación de los organismos de evaluación de conformidad. Dichos organismos son organizaciones reconocidas por la autoridad responsable de la gestión del espectro y tienen por objetivo la realización de pruebas y la certificación de equipos de radiocomunicaciones.

Un organismo de evaluación de conformidad (OEC) de un país puede ser reconocido por otro país en virtud de un acuerdo. Los acuerdos de reconocimiento mutuo (ARM) facilitan este tipo de actividad comercial entre los países. Pueden ser bilaterales o regionales y simplifican los procedimientos de evaluación de conformidad para una amplia gama de equipos de telecomunicación y otros equipos conexos. Un ejemplo es el ARM de cooperación económica en materia de telecomunicaciones de la región de Asia-Pacífico. Estas actividades permiten reducir los costos de suministro de equipos de radiocomunicaciones y garantizan su calidad y conformidad. Un ARM permite el reconocimiento mutuo por las partes que han alcanzado un acuerdo sobre un OEC, así como la aceptación mutua de los resultados de las pruebas y de los procedimientos de certificación de equipos realizada por dicho organismo durante la evaluación de conformidad de los equipos con la reglamentación técnica relevante.

## **4 Compartición del espectro**

Esta sección es una adaptación del documento de discusión sobre Compartición del Espectro preparado para el 8° Simposio Mundial para Reguladores (GSR).

### **4.1 Introducción**

En esta sección se analizan las tendencias en materia de métodos de gestión del espectro utilizados por los gestores de espectro que tratan de responder así a una demanda creciente de espectro como consecuencia del imparable crecimiento de nuevos servicios y tecnologías. En las secciones siguientes se analiza el acceso al espectro, las tendencias internacionales y aspectos relacionados con la implementación.

La compartición del espectro no es una tendencia universal de todos los reguladores, ni todos los reguladores aplican los mismos enfoques:

- Los métodos empleados por los reguladores para la gestión de espectro común, sin licencia pero regulado, van desde la necesidad de disponer de licencia e imponer restricciones, hasta el posible establecimiento de alguna restricción adicional a las especificaciones técnicas. La UIT ha alentado la atribución de bandas de frecuencias para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM) para su uso sin licencia mediante dispositivos de baja potencia como, por ejemplo, WiFi.

- Los cambios destinados a alentar la compartición del espectro por diferentes servicios, como el servicio fijo y el móvil, han demostrado que en muchos países se siguen reservando cantidades significativas de espectro con carácter exclusivo (uso gubernamental). La CMR-07 ha hecho progresos importantes aumentando la cantidad de espectro destinado a los servicios de banda ancha.

La compartición del espectro incluye técnicas de varios tipos, administrativas, técnicas y de mercado. La compartición puede conseguirse mediante un esquema de concesión de licencias y/o disposiciones comerciales que incluyan el alquiler del espectro o la comercialización del mismo. El espectro puede también ser compartido en varias dimensiones: temporal, espacial y geográfica. La limitación de la potencia de transmisión es también un factor que puede utilizarse para permitir la compartición. Los dispositivos de baja potencia en bandas de espectro común funcionan sobre la base de mejorar las condiciones de propagación de la señales aplicando técnicas de reducción de potencia e interferencia. La compartición del espectro puede mejorarse gracias a tecnologías avanzadas en desarrollo (aún no disponibles comercialmente), como los sistemas radioeléctricos cognitivos. En este documento se analizan estas tecnologías y otros conceptos conexos, con referencias a ejemplos destacados de experiencias de comercialización de espectro.

Un aspecto común a las tecnologías innovadoras y los métodos de mercado es la necesidad de un equilibrio. Es de gran relevancia resolver aspectos relativos a la interferencia mediante métodos basados en el principio de neutralidad tecnológica. La interferencia no puede eliminarse y, por tanto, la identificación de modelos de gestión de interferencia que soporten la compartición del espectro con independencia de que se apliquen métodos administrativos, de mercado o de espectro común, sigue siendo un requisito permanente y un desafío para los gestores del espectro. En este documento se analizan estos asuntos y se presentan ejemplos de posibles soluciones. La sección termina con un análisis de las mejores prácticas utilizadas en para impulsar la compartición del espectro y diversos aspectos de su implementación.

## 4.2 Acceso al espectro

Conforme la demanda de espectro aumenta y las bandas de frecuencias se congestionan progresivamente, particularmente en centros urbanos densamente poblados, los gestores del espectro siguen distintos enfoques en relación con el uso compartido de frecuencias: utilización de métodos administrativos, incluida la compartición dentro de banda, concesión de licencias para alquiler y comercialización de espectro, bandas de frecuencias comunes sin licencia y utilización de equipos radioeléctricos de baja potencia o tecnologías radioeléctricas avanzadas, incluyendo la banda ultra ancha y los sistema de radio multimodales.

La compartición del espectro implica típicamente que más de un usuario comparta la misma porción de espectro para aplicaciones o tecnologías diferentes. A la compartición de una banda de frecuencias sujeta a la concesión de una licencia, se denomina compartición por superposición espectral (*spectrum overlay*). Por ejemplo, una banda de frecuencias utilizada para la distribución de televisión en una zona geográfica podría utilizarse en otra zona para otra aplicación, como por ejemplo, acceso inalámbrico de banda ancha, sin riesgo de interferencia y aunque exista una atribución de ámbito nacional.

La compartición del espectro es necesaria cuando existe una demanda tal que genera congestión, existen medios técnicos que permiten la coexistencia de usuarios, y los medios alternativos utilizados para adaptar la utilización del espectro y la asignación a un uso compartido han resultado ser molestos y costosos y han socavado los objetivos de eficiencia técnica y económica. Desde el punto de vista de las implicaciones para los gestores del espectro, las políticas de gestión del espectro están evolucionando hacia modelos más flexibles y orientados al mercado con el fin de ofrecer más oportunidades para un uso eficiente del espectro.

#### 4.2.1 Formas de compartición del espectro

En general, existen varias formas de compartir espectro y conseguir los objetivos de mejora del acceso al mismo, ofreciendo más flexibilidad a más usuarios gracias a la implementación de:

- Métodos liberalizados de asignación de derechos sobre el espectro, tales como el alquiler, la comercialización (véase la sección 1.5.2, Métodos de mercado) y el espectro común (véase sección 1.5.3 Espectro sin licencia).
- Un nuevo paradigma de protección frente a la interferencia que tiene en cuenta nuevas tecnologías, como el acceso dinámico al espectro en el que se utilizan las tecnologías de espectro subyacente, basadas en el establecimiento de límites de potencia, como por ejemplo, las tecnologías de banda ultra ancha (UWB), las redes malladas, los sistemas radioeléctricos definidos por software (SDR), las antenas inteligentes y los sistemas radioeléctricos cognitivos (véase la sección 4.2.5, Habilitación técnica de la compartición).

#### Información conexa

La UIT organizó un taller sobre Nuevas Iniciativas bajo el lema "Gestión del espectro radioeléctrico en un mundo convergente", que se celebró en la Sede de la UIT, en Ginebra del 16 al 18 de febrero de 2004. Las presentaciones y documentos del taller pueden descargarse del sitio web de la UIT en [www.itu.int/osg/spu/ni/spectrum](http://www.itu.int/osg/spu/ni/spectrum).

#### 4.2.2 ¿Qué bandas pueden ser compartidas?

Existen bandas de frecuencias que se comparten entre varios usuarios que han de mantener una cierta separación geográfica para asegurar que se cumplen las limitaciones operacionales que evitan la interferencia entre servicios. Un buen ejemplo de ello es el espectro compartido entre enlaces de servicios por satélite y del servicio fijo, cuyos radioenlaces transmiten horizontalmente, haciendo que la interacción entre sistemas sea limitada. Así mismo, los servicios fijos y móviles comparten bandas de frecuencias y lo hacen manteniendo una separación geográfica y limitando su potencia.

Potencialmente, todas las bandas de frecuencias pueden compartirse y muchas permanecen infrautilizadas, es decir, es técnicamente posible compartir bandas utilizando combinaciones de métodos administrativos (asignación – limitaciones de tiempo, geografía y gestión de la interferencia) y soluciones técnicas (filtros, antenas inteligentes, transmisores inteligentes, como radios definidas por software (SDR) y sistemas radioeléctricos cognitivos, junto con limitaciones de la potencia de transmisión y una cierta relajación de las restricciones contra la interferencia). Una excepción relevante puede ser consecuencia de decisiones de política del espectro destinadas a mantener una banda y unas asignaciones exclusivas para servicios de socorro y seguridad.

Si embargo, no todas las bandas son iguales y puede aumentar la presión para liberar nuevas bandas o para compartir bandas entre determinados servicios. Para los accesos inalámbricos de banda ancha, las bandas de frecuencia no tienen que ser necesariamente contiguas, pero deben tener una anchura de banda suficiente (unos 2,5 MHz) para soportar aplicaciones de banda ancha, como video, y deberían utilizar frecuencias con buenas condiciones de propagación (por debajo de 1 GHz) y una amplia cobertura geográfica. Las bandas con una baja ocupación y utilización (por encima de 15 GHz) también pueden ser de interés.

La cuestión de la compartición de bandas del espectro para utilización pública surge como consecuencia de la gran cantidad de espectro que mantienen los gobiernos para su uso exclusivo. Los argumentos a favor de que existan disposiciones especiales relativas al espectro para el sector público son los siguientes:

- son indispensables para servicios tales como los radares para la defensa;

- el servicio tiene en sí mismo (como por ejemplo, el servicio de ambulancias) una prioridad muy alta; y
- en la práctica preexistente sobre gestión del espectro, la única forma de disponer de espectro radioeléctrico han sido los métodos administrativos.

No obstante, el espectro es un factor muy similar a otros factores productivos que los servicios del gobierno consiguen en mercados estructurados. Para un análisis más detallado del espectro de uso público véase la sección 2.3.7, Espectro de uso público.

#### **4.2.3 Compartición basada en métodos administrativos**

La gestión administrativa de la compartición del espectro implica generalmente los procesos del regulador destinados a establecer dónde puede tener lugar la interferencia y las reglas aplicables. También incluye la definición de las reglas de compartición para la calidad de funcionamiento de los sistemas radioeléctricos y normas técnicas aplicables, las especificaciones de los equipos y su homologación. Para mejorar la compartición del espectro, el regulador pueden adoptar las medidas siguientes:

- Establecer políticas para realizar atribuciones de frecuencias y concesión de licencias en función de la demanda del mercado, así como desarrollar procesos justos, eficientes y transparentes para la concesión de licencias. Ello puede implicar abordar un proceso de evaluación de las atribuciones existentes y la determinación de cuánto espectro puede atribuirse de forma compartida o no exclusiva.
- Realizar una auditoria independiente sobre la titularidad del espectro a fin de identificar bandas en las que se puedan acometer cambios de forma inmediata.
- Realizar consultas entre las partes interesadas para obtener información que sirva de apoyo a decisiones sobre la normativa en materia de compartición y de aspectos técnicos.
- Alentar la adopción de soluciones basadas en la negociación entre las partes, incluyendo el pago de compensaciones.
- Establecer especificaciones que alienten la utilización de tecnologías en pro de un uso eficiente del espectro y poner en marcha mecanismos tales como el uso de incentivos sobre las tasas del espectro para iniciar la migración de atribuciones y asignaciones actuales a atribuciones, asignaciones y usuarios comerciales.
- Considerar la utilización de gestores del espectro que gestionen y resuelvan asuntos de interés para los licenciarios de las bandas de frecuencias. Existen varios modelos en los que el regulador puede delegar la actividad de gestión del espectro a un gestor de bandas de frecuencias, tanto de forma no exclusiva como exclusiva:
  - El regulador realiza las tareas.
  - Las tareas se delegan en un gestor de bandas de frecuencias.
  - Compartición no exclusiva, tanto el regulador como el gestor de frecuencia define las reglas.
  - Licencias exclusivas, como en el caso de un operador móvil, que determina en gran medida las tecnologías a utilizar y cómo utilizar las frecuencias asignadas para diversas redes y aplicaciones.

#### **Información conexa**

Para más información sobre la gestión de bandas de frecuencias, véase la sección 1.6.2 de este módulo: Sistemas de derechos de gestión y gestores de bandas de frecuencias.

#### **4.2.4 Compartición basada en métodos de mercado**

Como punto de partida, la utilización eficiente del espectro significa maximizar el valor del rendimiento del espectro disponible, incluyendo el valor de los rendimientos conseguidos por el gobierno y otras autoridades públicas. Desde un punto de vista de la eficiencia económica, el espectro debería dividirse de tal forma que el beneficio para la economía en su conjunto fuera independiente de la utilización que se diera a cada cantidad incremental de espectro asignado. En general, se considera que los métodos de mercado, tales como las subastas y la comercialización del espectro, presentan ventajas sobre los métodos administrativos desde la perspectiva de su eficiencia económica.

Los métodos de mercado se utilizan actualmente tanto en la concesión inicial de las licencias de espectro, cuando se celebran subastas, como, de forma más significativa, cuando se permite que los derechos de espectro se compren y vendan durante la vida de la licencia, permitiendo modificar la utilización de dicho espectro.

Cuando el espectro es un recurso escaso, las decisiones de atribución eficientes se basan en el precio, como ocurre en un mercado competitivo con cualquier recurso escaso. Las subastas bien diseñadas y adecuadamente gestionadas son atractivas pues aseguran que las bandas de frecuencias van a manos de la empresa que ha pujado más alto y que puede, en ciertas condiciones, ser la empresa más eficiente. La eficiencia se mejora aún más si el licenciatario ganador es quien determina los servicios a proveer y la tecnología a utilizar.

#### **Comercialización del espectro**

La comercialización contribuye a una utilización de frecuencias económicamente más eficiente. Ello se debe a que la comercialización sólo tiene lugar si el espectro tiene más valor para el nuevo usuario que el que tenía para el anterior, reflejando así el mayor beneficio económico que el nuevo usuario espera obtener de su uso. Salvo valoraciones erróneas o un comportamiento irracional del comprador o del vendedor, y si dicha transacción no genera efectos externos, puede asumirse que la comercialización del espectro contribuye a una mayor eficiencia económica.

Al tiempo que tiene este efecto directo, que genera una mayor transparencia pues desvela el verdadero costo de oportunidad del espectro, el comercio secundario tiene una serie de efectos indirectos positivos. La comercialización del espectro permite a las empresas una expansión más veloz de lo que ocurriría de no existir. Asimismo, ofrece una facilidad adicional a los nuevos entrantes que pueden adquirir el espectro necesario para acceder al mercado.

Una mayor flexibilidad en la utilización del espectro también ofrece notables incentivos a los operadores incumbentes para invertir en nuevas tecnologías a fin de alejar la amenaza de nuevos entrantes en ausencia de otras barreras de entrada (tal como la indisponibilidad de espectro). Ello aumenta notablemente el entorno competitivo del mercado. Sin embargo, estas ganancias en eficiencia económica no se materializarán si los costos de transacción son excesivamente elevados o si existen efectos externos (particularmente, comportamientos anticompetitivos o interferencias).

Es importante garantizar que los costos de transacción o administrativos de los usuarios del espectro sean tan bajos como sea posible. Ello implica, por ejemplo, que los obstáculos burocráticos para la transferencia de espectro sean los menores posibles. Al mismo tiempo, debería existir una fuente de información transparente que permita a los potenciales usuarios del espectro conocer las frecuencias disponibles, para qué pueden ser utilizadas, quienes son actualmente sus titulares y qué debe hacerse para conseguir derechos de uso.

Para que la comercialización del espectro sea al mismo tiempo transparente y eficiente, es pertinente que las partes interesadas tengan acceso directo a información sobre la utilización actual del espectro. A tal fin, es recomendable establecer una base de datos central que, por razones prácticas, debiera ser responsabilidad directa del regulador el espectro.

Estos criterios constituyen el marco de un conjunto completo de disposiciones institucionales destinadas a determinar la forma de comercialización del espectro y la forma exacta de transferencia de derechos de uso. Las disposiciones institucionales deben estipular con precisión quién puede tomar estas decisiones, cuándo pueden tomarse y en qué condiciones. También deben establecer las implicaciones para las partes involucradas. Idealmente, el sistema debería incluir todos los detalles relativos a todos los aspectos de la transferencia y comercialización del espectro. Al mismo tiempo, uno de los objetivos de cualquier sistema de comercialización del espectro es mantener los costos de transacción reducidos. Actualmente, la gran cantidad de información de detalle e importante que debe ser tenida en cuenta, conlleva que la legislación principal y los textos jurídicos secundarios estén limitados en su capacidad de especificar todas las disposiciones existentes.

Para más información sobre la comercialización del espectro véase la sección 1.6.4, Sistemas de comercialización del espectro, y la sección 5, Fijación del precio del espectro.

### **Duración de la licencia**

La introducción de la comercialización del espectro reduce la necesidad de fijar una fecha concreta de vencimiento de los derechos de uso. En un régimen de comercialización del espectro, los derechos se transfieren entre usuarios que han identificado un uso alternativo que previsiblemente implica retornos económicos superiores. La determinación de una fecha de vencimiento, ya sea tras un periodo de cinco, diez o veinte años, es siempre algo arbitrario. Un argumento favorable a la concesión derechos de uso del espectro a perpetuidad es que los usuarios realizan inversiones complementarias por etapas, y que cada una tiene su propio plazo de retorno. Ciertamente, un objetivo de la regulación del espectro debería ser alentar la inversión y la innovación.

Por tanto, los economistas que confían en las fuerzas del mercado defienden que los derechos de uso del espectro deben otorgarse a perpetuidad. Ello implica que, tras la asignación primaria del espectro, el regulador sólo tendrá que intervenir si el usuario desea devolver el espectro o si el derecho de uso debe retirarse como consecuencia de un incumplimiento de las condiciones de uso.

Sin embargo, dadas las significativas imperfecciones del mercado, tiene sentido que la autoridad nacional de regulación tenga la opción de retirar los derechos de uso del espectro. Alternativamente, puede establecerse un periodo de tiempo al final del cual el regulador decida si debe o no ampliarse el tiempo de utilización de los derechos de uso del espectro.

### **Aspectos de la competencia asociados con la comercialización del espectro**

La política regulatoria persigue crear un mercado en el que los precios estén tan cerca de los costos como sea posible y que los consumidores puedan elegir entre una amplia gama de servicios. Normalmente, una competencia sostenible sólo es posible si existen infraestructuras en competencia, y en este sentido, la escasez de espectro radioeléctrico crea restricciones que a menudo conducen a que la única opción posible sea un oligopolio. Por tanto, las bandas de frecuencias deberían distribuirse de tal forma que se cree una estructura de mercado que garantice el mayor grado de competencia posible para el espectro disponible.

Los mecanismos *ex post* de las leyes de la competencia junto con la supervisión regulatoria por parte de la autoridad de la competencia son, por sí solos, insuficientes para la supervisión y control de los mercados, particularmente si éstos presentan las características antes señaladas. Ello significa que es necesaria una regulación *ex ante*, particularmente cuando se trata de distribuir el recurso escaso del espectro. Por tanto, el diseño del mecanismo de asignación y de las condiciones conexas

para la concesión de licencias, o condiciones de uso, son de importancia crucial para el establecimiento de una competencia basada en infraestructuras. El mecanismo de asignación elegido por el regulador conforma la estructura del mercado, al dividir el espectro y limitar la cantidad máxima de éste que cada usuario puede adquirir.

En general, se considera que cuanto mayor sea el número de usuarios del espectro, más competitivo será el mercado y menor la necesidad de regular a los usuarios finales. Imagínese por un momento que todas las frecuencias disponibles para aplicaciones de sistemas móviles GSM se subastaran en lotes de pequeños segmentos sin restricción en el número de ellos que pudiera adquirir un licitante. Es concebible que una empresa pudiera adquirir todos los segmentos de espectro, generándose así un monopolio en el mercado de las comunicaciones móviles. Sin un análisis preciso de la probabilidad de que eso pueda ocurrir en el marco de distintos tipos de subastas, y de acuerdo con la teoría económica, un monopolista no regulado podría conseguir el mayor beneficio y por tanto, estaría dispuesto a ser quien más pagara por el espectro.

Los esfuerzos por establecer una estructura de mercado competitiva no terminan en la asignación del espectro. La comercialización del espectro sin restricciones de ningún tipo podría ser explotada de forma concertada por los usuarios para crear un monopolio, o al menos, un oligopolio más concentrado. Los reguladores del espectro deben ser conscientes de esta posibilidad.

El regulador tiene en sus manos distintas formas de prevenir un comportamiento anticompetitivo manifestado en forma de una adquisición "excesiva" de espectro, pues puede de establecer topes en la adquisición del espectro y reglas que especifiquen cómo debe realizarse la comercialización del espectro, incluyendo la aprobación previa por su parte de cualquier comercialización o transferencia del mismo.

Lo arriba indicado muestra claramente que, incluso en el régimen regulatorio más flexible, los aspectos de poder de mercado continuarán siendo importantes. Sin embargo, ello no justifica descartar dicho régimen. De hecho, un enfoque más flexible de la regulación del espectro, que no sólo permita múltiples transferencias de espectro sino que además esté acompañado de una liberalización de largo alcance de los derechos de uso, tendería a reducir, más que aumentar, los problemas potenciales derivados de situaciones de poder de mercado.

#### **4.2.5 Habilitación técnica de la compartición**

Una utilización técnicamente eficiente del espectro implica, a un nivel básico, hacer el mayor uso posible del espectro disponible. Dos medidas de la eficiencia técnica son la ocupación y la velocidad de los datos. El tiempo puede utilizarse como medida de la eficiencia técnica, en el sentido de la permanencia o la intensidad de la utilización del espectro a lo largo del tiempo. La velocidad de datos indica la información que pueden transmitirse para una capacidad dada de espectro. En los párrafos siguientes se presentan y describen tecnologías de compartición del espectro, incluyendo el espectro ensanchado, el acceso dinámico y la banda ultra ancha (UWB)

#### **Tecnologías de espectro subyacente – Banda ultra ancha y espectro ensanchado**

La técnica de espectro subyacente se basa en un principio de gestión del espectro en virtud del cual señales con muy baja densidad espectral de potencia pueden coexistir, como uso a título secundario, con los usos primarios de la banda o bandas de frecuencia. Los usuarios primarios despliegan sistemas con un nivel de densidad de potencia mucho más alto. La señal subyacente hace que se produzca un ligero aumento del ruido de fondo en los sistemas de dichos usuarios primarios.

Debido a los niveles extremadamente bajos de emisiones permitidos por los organismos reguladores, los sistemas de banda ultra ancha (UWB) se utilizan normalmente en aplicaciones de corto alcance y de interiores. Sin embargo, debido a la corta duración de los impulsos UWB, resulta más sencillo diseñar sistemas con velocidades extremadamente elevadas, pudiendo establecerse una



relación entre velocidad binaria y alcance en base a incorporar más energía por bit a los impulsos, ya sea mediante integración sencilla o técnicas de codificación.

El espectro ensanchado es una técnica de dispersión de la señal sobre una anchura de banda muy amplia, frecuentemente del orden de 200 veces la anchura de banda de la señal original. La técnica de acceso múltiple por división de código (AMDC) es una tecnología empleada en sistemas celulares digitales que utiliza técnicas de espectro ensanchado.

### **Tecnologías de superposición y acceso dinámico al espectro**

Actualmente están surgiendo tecnologías basadas en la superposición activa que se encuentran en fase de pruebas. Se está realizando una experiencia en Irlanda con la participación de varios fabricantes importantes de equipamiento y dispositivos y se están estudiando diversos enfoques posibles para la utilización de esta tecnología.

#### **Acceso dinámico al espectro**

El acceso dinámico al espectro, que se encuentra en una fase inicial de desarrollo, constituye un enfoque avanzado de la gestión del espectro, estrechamente relacionado con otras técnicas de gestión, como la gestión flexible del espectro y la comercialización del espectro. El espectro se divide en unidades, que pueden ser intervalos de tiempo o divisiones geográficas. Ello permite que los usuarios accedan a una porción concreta del espectro durante un intervalo de tiempo o en una zona geográfica, sin que pueda superarse el tiempo o la zona asignada sin volver a solicitar recursos adicionales.

Ello permite que las comunicaciones se exploten sobre la base de:

- Supervisar el espectro para detectar frecuencias no utilizadas.
- Acordar la utilización de dispositivos similares que utilizarán las frecuencias afectadas.
- Supervisar las frecuencias utilizadas por otros usuarios.
- Modificar las bandas de frecuencias utilizadas y ajustar la potencia según sea necesario.

Los beneficios de un acceso más amplio al espectro y una mayor eficiencia se contraponen a diversos problemas que deben superarse para que su utilización resulte aceptable:

- Aumento potencial de la interferencia, impactos sobre la calidad del servicio y conformidad con la reglamentación vigente.
- Aspectos técnicos relacionados con la competencia entre dispositivos sin visibilidad mutua compitan por las mismas frecuencias (problema del nodo oculto) y el desarrollo de equipos complejos.

El acceso dinámico al espectro se asocia a menudo con tecnologías y conceptos tales como los sistemas radioeléctricos definidos por software (SDR, *software defined radio*) y los sistemas radioeléctricos cognitivos (CR, *cognitive radio*) que se describen en los párrafos siguientes.

#### **Superposición pasiva**

La otra forma de superposición es la superposición pasiva, como la utilizada por el servicio de radioaficionados, que comparten espectro con usuarios gubernamentales gracias a utilizar tecnologías de superposición pasiva que requieren que el usuario busque un canal libre en la banda ciudadana (CB). La tecnología de superposición pasiva difiere de la tecnología de superposición activa.

#### **4.2.6 Habilitadores de tecnologías emergentes**

Además de las técnicas de compartición del espectro descritas en los apartados anteriores, existen otras tecnologías emergentes que tienen importancia para habilitar dichas técnicas y fomentar el

desarrollo de métodos para la compartición del espectro. En los apartados siguientes se describen las tecnologías más destacadas.

### **Sistemas radioelétricos definidos por software (SDR) y sistemas radioelétricos cognitivo (CR)**

Los sistemas radioelétricos definidos por software (SDR) son sistemas implementados con hardware de propósito general en los que las características operacionales se implementan en software, de forma que los diferentes sistemas y realizaciones de la normalización en materia radioeléctrica se cargan en programas informáticos (por ejemplo, un programa para GSM o un programa para Wi-Fi). Un sistema radioeléctrico aumenta su flexibilidad conforme una mayor parte de sus funcionalidades se basan en software.

Las tecnologías SDR están siendo progresivamente adoptadas comercialmente en sistemas radioelétricos conforme el desarrollo tecnológico permite que su fabricación sea económicamente viable.

La tecnología SDR permite una atribución más flexible del espectro ya que dichos sistemas radioelétricos utilizan el espectro de forma potencialmente más intensa y son más tolerantes a las interferencias.

Un sistema radioeléctrico cognitivo es, en cierta medida, consciente de su entorno en virtud de la supervisión que realiza de las transmisiones existentes en una amplia anchura de banda, identifica zonas donde no se utiliza el espectro y modifica su transmisión aplicando los métodos de modulación y codificación adecuados. Desde un punto de vista del usuario, la probabilidad de encontrar espectro no utilizado en zonas congestionadas puede ser tan baja que se cuestione la utilidad de este sistema como base del dispositivo principal de comunicaciones.

Véanse los puntos del orden del día de la CMR-12 dedicados a este asunto.

### **Antenas inteligentes y otras tecnologías**

Las aplicaciones y tecnologías de las antenas inteligentes han aparecido en los últimos diez años y su interés radica en su capacidad de aumentar significativamente las prestaciones de diversos sistemas inalámbricos, tales como los 2.5G (GSM-EDGE), las redes celulares 3G y los sistemas BWA. Las tecnologías de antenas inteligentes explotan múltiples antenas en transmisión y recepción con codificación, modulación y procesado de señal específicos que mejoran la calidad de funcionamiento de los sistemas inalámbricos en términos de capacidad, cobertura y caudal. Las antenas inteligentes no son una idea reciente, pero el advenimiento del procesador digital de señal, el procesador de propósito general y los circuitos integrados específicos de las aplicaciones (ASIC), la han convertido en una solución económica.

Los sistemas radioelétricos multimodales pueden funcionar en varias tecnologías y bandas de frecuencia. Los teléfonos tribanda y los móviles de cobertura mundial son ejemplos de dispositivos radioelétricos multimodales. Las frecuencias se siguen dividiendo en elementos discretos, aunque la necesidad de armonizar atribuciones de frecuencia y la normativa técnica a nivel regional o mundial no sea tan crítica.

Véanse también los Informes UIT-R M.2063 y UIT-R M.2064.

### **4.3 Tendencias internacionales de la compartición del espectro**

En las secciones 4.3.1 a 4.3.4 se analizan las tendencias internacionales en materia de gestión del espectro. En dichas secciones se analizan tendencias recientes en política y reglamentación de la gestión del espectro, derechos de propiedad en el ámbito de las licencias de espectro, interferencia, prácticas óptimas de técnicas de compartición del espectro y estudios de casos de países que han aplicado dichas prácticas.

#### **4.3.1 Tendencias de la reforma**

En los últimos años, la política y la regulación de la gestión del espectro han evolucionado considerablemente reflejando los cambios en la demanda y suministro de servicios basados en el espectro radioeléctrico. Se ha producido una reducción de la predominancia del modelo tradicional, cosa que ha ocurrido con más intensidad en países donde la demanda de espectro radioeléctrico está creciendo aceleradamente.

Algunos de los conceptos fundamentales de dicho proceso son los siguientes:

- Liberalización y flexibilidad.
- Tecnología y neutralidad del servicio.
- Reforma de la concesión de licencias, incluyendo las transferencias de espectro y el espectro común.

Para un análisis más detallado de dichos conceptos, véase la sección 3.2.3, La liberalización y su impacto en el régimen de autorizaciones.

#### **Transferencias de espectro**

En general, las transferencias de espectro hacen referencia a las formas de alquiler o subalquiler, con características tales como la transferibilidad o la divisibilidad, de las asignaciones de frecuencias:

- Transferibilidad, es decir, la capacidad de transferir licencias (desagregadas).
- Divisibilidad o división (partición), sujeta a aprobación o notificación a la autoridad correspondiente, con restricciones técnicas y de servicio. Dado que el espectro puede ser asignado a nivel nacional o regional/local, una asignación dada puede ser dividida y compartida por usuarios en distintas ubicaciones.

#### **Espectro común**

El espectro común es aquella parte del espectro que está libre de un control centralizado y en la que cualquiera puede transmitir sin licencia. Por este motivo, a menudo se denomina espectro sin licencia o exento de licencia.

En la práctica, el espectro común tiene varios niveles de gestión. Las bandas exentas de licencia (por ejemplo, las bandas ICM) constituyen un caso de espectro común con una cierta gestión en términos de restricciones de potencia de los usuarios individuales, como es el caso en Estados Unidos, donde son de aplicación las reglas denominadas FCC Part 15. En Europa existe un nivel adicional de control pues los dispositivos de comunicación en estas bandas deben ser conformes con determinadas normas técnicas (por ejemplo, del ETSI). Hasta la fecha, este enfoque sólo se ha utilizado en bandas limitadas a aplicaciones de corto alcance. No obstante, en dichas bandas se ha producido un notable nivel de innovación (por ejemplo, WiFi), que ha hecho que se solicite un aumento del espectro gestionado de esta forma.

## **Espacios en blanco del espectro**

La mayoría de los canales de radiodifusión de televisión y radio están separados por pequeños canales no utilizados, denominados espacios en blanco, que sirven para limitar la interferencia entre canales activos. Compañías tecnológicas y defensores de los usuarios consideran que este espectro infrautilizado y no asignado podría utilizarse para nuevos servicios, tales como accesos inalámbricos de banda ancha (BWA). No resulta sorprendente que los radiodifusores se opongan a que se permita que dispositivos sin licencia utilicen el espectro de los espacios en blanco puesto que, según argumentan, dichos dispositivos interferirían sobre las señales de radiodifusión de televisión, perjudicando así a la transición de analógico a digital de la televisión.

En Estados Unidos existe un intenso debate entre radiodifusores y empresas de contenidos en Internet, como Google, que argumentan que dichos espacios en blanco pueden utilizarse para ampliar el alcance de los servicios de banda ancha en las comunidades rurales. El 15 de octubre de 2008, el Presidente de la FCC dio su apoyo a la idea, basada en una amplia campaña de pruebas de campo realizada por la propia FCC, de determinar la veracidad de ambas posturas, y el 4 de noviembre la FCC aprobó el desarrollo de dispositivos inalámbricos que puedan utilizar los "espacios en blanco".

## **Estructura regulatoria**

Una reforma institucional del marco regulatorio, dirigida a agrupar los reguladores de telecomunicaciones, radiodifusión y espectro, puede ayudar a hacer más efectiva la compartición del espectro. Existen varios ejemplos de países donde esto ha ocurrido o está siendo considerado:

- En Australia, la Agencia de Gestión del Espectro, la Autoridad de Comunicaciones de Australia y la Autoridad de Radiodifusión de Australia fueron unificadas en un proceso de varias fases, iniciado en 1997, destinado a crear la Autoridad de Comunicaciones y Medios de Australia.
- En Canadá, el Informe del Grupo de Trabajo para analizar la política canadiense de telecomunicaciones, recomendó al Gobierno que la Industry Canada transfiriera sus funciones reglamentarias sobre el espectro a la CRTC.
- En el Reino Unido se ha llevado a cabo recientemente dicha fusión, agrupando en un único regulador (Ofcom) las competencias sobre radiodifusión (alámbrica e inalámbrica), telecomunicaciones y espectro.
- En Alemania, la regulación del espectro está unida a la regulación de las telecomunicaciones (y de otras infraestructuras), pero separada de la regulación de la radiodifusión.

Sigue siendo objeto de debate si las obligaciones del regulador del espectro deben unirse a las de regulación de la competencia y de la protección de los consumidores en los mercados de respectivos servicios aguas abajo.

### **4.3.2 Gestión de la interferencia**

Las dos dimensiones principales de los derechos de propiedad asociados a las licencias del espectro son el grado de protección frente a interferencias y las restricciones destinadas a evitar interferencias sobre terceros. Una licencia de uso exclusivo define los derechos de ocupación del espectro de un usuario, de tal forma que si se trata de un uso a título primario, se puede presuntamente excluir a otros usuarios de la ocupación de dicho espectro, mientras que si se trata de un uso a título secundario, tiene el derecho de ocupación del espectro si no produce interferencias sobre usuarios que lo sean a título primario, aunque él no tenga en sí mismo derecho a la protección contra interferencias. Establecer las condiciones de las licencias en base a un modelo de

interferencias que simule el impacto sobre equipos de recepción vecinos, permite controlar la interferencia.

Los gestores del espectro están fundamentalmente preocupados por la gestión de las interferencias y por establecer los métodos, técnicas, información y procesos necesarios para proteger a usuarios y servicios de interferencias perjudiciales. La interferencia perjudicial aparece en los sistemas radioeléctricos cuando la capacidad de comunicación entre transmisor y receptor se ve limitada por las transmisiones de otros equipos. El problema también puede ser analizado desde la perspectiva del receptor, de forma que un receptor de más calidad tiene una capacidad superior para extraer la señal deseada en un entorno ruidoso, en presencia de radiación de fondo y de otros transmisores.

Las tres categorías de interferencias objeto de preocupación principal son las siguientes:

- Interferencia dentro de banda procedente de zonas geográficas adyacentes.
- Interferencia dentro de banda procedente de frecuencias adyacentes.
- Interferencia fuera de banda.

En un régimen de comercio secundario, los licenciarios pueden negociar entre ellos ajustes en los niveles de emisión máximos especificados. Si dichos acuerdos benefician a ambas partes, es probable, aunque no seguro, que los acuerdos se resuelvan de buen grado. En ese caso, puede ocurrir que el tipo de control característico del modelo administrativo deje de ser viable, ya que la naturaleza y emplazamiento de los aparatos utilizados puede dejar de ser conocido, al ser ahora responsabilidad del licenciario.

Ello exige rediseñar el modelo de interferencia para pasar de un modelo en el que se calculan los efectos de aparatos concretos, a otro que fije los niveles máximos de las emisiones del licenciario en los límites geográficos y espectrales de su licencia.

Definiendo adecuadamente el espacio radioeléctrico y el tamaño de los volúmenes afectados, es teóricamente posible especificar los derechos de ocupación del transmisor (Tx) y receptor (Rx), de forma que un Tx/Rx funcione en diferentes volúmenes del espacio radioeléctrico para garantizar un funcionamiento sin interferencias. Para más información sobre las interferencias, véase la sección 6.1.2, Emisiones, interferencias y utilización del espectro.

En Australia, Reino Unido, Estados Unidos y otros países se han aplicado diversos enfoques para la especificación de dichos límites, tal como se describe en los documentos de notas prácticas y referencias conexas.

Puesto que la interferencia no puede eliminarse, la identificación de modelos de gestión de la misma, ya sea en el contexto de métodos administrativos, de mercado o de espectro común, sigue siendo un requisito y un reto para los gestores del espectro. El objetivo es desarrollar un régimen que proteja los derechos de los usuarios y mantenga el equilibrio justo entre flexibilidad e innovación, así como la neutralidad respecto a los servicios. Establecer cuál debe ser dicho equilibrio y estructurar la respuesta más adecuada sigue siendo una cuestión sujeta a debate.

### **4.3.3 Prácticas más destacadas**

En la mayoría de los países, la utilización del espectro ha sido, y en muchos casos sigue siendo, gestionado y supervisado estrechamente de conformidad con el marco internacional establecido por los Estados Miembros en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Dicho tipo de gestión se justifica en base a la necesidad de minimizar la interferencia perjudicial y ha dado lugar a la aplicación de lo que en ocasiones se denomina modelo de "mando y control" (*command and control*). En los últimos años ha habido una tendencia a abandonar el modelo tradicional, de manera más significativa en países en los que la demanda de espectro radioeléctrico ha crecido con rapidez.

En esta sección se describen prácticas óptimas en un sistema de gestión de espectro reformado que descansa en mayor medida en técnicas de compartición del espectro que aumentan la flexibilidad y tienen una componente prospectiva considerable.

### **Planificación del espectro**

Los procesos de planificación del espectro proporcionan la dirección y coherencia necesarias para la formulación de una política y para soportar los pasos ulteriores destinados a conseguir una utilización óptima del espectro. Deben analizarse estrechamente las principales tendencias y desarrollos tecnológicos, estableciéndose las correspondencias de los mismos con las necesidades de los usuarios actuales y futuros del espectro radioeléctrico. También deben planificarse y desarrollarse los requisitos de usuario de los sistemas dedicados a las actividades de gestión de frecuencias, como por ejemplo, los sistemas de comprobación técnica, las técnicas de planificación de frecuencias y otras herramientas.

### **Derechos de los usuarios del espectro**

Desde el momento en que las licencias pueden ser comercializadas y quedar sujetas a cambios de tipo de utilización, debe asegurarse que los derechos establecidos en las mismas sean consistentes con los usos actuales; ello evitará conflictos sobre los derechos de las mismas y permitirá a las partes renegociar los derechos cuando cambien las circunstancias. El análisis de los derechos de los usuarios del espectro requiere un elevado nivel de detalle e incluye cuestiones como las siguientes:

- ¿Deben relajarse las condiciones para la adopción de nuevas tecnologías?
- ¿Debe ponerse el espectro vacante a disposición del mercado (sujeto a acuerdos internacionales)?
- ¿Deben las políticas de vuelta atrás o de garantía, como por ejemplo, la recompra obligatoria de espectro a los titulares del mismo, quedar circunscritas a necesidades de seguridad nacional?
- ¿Deben los usuarios pagar una tasa anual a perpetuidad por las licencias del espectro o dichas tasa desincentivan la comercialización eficiente del espectro?

### **Conveniencia de una base de datos de licencias**

La capacidad de los potenciales compradores y vendedores (y reguladores) de disponer de información actualizada de las licencias existentes, en forma de bases de datos disponibles públicamente, es un aspecto importante a fin de hacer posible un mercado en el que efectivamente se comercialice el espectro. El conocimiento de los emplazamientos de los transmisores y receptores (cuando ello sea posible) permite a los potenciales compradores de derechos modelizar con precisión el entorno de interferencia existente en el ámbito de su interés, y valorar adecuadamente los derechos que tratan de conseguir.

Dicha información también permitirá a los reguladores resolver controversias si son requeridos para ello y realizar un seguimiento y evaluación de la utilización del espectro en las distintas bandas de frecuencias.

Finalmente, la base de datos debiera incluir herramientas adicionales para analizar datos históricos de ocupación/utilización del espectro e interpretar modelos de propagación alternativos.

En Estados Unidos, la empresa de intermediación de Wall Street Cantor-Fitzgerald, explota un sistema de subasta y comercialización de espectro que constituye un ejemplo del tipo de capacidades mínimas necesarias [i]. Cantor Spectrum & Tower Exchange ofrece un foro transparente, que puede ser abierto o cerrado, para transacciones primarias (en subasta) o secundarias (fase posterior a la subasta) en el mercado del espectro, público y privado:

- los vendedores/arrendatarios pueden analizar la información que dispone la FCC del licenciatario mediante un procedimiento de acceso a información disponible en línea;
- los vendedores/arrendadores de licencias cualificados o las entidades del sector público ofrecen espectro radioeléctrico y capacidad de subcanales digitales mediante un formato multidimensional que muestra las zonas de cobertura, población, gamas de frecuencias, reglas aplicables a los servicios radioeléctricos, términos y condiciones, canales, intervalos de tiempo, etc.
- los compradores/arrendatarios buscan activos específicos (o recibir una notificación electrónica), de tal forma que pueden realizar fácilmente una evaluación y licitar por los mismos.

Este tipo de sistema ayuda a realizar la crítica función de emparejamiento entre oferta y demanda que requieren los mercados líquidos.

### **Solución de controversias**

Es bastante probable que, con la creciente utilización de espectro común y de la compartición del espectro mediante la transferencia y comercialización del mismo, se necesiten medios alternativos a la actual intervención reglamentaria de carácter adjudicativo para solucionar las controversias que surjan entre las partes.

Actualmente se observan dos tendencias:

- cambios rápidos en el sector de las telecomunicaciones; y
- cambios en los procedimientos de solución de controversias.

La expansión del mercado global de telecomunicaciones, con su énfasis en una gran innovación tecnológica que evoluciona con gran rapidez, puede necesitar procedimientos de solución de controversias rápidos, flexibles y adaptados a los tipos de controversias que se generarán en la industria global de las telecomunicaciones. A su vez, en el ámbito de la solución de controversias siguen apareciendo nuevos modelos que pueden ser de utilidad para las necesidades del sector de las telecomunicaciones.

Para un análisis más detallado sobre este asunto, véase la sección 2.3.10, Solución de controversias.

[i] Para más información sobre sus sistemas, véase:  
[www.cantor.com/brokerage\\_services/spectrum\\_and\\_tower](http://www.cantor.com/brokerage_services/spectrum_and_tower).

### **4.3.4 Prácticas de compartición del espectro**

Los casos de países que se recogen a continuación reflejan muchas de las mejores prácticas descritas en la sección anterior. Algunas hacen referencia a la comercialización del espectro y otras a la gestión de espectro común. A la vista del reciente interés existente a nivel internacional en identificar bandas de frecuencias para servicios de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA), se presta especial atención a las mejores prácticas de países desarrollados y en desarrollo en los que se están implementando sistemas BWA.

#### **Brasil – Acceso inalámbrico de banda ancha**

En enero de 2008, ANATEL concedió 4 licencias, una para cada una de las zonas en las que se dividió el país para el despliegue de sistemas inalámbricos 3G. Las obligaciones de cobertura de todos los operadores que recibieron licencia conllevan la cobertura de todo el país (probablemente 8 años después de la concesión de las licencias). Se permite que los operadores compartan elementos de sus redes, como por ejemplo, torres y espectro, a fin de proporcionar servicio en municipios de menos de 30 000 habitantes. Es probable que ANATEL desarrolle una reglamentación adicional sobre las condiciones de compartición del espectro y de elementos activos

de la red. Los acuerdos de compartición del espectro deben ser autorizados por ANATEL. Las normas que han regido la subasta de licencias 3G en Brasil hacen expresamente referencia a la compartición del espectro como una forma de proporcionar cobertura en zonas rurales y distantes (municipios de menos de 30 000 habitantes).

ANATEL ha concedido una serie de licencias para WiMAX en la banda de 2,6 GHz y cinco licencias en la banda de 3,5 GHz. Para 2008 estaba prevista una nueva subasta de espectro de 3,5 MHz adicionales. Algunos de los licenciatarios han iniciado pruebas autorizadas.

### **Europa – Derechos flexibles de los usuarios y comercialización del espectro**

La Unión Europea no gestiona el espectro radioeléctrico. Son los Estados Miembros quienes supervisan su gestión a nivel nacional, con coordinación a nivel internacional. No obstante, la gestión del espectro radioeléctrico en los Estados Miembros de la UE está cada vez más influenciada por la legislación de la Unión Europea. Dicha legislación persigue facilitar la armonización de la regulación y promover la competencia mediante la liberalización de los mercados. La legislación básica está incluida en una serie de directivas y decisiones que fueron aprobadas en 2002.

La Decisión relativa al espectro radioeléctrico sentó las bases de la política general sobre el espectro radioeléctrico de la UE y es vinculante para todos los Estados Miembros. El objetivo de la Decisión sobre el espectro radioeléctrico es garantizar la coordinación de los distintos enfoques de la política del espectro radioeléctrico, mediante la aplicación de condiciones armonizadas para la disponibilidad y uso eficiente del espectro radioeléctrico.

La Decisión relativa al espectro radioeléctrico alienta a la Comisión Europea a realizar consultas a fin de tener en cuenta los puntos de vista de los Estados Miembros y de las demás partes interesadas. Para que las consultas resulten más efectivas, se estableció el Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (RSPG, *Radio Spectrum Policy Group*).

El Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico realizó una consulta sobre el comercio secundario del espectro en febrero de 2004, tras haber recibido una petición de opinión de la Comisión Europea sobre el mismo. En noviembre de 2004, el RSPG publicó su opinión sobre el comercio secundario.

El RSPG ha adoptado una posición cautelosa en relación con la comercialización del espectro, considerando que es "beneficioso en ciertas partes del espectro" y que "las Administraciones Europeas deben introducir el comercio secundario con las debidas precauciones".

La UE propone actualmente que un tercio del espectro por debajo de 3 GHz podría gozar de derechos de uso flexibles y comercializables desde 2010.

El RSPG está trabajando en el concepto de política de acceso inalámbrico para servicios de comunicaciones electrónicas (WAPECS, *wireless access policy for electronic communications services*) con el objetivo de lograr un abandono progresivo de las actuales prácticas basadas en realizar atribuciones y autorizar exclusivamente las aplicaciones especificadas, para las que se realizan designaciones concretas de espectro.

### **Guatemala – Comercialización del espectro**

Guatemala y El Salvador son dos pequeños países de América Central (con poblaciones de 12 728 111 y 6 948 073 habitantes respectivamente) que decidieron adoptar en 1996/1997 un mercado del espectro sencillo pero eficaz, que otorgaba a las partes privadas el control exclusivo del espectro no dedicado al sector público, limitando la labor del regulador a definir, publicar y proteger los derechos sobre el espectro. Esta nota se centra en Guatemala; el régimen de El Salvador es similar pero no está documentado de forma tan exhaustiva.



Los títulos de usufructo de frecuencias (TUF) que se crearon pueden ser alquilados, vendidos, subdivididos o agregados a voluntad y tienen una duración de 15 años (renovable a petición); son virtualmente una propiedad privada. La regulación se limita a dejar fuera de dicho esquema las bandas de frecuencias de utilización pública por parte del Estado y a la resolución de controversias relativas a interferencias que no se logren resolver mediante mediación.

Un TUF se plasma físicamente en un documento que describe la banda de frecuencias, el horario de funcionamiento, la potencia máxima efectiva de radiación, la potencia máxima admisible en el contorno de la zona de cobertura, el área geográfica y la duración del derecho.

### **Unión Internacional de Telecomunicaciones**

La Resolución 951 de la UIT (Rev.CMR-07), Mejora del marco internacional reglamentario del espectro, establece directrices para la evaluación y desarrollo de conceptos relacionados con cuatro opciones identificadas para la mejora del marco reglamentario del espectro y para preparar soluciones que serán analizadas en la CMR-12. Las cuatro opciones incluyen: mantener las prácticas actuales, examinar las actuales definiciones de servicios, crear nuevas definiciones de servicios y definir e introducir servicios compuestos.

### **Mauricio – Acceso inalámbrico de banda ancha**

A principios de 2005 y a raíz de una situación de contaminación espectral en la banda de 2,4 GHz, la Information and Communication Technologies Authority (ICTA) de Mauricio realizó una consulta pública para recibir comentarios sobre atribuciones de bandas de frecuencias propuestas para acceso inalámbrico de banda ancha (BWA), sus características técnicas y requisitos reglamentarios; la decisión se publicó a los 3 meses de dicha consulta. Ésta incluía la apertura de la banda de 2,5 GHz para aplicaciones de BWA móviles y nomádicas (IMT-2000) en 2010, la banda de 3,5 GHz con carácter inmediato para sistemas BWA fijos y la banda 5,1-5,3 GHz para aplicaciones de baja potencia dentro de edificios. En 2008, la ICTA abrió adicionalmente las bandas de 5,4 GHz y 5,8 GHz para BWA. Los planes de las bandas de frecuencias y las reglas técnicas se establecieron limitando los niveles de potencia permitidos y fijando la separación y canalización de frecuencias.

En el año 2007 existían dos licenciatarios del servicio móvil que proporcionaban servicios IMT-2000 y WiMax a nivel nacional.

### **Nueva Zelanda – Comercialización del espectro y espectro común**

La Ley de Radiocomunicaciones de 1989 (Radiocommunicaton Act) fue pionera y modificó radicalmente la gestión del espectro. Nueva Zelanda fue el primer país en redefinir el espectro en términos de derechos de propiedad y en asignarlo mediante fórmulas comerciales. También ha sido pionero en la aplicación de asignaciones competitivas basadas en subastas del espectro radioeléctrico, celebrándose la primera subasta en 1989.

En Nueva Zelanda, la gestión del espectro radioeléctrico contempla tres sistemas de concesión de licencias:

- Régimen de derechos de gestión (MRR, *management rights regime*), que es aplicable al espectro utilizado básicamente para fines comerciales.
- Régimen de licencias radioeléctricas (RLR, *radio licence regime*), previamente conocido como sistema de concesión de licencias para aparatos (un proceso de asignación administrativa que aplica al espectro utilizado en base al interés del público).
- Licencias para el usuario en general, para dispositivos tales como los de baja potencia utilizados para la apertura de puertas de garajes y para WiFi.

## **Reino Unido – Derechos de usuario flexibles y comercialización del espectro**

OFCOM está actualmente modificando la política del espectro del Reino Unido en pos de un sistema flexible de gestión del espectro mediante la liberalización de los derechos de uso y la comercialización del espectro. Se ha adoptado un enfoque gradual, incluyendo progresivamente más bandas y una mayor flexibilidad de utilización, pero con métodos de asignación competitivos. Esta progresión se ejemplifica en la intención de OFCOM de aplicar la neutralidad tecnológica y de servicios en futuras asignaciones de espectro en las bandas de frecuencias actualmente utilizadas para la radiodifusión terrenal de TV analógica, en la utilización propuesta de derechos de uso del espectro en una futura subasta de espectro de la Banda L y en otras subastas.

El Reino Unido también ha decidido adoptar métodos de mercado a la gestión del espectro dedicado al sector público, ofreciendo a los usuarios del mismo el derecho a comercializar o alquilar su espectro, así como la obligación de acudir al mercado para adquirir espectro adicional. OFCOM está asimismo ampliando la aplicación de precios con incentivos administrativos.

- Los precios con incentivos administrativos (AIP, *administrative incentive prices*) tienen por objetivo que los titulares de licencias que no hayan conseguido el espectro mediante subasta utilicen sus derechos de espectro de forma eficiente; la legislación permite que las tasas anuales de las licencias se establezcan por encima de los costos administrativos a fin de reflejar una serie de objetivos de la gestión del espectro (gestión y utilización eficiente, aspectos económicos y otros beneficios, innovación y competencia), teniendo en cuenta en particular la disponibilidad de espectro para atender la demanda actual y futura. OFCOM ha utilizado los AIP desde 1998 y ha revisado su enfoque en 2004. El concepto de AIP se utiliza para valorar el espectro a su valor marginal como indicativo de los costos de oportunidad para un usuario representativo en aquellas bandas en las que se hayan aplicado tasas basadas en AIP.

## **Estados Unidos – Utilización flexible del espectro y acceso inalámbrico de banda ancha**

Estados Unidos ha sido uno de los líderes en la liberalización del espectro. La gestión liberalizada del espectro se refiere básicamente al espectro no dedicado a actividades del Gobierno, ya que el marco aplicable en Estados Unidos al espectro del Gobierno sigue siendo el tradicional. La iniciativa de política del espectro de 2003 se dirigió a varios componentes importantes de la misma:

- Subastas: se propuso dotar a la FCC de autoridad permanente para la concesión de licencias mediante subasta (licitaciones competitivas).
- Tasas de los usuarios titulares de licencias del espectro: para asegurar que los titulares de licencias paguen por ellas los costos de oportunidad del uso del espectro.

Estados Unidos también se ha movido progresivamente hacia una utilización flexible del espectro, conjuntamente con la puesta en marcha de prácticas de carácter liberalizador. La ley de Comunicaciones (*Communications Act*) autoriza a la FCC a autorizar un uso flexible del espectro cuando dicha utilización:

- sea consistente con los acuerdos internacionales firmados por Estados Unidos;
- sea considerada de interés público por la FCC tras un proceso de comunicación público que ofrezca la oportunidad de realizar comentarios;
- no frene las inversiones en servicios y sistemas de comunicaciones ni el desarrollo tecnológico; y
- no produzca interferencia perjudicial a los usuarios.

El Grupo de Trabajo sobre política del espectro de la FCC propuso en 2002:

- incrementar la utilización tanto del modelo de uso exclusivo como del espectro común, junto con una reducción de los mecanismos tradicionales de atribución;
- conceder la máxima flexibilidad que sea posible a los licenciatariaos, con la única limitación de la interferencia;
- incrementar la práctica de la comercialización del espectro, incluyendo la capacidad de alquiler del espectro con agilidad y rapidez, o aplicando técnicas de utilización del espectro en modo superpuesto o subyacente.

#### **4.4 La compartición del espectro en la práctica**

El éxito de la puesta en práctica de la compartición del espectro exige tanto imaginación como decisión para superar las actuales prácticas reglamentarias de atribución y asignación basadas en la comprensión de la tecnología y de los sistemas en condiciones de funcionamiento predecibles.

Las políticas del espectro deben contemplar la aplicación de incentivos a la innovación, al fomento de la flexibilidad, al establecimiento de los derechos de los usuarios del espectro, a la determinación de métodos prácticos para la comprobación técnica de la conformidad y la resolución de disputas, con independencia de que se utilicen las bandas comunes del espectro o que se comparta el espectro por algún otro medio cuando la implementación dependa estrechamente de tecnologías de radiocomunicaciones avanzadas diseñadas para facilitar la compartición de espectro.

Una etapa adicional podría consistir en seguir los pasos emprendidos por la FCC y la NTIA en Estados Unidos para crear un banco de pruebas de compartición del espectro innovador destinado a estudiar los nuevos sistemas de radiocomunicaciones que utilizan espectro compartido tales como las radiocomunicaciones definidas por software y métodos y técnicas tales como el acceso dinámico al espectro.

##### **4.4.1 Estructura del mercado**

Es necesario analizar los usos actuales y futuros del espectro para poder determinar las bandas que deben incluirse y el modo en que éstas deben distribuirse, por ejemplo por subasta. La planificación conlleva la consulta con las diversas partes interesadas y con los foros industriales. Como mínimo, será necesario y conveniente examinar a fondo y estudiar las últimas decisiones de la CMR y de ciertos países líderes en el sector. Una de las principales preocupaciones será garantizar la disponibilidad de espectro suficiente para satisfacer la demanda y para que el mercado funcione adecuadamente. Como se ha visto anteriormente, el grado de atribución de espectro para usos comerciales o usos exclusivos de la administración repercute notablemente en la mejora del acceso. Los procesos de examen y estudio de las necesidades de la administración y la liberación de espectro de uso exclusivo exigen tanto tiempo como negociaciones.

##### **Demanda y escasez**

Los métodos del mercado funcionan mejor cuando la demanda es suficiente y las normas y derechos están bien definidos. En los países en desarrollo, la falta de una escasez real y la incipiente demanda de servicios podrían bastar para retrasar la introducción de las políticas de compartición del espectro y las prácticas de asignación del mismo. Queda en el aire la cuestión de la repercusión de este retardo en la economía global basada en la inversión y la productividad. Las instancias decisorias en materia de espectro no deben ignorar la necesidad de apoyar la creación de mercados atractivos para aquellos inversores que puedan desplegar o utilizar servicios y tecnologías avanzadas.

## **Monopolización**

En el marco de los métodos administrativos de adjudicación de licencias, el organismo regulador desempeña un papel primordial en la determinación de la estructura del mercado descendente de servicios. Si hay dos licencias GSM disponibles, el mercado GSM contará con dos proveedores, y así sucesivamente. Es evidente que los organismos reguladores han fijado a propósito el número de licencias en muchos casos para maximizar la competencia o, lo que es menos encomiable, para limitar la competencia a fin de conseguir beneficios monopolísticos para sí mismos mediante un proceso de subasta de licencias.

Cuando se permite la existencia del mercado secundario, la estructura industrial puede verse afectada por la fusión de empresas o la transferencia directa del derecho de propiedad sobre el espectro. Existe el riesgo de que aparezca una estructura monopolística o, en un caso más general, de que una o varias empresas predominantes puedan fijar precios excesivos. Si en los mercados de espectro termina monopolizándose el suministro de servicios descendentes (es decir, si una sola empresa puede acaparar todo el espectro capaz de producir dichos servicios), y no hay otras tecnologías ni servicios sustitutivos o en competencia, el mercado del espectro podría arrojar peores resultados que un sistema administrativo que diera lugar a la competencia entre los proveedores de servicios descendentes.

La probabilidad de que surjan estos problemas depende del grado de flexibilidad que el organismo regulador permita al mercado. Si no hay restricciones previas a las atribuciones (que limiten ciertos servicios a determinadas bandas) y si el ámbito en el que se desarrolla el mercado es amplio, es improbable que tenga éxito la construcción de un monopolio sobre el espectro que otorgue el dominio sobre los mercados descendentes. Para los servicios más importantes tales como las comunicaciones de voz y datos del servicio móvil, y la radiodifusión móvil, las sociedades de los titulares del espectro tendrían que ser muy grandes. El riesgo aumenta cuando hay restricciones sobre las atribuciones o cuando el ámbito del mercado es pequeño (y las demás barreras para la participación son grandes).

Se puede luchar contra estos problemas si se dispone de una ley de competencia ordinaria que pueda, por ejemplo, desbaratar una posición dominante o impedir una fusión. También puede ser necesario que el organismo regulador tenga autoridad para supervisar y, en su caso, prohibir ciertas transacciones de espectro. Por ejemplo, puede ser necesario disponer de procedimientos especiales que limiten la adquisición de licencias de espectro o exijan la aprobación previa de las transferencias o la aplicación de procedimientos de control de fusiones para vetar una propuesta de concentración de espectro por su repercusión sobre el mercado antimonopolístico pertinente.

Por último, los organismos reguladores de espectro pueden establecer reglas de subasta para la distribución de nuevo espectro de forma que se fomente la competencia. Cabe citar varios ejemplos:

- las normas de la subasta de 700 MHz en EE.UU., que imponen el requisito de que parte del espectro se subaste a reserva de la obligación de acceso libre;
- la subasta de servicios inalámbricos avanzados (AWS) en Canadá, completada en el verano de 2008, en el que el organismo regulador incluyó reservas de espectro para garantizar el acceso al espectro a los nuevos participantes.

## **Liquidez del mercado**

Otro requisito esencial para que el mercado sea eficaz es que tenga suficiente liquidez (es decir, volumen de negocio) para que los participantes puedan realizar sus transacciones con fiabilidad. Los mercados financieros carentes de liquidez se distinguen sobre todo por grandes recorridos o diferencias entre los precios de compra y venta, a fin de compensar a los intermediarios por el costo de posesión de las acciones.

En las secciones anteriores se han destacado las experiencias internacionales del mercado del espectro y se han puesto de manifiesto las siguientes semejanzas y diferencias:

- hay pocos indicios, acaso ninguno, de que existan intermediarios activos en este mercado;
- hay pocos indicios de la participación de especuladores en este mercado;
- en varios países se registraron niveles importantes de intercambios comerciales (Guatemala y El Salvador) o varios intercambios comerciales de importancia (cientos de millones de USD) (Estados Unidos);
- en Australia y Nueva Zelandia, los niveles de las transacciones han sido bastantes bajos (aproximadamente iguales al volumen de las transacciones de bienes comerciales) lo que es señal de una rotación ordenada de los intercambios comerciales de espectro;
- en el Reino Unido las transacciones en las pocas bandas disponibles han sido escasas, pero el número de bandas objeto de transacción ha sido pequeño y el organismo regulador del espectro se encuentra inmerso en un amplio programa de concesiones de espectro que puede suponer una fuente alternativa de espectro para los que lo necesitan.

La liquidez de los mercados de espectro sigue siendo un problema acuciante por lo que debe otorgarse la prioridad necesaria al diseño de medidas de liberalización.

#### **4.4.2 Las medidas en la práctica**

El organismo regulador, en el ejercicio de sus principales responsabilidades en materia de metas y objetivos de la gestión del espectro, debe decidir cuáles son el equilibrio y composición adecuados de técnicas administrativas y comerciales. Es cuestión de recurrir a métodos que garanticen el acceso y la protección contra las interferencias. El equilibrio actual favorece las soluciones administrativas aunque, en opinión de quien esto escribe, los organismos reguladores deben aceptar y fomentar un cambio hacia los métodos comerciales. Las fases que en la práctica conlleva este cambio de orientación son, entre otras, las siguientes:

- reglamentos y legislación en materia de espectro que otorguen mayor autoridad al organismo regulador para gestionar, asignar y conceder licencias sin perjuicio de la flexibilidad de utilización del espectro, de la neutralidad tecnológica y de la compartición;
- creación de los mecanismos, instrumentos y procesos necesarios para capturar y tener en cuenta las necesidades y los conocimientos técnicos especializados de los usuarios de espectro actuales y futuros.

Por muy evidente que parezcan estas fases, la adopción de la decisión de aumentar el acceso y mejorar la compartición exige un compromiso de cambio muy sólido por parte del organismo regulador que incluye a las partes interesadas y a los usuarios como socios integrales del proceso de determinar qué soluciones, métodos y espectro deben hacerse más accesibles. Por lo general suele faltar el compromiso de cambio e inclusión, de modo que el proceso va frenándose hasta llegar a un punto muerto.

La defensa de la utilización de tecnologías innovadoras constituye asimismo una de las misiones fundamentales de los organismos reguladores. Dos de las medidas de carácter esencialmente práctico que pueden adoptarse son el suministro de medios para efectuar pruebas y ensayos con nuevas tecnologías ofreciendo espectro disponible y la utilización de licencias de prueba. ComReg de Irlanda ha manifestado un interés especial en fomentar desarrollos innovadores y modos más eficaces de utilizar el espectro. Desean fomentar el desarrollo en estas tecnologías con su esquema de licencias de ensayo y prueba.

Como se ha expuesto a lo largo del presente documento, los organismos reguladores disponen de un potente instrumento para la atribución de espectro a diversos usuarios y para diversos usos. Cabe preguntarse si hay bandas que, por lo general, deban atribuirse a las aplicaciones inalámbricas de banda ancha (BWA) simplificando de este modo el proceso para los organismos reguladores.

Lo más probable es que la respuesta sea negativa. Como sabemos, cada región y cada país es distinto y, como se ha expuesto en las secciones 4.3.4 y 4.4.1, los planteamientos son diferentes. Se puede afirmar con cierta seguridad que si se limitan las restricciones para los usos y usuarios, mejora el acceso. Para abordar la limitación de las restricciones se necesita información, un cierto grado de consenso y, a falta de éste, los medios de suavizar la adaptación. Cabe entonces preguntarse lo que se puede hacer al respecto.

El organismo regulador debe considerar:

- la adquisición de la información necesaria para evaluar el uso, los usuarios y la utilización. Pueden realizarse auditorías de espectro para salvar el vacío de información;
- entablar consultas con los usuarios actuales y en perspectiva;
- planificar la liberación de ciertas zonas del espectro, y llevarla a cabo, mediante incentivos y adaptaciones tales como la redistribución de frecuencias;
- el examen de la forma de conceder o revocar licencias para espectro infrautilizado, a fin de aumentar su utilización y compartición;
- el refuerzo de la aplicación de normas técnicas y de la conformidad que garantice que las interferencias se gestionan y pueden gestionarse;
- la utilización de gestores de bandas para administrar el uso y los usuarios de las bandas de demanda agrupada objeto de transacción.

#### **4.4.3 Procedimientos informativos y administrativos de transferencia de espectro**

Para que el mercado de espectro funcione adecuadamente, los participantes deben disponer de información básica sobre la titularidad del espectro adyacente al que es objeto de su solicitud de licencia. De lo contrario, los compradores no apreciarán las restricciones aplicables a la interferencia a las que deberán someterse. Esto suscita problemas de confidencialidad –tanto el de confidencialidad comercial como el de la necesidad de mantener el secreto cuando se utiliza el espectro para fines de seguridad o defensa. Hay varios motivos relacionados con la vigilancia de las interferencias y la competencia que obligan al organismo regulador a mantener un registro del uso del espectro y de la titularidad de las licencias. Dado que gran parte de éste puede hacerse público, su existencia será de gran utilidad para que los adjudicatarios potenciales averigüen la identidad de sus vecinos espectrales, en el caso de que deseen ofrecer un servicio particular en una frecuencia específica de una zona determinada.

## **5 Fijación de precios del espectro**

El principal objetivo económico de cualquier recurso, y por supuesto del espectro radioeléctrico, es la maximización de los beneficios netos que el mismo puede generar para la sociedad, de modo que la distribución eficaz de los recursos produzca el máximo de beneficios para la sociedad. Los precios son un mecanismo importante para garantizar la utilización eficaz del recurso espectral por parte de los usuarios.

Las metas y objetivos asociados a la fijación de precios del espectro son, a grandes rasgos, los siguientes:

- sufragar los costos de las actividades de gestión del espectro realizadas por las autoridades u organismos reguladores de la gestión del espectro;

- garantizar la utilización eficiente del recurso de gestión del espectro ofreciendo incentivos suficientes;
- maximizar los beneficios económicos que se obtienen de la utilización del recurso espectral por parte del país;
- verificar que los usuarios que se benefician de la utilización del recurso espectral sufragan el costo de utilización del espectro;
- obtener ingresos para el Gobierno o el organismo regulador del espectro.

La fijación de precios del espectro guarda relación con una diversidad de actividades e instrumentos de gestión del espectro, entre ellos las tasas administrativas, la utilización del espectro y los precios del espectro determinados por los mecanismos del mercado. El desarrollo de estrategias de fijación de precios para el espectro conlleva invariablemente la armonización con las metas y objetivos recaudatorios del Gobierno y del organismo regulador, la fijación de objetivos y el debate con las partes interesadas clave tales como el Ministerio de Hacienda y grupos sectoriales destacados tales como los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Las estrategias y objetivos recaudatorios están directamente relacionados con los objetivos primarios; los usuarios del espectro pagan por su uso, sufragan los costos de gestión, la eficiencia espectral y el logro de las metas de desarrollo económicas y sociales.

### **5.1 Introducción a la fijación de precios del espectro**

En esta sección se exponen diversos planteamientos adoptados por los gestores del espectro para obtener ingresos y distribuir el recurso espectral mediante técnicas y métodos de fijación de precios del espectro. Para empezar se describen y comparan los precios del espectro determinados por la administración y los basados en el mercado, continuando con los objetivos de la gestión del espectro relacionados con la obtención de ingresos.

#### **Tasas administrativas y precios**

La asignación administrativa de espectro (de la que trata también la sección 1.5.1 Métodos administrativos) suele venir suplementada por la imposición de gravámenes sobre la utilización del espectro. Estos gravámenes pueden consistir simplemente en las tasas suficientes para recuperar los costos de la gestión del espectro. También se pueden utilizar los precios para orientar a los usuarios en la adopción de decisiones destinadas a incrementar la eficiencia de utilización del espectro. Un ejemplo de esto, aplicable en el marco de la asignación administrativa de espectro, consiste en establecer una tasa para el espectro igual a la estimación del valor que tendría el espectro en un contexto de mercado. A esto se le denomina a veces "fijación de precios con incentivos administrados".

#### **Precios basados en el mercado**

Otra alternativa consiste en que los precios vengan determinados por las transacciones auténticas del mercado tales como las subastas o el mercado secundario. La teoría general de los precios comporta hipótesis relativas al comportamiento económico de los consumidores de recursos en relación con las preferencias de los fundamentos para los resultados, la utilidad (maximización de la eficiencia y el beneficio) y la disponibilidad de información y acceso a la misma. A partir de estas hipótesis, los economistas han desarrollado una estructura que facilita la comprensión del modo en que la atribución de recursos escasos entre extremos alternativos sucede en los mercados. Recurriremos a estas hipótesis básicas para empezar a explicar el mecanismo de fijación de precios del espectro en el mercado.

## **Precios con incentivos administrados**

También se hará referencia a un método en el que el organismo regulador del espectro intenta aproximar los precios (a menudo tasas de tarifa plana) que puedan establecerse en un contexto de mercado. Este método se suele denominar "fijación de precios por incentivos administrados": "administrados" porque los precios los establece el organismo regulador para reflejar el costo de oportunidad del espectro aunque incorporando propiedades de "incentivos" potenciales: los precios se fijan a un nivel determinado para fomentar la eficiencia de utilización del espectro de acuerdo con la escasez de éste.

En esta sección sobre la fijación de precios del espectro se explicarán estas posibilidades más detalladamente. Comenzará con una exposición de los precios o tasas establecidos para recuperar los costos de explotación de un organismo regulador del espectro. A continuación se expondrán las tasas de utilización del espectro destinadas a obtener ingresos del recurso espectral y a garantizar la utilización del espectro de forma eficiente.

Después, se expondrá el caso en el que el espectro se asigna por sorteo: el número ganador, escogido aleatoriamente, obtendrá un premio de espectro. Se trata de un método de asignación ajeno a la fijación de precios. No obstante cabe observar (y prevenir contra ello) que el ganador puede desear, en muchos casos, convertir la licencia en dinero (caso de que se le permita) vendiéndola en el mercado.

Más adelante se expondrá con cierto detalle cómo pueden determinarse los precios de las licencias de espectro mediante un proceso de subasta, y se analizarán los diferentes tipos de subastas y los resultados probables. Las subastas constituyen un medio bastante conocido de utilizar los precios generados por el mercado para asignar espectro en el momento de su primera licitación por parte del organismo regulador del espectro. Cuando se permite el mercado secundario o subsiguiente de licencias, surgen procedimientos de determinación de los precios en dichas transacciones, entre los que pueden considerarse también las subastas. Se examinarán las condiciones en las que dichas transacciones pueden desarrollarse con éxito.

Por último, se expondrá el modo en el que el organismo regulador del espectro se aproxima a los precios que podrían surgir en un contexto de mercado estableciendo gravámenes espectrales que reflejen el costo de oportunidad del espectro.

Puede plantearse un problema importante si el regulador utiliza tanto el sistema administrativo como el basado en el mercado para segmentos de espectro diferentes; se trata del problema de la adaptación y armonización de precios. Por ejemplo, cómo deben ajustarse los precios del espectro en bandas adyacentes cuando hay subastas indicando un aumento del costo de oportunidad del espectro y asimismo si los precios deben seguir los ajustes de valoración de los precios del mercado.

## **5.2 Recuperación de costos**

El funcionamiento de un organismo regulador del espectro cuesta dinero. Entre los recursos que necesita el organismo de gestión del espectro se encuentran: mano de obra especializada, recursos de TI, inversiones en equipos de comprobación técnica, y los gastos a los que hay que hacer frente por participar en las reuniones de la UIT y en las de otros organismos internacionales. Además, es necesario financiar los insumos normales tales como el espacio de oficinas y el suministro de agua, gas y electricidad. Los Gobiernos pueden, y en ciertas circunstancias deben, sufragar estos costos directamente con cargo a los ingresos ordinarios (por ejemplo, si la recuperación total de costos constituye un factor disuasorio para la utilización del espectro). Sin embargo, suele dar resultado que los adjudicatarios, o grupos de éstos, asuman los costos reglamentarios directos que originan, porque dichos costos son imputables a cada adjudicatario. Por este motivo, cada usuario debe prever



un gravamen por la licencia basado en el costo directo cuando solicite el acceso al espectro, al igual que tiene en cuenta otros costos que origina o en los que incurre.

### **5.2.1 Estructura de costos del organismo de gestión del espectro**

Las actividades de los adjudicatarios suponen unos costos directos para el organismo regulador. Entre éstos se cuentan los costos de emisión, mantenimiento de datos, supervisión del espectro y fiscalización de las licencias individuales. Algunos de los costos serán comunes para una banda o servicio de radiocomunicaciones (tal como la planificación de la banda), mientras que otros serán comunes para un grupo de bandas y algunos, tales como los costos fijos de gestión, afectarán a todos los adjudicatarios. En el estudio realizado en Australia, al que se alude en la siguiente nota práctica, parece que predominan los costos indirectos.

### **5.2.2 Fijación de tasas y precios para recuperar los costos en la práctica**

El organismo regulador suele imponer tasas cuando pasa la asignación administrativa de espectro y la tramitación de solicitudes. Entre los tipos de tasas se encuentran:

- Las tasas de depósito
- Las tasas de homologación
- Las tasas de examen de operador de radiocomunicaciones
- Las tasas de expedición del certificado de operador de radiocomunicaciones
- Las tasas de investigación de denuncias de interferencias.

La fijación de tasas y precios para recuperar costos ha sido abordada por los reguladores de diversos modos. Algunos de ellos han recurrido a modelos de costos detallados para establecer qué licencias han originado qué costos; otros han recurrido a reglas de carácter práctico. Las reglas de carácter práctico, tales como la fijación de gravámenes de acuerdo con un porcentaje de la facturación del adjudicatario, serán censuradas, probablemente, por los que piensan que están sometidos a gravámenes excesivos. En estos casos, puede desarrollarse un sencillo modelo de costos directos. Es necesario que este modelo se base en una estructura y procesos de empresa bien definidos y en los datos contables de la gestión asociada del organismo regulador –por ejemplo, la cantidad de tiempo empleada en emitir y poner en vigor licencias particulares. Asimismo, será necesario disponer de un método de atribución de costos comunes o indirectos –por ejemplo, proporcionalmente a los costos directos originados por los adjudicatarios. También pueden atribuirse en función de la cantidad de espectro (expresada, por ejemplo, en MHz) asociada a una licencia.

El organismo regulador debe optar por uno de estos planteamientos por motivos de equidad y por los efectos que quepa esperar de la imposición de un gravamen por la utilización del espectro. Si una atribución excesiva de costos indirectos hace que la licencia no resulte rentable, es posible que deba replantearse la cuestión. A continuación se ofrecen dos ejemplos de soluciones alternativas en la nota práctica y documento de referencia siguientes.

## **INFORMACIÓN RELACIONADA**

UIT-D: Comisiones de Estudio: Base de datos de tasas espectrales – Gestión del espectro.

### **5.3 Utilización del espectro**

Las tasas por utilización del espectro se imponen con el fin de obtener ingresos del recurso espectral para el Gobierno y garantizar que los usuarios del espectro utilizan este recurso de manera eficiente. En un marco de fijación de precios por utilización del espectro los usuarios deben pasar a una situación en la que sólo se pague por el espectro asignado y utilizado. El espectro no utilizado se devuelve para ser reutilizado por otros.

Los objetivos específicos de la utilización del espectro varían considerablemente de unas regiones a otras. Hay alegaciones a favor de igualar las tasas de utilización del espectro en cada región para evitar desincentivar la inversión. No obstante, a la hora de definir las mejores prácticas a nivel regional es necesario tener en cuenta factores importantes tales como la escasez, la calidad, las congestiones y el valor en uso.

Conviene señalar que los gravámenes por utilización del espectro deben aplicarse también a otros usuarios importantes del espectro como son las microondas y los satélites.

### 5.3.1 Las tasas de utilización del espectro en la práctica

En este artículo se describen dos métodos de fijación de precios que suelen adoptarse para la determinación de los precios de las concesiones y de las redes, y para la utilización del espectro. A continuación se describen someramente estos dos sistemas:

- valor de la gestión de utilización del espectro (Nurmatov); y
- fijación de precios en función de la calidad de funcionamiento del sistema (Nozdrin).

#### Valor de la gestión de utilización del espectro

Las tasas pueden calcularse en función de los costos de gestión del espectro pudiendo ajustarse a la siguiente forma funcional:

$$F = Di$$

$$F = f (Di, Li \times I)$$

siendo:

F tasa impuesta al adjudicatario de la autorización del espectro;

Di costos administrativos directos de la tramitación de las solicitudes de licencia;

Li porcentaje de participación en los costos administrativos adicionales;

I costos adicionales totales independientes.

#### Fijación de precios según la calidad de funcionamiento del sistema

Se ha encontrado una solución universal para la determinación de los precios del espectro en función de la calidad de funcionamiento del sistema, en la que el precio puede calcularse a partir de varios elementos independientes basados en algunos, o en todos, los criterios siguientes: cantidad de espectro utilizado, número de canales o de enlaces utilizados, grado de congestión, eficiencia del equipo de radiocomunicaciones, relación potencia del transmisor/zona de cobertura, situación geográfica, etc. El principio básico de este planteamiento radica en la identificación de diversos parámetros técnicos a fin de medir el volumen de espectro utilizado o definir la "zona de contaminación" de un sistema radioeléctrico como base común para la determinación de las tasas espectrales.

Por ejemplo, cabe considerar la siguiente fórmula universal:

$$P = \frac{V}{M} \times \frac{K_f K_s}{K_m} \times C_s \times K_p$$

siendo:

P precio del espectro;

V volumen de la zona espacial o geométrica ocupada;

M resultados útiles obtenidos del equipo de radiocomunicaciones considerado, por ejemplo, número de canales ofrecidos o usuarios atendidos;

- Kf coeficiente que refleja las características específicas de la gama utilizada;
- Ks coeficiente que tiene en cuenta la región de la instalación de la estación radioeléctrica;
- Km coeficiente que refleja el beneficio social del sistema de radiocomunicaciones;
- Cs costo anual de gestión del espectro;
- Kp coeficiente que refleja el nivel de la demanda de acceso al espectro en la banda en cuestión.

Aunque la aplicación de este método puede estimular un aumento de la eficiencia de utilización del espectro, quedan por resolver varios problemas relacionados con la utilización práctica de esta fórmula. Uno de los inconvenientes de esta técnica es la elección de los coeficientes que representan las características específicas del servicio, la demanda de espectro, etc.

#### **5.4 Cánones y sorteos de espectro**

Los cánones y sorteos de espectro son métodos administrativos destinados a la obtención de ingresos que pueden tener poco que ver con el valor económico del espectro o con el costo de la gestión del espectro. Tradicionalmente, los cánones y los sorteos han sido los precursores de los métodos basados en el mercado, tales como las subastas, que actualmente se consideran más fiables para establecer los precios.

##### **Cánones de espectro**

Los gravámenes por espectro o por licencias pueden evaluarse como porcentaje (o cánones) sobre los ingresos o beneficios, que deben abonarse al organismo regulador del espectro en virtud de los términos de la licencia recibida o de los beneficios obtenidos por el operador. Éste puede ser un sistema de sufragar los costos reglamentarios o haberse diseñado para recaudar ingresos para el gobierno.

Los aumentos y disminuciones de los importes de los cánones dependen de los beneficios de la empresa y de la prosperidad del sector (por ejemplo, el de las comunicaciones móviles). Esto convierte al organismo regulador en una especie de "socio" del operador que comparte el interés común de maximizar los ingresos o beneficios. Dado que el importe del canon depende de los resultados del operador, el volumen de los ingresos que genera resulta impredecible, lo que puede ser un inconveniente. También es necesario que exista claridad jurídica para garantizar la legalidad de lo que podría considerarse un recargo fiscal.

Por último, debe definirse la base de cálculo del canon para evitar que algún operador utilice argucias contables para ocultar ingresos o beneficios y disminuir de este modo el importe a pagar.

##### **Sorteos**

Los ingresos se obtienen de los pagos abonados por los solicitantes en concepto de tasas por la obtención de derechos espectrales. A pesar de lo atractivo y equitativo que pueda parecer este procedimiento tiene muchos inconvenientes y ha caído en desuso.

- 1) En primer lugar, cuando hay muchos solicitantes, los costos administrativos pueden resultar considerables, especialmente si hay que examinar e investigar las solicitudes para determinar su conveniencia.
- 2) En segundo lugar, si no se examinan los solicitantes, puede resultar que el ganador del sorteo no reúna las condiciones necesarias para explotar el servicio eficientemente y si no se les permite vender la licencia esto puede resultar catastrófico.

- 3) Por último, y en tercer lugar, si se les permite vender la licencia a los operadores eficientes, los ganadores estarán beneficiándose de ingresos obtenidos en la subasta que de otro modo recibiría el gobierno.

## 5.5 Subastas

En estos últimos años, los organismos reguladores han apostado fuertemente por asignar ciertas licencias mediante un proceso competitivo que comportaba (normalmente) un pago monetario (lo que se denomina una subasta) en vez de por otros procedimientos tales como las audiencias comparativas en las que las solicitudes se evaluaban en función de una diversidad de criterios. La sección 3 de este módulo de gestión del espectro contiene una exposición más completa de los métodos de selección de los adjudicatarios. La presente sección se centra en los aspectos del proceso de selección relacionados con la fijación de precios.

En una subasta, los pujadores por la licencia presentan ofertas competitivas, adjudicándose la licencia al mejor postor. Lo normal es que las ofertas se establezcan en términos monetarios, de modo que el competidor que ofrezca el importe monetario más elevado obtenga la licencia. Sin embargo, la competencia puede realizarse de acuerdo con otra variable. Por ejemplo, los licitadores pueden competir en cuanto a la amplitud de la zona geográfica sobre la que se prestará el servicio. Asimismo la competición puede basarse en términos del operador que cobre un importe menor por el servicio. Una vez establecidas las normas, no obstante, el ganador vendrá determinado por la operación del proceso competitivo y no por una decisión administrativa.

El paso de las audiencias comparativas, seguidas de una decisión administrativa, a las subastas no modifica esencialmente el régimen reglamentario del espectro. Si en las licencias se especifican con el máximo detalle los dispositivos técnicos que deben emplearse y los servicios que deben prestarse, el ganador de la subasta queda tan obligado como una empresa a la que se le adjudique una licencia por otros medios. Las diferencias más importantes son las siguientes:

- 1) en una subasta se otorga la licencia a la empresa que ofrece la puja más alta y que, en ciertas condiciones, puede ser la más eficiente;
- 2) si la subasta competitiva funciona como es debido, los beneficios en exceso de los previstos, resultantes de la prestación del servicio, van al gobierno en vez de al operador como ocurriría en el caso de selección del operador mediante audiencia competitiva.

La licencia objeto de subasta no siempre es tan preceptiva como se ha supuesto anteriormente sino que puede permitir que el adjudicatario escoja los servicios a prestar. Algunos de los problemas resultantes asociados con el cambio de uso se exponen en el apartado "el mercado secundario en la práctica".

Aunque las subastas se han estado utilizando en muchos países durante los últimos 10 ó 15 años, la mayor parte del espectro que se utiliza en todos los países se ha atribuido por métodos administrativos. En la práctica las subastas suelen limitarse a los casos en los que:

- hay poco espectro disponible;
- hay muchas empresas que desean obtener la licencia;
- el servicio a prestar en dicho espectro puede definirse con exactitud;
- el valor monetario de la licencia es relativamente elevado, lo que justifica el recurso a un procedimiento de asignación que puede resultar complejo.

Queda claro, no obstante, que las subastas pueden utilizarse en una casuística más amplia que la citada. Para que un proceso de subasta tenga éxito, es indispensable que estén perfectamente definidos los derechos y obligaciones objeto de la subasta y que estén perfectamente definidas las normas de desarrollo de la subasta. De faltar alguna de estas condiciones, las empresas tendrán que hacer frente a la incertidumbre por lo que serán reacias a participar o a presentar pujas importantes.

La sección 3 del presente módulo contiene un debate más amplio de los métodos de selección de los adjudicatarios.

### 5.5.1 Tipos de subasta

Hay diversas circunstancias en las que la subasta puede considerarse un medio de asignación de licencias:

- 1) El caso más sencillo corresponde a la oferta en subasta de una licencia en un proceso autónomo.
- 2) Cuando se ofrecen dos o más licencias, idénticas o complementarias, la oferta puede ser secuencial o simultánea. Cuando ambas licencias son locales, la subasta simultánea puede permitir a las empresas combinar las licencias locales para ofrecer una cobertura mayor.
- 3) Las licencias pueden asignarse en la forma llamada "licitación abierta" o proceso público, donde las pujas son visibles para las otras partes, o mediante un sistema de "oferta sellada" en las que cada parte presenta su oferta en privado; hay muchas variantes de la subasta abierta, una de ellas es la denominada subasta descendente u holandesa.
- 4) La subasta puede tener una oferta mínima o precio mínimo.

A continuación se facilitan algunos ejemplos:

- Un organismo regulador del espectro se propone asignar una única licencia para la prestación del servicio de telefonía móvil de la segunda generación a nivel nacional. El solicitante adjudicatario debe comprometerse a alcanzar una cobertura del 50% de la superficie del país y del 80% de la población. Las empresas preseleccionadas (es decir, las que hayan demostrado que reúnen las condiciones para ser adjudicatarias) deben presentar las ofertas selladas en un plazo especificado. El ganador será la empresa que ofrezca la puja más alta.
- Se subastan dos o más licencias para prestar los servicios móviles 3G a nivel nacional. Los solicitantes preseleccionados pujan en competencia en un proceso de subasta abierta. Tienen la oportunidad de presentar nuevas ofertas para las licencias a intervalos predeterminados. La subasta termina cuando las ofertas ganadoras para cada una de las licencias son las mismas, en cuanto a licitador e importe de la oferta, que en la ronda anterior. Para garantizar que se completa la subasta, se obliga a las empresas a pujar con una frecuencia determinada.
- Este ejemplo es semejante al de la licencia 3G anterior, salvo en que se restringen los usos que el competidor adjudicatario pueda dar al espectro (siempre que se satisfagan las condiciones de interferencia). Este tipo de subasta se considera neutral en cuanto a tecnología y servicios. El territorio de un determinado país se divide, por ejemplo, en veinte zonas y se sacan a subasta tres licencias (idénticas o semejantes) en cada zona (sesenta en total). Este procedimiento corresponde a una licitación abierta. En cada etapa, una empresa puede concurrir por una licencia en cada región. Este procedimiento permite que las empresas monten un servicio nacional licitando en todas las zonas sucesivamente. Por el contrario, una empresa puede licitar por un servicio local en una única zona.

- Una subasta ascendente o de puja al alza es un procedimiento de venta de varias licencias idénticas que exige que el subastador anuncie a los licitadores precios crecientes a lo largo del tiempo (ascendentes con el tiempo) de modo que los licitadores deben optar por aceptar o rechazar los precios anunciados. La subasta termina cuando el número de ofertas es igual al número de licencias. Los licitadores adjudicatarios pagan el importe correspondiente a la licitación y a cada uno de ellos se le asigna una licencia idéntica. Hay variantes de la subasta ascendente que permiten subastar licencias diferentes utilizando una secuencia independiente de precios para cada una de ellas. Las subastas ascendentes también pueden combinarse con fases posteriores de licitación de paquetes de licencias complementarias.

El modo de subasta elegido dependerá de la naturaleza de las licencias disponibles, del número y naturaleza de las empresas interesadas en éstas y de los objetivos del organismo regulador o del gobierno. Hay que buscar varios compromisos, por ejemplo entre las ventajas de los sistemas de subasta abierta por la divulgación entre las empresas de las valoraciones de otras, fomentando por consiguiente el aumento de las pujas, y las oportunidades de colusión entre licitadores que la comunicación existente en una subasta abierta puede facilitar. La conclusión es que cada conjunto de circunstancias exige una solución individualizada.

### **5.5.2 Especificación del objeto de la subasta**

Para que una subasta tenga éxito es necesario que los participantes comprendan perfectamente los derechos y obligaciones del adjudicatario, ya que si éstos no están perfectamente definidos se desincentivará la presentación de ofertas. Las subastas se diferencian entre sí principalmente por dos aspectos: por el número de lotes (o licencias) ofertadas y por el modo en que se lleva a cabo la subasta. Ha habido un número importante de licencias del servicio móvil adjudicadas por subasta en todo el mundo y eso constituye una buena base para su análisis y comprensión. Algunas de las variables clave para el diseño de la subasta de estas licencias de comunicaciones inalámbricas fueron:

- 1) el número de licencias ofrecidas para el servicio y la banda correspondiente: esta decisión reviste una importancia fundamental puesto que determina la estructura del mercado de servicios. El objetivo de maximizar los beneficios para el consumidor invita a controlar las fuerzas en competencia al máximo –es decir, a adjudicar, con arreglo a la disponibilidad de espectro, tantas licencias como el mercado pueda asimilar (más una o dos suplementarias para permitir la libertad de participación en el mercado);
- 2) los compromisos aceptados en el momento de la subasta relativos a las restricciones sobre la adjudicación de licencias subsiguientes;
- 3) la concesión de licencias nacionales o regionales locales; a este respecto, puede ser conveniente que el organismo regulador prevea el tipo de planes de actividades (nacionales o regionales) que las empresas pueden tener y habilitar las licencias como convenga, no habiendo nada que impida la combinación de licencias nacionales y regionales;
- 4) la vigencia de las licencias: un periodo demasiado corto puede desincentivar la inversión en estos servicios, mientras que un periodo demasiado largo puede hacer que el espectro en cuestión quede bloqueado si no puede ser vendido para otros fines;
- 5) la posible obligación del adjudicatario de efectuar pagos periódicos durante la vigencia de la licencia;
- 6) la posible obligación de despliegue de la red o la existencia de cláusulas de incautación de lo inutilizado;
- 7) las posibles restricciones a la propiedad extranjera.

Todos estos aspectos influyen en los ingresos que se prevé obtener de la subasta y en la repercusión prevista sobre el consumidor.

### **5.5.3 Normas y procedimientos de las subastas**

Las subastas sólo funcionan adecuadamente cuando se celebran con arreglo a normas perfectamente definidas que todos los participantes pueden entender. Estas normas deben diseñarse tanto para evitar la colusión como para hacer que el proceso termine de un modo eficiente. Los organismos reguladores tienen que estipular las normas en los documentos de licitación con un cierto nivel de detalle.

El carácter de las normas que se necesitan va de las más básicas a las más complejas, dependiendo de la forma de subasta escogida.

En la primera categoría, hay que establecer normas básicas de servicio para preservar la confidencialidad de las ofertas selladas hasta la fecha "oficial" de apertura de pliegos y la entrega simultánea de las ofertas de todos los competidores en un sistema de licitación pública.

Para poder concluir una subasta compleja de varias etapas, es necesario obligar a todos los participantes a pujar a intervalos periódicos (con arreglo a las denominadas "normas de actividad"), en vez de formular pujas imprevistas conforme se acerca el final del proceso, garantizando un incremento mínimo de las pujas, para evitar que éstas crezcan incesantemente en pequeñas cantidades.

En una subasta del servicio de comunicaciones personales (PCS) de Estados Unidos, se descubrió que los participantes utilizaban los importes de sus pujas para avisar a sus competidores, más concretamente para "disuadirlos" de pujar por ciertos lotes. Por este motivo se introdujo una norma que exigía que las pujas se efectuaran en múltiplos de diez evitando de este modo la posibilidad de enviar indicaciones de este tipo.

### **5.5.4 La subasta en la práctica**

Durante los últimos diez años se han celebrado, literalmente, cientos de subastas de espectro. Algunas de éstas han alcanzado bastante notoriedad por haber exigido miles de millones de euros o dólares a los licitadores. La mayor parte, sin embargo se han realizado a una escala muy inferior. Se ha utilizado una gran diversidad de métodos, algunos de los cuales se han considerado satisfactorios, mientras que otros han resultado fallidos. Los organismos reguladores pueden aprender de estas experiencias para seleccionar los procedimientos que se ajusten a sus circunstancias.

En este apartado se ofrece la descripción de una selección de subastas de espectro que, aunque no pretende ser completa, sirve para identificar precedentes útiles.

En Estados Unidos se ha acumulado una gran experiencia porque la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) ha realizado una serie de subastas desde julio de 1994 que ha continuado en 2007.

Un comentarista ha extraído las siguientes conclusiones de estas subastas en las que, por lo general, se subastaban varias licencias locales que podían agregarse para prestar servicios a nivel regional o nacional:

- la licitación pública es mejor que una sola oferta sellada;
- la licitación pública simultánea es mejor que la subasta secuencial, en la que las licencias se subastan consecutivamente;

- en principio, es conveniente permitir a los licitadores pujar por lotes (por ejemplo, por un grupo de licencias locales que permita prestar servicios en zonas más amplias), pero en la práctica (en 2001) esto resultó demasiado difícil;
- la colusión es un grave problema al que puede hacerse frente ocultando la identidad de los licitadores (por ejemplo, publicando la licitación pero no el nombre del licitador) y fijando precios de reanudación elevados, entre otros modos.

Las subastas más importantes de los últimos tiempos han sido probablemente las de las licencias 3G (UMTS) en Europa. En el bienio 2000-2001 se celebraron una serie de subastas, empezando en el Reino Unido, en la que los operadores ofrecieron enormes cantidades de dinero (35 000 millones USD por cinco licencias 3G). Aunque los ingresos de la subasta celebrada en Alemania varios meses después, también fueron elevados, fueron disminuyendo a continuación en proporción al número de habitantes. Ya se han publicado muchos análisis sobre estos procesos; entre los mejores se encuentra el de Paul Klemperer que se cita más adelante en la lista de referencias.

Cuando se subasta un pequeño número de licencias de ámbito regional, por ejemplo en un país en desarrollo, es posible adoptar un planteamiento más sencillo. Un buen ejemplo de ello lo constituye la subasta de tres licencias GSM idénticas en Nigeria en 2002, que se llevó a cabo mediante un proceso cuidadosamente planificado con etapas de invitación y preselección, adicionales a la propia subasta. Para resolver el problema de la colusión, los diseñadores hicieron planes alternativos en función del número de licitadores seleccionados para las tres licencias. De haber cinco o más, es decir si el número de licitadores era mayor que el número de licencias más uno, se recurriría a una subasta de oferta ascendente. De haber sólo cuatro, se recurriría a un proceso a sobre cerrado.

## **5.6 Mercados secundarios**

En la oferta inicial de licencias de espectro, las subastas pueden crear competencia por el espectro; sin embargo, suele ocurrir que el adjudicatario de la licencia no tenga derecho a venderla con posterioridad. La reventa continua de espectro es posible cuando existe un mercado secundario para el espectro subastado, o el atribuido inicialmente por métodos administrativos, cuya compraventa haya sido autorizada. Cuando se combina la existencia del mercado secundario con la flexibilidad de utilización del espectro, el adjudicatario original, u otra empresa si se ha producido una transacción, puede utilizar las licencias de una manera innovadora. Las subastas se limitan a introducir una selección inicial basada en el mercado de organizaciones que ejercerán derechos de utilización del espectro muy específicos, mientras que las transacciones en el mercado secundario pretenden desarrollar una solución basada principalmente en el mercado tanto para la asignación de espectro como para la atribución del mismo, con la condición de que se permita utilizarlo de manera flexible.

Pueden consultarse más detalles de la compartición basada en el mercado en las secciones de este módulo 4.2.4 Compartición basada en métodos del mercado y 4.3.4 La compartición del espectro en la práctica.

### **5.6.1 Definición de derechos de propiedad para la compraventa de espectro**

En las operaciones de compraventa es conveniente, e incluso necesario, que tanto comprador como vendedor, así como el organismo regulador y los tribunales de justicia en su caso, estén de acuerdo en lo que supone el cambio de propiedad de este conjunto de derechos y obligaciones. Esto reza tanto para los bienes raíces, por citar un ejemplo, como para las licencias de espectro. Así pues, la definición sin ambigüedades de los derechos de propiedad es un requisito indispensable para la eficiencia de los mercados de espectro.



Entre las dimensiones de los derechos y obligaciones que comporta una licencia de espectro se encuentran:

- 1) la banda de frecuencias que ampara la licencia;
- 2) la zona geográfica en la que puede utilizarse la licencia;
- 3) el periodo de vigencia de la licencia;
- 4) los usos a los que da derecho la licencia;
- 5) el grado de protección del adjudicatario frente a otros usuarios;
- 6) la obligación que tiene el adjudicatario de no interferir en los derechos de espectro de otros usuarios.

## **5.7 Precios de incentivo administrado**

El sistema de precios de incentivo administrado (AIP, *administered incentive prices*) lo utilizan algunos organismos reguladores como instrumento adicional de promoción de la eficiencia en la utilización del espectro en el marco de la gestión administrativa del mismo. Aunque las licencias se otorgan por medios administrativos comportan una obligación de pago al organismo regulador o gobierno, cuyo fin es promover la eficiencia en la utilización del espectro, y no simplemente recuperar los costos de gestión del espectro. Se trata de que cuando el usuario tenga espectro sin utilizar, opte por devolverlo para no tener que pagar un recargo. Además, cuando el usuario pueda pagar una tasa menor gracias a su mayor eficiencia en la utilización del espectro, podrá ejecutar más operaciones que utilicen el espectro con eficiencia. Los precios de recuperación de costos señalados anteriormente pueden forzar a que los usuarios devuelvan el espectro que les sobra o a que lo utilicen más eficientemente, pero también es posible que sean demasiado bajos como para imponer el nivel de disciplina adecuado a los adjudicatarios. Esto se plantea debido a que el valor del espectro para una nación suele sobrepasar con mucho el costo de explotación del organismo regulador del espectro.

### **5.7.1 El costo de oportunidad del espectro**

A falta de un mercado primario o secundario para el espectro (o aun existiendo), puede ser conveniente ofrecer a los adjudicatarios un incentivo para que ahorren espectro, a fin de disuadir a los usuarios de que comentan abusos o evitar que acaparen espectro. Esto es aplicable tanto a los usuarios del sector privado (o comerciales) como a los del sector público.

Hay diversos modos de llevar esto a cabo, entre ellos las auditorías periódicas. La aplicación de un recargo por utilización del espectro supone la imposición de una presión constante sobre los usuarios para incentivar el ahorro, al igual que un cuadro de fondos adecuado para el suministro eléctrico supone un freno para el despilfarro de electricidad.

Para aplicar el nivel de presión justo sobre los precios sin forzar economías excesivas que supongan que queda sin utilizar una parte del valioso espectro, deben fijarse los precios del espectro en cualquiera de sus usos de acuerdo con su costo de oportunidad. Éste puede calcularse estimando los otros recursos que se ahorrarían si hubiera que desplegar el mismo espectro para prestar otro servicio, o los costos suplementarios que habría que soportar de no estar disponible para prestar el servicio para el que se utiliza actualmente, de modo que dicho servicio tuviera que prestarse con menos espectro.

Por ejemplo, el costo de oportunidad del espectro atribuido a las comunicaciones móviles puede calcularse de cualquiera de las dos formas anteriores. Cabe preguntarse cuál sería el costo suplementario de prestar el servicio de comunicaciones móviles con menos espectro, por ejemplo reutilizando mejor el espectro y por consiguiente utilizando menos potencia y más estaciones de base, o bien por los costos que el nuevo adjudicatario del espectro se ahorraría para prestar el

servicio si el espectro se reatribuyera a otro uso. Ambas son posibles medidas de los costos de oportunidad, pero se debe tomar el mayor de los dos (o más) costos estimados porque representa el costo que tiene para la sociedad mantener el espectro en su uso actual.

Obsérvese que con este planteamiento sólo se mide el potencial del espectro para reducir los costos de los servicios y no su influencia en la generación de beneficios suplementarios por la monopolización de los servicios. Por este motivo, el costo de oportunidad no es una estimación del precio de alquilar o comprar espectro en el mercado, ya que éste comprendería los "beneficios monopolísticos" de haberlos. Si el organismo regulador desea una estimación del precio en el mercado de cualquier espectro, puede examinar el nivel de los precios en las transacciones comerciales comparables, tales como los ingresos de las subastas o los del mercado secundario.

### **5.7.2 Los precios de incentivo administrado en la práctica**

Cuando se asignan las licencias de espectro por medio de un método administrado, e incluso a veces mediante subasta, es posible que los organismos reguladores deseen aplicar una presión suplementaria para realizar economías por medio del recargo de una tasa anual por utilización del espectro. Los recargos establecidos por el organismo regulador con este objetivo se suelen denominar "precios de incentivo administrado" (AIP, *administered incentive prices*).

En principio, puede parecer que las tasas de recuperación de costos encajarían en esta categoría. No obstante, el motivo principal de la existencia de este método es la financiación del organismo regulador del espectro (y acaso la de obtener ingresos adicionales). Por este motivo, no pueden calcularse estas tasas para fomentar la eficiencia en la utilización del espectro. En la práctica, no obstante, no existe una separación claramente definida entre los dos conceptos de fijación de precios por lo que ambos motivos pueden ser válidos en distinta medida, como pone de manifiesto la nota práctica sobre fijación de precios de recuperación de costos en Australia (véase la sección 5.2.2).

Un buen modo de establecer los AIP es hacerlos iguales al "costo de oportunidad" de la frecuencia en cuestión. Como se expone en la sección 5.7.1, éste puede calcularse por el incremento de costo que se produciría por prestar el mismo servicio si el espectro se sustituyese por otro insumo, tal como una frecuencia diferente o un insumo no espectral.

En la práctica esto exigirá que el organismo regulador identifique las alternativas pertinentes y ejecute los cálculos de costos necesarios. Los resultados obtenidos sólo serán aproximados, pero el organismo regulador debe considerar que es mejor aplicar incentivos para la eficiencia del costo por un precio que sólo es aproximadamente correcto, que no imponer ningún recargo en absoluto.

Si los AIP se definieran a partir del costo de oportunidad, serían nulos (y probablemente se sustituirían por los precios de recuperación de costos calculados únicamente a partir de los costos directos) si el espectro no tuviese ningún uso alternativo. Esto podría suceder si:

- no hubiese escasez de espectro en la frecuencia pertinente de modo que pudieran aceptarse todos los usuarios;
- hubiese un impedimento legal para utilizar el espectro en cuestión para otros fines; esto podría aplicarse por ejemplo al espectro utilizado para la comunicación aeronáutica bajo los auspicios de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Otro modo de establecer los AIP es utilizar los precios observados en las transacciones comerciales en las mismas frecuencias o en otras relacionadas con éstas. Éstos pueden sacarse de las ofertas ganadoras en las subastas o de las operaciones de compraventa de licencias existentes en el mercado secundario. Los precios de estas transacciones incorporarán no sólo "costos de oportunidad", el potencial de ahorro de costos de la licencia del espectro, sino también los beneficios suplementarios que el titular de la licencia pueda obtener de la exclusividad o de la posición dominante en el

mercado. Por este motivo deben utilizarse con precaución. Por ejemplo, supóngase que se han subastado dos licencias móviles y que las ofertas se han basado en planes de actividades empresariales que preveían gravámenes elevados para la telefonía móvil con una competencia limitada. Si un participante posterior tuviera que hacer frente a un precio administrado igual al de estas ofertas, podría no parecerle rentable entrar en el mercado móvil, dado que los beneficios que podría obtener en un mercado más competitivo acaso no bastan para cubrir unos gravámenes tan altos. Esto demuestra que si el precio administrado es excesivo puede quedar espectro infrautilizado.

En conclusión, AIP es otra herramienta de los organismos reguladores para fomentar la eficiencia en la utilización del espectro aplicable en un régimen administrativo de asignaciones de espectro que puede aplicarse asimismo a los usuarios de los sectores privado y público. Es necesario, no obstante, que el organismo regulador se asegure de que los AIP producen los efectos deseados. Por ejemplo, si un ministerio que paga el AIP por el espectro consigue un incremento de sus créditos presupuestarios para poder pagarlo, no hay ningún incentivo para economizar y este régimen resulta infructuoso.

### **5.7.3 Ajuste de los precios del espectro**

Una de las características más importante del precio de la mayoría de los objetos es su posibilidad de cambiar, en el curso del tiempo, en respuesta a la escasez, a la aparición de sustitutos y a los cambios en las preferencias de los consumidores. En la medida en que los precios cambien en los mercados organizados, los precios del espectro cambiarán cuando los precios estén determinados por los métodos del mercado.

En cuanto a los precios administrados y los AIP cabe señalar que los precios pueden variar conforme lo hacen las atribuciones y la disponibilidad como consecuencia de procesos internacionales y nacionales. Si la escasez administrativa es la característica predominante en ciertas bandas, la mejora de la disponibilidad y el acceso debe ejercer una presión a la baja sobre los precios del espectro. Conforme los organismos reguladores gestionan con más eficiencia el espectro radioeléctrico, queda más justificada la reducción del porcentaje de tasas del espectro destinado a la recuperación de costos.

Como se ha expuesto anteriormente, los AIP para una banda o servicio específico vienen determinados por el cálculo del costo de oportunidad del servicio existente con el mejor uso alternativo. Conforme cambian los costos de oportunidad en función de las mejoras tecnológicas y de los cambios en la oferta de servicios, cabe esperar que los AIP se ajusten a la baja. Esto es lo que ocurre con los precios determinados por Ofcom. Ofcom calcula periódicamente los AIP para diversos servicios y ajusta unos precios al alza y otros a la baja.

Cabe preguntarse si el precio del espectro en las bandas adyacentes a aquellas que reflejan o bien un costo de oportunidad o los precios del mercado, aumenta paralelamente. La respuesta a esta cuestión depende de si las bandas se utilizan para servicios similares. Los métodos basados en el mercado resolverán la cuestión de los precios con facilidad, mientras que en un proceso administrativo el gestor del espectro necesitará ajustar el precio y probablemente incurrir en retrasos e inexactitudes.

## **6 Comprobación técnica del espectro y fiscalización de la conformidad**

La comprobación técnica del espectro es una de las cuatro funciones esenciales de la gestión del espectro que comprende la planificación del espectro, la ingeniería del espectro y la autorización del espectro. La comprobación técnica del espectro permite a los gestores del espectro planificar y utilizar frecuencias, evitar usos incompatibles e identificar las fuentes de interferencia perjudicial.

Las actividades clave de la comprobación técnica del espectro expuestas en esta sección comprenden la captura de datos y la fiscalización de la conformidad.

Los procesos de gestión del espectro adecuadamente diseñados y plenamente operativos, entre ellos las actividades de planificación, autorización e ingeniería, necesitan datos procedentes de los procedimientos de comprobación técnica y de componentes caracterizados por diversos grados de complejidad y costo. Las actividades de comprobación técnica del espectro y de fiscalización de la conformidad contribuyen a que los usuarios eviten utilizar frecuencias incompatibles gracias a la identificación de las fuentes de interferencia perjudicial.

Además, la planificación de los usos del espectro y la resolución del problema de su escasez pueden llevarse a cabo gracias al estudio y análisis de los datos de ocupación del espectro. El mantenimiento de asignaciones libres de interferencia comprende la utilización de datos y la ejecución de actividades de verificación de compatibilidad electromagnética (CEM), así como de las actividades de comprobación técnica y fiscalización necesarias para garantizar la conformidad del usuario con las condiciones y normas técnicas de la licencia.

En los tres apartados siguientes de esta sección, se expone más detalladamente el tema de la comprobación técnica del espectro y se justifica su importancia en apoyo de las actividades de gestión del espectro. En la primera sección, se ofrecen explicaciones más detalladas de los objetivos, actividades y estrategias de la comprobación técnica del espectro. En la segunda sección se bosqueja la tecnología de la comprobación técnica del espectro. Por último, en la tercera sección, se contemplan las actividades de fiscalización de la conformidad.

## **6.1 Comprobación técnica del espectro**

Aunque el espectro electromagnético es teóricamente ilimitado, la banda que se utiliza ahora para aplicaciones clave tales como las comunicaciones, aunque tiene una anchura considerable, es finita. En la práctica, las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas y de los equipos electrónicos limitan las radiocomunicaciones a las frecuencias atribuidas entre 9 KHz y 30 GHz. Estas propiedades también restringen ciertos tipos de sistemas de comunicaciones a determinadas bandas del espectro atribuido, limitando el espectro disponible para usos específicos.

La demanda de asignaciones de frecuencias libres de interferencia es cada vez mayor. Esto es consecuencia de la liberalización de las telecomunicaciones a nivel mundial, de la consiguiente aparición de nuevos participantes en el mercado, en competencia con los operadores de servicios inalámbricos existentes, y de los usuarios de frecuencias para aplicaciones ajenas a las telecomunicaciones. La asignación de frecuencias libres de interferencias necesita datos y conlleva actividades de verificación de la compatibilidad electromagnética (CEM). Estas actividades de comprobación y fiscalización también son necesarias para garantizar la conformidad del usuario con las condiciones de las licencias.

Para ello deben utilizarse varios modelos de gestión y de proceso. La comprobación técnica y la fiscalización de la licencia y de las normas técnicas siempre ha sido responsabilidad de los organismos de reglamentación del espectro, ya sean éstos agencias independientes o vinculadas al Ministerio de Telecomunicaciones. Departamentos tales como los de Defensa y Transporte también suelen tener responsabilidad sobre las frecuencias atribuidas para usos gubernamentales. Además de las agencias del sector público, los participantes del sector privado están implicados a veces en los procesos de comprobación técnica y de resolución de problemas. Entre éstos se encuentran las asociaciones industriales, los consejos consultivos, etc. En ciertos países, hay organizaciones de gestión de las bandas que gobiernan gamas de frecuencias específicas con autorización del gobierno.

Es posible que en los países en desarrollo los organismos reguladores no tengan la suficiente capacidad de comprobación técnica o los conocimientos técnicos especializados para realizar toda la gama de actividades de supervisión posibles. Es necesario adoptar con cautela las decisiones necesarias para determinar las inversiones que hay que realizar en equipos y en desarrollo de procesos de actividades formales. Asimismo, los administradores tendrán que decidir los usos de los segmentos de espectro cuya supervisión es más importante. Deben establecerse prioridades para utilizar eficientemente los equipos y las posibilidades existentes, entre ellas la externalización y la utilización de los recursos disponibles del sector industrial.

En las próximas secciones se exponen los objetivos de la comprobación técnica del espectro y se ofrece una visión general de temas técnicos asociados, entre ellos: las emisiones y las interferencias, una descripción de las actividades de comprobación técnica del espectro y una perspectiva del modo en que los países cooperan y coordinan sus actividades de comprobación técnica.

### **6.1.1 Objetivos de la comprobación técnica del espectro**

La planificación y la autorización de los usos espectrales son funciones básicas de la comprobación técnica del espectro. La comprobación técnica suministra información que se utiliza para determinar la conformidad con las normas y reglamentos, tales como las condiciones de las licencias, y para alcanzar la conformidad con las normas técnicas y de explotación. Ofrece mediciones generales que utiliza el gestor del espectro para estudiar y planificar la utilización de los canales y bandas así como para confirmar la eficacia de las actividades de planificación y autorización en curso. La comprensión del grado de utilización del espectro y de su ocupación, comparada con las asignaciones, es importante para utilizar eficientemente el recurso espectral. La comprobación técnica del espectro proporciona información estadística sobre el carácter técnico y operacional de la ocupación del espectro. Análogamente, las funciones de autorización del espectro y de ingeniería del espectro soportan la comprobación técnica del espectro proporcionando información precisa, completa y oportuna sobre las asignaciones y licencias vigentes.

La meta global de las actividades de comprobación técnica del espectro es contribuir al adecuado funcionamiento del proceso general de la gestión del espectro. Entre los objetivos primordiales de los gestores del espectro se encuentran los siguientes:

- La eficiencia espectral para determinar la utilización y ocupación de frecuencias, planificadas y reales, evaluando la disponibilidad de espectro para usos futuros.
- La conformidad con el reglamento nacional de gestión del espectro para configurar y sostener entornos radioeléctricos y los comportamientos del usuario, maximizando el beneficio del recurso espectral para la sociedad.
- La resolución de los problemas de interferencia para los usuarios existentes y potenciales.

Un sistema de radiocomunicaciones tiene más "eficiencia espectral" que otro cuando transporta la información deseada consumiendo menos recurso espectral. La eficiencia espectral también conlleva la ordenación de los sistemas de comunicaciones dentro del recurso espectral. En un sentido más amplio, el espectro se desaprovecha cuando los sistemas no están todo lo compactados que es posible en las bandas de frecuencias (como cuando se utilizan bandas de guarda excesivas) o cuando hay porciones de las bandas de frecuencias sin utilizar mientras que otras bandas con características físicas semejantes están congestionadas. La atribución de las bandas de frecuencias, el desarrollo de planes de distribución de canales y la asignación de frecuencias a sistemas específicos afectan, todos ellos, a la eficiencia del espectro.

Para fomentar la eficiencia del espectro, los gestores del espectro deben poseer medios de cuantificar la utilización del espectro y de evaluar diversas tecnologías de radiocomunicaciones y técnicas de selección de frecuencias. Las decisiones de la gestión podrán basarse, de este modo, en

la eficiencia relativa del espectro de las diversas tecnologías y técnicas. Se recogen datos a partir de la medición de la ocupación y utilización del espectro en la comprobación técnica del mismo a los efectos de establecer asignaciones, sin olvidar los efectos de la reutilización del espectro y la labor de liberación de bandas. Además, cuanto más escasea el espectro en las zonas más congestionadas, más se utilizan los datos de la comprobación técnica para soportar las actividades de ingeniería del espectro, entre ellas la validación de los niveles de tolerancia, la determinación de la probabilidad de interferencia y el desarrollo de estrategias de compartición de bandas.

Además de soportar las actividades de asignación y autorización, la comprobación técnica del espectro soporta la segunda meta: la fiscalización de la conformidad con las condiciones de la licencia y con el reglamento gracias a la determinación de la desviación de los parámetros autorizados, la identificación de las fuentes de interferencia y la localización de transmisores legales e ilegales.

Un sistema radioeléctrico puede impedir la utilización de parte del recurso espectral a otro sistema que o bien provoque interferencias sobre el primer sistema o sufra la interferencia de aquél. Se dice que un sistema radioeléctrico "utiliza" recursos espectrales cuando impide que otros sistemas utilicen dichos recursos. La utilización del espectro puede cuantificarse, bajo ciertas hipótesis, tanto para un solo sistema de radiocomunicaciones como para un grupo de sistemas relacionados.

Las instalaciones, equipos y soluciones empleadas para la consecución de estos objetivos dependerán estrechamente del estado actual de la utilización y congestión, capacidad técnica de la organización de gestión del espectro y financiación de las operaciones de gestión del espectro

### **6.1.2 Emisiones, interferencias y utilización del espectro**

En esta sección se explican las diferencias conceptuales entre emisiones e interferencias y la importancia de cada una de ellas para la comprobación técnica del espectro. Asimismo se ofrece una explicación sobre la utilización y ocupación del espectro.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones ha creado un sistema de clasificación de las emisiones radioeléctricas de acuerdo con su anchura de banda, método de modulación, naturaleza de la señal moduladora y tipo de información transmitida sobre la señal portadora que constituye la base técnica para la definición de las especificaciones de los equipos de los sistemas radioeléctricos diseñados para funcionar en ciertas frecuencias.

Las emisiones de un transmisor radioeléctrico están autorizadas en la banda de frecuencias asignada dentro de la anchura de banda y tolerancia necesarias para dicha banda de frecuencias. Las emisiones que no satisfacen los parámetros técnicos se consideran emisiones no deseadas y se clasifican en emisiones no esenciales y emisiones fuera de banda. Estos tipos de emisiones pueden generarse accidentalmente o por distorsiones originadas en los diversos componentes del sistema de radiocomunicaciones.

La transmisión de las señales radioeléctricas emitidas por un transmisor de radiocomunicaciones puede por consiguiente estar dentro de banda, con arreglo a los parámetros técnicos, o ser indeseadas por diversos motivos, entre ellos por tratarse de emisiones fuera de banda o emisiones no esenciales.

La expresión interferencia electromagnética (EMI) se aplica a las emisiones no deseadas procedentes de los radiadores deliberados y de los fortuitos. La EMI o interferencia es el efecto negativo sobre la recepción de las señales radioeléctricas en un receptor de radiocomunicaciones provocado por las emisiones de transmisores de radiocomunicaciones u otras fuentes de ondas electromagnéticas. La gravedad del efecto negativo sobre la recepción es variable, pudiendo oscilar de interferencia permisible a perjudicial pasando por aceptable, y ocasionando desde una degradación parcial hasta la pérdida total de la información. Entre las fuentes de radiación

electromagnética que ocasionan interferencia se pueden citar dispositivos tales como los receptores de radiocomunicaciones, los motores eléctricos y los dispositivos electrónicos. La necesidad de apagar los ordenadores, reproductores de vídeo y de CD durante el despegue de los aviones se debe en parte a la posibilidad de que se produzcan interferencias sobre las ayudas a la navegación y las comunicaciones.

Por todo ello, los gestores del espectro están interesados tanto en las emisiones como en las interferencias. Las emisiones de los transmisores pueden llegar a ser una fuente de interferencias. La planificación de las frecuencias a utilizar exige que el gestor del espectro estudie el modo en que se utilizan las frecuencias y las características técnicas y calidad de funcionamiento de los dispositivos de transmisión que funcionan en la propia banda y en las adyacentes. La interferencia es fuente de problemas y puede, en última instancia, degradar los servicios de radiocomunicaciones. La determinación de la naturaleza y origen de las interferencias es un objetivo importante para el gestor del espectro.

### **6.1.3 Actividades de comprobación técnica del espectro**

En esta sección se explica someramente la actividad supervisora asociada con los objetivos específicos de comprobación del espectro detallados en la sección 6.1.1: Objetivos de la comprobación técnica del espectro.

#### **Conformidad con las normas y el Reglamento**

La comprobación técnica tiene por objeto obtener información detallada de las características técnicas y de explotación de los sistemas radioeléctricos. Las normas de los equipos radioeléctricos se explican en la sección 2.4.4. El gestor del espectro efectúa la comprobación técnica de los equipos de radiocomunicaciones para determinar su conformidad con las normas aplicables. Esto puede llevarse a cabo como parte del proceso de certificación de los equipos en el que pueden efectuarse mediciones para grabarlas y utilizarlas posteriormente en el análisis de compatibilidad de los sistemas radioeléctricos – Compatibilidad electromagnética (EMC).

Uno de los parámetros técnicos a medir más importante es la emisión de los radiotransmisores y sirve para determinar si éstos funcionan dentro de los límites especificados.

Las técnicas de modulación y tipos de sistemas y frecuencias empleados son varios. Es necesario que el gestor del espectro seleccione el sistema de medición con el máximo cuidado y verifique que el organismo de gestión del espectro dispone de las capacidades suficientes para supervisar y analizar con eficacia las bandas de frecuencias. Dado que las circunstancias de cada país son diferentes, las soluciones de comprobación técnica deberán ajustarse a éstas para satisfacer las necesidades y las capacidades presupuestarias e institucionales.

#### **La cuestión de la interferencia**

Entre las actividades de comprobación técnica del espectro se encuentra la toma de mediciones de las ondas radioeléctricas y de la radiación que interfiere en los transmisores y receptores autorizados. La interferencia puede ser consecuencia de emisiones autorizadas que provocan resultados fortuitos tales como las emisiones no esenciales. Además, la interferencia puede venir causada por transmisores o dispositivos no autorizados cuyo funcionamiento desborde las especificaciones técnicas. En ambos casos, el gestor del espectro recurrirá a una combinación de análisis de ingeniería y de los datos obtenidos de las mediciones espectrales para resolver los problemas asociados a la presencia de interferencia.

La identificación de los transmisores no autorizados puede resultar ardua, especialmente en las zonas congestionadas y cuando hay varios servicios que comparten las mismas frecuencias. Hay ciertas bandas, en las que se fomenta la compartición del espectro por utilización de licencias de clase o autorizaciones de radiofrecuencias, en las que no se ofrece protección frente a niveles aceptables de interferencia. Para más información sobre este tema, véase la sección 3: Autorizaciones y la sección 4: Compartición del espectro.

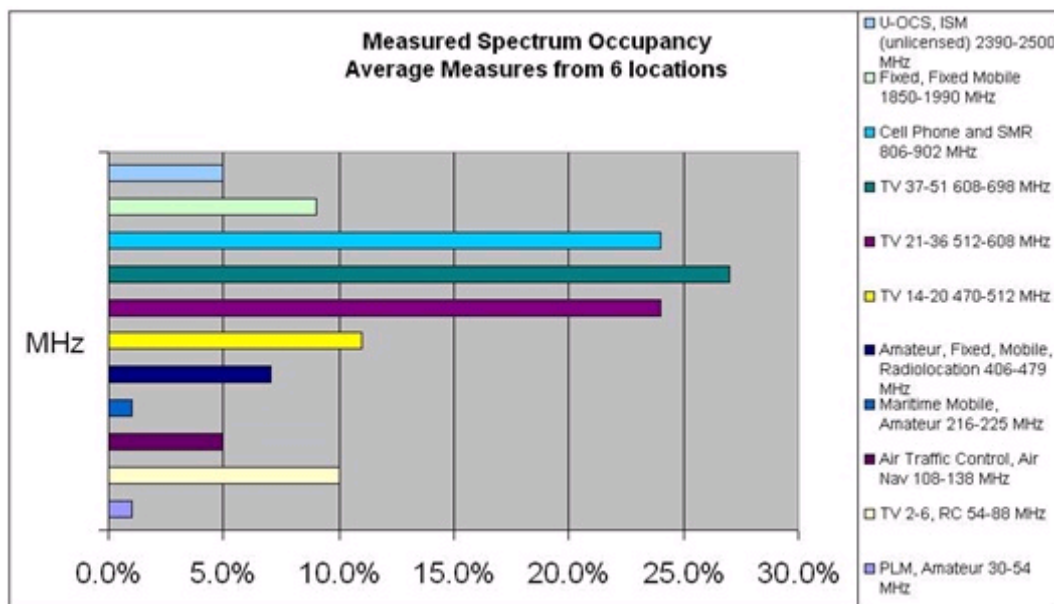
Para una breve descripción de los tipos comunes de interferencia véase la sección 6.3.2: Resolución de los problemas de interferencia.

### Utilización y ocupación de las frecuencias

El acceso al espectro radioeléctrico se encuentra ante una disyuntiva. Hay cada vez más alternativas tecnológicas disponibles y la demanda tanto del sector público como del privado está aumentando muy rápidamente, incluso exponencialmente. Se admite cada vez más que el problema radica en que la mayor parte del espectro está ciertamente inutilizado, y que el actual sistema de reglamentación espectral es burdamente ineficaz. La actual reglamentación espectral se apoya en la premisa de que las bandas de espectro correspondientes a usos con límites de frecuencia superior e inferior específicos, deben tratarse como dominios exclusivos de entidades individuales: los titulares de las licencias exclusivas de uso de bandas de frecuencias específicas.

Las mediciones del espectro son indispensables para que los formuladores de las políticas y los investigadores desarrollen nuevas tecnologías de acceso al espectro. Concretamente, los estudios de ocupación del espectro identifican las bandas espectrales de baja utilización o de utilización no activa (y que por ello pueden ser idóneas para la compartición del espectro) y ofrecen información sobre las características de la señal en estas bandas, indispensable para el diseño de algoritmos de compartición del espectro.

**Figura – Ejemplo de informe de ocupación del espectro**



*Nota: Cada una de las bandas está promediada en seis emplazamientos.*

Origen: National Science Foundation; M.A. McHenry Shared Spectrum Co.



### **Leyendas de la Figura:**

1. Medida de la ocupación del espectro
2. Promedio de las medidas de 6 emplazamientos
3. V-OCS, ISM  
(sin licencia) 2 390-2500 MHz
4. Fijo, fijo móvil  
1 850-1990 MHz
5. Telefonía celular y SMR  
805-902 MHz
6. Servicios de radioaficionados, fijo, móvil y radiolocalización  
406-479 MHz
7. Servicios móvil marítimo y radioaficionados  
216-225 MHz
8. Control de tráfico aéreo y navegación aérea  
108-138 MHz
9. Servicio móvil terrestre público y servicio de radioaficionados  
30-54 MHz

#### **6.1.4 Cooperación internacional para la comprobación técnica del espectro**

Los Países Miembros de la Unión Internacional de Telecomunicaciones suelen utilizar instalaciones de comprobación técnica para ayudar a los gestores del espectro en la prevención, detección y control de la interferencia (perjudicial) sobre los transmisores radioeléctricos. Esto se lleva a cabo para garantizar que las frecuencias se utilizan con arreglo al marco espectral planificado internacionalmente. Puesto que se considera que el desarrollo y la redundancia de instalaciones de comprobación técnica son antieconómicos e ineficientes desde el punto de vista de la explotación, los Estados Miembros cooperan en la explotación de un sistema internacional de comprobación del espectro. El Artículo 16 del Reglamento de Radiocomunicaciones establece las disposiciones que rigen la creación y explotación del sistema de comprobación técnica internacional.

Las estaciones que integran el sistema internacional comprueban las transmisiones que producen efectos fuera de las fronteras nacionales, especialmente en las frecuencias por debajo de 30 MHz, y su conformidad con las condiciones de explotación acordadas internacionalmente. Esto supone verificar la frecuencia, la anchura de banda, el tipo de emisión y su utilización. Cuando se determina la disconformidad con cualquier condición prescrita, la UIT procede a enviar al país responsable un informe de infracción por medio de la Oficina de Radiocomunicaciones.

Un buen ejemplo de la gran repercusión de la interferencia en la cooperación internacional es el caso de las estaciones costeras y de la interferencia sobre los servicios móviles marítimos en Nueva Zelanda, Bélgica y Estados Unidos.

También se da la cooperación entre países a título bilateral implicando organizaciones no gubernamentales y asociaciones industriales que asesoran a los organismos reguladores sobre política y asuntos técnicos. Por ejemplo, son las asociaciones quienes identifican y analizan los problemas y soluciones en materia de propagación de radiodifusión y microondas que se confirman gracias a los trabajos de comprobación técnica del espectro que lleva a cabo el organismo regulador.

## **6.2 Tecnología de la comprobación técnica del espectro**

Pueden combinarse estaciones de comprobación técnica fijas, remotas, autónomas y móviles para constituir una red de herramientas integradas para la verificación de la conformidad con las licencias, la ocupación del canal, la planificación del espectro y la observancia de la reglamentación, así como para ofrecer una mayor flexibilidad en el diseño de los sistemas de comprobación técnica de carácter nacional y regional. Los equipos de comprobación técnica y las herramientas de programación integradas son muy complejos y caros, además los sistemas de comprobación técnica integrados pueden resultar también muy caros. Afortunadamente, los progresos de la tecnología informática, de la comprobación del espectro y de las técnicas de seguridad han permitido incrementar el uso de las técnicas de comprobación autónoma a distancia que conlleva la realización de observaciones espectrales integradas. Junto con los progresos de la tecnología, también están cambiando las prácticas de trabajo y las tácticas. Hay menos interés en la comprobación continua de todo el espectro y se prefiere centrarse en zonas en las que se sabe que hay problemas y congestión. Se puede recurrir a memorandos de acuerdos para que una agencia gubernamental u organizaciones no gubernamentales (ONG) asuman la responsabilidad de las actividades básicas de comprobación técnica y compartan información sobre los problemas que afectan a las aplicaciones civiles. Otro ejemplo es el de las asociaciones industriales que asumen la responsabilidad de la comprobación técnica y adoptan medidas para resolver los problemas de interferencia en los servicios de microondas de enlace fijo. Por último, el organismo regulador del espectro concentra sus recursos de comprobación técnica en las bandas de frecuencias de prioridad pública que afectan a servicios esenciales y especialmente a las ayudas a la navegación aérea, equipos de extinción de incendios, protección civil, ambulancias, policía y zonas de actividad comercial concentrada como las que se suelen encontrar en las bandas de ondas métricas y decimétricas.

Las decisiones sobre la política de gestión del espectro implican la búsqueda de compromisos entre el deseo y la necesidad del organismo regulador y de la industria de obtener información completa y precisa, el costo de ejecución y mantenimiento, la responsabilidad y la capacidad técnica.

### **6.2.1 El equipo de comprobación técnica**

Entre los tipos básicos de equipos de comprobación técnica se encuentran los receptores radioeléctricos, los analizadores de espectro, los equipos de radiogoniometría y sus antenas. Estos tipos básicos pueden clasificarse a su vez por gamas de frecuencias (ondas decamétricas, métricas, decimétricas, etc.) y tipo de señal, analógica o digital. Con las técnicas de ensanchamiento del espectro y las tecnologías de radiocomunicaciones con ayuda de ordenador, tales como los sistemas de radiocomunicaciones inteligentes, ha aumentado la sofisticación, complejidad y el precio de los equipos de comprobación técnica. Además, las soluciones de comprobación técnica y la arquitectura del sistema de comprobación técnica del gestor del espectro influyen en el tipo de sistemas necesarios y en la configuración de las operaciones y recursos. Las soluciones de arquitectura del sistema se bosquejan en la Arquitectura del sistema de comprobación técnica. Las alternativas y estrategias de configuración y asignación de recursos a las operaciones de comprobación técnica del espectro se exponen en el apartado Operación de comprobación técnica – Alternativas y estrategias.

Las capacidades de comprobación técnica del organismo regulador dependen de tres tipos de equipos: las antenas, los analizadores de espectro y los equipos de radiogoniometría.

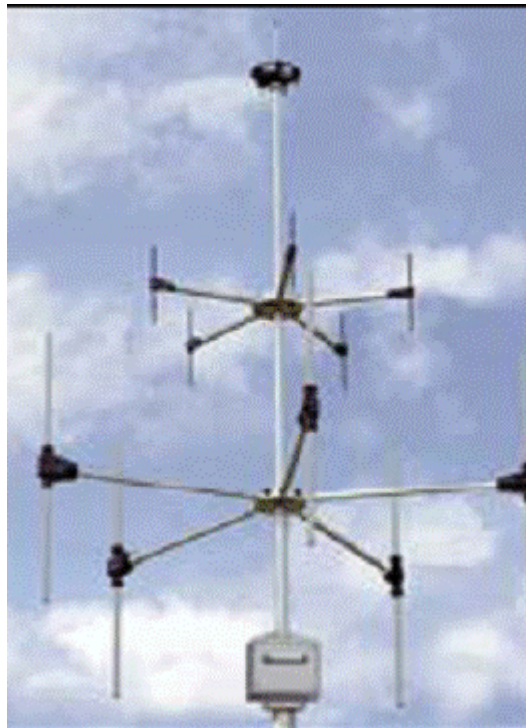
#### **Las antenas**

Una antena no es ni más ni menos que un componente electrónico diseñado para radiar energía y transmitir o recibir ondas radioeléctricas. La aplicación práctica de las antenas es la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia (radiodifusión sonora, de televisión, etc.) con diversas

características de propagación, pudiendo transmitir las, en el caso de bajas frecuencias, a gran distancia. Para las diferentes frecuencias radioeléctricas y las distintas coberturas se utilizan diversos tipos de antenas. Todas las antenas radian energía, en mayor o menor medida, en todas las direcciones, aunque se pueden construir de modo que presenten una gran directividad en ciertas direcciones y radian una cantidad de energía despreciable en otras. Hay dos tipos básicos de antenas que, respecto a un plano tridimensional específico (normalmente horizontal o vertical), son omnidireccionales (radian por igual en el plano) o direccionales (radian más en una dirección que en otra).

Las antenas se conectan a los receptores radioeléctricos o a generadores de señal de los equipos de radiogoniometría. De acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior, cada aplicación necesita un tipo de antena diferente. Las antenas abarcan una amplia gama de dispositivos activos y pasivos de gran sensibilidad que pueden utilizarse en los sistemas móviles y fijos, ofreciendo una cobertura completa de la gama de frecuencias entre 100 Hz y 30 GHz e incluso mayor en el caso de algunos fabricantes. Más adelante se presentan ejemplos de diversos tipos de antenas (de la banda de ondas decamétricas y métricas) y aplicaciones (fijas o móviles). En muchos casos las antenas deben utilizarse en condiciones meteorológicas extremas por lo que su diseño debe contemplar el funcionamiento en dichas condiciones.

#### **Estación fija para ondas métricas y decimétricas (Argus-Thales)**



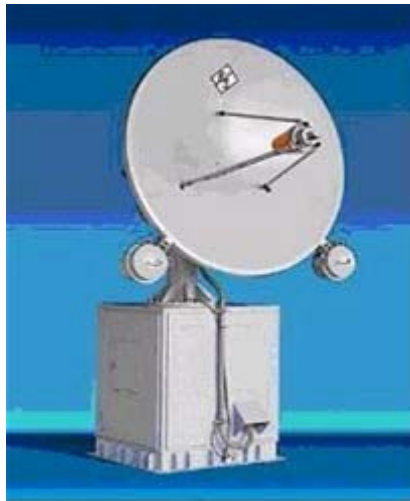
**Estación móvil para ondas decamétricas, métricas y decimétricas (Argus-Thales)**



**Antena fija para la banda de ondas decamétricas (Rohde & Schwarz)**



## Sistema giratorio de antena de microondas – 1 GHz a 40 GHz (Rohde & Schwarz)



### Analizadores de espectro

Dado que los organismos de reglamentación atribuyen frecuencias distintas a los diversos servicios de radiocomunicaciones, es indispensable que cada uno de estos servicios funcione en la frecuencia asignada y dentro de la anchura de banda del canal atribuido. Debido a la escasez de espectro, los transmisores y otros radiadores deliberados se diseñan para funcionar en frecuencias adyacentes con escasa separación entre ellas. Los amplificadores de potencia y demás componentes utilizados en estos sistemas son objeto de medición para determinar la cantidad de energía de la señal que invade los canales adyacentes y provoca interferencias. El problema es que estas emisiones no deseadas, ya sean radiadas o conducidas (por las líneas de alimentación u otros cables de interconexión) pueden degradar el funcionamiento de otros sistemas. El diseño y la fabricación de los productos eléctricos y electrónicos conllevan también la realización de ensayos para detectar los niveles de emisión en función de la frecuencia con arreglo a las normas técnicas definidas por diversas entidades gubernamentales u organismos de normalización de la industria.

Entre las medidas que se suelen tomar con un analizador de espectro se encuentran la frecuencia, la potencia, la modulación, la distorsión y el ruido. Es importante determinar el contenido espectral de una señal, especialmente en los sistemas cuya anchura de banda está limitada. Otra de las medidas fundamentales es la potencia transmitida. Si ésta es demasiado pequeña es posible que la señal no llegue al destino previsto. Por el contrario, un exceso de señal puede agotar las baterías con rapidez, crear distorsión y generar temperaturas de funcionamiento excesivamente elevadas. La medición de la calidad de la modulación es importante para verificar que un sistema funciona adecuadamente y que transmite la información correctamente. Ejemplos de mediciones habituales sobre las señales de modulación analógica son el grado de modulación, la amplitud de la banda lateral, la calidad de la modulación y la anchura de banda ocupada. Es importante señalar que para las técnicas de modulación digital se deben realizar mediciones adicionales, tales como: la magnitud del vector de error (EVM) y el error de fase en función del tiempo, entre otras.

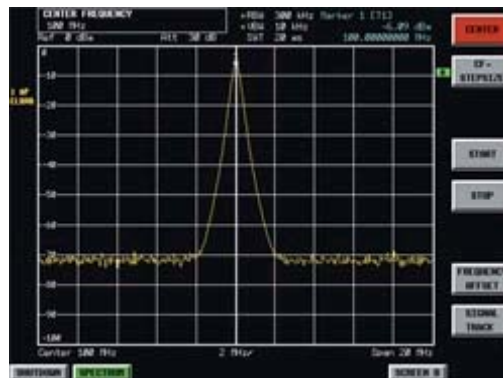
Hay varios tipos básicos de analizadores de espectro, a saber: el de Fourier, el de la señal vector y los superheterodinos. Cada uno de estos tipos se describe brevemente en los siguientes párrafos.

Los analizadores de señal de Fourier miden la señal en el dominio del tiempo y utilizan a continuación técnicas de procesamiento de la señal digital (DSP) para ejecutar una transformada rápida de Fourier (TRF) y mostrar la señal en el dominio de la frecuencia con indicación de su fase y de su magnitud.

Al igual que los analizadores de Fourier, los analizadores de la señal vector (VSA) miden la señal en el dominio del tiempo, aunque tienen la ventaja de alcanzar la gama de radiofrecuencias de 5-6 GHz. Los VSA permiten realizar mediciones espectrales, de modulación y análisis avanzado en el dominio del tiempo con mayor resolución y rapidez. Son especialmente útiles para caracterizar señales complejas tales como ráfagas, transitorios y las señales moduladas que utilizan las aplicaciones de comunicaciones, vídeo, radiodifusión, sónar y generación de imágenes por ultrasonidos.

Debido a la creciente complejidad de las señales a analizar, la última generación de analizadores de espectro está dotada de muchas de las capacidades de análisis de la señal vector con las que hasta ahora sólo contaban los analizadores de señal de Fourier y de vector. Los analizadores superheterodinos son capaces de efectuar un batido de frecuencias y trasladarlas a gamas de frecuencias por encima de la gama audible.

### **Pantalla de un analizador de espectro (Rohde & Schwarz)**



### **Equipo automático de medición de la intensidad de campo (Rohde & Schwarz)**



### **El equipo de radiogoniometría**

Se denomina radiogoniometría a la técnica de determinación de la dirección de una transmisión radioeléctrica. La radiogoniometría que utiliza técnicas de triangulación puede emplearse también para determinar la posición de un transmisor radioeléctrico. Los gestores del espectro utilizan la radiogoniometría para localizar la fuente de una interferencia de radiofrecuencia.

Hay dos planteamientos técnicos habituales de radiogoniometría. El primero de ellos conlleva la utilización de antenas direccionales, que son las diseñadas para ser más sensibles a las señales recibidas en unas direcciones que en otras. Al girar la antena en varias direcciones, aumenta o disminuye la intensidad de la señal recibida. A igualdad de los demás factores, la dirección correspondiente a la máxima intensidad de la señal es la dirección probable de emplazamiento del transmisor radioeléctrico. El movimiento de la antena y la determinación de la intensidad máximos

de la señal puede realizarlos un operario o puede efectuarse automáticamente por medios electrónicos.

En el segundo planteamiento se recurre a los efectos del desplazamiento de fase. Se instalan antenas fijas de acuerdo con un patrón geométrico preciso y un sistema electrónico conmuta entre las antenas con gran rapidez. Calculando el desplazamiento de fase de la señal de una antena a otra puede deducirse la dirección de la fuente de la señal.

Hay anomalías de la propagación de las ondas radioeléctricas que a nivel del suelo pueden afectar a estas dos técnicas. Entre los problemas potenciales más frecuentes se encuentran las reflexiones y las pérdidas debidas a la propagación por trayectos múltiples. Cuando la propagación se efectúa por varios trayectos, la señal radioeléctrica puede alcanzar la antena, o las antenas, procedente de múltiples direcciones por reflexión en edificios, promontorios o estructuras metálicas tales como verjas, que se encuentren en su proximidad. La señal de más intensidad puede provenir, de hecho, de una reflexión y no del trayecto directo, especialmente si éste se ve afectado por características del terreno que puedan atenuar la señal. Esto puede dar lugar a lecturas falsas de la dirección.

Los párrafos anteriores contienen un breve resumen de los principales tipos de equipos utilizados en la comprobación técnica. La complejidad y costo de estos equipos depende del nivel de integración de los ordenadores, del número de funciones y tipos de análisis efectuado y de la velocidad a la que pueden explorarse y analizarse varias frecuencias. Los sistemas más sencillos para la comprobación técnica en la banda de ondas métricas y decimétricas pueden consistir en varias antenas fijas, receptores y analizadores de espectro de función limitada. Los sistemas más complejos pueden constar de varios emplazamientos y de estaciones móviles y fijas. La arquitectura de los sistemas de comprobación técnica se expone en más detalle en la sección 6.3.2.

### **Información relacionada**

Receptores recomendados en ondas decamétricas, Manual de comprobación técnica del espectro, UIT, 2002: Capítulo 2, Cuadro 15, página 147.

Receptores en ondas métricas y decimétricas, Manual de comprobación técnica del espectro, UIT, 2002: Capítulo 2, Cuadro 16, página 148.

## **6.2.2 Arquitectura de los sistemas de comprobación técnica**

### **Consideraciones sobre el diseño de los sistemas de comprobación técnica del espectro**

Dada la congestión del espectro y el grado de complejidad de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas, es cada vez más necesario recurrir a la comprobación técnica del espectro, sobre todo considerando el rápido crecimiento de los dispositivos de comunicación inalámbrica, por satélite y punto a punto. Los organismos reguladores deben asumir la responsabilidad de detectar y resolver las interferencias de radiofrecuencia en este espectro tan saturado y complejo.

Se presentan dos escenarios posibles. Que exista información previa sobre los emisores que deben someterse a ensayo o seguimiento, por ejemplo, la frecuencia y amplitud aproximadas. En este caso las técnicas y los equipos tradicionales de análisis espectral funcionarán perfectamente. Y, alternativamente, que no se tenga un conocimiento previo.

Sin el control del espacio aéreo de la radiofrecuencia y las microondas y con escasa información acerca de las señales objetivo, la labor de comprobación técnica del espectro en radiofrecuencia se convierte en un proceso de descubrimiento. Las señales de interés se manifiestan en la comprobación técnica del espectro debido a que las señales inalámbricas varían en potencia duración y anchura de banda. Algunas de las interacciones complejas entre sistemas pueden deberse realmente a armónicos de emisores conocidos trasladados a frecuencias en las que pueden

convertirse en interferencias no deseadas. Puede haber miles, e incluso decenas de miles, de señales sin interés alguno, que deben ignorarse en la captura de datos sobre las emisiones de interés.

Entre las consideraciones fundamentales que deben tenerse en cuenta en el diseño de los sistemas de comprobación técnica del espectro se encuentran el tipo de equipos, la velocidad y complejidad de la captura de datos y de su procesamiento y el grado de integración con herramientas informáticas de análisis y comparación con los datos de otras licencias y homologaciones. Otros factores que deben considerarse son la proximidad al espacio aéreo activo, la preparación técnica del personal y la selección de emplazamientos fijos o móviles.

Los equipos de comprobación técnica del espectro más modernos presentan un alto grado de integración. Esta integración suele conllevar la utilización de la interfaz gráfica de usuario (GUI) basada en herramientas y sistemas de gestión del espectro que pueden diseñarse específicamente para utilizar varios componentes electrónicos al mismo tiempo y a distancia mediante protocolos de datos tales como TCP/IP. Esto permite que un sistema de red integrado para la gestión del espectro radioeléctrico utilice dispositivos remotos. Estos dispositivos pueden estar situados en emplazamientos e instalaciones del gobierno en los alrededores de los centros de población. Los dispositivos remotos permiten el acceso a los equipos de comprobación técnica desde cualquier lugar mediante un ordenador compatible, un módem y una línea telefónica o conexión de red (LAN o WAN). Los dispositivos remotos pueden controlarse de diversos modos:

- localmente desde el servidor;
- remotamente a través de una LAN;
- mediante un módem conectado a una WAN.

### **Componentes de la arquitectura**

En la arquitectura de los sistemas de comprobación técnica del espectro se deben distinguir los aspectos relacionados con los equipos de aquéllos propios de las condiciones organizativas y funcionales.

Los componentes esenciales de los equipos técnicos se describen en la sección 6.2.1: El equipo de comprobación técnica. Entre los componentes adicionales de los equipos de un sistema de comprobación técnica se encuentran: los edificios, el suministro de energía eléctrica, los vehículos móviles y los componentes portátiles.

Entre los componentes organizativos se encuentran los emplazamientos centralizados, regionales o remotos para la instalación de los equipos de comprobación técnica en las estaciones, y el personal de explotación o bien las capacidades remotas autónomas, en su caso.

Además de los equipos técnicos, los componentes funcionales de los sistemas de comprobación técnica del espectro comprenden: el control central de la comprobación técnica, las consolas operacionales para el manejo de los equipos y el análisis de los datos y las redes de datos y sistemas de gestión para la comunicación de los datos y su almacenamiento.

### **6.3 Fiscalización de la conformidad**

La gestión del espectro requiere también que los usuarios cumplan los requisitos de la licencia y las normas y reglamentos técnicos. Sin un reglamento eficaz y procedimientos de fiscalización, la integridad del proceso de gestión del espectro puede verse en peligro. El organismo regulador del espectro necesita un marco y un proceso apropiados para responder a las denuncias, gestionarlas y solucionar las controversias. Debe otorgarse la debida consideración a las penalizaciones, remedios, fiscalización y mecanismos alternativos de resolución de disputas (ADR) en el sector a fin de lograr su rápida resolución.



### **6.3.1 Comprobación de la conformidad con las normas técnicas**

La comprobación técnica se utiliza para obtener información detallada de las características técnicas y operacionales de los sistemas radioeléctricos que se utilizan o van a someterse a prueba para usos futuros. Entre las mediciones más habituales se encuentran la frecuencia, la potencia y el espectro de emisión del transmisor. Pueden compararse las condiciones de la licencia con la utilización real del equipo para determinar su compatibilidad electromagnética (CEM).

Debido a que las normas técnicas están asociadas a ciertas atribuciones y asignaciones, el gestor del espectro puede detectar la existencia de transmisores no autorizados que afectan a otros usuarios con sus interferencias, reduciendo el valor del espectro adjudicado.

### **6.3.2 Resolución de los problemas de interferencia**

La resolución de los problemas asociados a la interferencia es a menudo una labor difícil para los gestores del espectro debido a que no siempre se conoce, ni es fácil de identificar, la fuente de la interferencia.

A menudo es necesaria la coordinación con el denunciante, aunque sólo sea para conocer la frecuencia de funcionamiento del receptor. Se suele recurrir a equipos de radiogoniometría para determinar la fuente de la interferencia. La decisión sobre el equipo a utilizar dependerá de la gama de frecuencias afectadas. Las interferencias pueden deberse a fenómenos atmosféricos tales como la lluvia, señales de largo alcance en las bandas de ondas decamétricas y decimétricas con origen en el extranjero o a los esfuerzos deliberados para interferir en las transmisiones, práctica que se denomina a veces interferencia deliberada o *jamming*.

Los gestores del espectro dedican una atención especial a los problemas de interferencia que afectan a los servicios de protección y seguridad pública tales como las ambulancias, los bomberos, la policía y los servicios de navegación en los aeropuertos.

Otras fuentes de interferencia infractora pueden ser las aplicaciones industriales de energía radioeléctrica tales como los secadores de microondas utilizados en las fábricas. La determinación de las fuentes de emisión, las normas técnicas y los aspectos técnicos de la interferencia son las herramientas a las que recurren los gestores del espectro para resolver este tipo de problemas de interferencia.

### **6.3.3 Las inspecciones**

Es posible que en el curso de las labores de resolución de los problemas de interferencia, el gestor del espectro necesite entrar en las instalaciones del usuario e inspeccionar los equipos de radiocomunicaciones para determinar su conformidad con las condiciones de la licencia y las normas técnicas.

Un aspecto importante de la ejecución de estas tareas es el requisito legal y reglamentario de establecer poderes, autoridades, deberes y obligaciones del gestor/inspector del espectro y la protección de los derechos de los ciudadanos en las circunstancias en las que sea necesario inspeccionar sus bienes.

### **6.3.4 Incautación de equipos y otras medidas coercitivas**

Hay ocasiones (afortunadamente escasas) en las que el usuario de un transmisor que genera interferencia perjudicial pone en peligro al público de una manera persistente y obstinada, por lo que la forma razonable de proceder exige que el gestor del espectro se incaute de los equipos para evitar situaciones de peligro en el futuro.

En este caso también es necesario otorgar al gestor del espectro la autoridad adecuada para incautarse de los equipos en condiciones perfectamente definidas que garanticen el derecho del usuario a las garantías procesales básicas, evitando el abuso de poder.

Lo normal es que cuando el gestor del espectro determine que la interferencia perjudicial puede estar causada por un equipo electrónico, eléctrico o de radiocomunicaciones concreto, sea objeto o no de licencia, pueda, previa comunicación escrita, ordenar al propietario o usuario de dicho equipo eléctrico, electrónico o de radiocomunicaciones, que, por su cuenta, proceda a efectuar una o varias de las siguientes acciones:

- 1) que adopte las medidas oportunas para eliminar o reducir la interferencia o perturbación;
- 2) que solucione la avería o funcionamiento inadecuado del equipo;
- 3) que modifique o altere el equipo; o
- 4) que desconecte el equipo.

De lo contrario, el propietario o usuario puede sufrir la incautación del equipo por parte del gestor del espectro.

Los Reglamentos de Radiocomunicaciones de Singapur, Trinidad y Tabago y Canadá constituyen ejemplos de reglamentos en los que se define la actuación de los gestores del espectro a la hora de adoptar medidas coercitivas.

## **7 Asuntos internacionales**

Las ondas radioeléctricas no respetan las fronteras nacionales por lo que muchos de los usos del espectro de radiofrecuencias repercuten en el exterior del territorio del país en el que tiene lugar las operaciones. La armonización a nivel internacional de los usos espectrales es importante para muchas aplicaciones debido a la itinerancia de ciertos usuarios, por ejemplo, los de la telefonía móvil marítima, aeronáutica, etc. La armonización internacional también puede reducir el costo de los equipos gracias a las economías de escala y reducir la probabilidad de que se produzcan interferencias perjudiciales. Hay dos tipos de actividades internacionales, las actividades de proyectos y las actividades transaccionales.

### **7.1 Introducción a los asuntos internacionales**

Las ondas radioeléctricas no respetan las fronteras nacionales por lo que muchos usos del espectro de radiofrecuencias repercuten fuera del territorio del país en el que tienen lugar las operaciones. A veces esto es deliberado, por ejemplo, en la radiodifusión en onda corta o en las comunicaciones internacionales por satélite, y a veces es sencillamente inevitable. La armonización a nivel internacional de los usos espectrales también es importante para muchas aplicaciones debido a que los usuarios de los servicios de comunicaciones por ejemplo los de la telefonía móvil, aeronáutica, marítima, etc., no son estáticos (sino itinerantes). La armonización internacional también puede reducir el costo de los equipos gracias a las economías de escala y reducir la probabilidad de que se produzcan interferencias perjudiciales.

La gobernanza de los usos espectrales a nivel mundial es una responsabilidad fundamental de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y especialmente de su Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R). La UIT es un organismo especializado de las Naciones Unidas con sede en Ginebra (Suiza). Es importante reconocer que la UIT no es una autoridad de reglamentación mundial al estilo que un organismo regulador nacional lo es en su propia jurisdicción, dado que las normas para la reglamentación y cooperación internacional han sido elaboradas por los que las gobiernan, es decir por los Estados Miembros de la UIT. La Oficina de Radiocomunicaciones (BR) del UIT-R, con sede en Ginebra, es la encargada de administrar estas normas. La conformidad con

dichas normas se basa en la buena voluntad y no en sanciones reglamentarias como ocurre a nivel nacional. La misión del Sector UIT-R es, entre otras, la de garantizar una utilización racional, equitativa, eficiente y económica del espectro de radiofrecuencias por parte de todos los servicios de radiocomunicación, entre ellos los que utilizan las órbitas de los satélites, así como realizar estudios y adoptar Recomendaciones en materia de radiocomunicaciones.

El Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) tiene un programa de actividades de reconocido prestigio. Estos programas se han diseñado para facilitar la conectividad de las telecomunicaciones y el acceso a la información y los servicios de comunicación (TIC), fomentar la política de las TIC y el desarrollo tecnológico, contribuir a la preparación reglamentaria y a la disponibilidad de las redes, ampliar las capacidades humanas mediante programas de formación y formular estrategias de financiación y de ciberseguridad. Algunos de estos programas se han diseñado para abordar temas de interés para los organismos reguladores del espectro. Además de las actividades llevadas a cabo en el marco de la UIT suele haber, por supuesto, acuerdos bilaterales y multilaterales que permiten la armonización del espectro más allá de las fronteras nacionales. Las actividades internacionales se pueden agrupar en dos categorías genéricas, las actividades de proyectos y las actividades transaccionales.

## **7.2 Actividades de proyectos**

Las actividades de proyectos internacionales son aquéllas que tienen unas fechas de comienzo y finalización perfectamente definidas. Como todos los tipos de las actividades de los proyectos, se pueden definir tareas y subtareas y establecer hitos. Deben comprometerse los recursos adecuados durante la vigencia del proyecto. En la primera de las cuatro secciones siguientes se describen la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT y las Conferencias Regionales y Comisiones de Estudio relacionadas. Los proyectos emprendidos por organismos internacionales tales como la Organización Mundial del Comercio y la Organización de Aviación Civil Internacional se describen en la sección 7.2.2. Las actividades de proyectos relacionados con otras organizaciones mundiales e intergubernamentales de carácter regional se presentan en la sección 7.2.3. Los memorandos de acuerdos bilaterales entre países se consignan en la última sección.

### **7.2.1 Actividades de proyectos relacionados con la UIT**

Las actividades de proyectos de la UIT consisten, principalmente, en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, las Comisiones de Estudio y las Conferencias de Desarrollo. El objetivo y alcance a grandes rasgos de cada una de estas actividades se describe en esta sección. En la sección siguiente se describen con más detalle las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones más recientes, o sea la CMR-2003 y la CMR-2007, junto con el orden del día de la CMR-2012.

Las Conferencias de Radiocomunicaciones de la UIT tienen lugar cada dos o tres años. Uno de los principales trabajos que se llevan a cabo en las Conferencias de Radiocomunicaciones es el examen, y en su caso revisión, del Reglamento de Radiocomunicaciones (véase la sección 2.3.4 del Reglamento de Radiocomunicaciones), Tratado Internacional por el que se rige la utilización del espectro de radiofrecuencias y las órbitas de los satélites geoestacionarios y no geoestacionarios.

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones y las Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones del UIT-R establecen a nivel de tratado reglamentos, acuerdos y planes para la utilización del espectro de radiofrecuencia a nivel mundial. Las revisiones de estos tratados se llevan a cabo con arreglo a un orden del día determinado por el Consejo de la UIT que tiene en cuenta las recomendaciones formuladas por las anteriores conferencias mundiales de radiocomunicaciones.

El alcance a grandes rasgos del orden del día de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones se establece con una anticipación de entre cuatro y seis años, y el orden del día definitivo lo establece el Consejo de la UIT dos años antes de la conferencia, con el acuerdo de una mayoría de los Estados Miembros.

En virtud de los términos de la Constitución de la UIT, una CMR puede:

- revisar el Reglamento de Radiocomunicaciones y cualquier asignación de frecuencias y plan de adjudicación;
- abordar cualquier asunto en materia de radiocomunicaciones de carácter mundial;
- formular encargos a la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones y examinar sus actividades;
- determinar cuestiones para su examen en la Asamblea de Radiocomunicaciones y Comisiones de Estudio relacionadas a fin de preparar futuras Conferencias de Radiocomunicaciones.

En base a las contribuciones de las administraciones, el Comité Especial, las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones y otras fuentes (véase el Artículo 19 del Convenio (Ginebra, 1992) relativo a los asuntos reglamentarios, técnicos, de explotación y de procedimiento que deben considerarse en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones y en las Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones), la Reunión Preparatoria de la Conferencia (RPC) elaborará un informe refundido en apoyo del trabajo de dichas conferencias.

Las Comisiones de Estudio del UIT-R, además de fomentar la ciencia de las radiocomunicaciones, elaboran las bases técnicas, reglamentarias y operacionales para las Conferencias de Radiocomunicaciones a nivel de tratado. La labor de las Comisiones de Estudio está supervisada por la Asamblea de Radiocomunicaciones que suele celebrarse asociada a una Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones. Mientras otras Comisiones de Estudio del UIT-R tratan de servicios de radiocomunicaciones específicos, la Comisión de Estudio 1 del UIT-R se dedica especialmente a la gestión del espectro y la Comisión de Estudio 3 se centra en la propagación de las ondas radioeléctricas. Como parte de su labor, la Comisión de Estudio 1 ha publicado manuales sobre la gestión nacional del espectro, sobre la comprobación técnica del espectro y sobre las técnicas de gestión del espectro asistidas por ordenador.

Las actividades de proyectos comprenden la preparación y participación en las conferencias, asambleas y reuniones de la UIT. Es importante que todos los organismos reguladores del espectro se mantengan al día de las actividades emprendidas en el seno del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R) dado que muchas de estas actividades tienen una repercusión directa sobre la reglamentación nacional del espectro de frecuencias radioeléctricas. Para más información sobre el amplio alcance de las actividades del UIT-R véase ([www.itu.int/ITU-R/](http://www.itu.int/ITU-R/)).

Complementariamente a las actividades del UIT-R, el Sector de Desarrollo de la UIT (UIT-D) tiene por misión, entre otras cosas, asistir a los organismos reguladores del espectro en el desempeño de sus responsabilidades. Esto se materializa en talleres y otras oportunidades de capacitación, publicaciones, conferencias virtuales, el Simposio Mundial para Organismos Reguladores, reuniones de organismos reguladores de ámbito regional, intercambio de experiencias sobre legislación y aplicación en los países, etc. Para más información, véase [www.itu.int/ITU-D/treg/](http://www.itu.int/ITU-D/treg/).

En la Comisión de Estudio 2 del UIT-D sobre desarrollo y gestión de los servicios de telecomunicación y redes, se abordan asimismo varios temas relacionados con la gestión del espectro, entre ellos la creación de un sistema informatizado de gestión del espectro para los países en desarrollo (SMS4DC), la información sobre el cálculo de las tasas de espectro, etc.

La Conferencia de Desarrollo de la UIT adoptó la Resolución 9 (Rev. Doha, 2006) sobre la participación de los países, especialmente de los países en desarrollo, en la gestión del espectro. A tenor de esta Resolución los expertos del UIT-R y del UIT-D han trabajado conjuntamente en el seno de un grupo mixto. El texto de esta resolución está disponible en:  
[www.itu.int/ITU-D/conferences/wtdc/2006/pdf/dohaactionplan.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/conferences/wtdc/2006/pdf/dohaactionplan.pdf).

El seguimiento de todas las actividades de la UIT relacionadas con la gestión del espectro es una labor ardua por lo que deben fijarse prioridades de modo que las actividades más críticas sean objeto de supervisión más estrecha. Una manera rentable de participación en la labor de la UIT es participar en las actividades de las organizaciones de telecomunicaciones de ámbito regional y subregional relacionadas con la UIT. La implicación en estas organizaciones puede ser una manera eficiente y eficaz de que los países puedan influir en las decisiones de ámbito mundial. A continuación se facilita una breve descripción de estas organizaciones junto con los sitios web en los que puede encontrarse más información.

En [www.itu.int/ITU-D/treg/profiles/LegislationSelect.asp?lang=en](http://www.itu.int/ITU-D/treg/profiles/LegislationSelect.asp?lang=en) puede consultarse una compilación de la legislación de los diversos países.

En [www.itu.int/ITU-D/study\\_groups/SGP\\_2002-2006/SF-Database/index.asp](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp) puede consultarse una base de datos relacionada con la aplicación de tasas de espectro.

En [www.itu.int/ITU-D/treg/bestpractices.html](http://www.itu.int/ITU-D/treg/bestpractices.html) se recogen las Mejores Directrices de Carácter Práctico para la Gestión del Espectro a fin de fomentar el acceso en banda ancha, adoptadas en el Simposio Mundial para Organismos Reguladores de 2005.

### **La Unión Africana de Telecomunicaciones**

La Unión Africana de Telecomunicaciones (UAT) se fundó en 1977 como organismo especializado de la Organización de la Unidad Africana (denominada ahora Unión Africana) en el ámbito de las telecomunicaciones, fruto de una alianza entre las partes interesadas públicas y privadas en el sector de la tecnología de la información y la comunicación (TIC).

La UAT ofrece un foro a las partes interesadas en las TIC para la formulación de políticas y estrategias eficaces a fin de mejorar el acceso a la infraestructura y servicios de información. Por otra parte, la Unión representa los intereses de sus Miembros en las conferencias decisorias de ámbito mundial y promueve las iniciativas dirigidas a integrar los mercados regionales, atrayendo inversiones en infraestructuras TIC y creando capacidades institucionales y humanas. De hecho, la misión de la Unión consiste en fomentar el desarrollo acelerado de las infocomunicaciones en África a fin de alcanzar el acceso universal y la plena conectividad entre países.

Para más detalles véase: [www.atu-uat.org](http://www.atu-uat.org).

### **La Telecomunidad de Asia-Pacífico**

La Telecomunidad de Asia-Pacífico se estableció en julio de 1979 como iniciativa conjunta de la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico, UN ESCAP, y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

La APT es una organización exclusiva de gobiernos, proveedores de servicios de telecomunicación, fabricantes de equipos de comunicaciones, organizaciones de investigación y desarrollo y otras partes interesadas activas en el campo de la tecnología de la comunicación y la información. La APT cuenta con 33 Miembros, 4 Miembros Asociados y 103 Miembros afiliados. Con sus diversos programas y actividades, la APT contribuye de manera importante al crecimiento del sector de la información y comunicación (TIC) y especialmente al sector de las telecomunicaciones en la Región de Asia-Pacífico. La APT ayuda a sus miembros a prepararse para conferencias mundiales

tales como las diversas reuniones de la UIT así como a fomentar la armonización de estos eventos en el ámbito regional.

Para más detalles véase: [www.aptsec.org](http://www.aptsec.org).

### **Unión de Telecomunicaciones del Caribe**

La Unión de Telecomunicaciones del Caribe fue fundada por los Jefes de Gobierno de CARICOM. En el momento de su fundación sus protagonistas eran la Asociación de Organizaciones Nacionales de Telecomunicaciones del Caribe (CANTO) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Para más detalles véase: [www.c-t-u.org/](http://www.c-t-u.org/)

### **La Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT)**

La CEPT está integrada por encargados de la formulación de políticas y organismos reguladores. La CEPT tiene 45 Estados Miembros con los que abarca la práctica totalidad de la superficie de Europa. Entre los objetivos y fines de la CEPT cabe citar los siguientes:

- la prestación de asistencia mutua entre los miembros para la resolución de los problemas de soberanía y reglamentación;
- influir en las metas y prioridades en el ámbito de los Correos y Telecomunicaciones europeos mediante la adopción de posturas comunes;
- reforzar y fomentar con más intensidad la cooperación con los países de Europa Central y Oriental;
- fomentar y facilitar las relaciones entre los organismos reguladores europeos (por ejemplo, mediante contactos personales);
- influir en los acontecimientos que se desarrollan en el seno de la UIT y de la UPU con arreglo a las metas europeas, mediante la adopción de posturas comunes;
- solucionar problemas comunes.

Las competencias de la CEPT se limitan a los problemas de soberanía y a las cuestiones de reglamentación. Hay establecidos tres Comités: uno sobre asuntos postales, el CERP (Comité Europeo de Reglamentación Postal) y dos sobre cuestiones de telecomunicaciones: el ERC (Comité Europeo de Radiocomunicaciones) y el ECTRA (Comité Europeo para Asuntos Reglamentarios de Telecomunicaciones). El ámbito de responsabilidad de cada uno de estos Comités lo decide la Asamblea Plenaria de la CEPT, mientras que cada uno de los Comités establece sus propias normas de procedimiento y escoge a su Presidente.

Los Comités realizan actividades de armonización en sus respectivos ámbitos de responsabilidad y adoptan recomendaciones y decisiones. Estas recomendaciones y decisiones suelen estar preparadas por sus grupos de trabajo y equipos de proyecto.

Para más detalles véase: [www.cept.org](http://www.cept.org).

### **La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)**

La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones se estableció bajo los auspicios de la Organización de Estados Americanos y cuenta con 35 Estados Miembros y más de 200 Miembros Asociados. Los Jefes de Estado de la Cumbre de las Américas le han encomendado varios mandatos específicos. CITEL goza de autonomía técnica para realizar sus funciones dentro de los límites prescritos en la Carta de la OEA, sus leyes y los mandatos de la Asamblea General. Entre estos objetivos se encuentran los de facilitar y fomentar el desarrollo continuo de las telecomunicaciones.

- CITEL cuenta con un Comité Directivo Permanente (COM/CITEL) que consta de once miembros, tres Comités Consultivos Permanentes y un Grupo de Trabajo. Los nombres de los Comités son los siguientes:
- el Comité Consultivo Permanente I (CPC I) que entiende en la normalización de las telecomunicaciones;
- el Comité Consultivo Permanente II (CPC II) que entiende en las radiocomunicaciones y en particular en la radiodifusión;
- un Comité de Coordinación; y
- un Grupo de Trabajo preparatorio de conferencias cuyos miembros son Estados Miembros de la Organización, Miembros Asociados en representación de diversas asociaciones y empresas de telecomunicaciones privadas, observadores permanentes y organizaciones regionales e internacionales.

Para más detalles véase: [www.citel.oas.org/](http://www.citel.oas.org/).

### **El Consejo de Cooperación para los Estados Árabes del Golfo (GCC)**

Los objetivos del GCC son, entre otros, los siguientes:

- 1) llevar a cabo la coordinación, integración e interconexión entre los Estados Miembros en todos los ámbitos a fin de lograr la unidad entre ellos;
- 2) profundizar, reforzándolos, en los vínculos y esferas de cooperación entre sus pueblos en diversos ámbitos; y,
- 3) formular reglamentos semejantes en diversos ámbitos, entre ellos:
  - los asuntos económicos y financieros;
  - el comercio, las aduanas y las comunicaciones;
  - la educación y la cultura.

Para más detalles véase: [www.gccsg.org/eng/index.php](http://www.gccsg.org/eng/index.php).

### **Comunidad Regional de Comunicaciones (CRC)**

La Comunidad Regional de Comunicaciones (CRC) se instituyó el 17 de diciembre de 1991 en Moscú con la presencia de los Jefes de las Administraciones de Comunicaciones (CA) de los estados independientes. Su misión es llevar a cabo la cooperación entre los nuevos estados independientes en el campo de las telecomunicaciones y de la comunicación postal, y en particular:

- la armonización del desarrollo de las redes e instalaciones de comunicaciones;
- la coordinación en el ámbito de la política científica y técnica;
- la gestión del espectro radioeléctrico;
- las políticas tarifarias para los servicios de comunicaciones y las liquidaciones;
- la capacitación del personal;
- la interacción con los organismos internacionales en el campo de las comunicaciones y la informatización;
- el intercambio de información, etc.

El órgano supremo de la CRC es la Junta de Jefes de Administraciones de Comunicaciones. La Junta de la CRC y el Consejo de Coordinación dirigen la labor de varias Comisiones, entre ellas la competente en materia de reglamentación de la utilización del espectro de frecuencias. Asimismo, la CRC cuenta con un foro de coordinación de la participación de los Estados Miembros en las actividades de la UIT.

Para más detalles véase: [www.rcc.org.ru/en/](http://www.rcc.org.ru/en/).

### **7.2.2 Últimas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) y Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones (CRR) de la UIT**

**Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT – 2003:** Se adoptaron decisiones importantes sobre la atribución a nivel mundial en 5 GHz para los sistemas de acceso inalámbrico móvil preparando de este modo el camino para la utilización de dispositivos inalámbricos que no requieren de licencias individuales y pueden utilizarse para crear redes de banda ancha en los hogares, oficinas y colegios. Estas redes se utilizan también en lugares públicos, en los denominados puntos de acceso, tales como aeropuertos, cafeterías, hoteles, hospitales, estaciones ferroviarias y centros de conferencias para proporcionar acceso de banda ancha a Internet. La utilización de estas bandas de frecuencias está sujeta a disposiciones en las que se definen mecanismos de reducción de la interferencia y límites de emisión de potencia para evitar la interferencia sobre otros servicios de radiocomunicaciones que funcionen en la misma gama espectral.

En la conferencia de 2003 se adoptó además una nueva Resolución que prepara el camino para el desarrollo de nuevas tecnologías para banda ancha y de aplicaciones de banda ancha para la protección pública y socorro en caso de catástrofe. La CMR-2003 franqueó el paso al despliegue comercial de nuevos servicios móviles de información: la conectividad bidireccional en banda ancha y tiempo real con los pasajeros y la tripulación de los aviones. También se abordaron muchas otras decisiones relativas a servicios tales como los aeronáuticos, el futuro desarrollo de las aplicaciones móviles 3G, las estaciones terrenas a bordo de barcos, la protección de la radioastronomía, el Reglamento de Radiocomunicaciones de aficionados, el servicio de radiodifusión sonora por satélite, el servicio de radionavegación por satélite, los criterios de compartición para las aplicaciones VSAT y los radares terrestres y a bordo de barcos, aviones, etc.

**Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de la UIT – 2004:** En la primera sesión de esta Conferencia Regional de Radiocomunicaciones celebrada en Ginebra se adoptaron, entre otras, varias Resoluciones para la planificación del servicio de radiodifusión digital terrenal en partes de las Regiones 1 y 3, en las bandas de frecuencias 174-230 MHz y 470-862 MHz (CRR-04).

**Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de la UIT – 2006:** En la clausura de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de la UIT (CRR-06) celebrada en Ginebra se firmó un acuerdo con carácter de tratado, anunciando el desarrollo de servicios terrenales de radiodifusión sonora y de televisión totalmente digitales.

**Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT – 2007:** Como se expuso en los resultados de la CMR-07 y en "Repercusión en los Sistemas Inalámbricos de Radiodifusión Terrenal", uno de los principales temas de esta Conferencia fue la determinación de nuevas atribuciones y la identificación de espectro para las telecomunicaciones móviles internacionales (Banda ancha inalámbrica de las IMT-Avanzadas). Una de las metas de la Conferencia fue reservar espectro a nivel mundial para facilitar este desarrollo, recurriendo a las frecuencias superiores, por encima de 1 GHz, para aumentar la capacidad de los nuevos sistemas.



La UIT ya comenzó la labor de normalizar los sistemas posteriores a las IMT-2000, conocidos actualmente como IMT-Avanzadas, en el año 2000. En conjunto, las normas IMT-2000 han constituido la base de los sistemas móviles denominados "de tercera generación" o "3G" por la industria y los organismos reguladores, para distinguirlos de las generaciones anteriores de sistemas móviles analógicos (1G) y digitales (2G). Las IMT-2000 contemplaban velocidades de transmisión que iban desde los 2 Mbit/s con sistemas estacionarios o nómadas hasta los 348 kbit/s para velocidades vehiculares.

Las normas reales presentadas en el citado documento de debate del Simposio Mundial para Organismos Reguladores son:

- IMT de secuencia directa (IMT-DS) – Conocida también como Acceso múltiple por división del código en banda ancha (W-CDMA) o acceso radioeléctrico terrenal UMTS – Dúplex por división de la frecuencia (UTRA-FDD), utilizado en la Norma 3G del sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS).
- IMT-Multiportadora (IMT-MC) – Conocida asimismo como Acceso múltiple por división de código 2000 (CDMA2000), sucesor del CDMA de la segunda generación (2G).
- IMT por división del tiempo (IMT-TD) – Comprende: TD-CDMA (Acceso múltiple por división del tiempo – División del código) y TD-SCDMA (Acceso múltiple por división del tiempo – División síncrona del código).
- IMT-Portadora única (IMT-SC) – Conocida también como velocidad de datos mejorada para evolución GSM o "EDGE".
- IMT-Frecuencia tiempo (IMT-FT) conocida también como telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón o "DECT".

Aunque los desarrollos de WiMAX y de las IMT-2000 siguieron cursos diferentes, en la práctica fueron evolucionando hacia una equivalencia funcional. Ambas ofrecen acceso a Internet en banda ancha (aproximadamente equivalente a una línea DSL) así como conectividad vocal. Recientemente la CMR-07 adoptó una Resolución añadiendo la especificación de la interfaz aérea WiMAX como sexta tecnología de las IMT-2000 y modificó los convenios de denominación genérica para las tecnologías de las IMT.

- las tecnologías 3G continuarán denominándose "IMT-2000";
- las tecnologías 4G se denominarán "IMT-Avanzadas"; y
- colectivamente, todas las tecnologías 3G y 4G se denominarán simplemente "IMT".

Uno de los asuntos más importantes debatidos en la CMR-07 fue la manera de mejorar el marco reglamentario internacional del espectro. La Resolución 951 acordada en la misma establece directrices para evaluar y desarrollar conceptos relativos a las cuatro opciones identificadas en la Resolución para la mejora del marco y para elaborar soluciones para ser debatidas en la CMR-12. Las cuatro alternativas son: mantener las prácticas actuales, revisar las actuales definiciones de servicios, crear nuevas definiciones de servicios, e introducir definiciones compuestas.

**Conferencia de Radiocomunicaciones de la UIT-2012.** El orden del día de la CMR-12 puede consultarse en [www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=study-groups&link=rcpm-wrc-12-studies&lang=es](http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=study-groups&link=rcpm-wrc-12-studies&lang=es). Entre los más de 35 puntos del orden del día cabe citar los siguientes a título de ejemplo:

- 1.14 considerar los requisitos para nuevas aplicaciones del servicio de radiolocalización y examinar las atribuciones o disposiciones reglamentarias para la implementación del servicio de radiolocalización en la gama 30-300 MHz, de acuerdo con la Resolución [COM6/14] (CMR-07);

- 1.19 considerar medidas reglamentarias y su pertinencia, a fin de permitir la introducción de radiocomunicaciones definidas por soporte lógico y sistemas de radiocomunicaciones cognitivos, con arreglo a los resultados de los estudios del UIT-R de acuerdo con la Resolución [COM6/18] (CMR-07);
- 1.20 considerar los resultados de los estudios del UIT-R y la identificación de espectro para los enlaces de pasarela de las estaciones de plataformas de gran altitud (HAPS) en la gama 5 850-7 075 MHz a fin de soportar las operaciones en los servicios fijo y móvil, de acuerdo con la Resolución 734 (Rev. CMR-07).

### **7.2.3 Actividades de proyectos relacionadas con otras organizaciones intergubernamentales de ámbito mundial**

Es importante que los países sean conscientes de las actividades relacionadas con el espectro en otros organismos internacionales, además de las realizadas en el seno de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y que, en su caso, participen en ellas. Entre estas organizaciones cabe citar, por ejemplo, la Organización Mundial del Comercio (OMC), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), etc.

A continuación se facilita una referencia al planteamiento de la Comunidad Económica de los Estados del África Occidental (ECOWAS) cuyo objetivo es el desarrollo de políticas comunes para mejorar la coordinación y armonización del acceso a las TIC, especialmente a las inalámbricas, y su utilización y perfeccionamiento en apoyo de los objetivos de desarrollo.

### **7.2.4 Otras actividades de proyectos bilaterales y multilaterales**

Además de las actividades de la UIT y de otras organizaciones intergubernamentales de carácter mundial, deben desarrollarse acuerdos, en muchos casos bilaterales y multilaterales, para la utilización del espectro. Estos acuerdos podrían, por ejemplo, estipular el modo en que dos o más países pueden coordinar la utilización de ciertas bandas de frecuencias. La formalización de estos acuerdos exige la negociación entre los organismos de gestión del espectro de los respectivos países y acaso la implicación de los ministerios de asuntos exteriores dependiendo del rango jurídico del acuerdo resultante, que puede ser el de un simple intercambio epistolar, una memoria de entendimiento, un tratado, etc. También pueden formalizarse acuerdo multilaterales por participación en las organizaciones de telecomunicaciones de ámbito regional y subregional (por ejemplo, el Convenio Interamericano de CITELE o un permiso internacional de radioaficionados, el acuerdo en el marco de la CEPT entre las Administraciones de Austria, Bélgica, la República Checa, Alemania, Francia, Hungría, Países Bajos, Croacia, Italia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Polonia, Rumania, la República Eslovaca, Eslovenia y Suiza sobre coordinación de frecuencias entre 29,7 MHz y 39,5 GHz para los servicios móviles fijo y terrestre).

El Acuerdo HCM de la CEPT que es la designación oficiosa del Acuerdo entre las Administraciones de Austria, Bélgica, la República Checa, Alemania, Francia, Hungría, Países Bajos, Croacia, Italia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Polonia, Rumania, la República Eslovaca, Eslovenia y Suiza sobre la coordinación de frecuencias entre 29,7 MHz y 39,5 GHz para el servicio fijo y el servicio móvil terrestre.

## **7.3 Actividades transaccionales**

Las actividades internacionales transaccionales son aquéllas que tienen un carácter continuo. Hay tipos específicos de transacciones que se procesan durante un plazo de tiempo prolongado. Estos tipos de actividades son característicos de la ingeniería de procesos y del soporte del proceso de datos electrónico.

### **7.3.1 Actividades transaccionales relacionadas con la UIT**

En virtud del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, se exige la comunicación periódica a la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT de información sobre el espectro tal como los detalles relativos a las asignaciones de frecuencias, a los efectos de coordinarla con la de otros países e inscribirla en el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR). Esta información aparece quincenalmente en una publicación del UIT-R conocida como la Circular Internacional de Información sobre Frecuencias de la Oficina de Radiocomunicaciones (BR IFIC). En la BR IFIC se informa de la utilización actual y prevista de las frecuencias por parte de los Estados Miembros de la UIT.

La BR IFIC consta de dos partes: la primera de ellas está dedicada a los servicios espaciales y contiene información sobre las asignaciones de frecuencias a las estaciones espaciales, las estaciones terrenas y las estaciones de radioastronomía comunicadas por los países a la Oficina de Radiocomunicaciones para su inscripción en el Registro, así como las presentadas en virtud de las disposiciones pertinentes del Reglamento de Radiocomunicaciones o las que están sujetas a los Planes de los Apéndices 30 y 30A para el servicio de radiodifusión por satélite y al Plan del Apéndice 30B para el Plan del servicio fijo por satélite. La información publicada corresponde a las asignaciones inscritas así como a las notificaciones que siguen tramitándose.

La segunda parte de la BR IFIC está dedicada a los servicios terrenales y contiene una edición permanentemente actualizada de la Lista Internacional de Frecuencias en relación con los servicios terrenales, así como versiones permanentemente actualizadas de los planes de asignación o adjudicación de frecuencias para los servicios terrenales elaborados bajo los auspicios de la UIT. Además, contiene información sobre las asignaciones de frecuencias comunicadas por los países a la Oficina de Radiocomunicaciones para su inscripción en el Registro y en los diversos Planes/Acuerdos de carácter regional o mundial.

Para proteger los derechos soberanos de las naciones, es necesario analizar periódicamente los contenidos de carácter reglamentario publicados por la UIT a fin de determinar la posible repercusión sobre la utilización del espectro en los países y, en su caso, el necesario inicio de los procedimientos pertinentes definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

La Circular Internacional de Información sobre Frecuencias se publica en CD-ROM (para los servicios espaciales) y en DVD (para los servicios terrenales) quincenalmente. A las Administraciones de los Estados Miembros de la UIT encargadas de los asuntos de radiocomunicaciones se les facilita una copia de la BR IFIC (el lote completo).

También es necesario presentar información para que la publique la UIT en diversos documentos de servicios. Entre estos documentos se encuentran la Lista IV – Nomenclátor de las estaciones costeras, la Lista V – Nomenclátor de las estaciones de barco, la Lista VI – Nomenclátor de las estaciones de radiodeterminación y de las estaciones que efectúan servicios especiales, la Lista VII A – Lista de distintivos de llamada e identidades numéricas de las estaciones utilizadas en los servicios móvil marítimo y móvil marítimo por satélite, la Lista VIII – Nomenclátor de las estaciones de comprobación técnica internacional de las emisiones y la Lista VIII A – Nomenclátor de las estaciones de los servicios de radiocomunicación espacial y del servicio de radioastronomía (dos veces al año en DVD). También en este caso es necesario examinar estas publicaciones de manera periódica y constante.

### **7.3.2 Coordinación internacional de frecuencias transfronterizas**

La coordinación de las asignaciones de frecuencias y la protección frente a las interferencias perjudiciales son características esenciales de las modernas redes de radiocomunicaciones mundiales. La falta de coordinación resulta ineficiente tanto económica como técnicamente. La sección 1.3 – Objetivos de la gestión del espectro, contiene una exposición de la eficiencia económica y técnica.

**Artículo 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones** – Asignación y empleo de las frecuencias. En este artículo se dispone que los Estados Miembros:

- procurarán limitar las frecuencias y el espectro utilizado;
- se atenderán a las prescripciones del Cuadro de Atribución de Frecuencias, al asignar frecuencias;
- modificarán las frecuencias de las asignaciones existentes de tal modo que no pueda producirse interferencia perjudicial; y
- no buscarán protección para las frecuencias que no se ajusten al Cuadro de Atribución de Frecuencias.

Se requiere de los Estados Miembros que notifiquen las asignaciones de frecuencias al UIT-R para actualizar el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR) a fin de facilitar la coordinación. En el Reglamento de Radiocomunicaciones se describen los cuatro pasos que comporta el proceso de notificación, a saber: notificación, publicación mediante la circular internacional de información sobre frecuencias (IFIC), examen y por último inscripción en el MIFR.

Hay varios casos en los que la coordinación internacional de frecuencias se ha realizado en un ámbito regional mediante acuerdos de coordinación específicos de los servicios de radiocomunicaciones. El Acuerdo HCM (Vilnius 2005) que dejó sin efecto el anterior "Acuerdo de Berlín de 2003", suscrito por 17 países europeos, exige de los países participantes la coordinación activa, registro y resolución de los problemas utilizando modelos de cálculo armónicos para los servicios fijo y móvil terrestre especificados.

### **7.3.3 Otras actividades transaccionales**

Además de las transacciones que afectan a la UIT, hay actividades transaccionales que necesitan llevarse a cabo con carácter bilateral o multilateral. Por ejemplo, en virtud de acuerdos bilaterales o multilaterales, puede ser necesario presentar la información de asignación de frecuencias a los efectos de coordinación de éstas con los países adyacentes o próximos. Estas actividades suelen estar automatizadas en la medida de lo posible.

## **8 Desarrollo de la capacidad de gestión del espectro**

Las estrategias de organización, funcionamiento, desarrollo de procesos, dotación de personal, retención del personal y capacitación son consideraciones importantes para los organismos reguladores del espectro. Estas estrategias de creación de capacidades dimanar de la legislación, la política y el marco reglamentario, sin olvidar los demás organismos implicados en ciertos aspectos de la gestión del espectro. Entre las funciones reglamentarias del espectro cabe citar las siguientes:

- La planificación espectral de las futuras medidas necesarias para utilizar el espectro de manera óptima, plasmando las tendencias y desarrollos tecnológicos más importantes y considerando las necesidades de los usuarios actuales y futuros del espectro radioeléctrico.

- La ingeniería del espectro y en particular la evaluación de la información, capacidades y opciones tecnológicas para soportar las decisiones que afectan a la atribución, adjudicación y asignación del espectro radioeléctrico. La identificación de soluciones a los problemas de interferencia y la compatibilidad técnica entre los sistemas radioeléctricos son ámbitos de interés clave.
- La autorización del espectro conlleva la adjudicación de licencias para los equipos de radiocomunicaciones y la definición de asignaciones de frecuencia.
- Las actividades de fiscalización de la conformidad y comprobación técnica del espectro contribuyen a evitar la utilización de frecuencias incompatibles y a identificar fuentes de interferencia perjudicial.

### **8.1 Introducción de la capacidad de desarrollo**

El planteamiento actual de la creación de capacidad va más allá del concepto tradicional de capacitación. La preocupación central de la gestión del espectro – promover el acceso al espectro y la utilización eficiente del mismo, resolver las demandas en conflicto, gestionar el cambio, mejorar la coordinación y evitar las interferencias, para fomentar la comunicación y consulta y garantizar que los datos y la información se compartan – exige una visión más amplia del desarrollo de capacidades. Esta definición se refiere a la creación de capacidades tanto institucionales como individuales.

Los organismos de reglamentación del espectro necesitan considerar estrategias para el desarrollo de la organización de gestión del espectro y en particular el de los recursos humanos, las funciones de gestión del espectro, los procesos, la plantilla de personal, la retención de personal y su capacitación. Estas estrategias de creación de capacidades dimanan de la legislación, las políticas y el marco reglamentario, sin olvidar que otros organismos están implicados en ciertos aspectos de la gestión del espectro.

Entre las funciones reglamentarias tradicionales de la gestión del espectro se encuentran las siguientes:

- La planificación espectral de las futuras medidas necesarias para utilizar el espectro de manera óptima, plasmando las tendencias y desarrollos tecnológicos más importantes y considerando las necesidades de los usuarios actuales y futuros del espectro radioeléctrico.
- La ingeniería del espectro y en particular la evaluación de la información, capacidades y opciones tecnológicas para soportar las decisiones que afectan a la atribución, adjudicación y asignación del espectro radioeléctrico. La identificación de soluciones a los problemas de interferencia y la compatibilidad técnica entre los sistemas radioeléctricos son ámbitos de interés clave.
- La autorización del espectro conlleva la adjudicación de licencias para los equipos de radiocomunicaciones y la definición de asignaciones de frecuencia.
- Las actividades de fiscalización de la conformidad y comprobación técnica del espectro contribuyen a evitar la utilización de frecuencias incompatibles y a identificar fuentes de interferencia perjudicial.

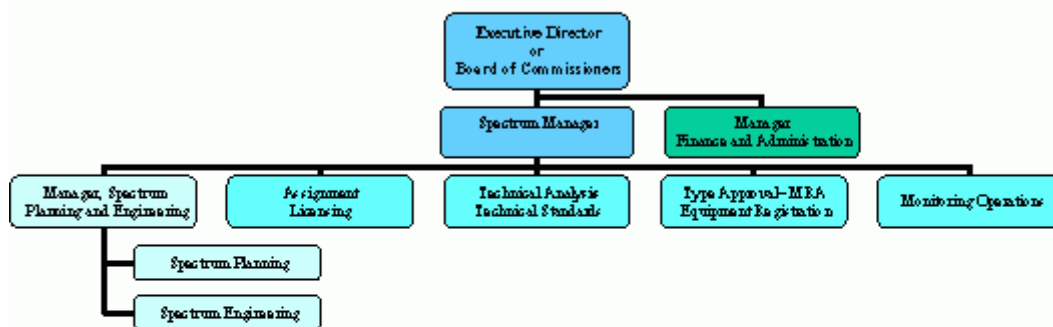
El cumplimiento de estos requisitos por parte de los gestores del espectro y el logro de las metas operacionales y organizativas suponen retos formidables agravados, si cabe, por el cambio y la innovación que caracterizan al medio ambiente. Este tipo de problemas de creación de capacidades no es nuevo ni único para la gestión del espectro. Existen soluciones para desarrollar procesos de planificación e implementación que mejoren la estructura de la organización, su funcionamiento y el desarrollo de las aptitudes necesarias.

## 8.2 Organización

Poco sentido tiene desarrollar estrategias para la creación de capacidades de gestión del espectro sin una profunda comprensión del mandato en virtud del cual opera la organización de gestión del espectro. El marco jurídico y reglamentario del país de que se trate junto con las políticas sobre gobernanza constituyen los elementos definitorios de la organización de la gestión del espectro. Por ejemplo, la función reglamentaria de la gestión del espectro se combina en ciertos casos, como se ha explicado en las Secciones I y III, con la reglamentación de las telecomunicaciones y de la radiodifusión, aunque también puede funcionar independientemente como organización autónoma. En este caso, la consecuencia para la creación de capacidades es la necesidad de desarrollar y mantener las habilidades de los recursos humanos independientemente de otras organizaciones o la de encontrar formas de intercambio en lo que se refiere al desarrollo y utilización de recursos humanos mediante estrategias tales como la gestión matricial o los Centros de Excelencia en el seno del organismo regulador combinado.

No hay dos organizaciones de gestión del espectro que estén organizadas del mismo modo, a pesar de las semejanzas existentes en las estructuras organizadas en torno a las funciones clave de la planificación, la ingeniería y la autorización y comprobación técnica. Los costos y la disponibilidad de recursos acucian a los gestores del espectro para que creen organizaciones y diseñen funciones que garanticen el logro de la productividad mediante la compartición y el intercambio de conocimientos técnicos.

Como ejemplo de esto se presenta a continuación un organigrama de una organización modelo y la correspondencia funcional de las responsabilidades clave, a los efectos de facilitar la comprensión de las funciones y actividades de la gestión del espectro.



### Legendas del Organigrama:

1. Director Ejecutivo o Junta de Delegados
2. Gestor del Espectro
3. Director de Finanzas y Administración

4. Director de Planificación e ingeniería del espectro
5. Adjudicación de Licencias
6. Análisis Técnico  
Normas Técnicas
7. Homologación-Acuuerdo de Reconocimiento Mutuo  
Registro de Equipos
8. Operaciones de Comprobación Técnica
9. Planificación del Espectro
10. Ingeniería del Espectro

Como se ha indicado anteriormente, uno de los resultados del análisis de la estructura y de las funciones es el potencial de compartición de recursos comunes, tal como el personal de ingeniería, en las funciones de planificación e ingeniería. Asimismo, el personal administrativo puede dar soporte al personal de la gestión del espectro y de la reglamentación de las telecomunicaciones y la radiodifusión. Otra cuestión importante es la de decidir el recurso a alternativas de externalización de servicios e infraestructuras comunes tales como los sistemas de información y las aplicaciones informáticas, y el personal de gestión de recursos humanos. La determinación de la estructura de la organización deseada tiene una influencia directa en la contratación, formación y creación de capacidades del personal.

### **8.3 Recursos humanos y desarrollo de la capacitación**

La planificación y el desarrollo de los recursos humanos mediante la capacitación son componentes esenciales del plan y estrategia global de crear capacidades en el seno de la organización de gestión del espectro. En esta sección se exploran muchos de los temas y asuntos relacionados con la necesidad de contratar, formar y retener recursos humanos cualificados.

#### **8.3.1 Recursos humanos**

La gestión del espectro se basa en el conocimiento y exige personal cualificado y dedicado capaz de mantenerse al día del continuo progreso de las tecnologías de radiocomunicaciones y de la creciente complejidad y demanda consecuencia de la mejora de las capacidades de tratamiento de los datos y de los métodos de análisis de ingeniería utilizados para dar respuesta a las necesidades del gran número de usuarios diversos que pretenden acceder al recurso espectral. La creación de un ambiente estimulante y motivador para el personal, los educandos y los nuevos contratados supone la entrega a éstos de las herramientas y el soporte necesarios para su aprendizaje y desarrollo en los cursos de formación.

Los problemas relacionados con las nuevas tecnologías, las condiciones dinámicas del mercado y la eficacia de las respuestas reglamentarias pueden acaparar con facilidad la atención y el esfuerzo de la organización de gestión del espectro. Además, la gestión de los recursos humanos es un aspecto estratégico para el desarrollo de la organización y el logro de los objetivos a pesar de quedar relegada en algunas ocasiones al final de la lista de prioridades. Los motivos de esta falta de atención suelen estar relacionados con las restricciones presupuestarias y salariales que impiden la contratación de los recursos cualificados necesarios, especialmente cuando el organismo regulador compite por estos mismos recursos con el sector privado o cuando hay una falta generalizada de personal formado o una insuficiencia de personal cualificado contratado con el que se pueda contar.

Para las organizaciones de gestión del espectro resulta muy problemático educar, atraer y retener a los profesionales y al personal necesario. Entre las circunstancias que generan estos problemas cabe citar las siguientes:

- La continua escasez de fondos e ingresos sostenibles para sufragar la actividad reglamentaria.
- Es más que probable que los gobiernos tengan que hacer frente a una escasez importante de profesionales cualificados en los próximos cinco o diez años tanto en los países desarrollados como en desarrollo, aunque por motivos muy distintos. En los países desarrollados, el cambio demográfico y la inminente escasez de recursos cualificados están perfectamente documentados. En los países en desarrollo, persiste el problema de educar un número suficiente de personas mientras continúa el crecimiento de la población y las economías.
- Hay impedimentos para la utilización de ciertos mecanismos de alivio de esta escasez inminente. La solución de contratar técnicos formados en el extranjero genera problemas, al igual que la emigración de ciudadanos formados en el propio país o en el extranjero, a países más ricos.
- Los gestores del espectro y otros organismos gubernamentales tendrán que hacer frente a una fuerte competencia, tanto nacional como regional, para contratar y retener profesionales de primer orden en los campos de la ingeniería de radiocomunicaciones, la economía y las finanzas y los asuntos jurídicos.
- Entre los factores críticos que influirán en que los profesionales opten por seguir estas carreras, además de los sueldos y otras prestaciones, se encuentran la reputación nacional e internacional del gestor del espectro, el sector de las telecomunicaciones, la carga de trabajo, el respaldo al desarrollo profesional y las diferencias de funciones y responsabilidades entre profesiones.
- La competitividad de los salarios necesarios para atraer al personal adecuado se encuentra en permanente oposición con los intentos de los gobiernos por controlar el presupuesto y detraer más recursos del organismo regulador de telecomunicaciones y del espectro con destino a otras prioridades gubernamentales.
- Las funciones y responsabilidades entre las profesiones afectadas están cambiando debido principalmente a la innovación y cambio de uso de la tecnología y a los cambios del mercado de telecomunicaciones. Cabe esperar que vayan prodigándose los equipos multidisciplinares conforme vayan apareciendo nuevos sistemas de trabajo (por ejemplo, la externalización).
- Los nuevos requisitos reglamentarios, consecuencia de los nuevos planteamientos del servicio, afectarán al modo en que los profesionales de la gestión del espectro colaboren entre sí y con las partes interesadas.

## **Estrategias**

Los gestores del espectro necesitan desarrollar y mantener planes estratégicos de desarrollo de recursos humanos que identifiquen las necesidades, carencias en las capacidades y estrategias para suplir o compensar las deficiencias en cuanto al número de recursos humanos y capacidades. Es necesario que estas estrategias sean coherentes con la política global de los gobiernos y con la legislación que gobierna el empleo del servicio público sin perjuicio de su adaptación a las necesidades cambiantes. Es indispensable la planificación y el desarrollo de estas estrategias.

A continuación se facilitan varias referencias de interés:

- Robert L. Katz, *Skills of an Effective Administrator (Habilidades del administrador eficaz)*, Harvard Business Review: Reedición 74509.
- Frederick Herzberg, *One more time: How do you motivate employees? (Insisto: ¿Cómo motiva usted a sus empleados?)* Harvard Business Review: Reedición 87507.



### **8.3.2 Desarrollo de la capacitación**

Los gestores del espectro tienen la responsabilidad de garantizar que su organismo y personal fomenten y comprueben la utilización eficiente del recurso del espectro de radiofrecuencias. Para afrontar esta responsabilidad, los gestores del espectro no sólo deben conocer las actuales tecnologías dependientes del espectro sino además las probables interacciones de la interferencia entre los servicios prestados por los usuarios tradicionales del espectro y los servicios previstos gracias a la utilización de las tecnologías más avanzadas. La obtención o el desarrollo de programas de capacitación eficaces para los gestores del espectro y su puesta a disposición de las entidades del sector privado pueden contribuir a lograr que todos los gestores del espectro operen en un marco común de referencias técnicas y analíticas.

Los gestores del espectro deben saber utilizar las últimas herramientas de análisis de la gestión espectral. Además los gestores del espectro deben ser conscientes de los servicios comerciales disponibles que puedan satisfacer sus requisitos funcionales para los servicios espectrales.

Es necesario asimismo contar con conocimientos técnicos especializados sobre la gestión del espectro. La gestión del espectro necesita de personal altamente capacitado que pueda adaptarse al cambio tecnológico, de un régimen estable de contratación de ingenieros y de programas de capacitación.

La misma necesidad de capacitación existe en toda la comunidad de la gestión del espectro. Si imparten conocimientos técnicos especializados a su propio personal, los gestores del espectro no gubernamentales y los usuarios del espectro podrán abordar con mejor conocimiento de causa las adquisiciones de equipos y otros asuntos de la gestión del espectro.

### **8.4 Procesos de empresa**

En la organización de la gestión del espectro hay numerosos procesos y tareas complejos que es necesario planificar:

- Los métodos y tareas rutinarias se asocian a la adjudicación de licencias de radiocomunicaciones, la homologación de equipos radioeléctricos y la comprobación técnica rutinaria. Las tareas rutinarias se apoyan en procesos administrativos perfectamente definidos que pueden mejorarse sustancialmente y hacerse más rentables gracias a la utilización de sistemas de gestión de la información eficientes. La calidad del servicio puede mejorarse acercando los puntos de atención a clientes y usuarios.
- Las tareas técnicas requieren que el personal cuente con una amplia formación y experiencia académica y metódica. La asignación de frecuencias, las normas técnicas, la ingeniería del espectro, los sistemas de información y la comprobación técnica de las radiocomunicaciones son tareas que requieren estos niveles de formación. Los profesionales y especialistas más experimentados trabajan estrechamente con los clientes.
- Tareas conceptuales y de coordinación. Se asocian a la planificación, coordinación, deliberación e iniciativas estratégicas asociadas a la consulta internacional sobre asuntos de planificación del espectro.

Hay varias técnicas (reingeniería de procesos empresariales, mejora de procesos, marco de gestión de la calidad de funcionamiento, por citar unos pocos), desarrolladas en el ámbito de la ciencia de la gestión al alcance del gestor del espectro para ayudarle a diseñar y evaluar procesos de negocio más eficaces y mejorados. Si se adopta la decisión de rediseñar los procesos de la organización para armonizarlos más adecuadamente con la dinámica del mercado, la tecnología o los reglamentos en evolución, es importante programar la formación y el desarrollo del personal de modo que la labor de capacitación coincida con la creación de los nuevos procesos y sistemas que los soportan.

## 8.5 Prácticas consultivas

La Organización de Gestión del Espectro necesita comunicarse y consultar con las partes interesadas para poder ser eficaz. El gestor del espectro necesita adoptar medidas efectivas para ofrecer información sobre las políticas, normas y prácticas de la administración así como para ofrecer mecanismos de recogida de información que le permita evaluar las políticas, normas y prácticas. La consulta constituye otro medio de construir el soporte global de la conformidad de los usuarios. Otro impulso para los mecanismos consultivos de las partes interesadas procede de la necesidad de mejorar los procesos de planificación y asignación a corto plazo que reflejan el valor económico del espectro para el público, así como la de mejorar la transparencia de la toma de decisiones. El debate del proceso consultivo tiene lugar en el seno de otro más amplio que es el de la misión, contribución y alcance de la participación de los grupos de la industria y de las partes interesadas en la implementación y supervisión del programa general de la planificación y utilización eficiente del espectro. La acción basada en asociaciones y la implicación de grupos importantes da entrada a una esfera política más amplia para la participación de los actores sociales y económicos y constituye una fuente ascendente de impulso.

Los procesos consultivos se presentan a varios niveles, entre ellos las labores y los procesos de ámbito internacional y regional que pueden ser oficiales, officiosos o *ad hoc*. Los temas de la planificación van desde el desarrollo y formulación del marco político y reglamentario, pasando por la predicción de la demanda y la aplicación de la tecnología, hasta procedimientos tales como la planificación de canales para las frecuencias de radiodifusión.

Se debe alentar a los participantes de la industria de los diversos segmentos del mercado – móvil, satélite, microondas y entidades de radiodifusión, a crear asociaciones que puedan formular recomendaciones que recojan las necesidades e intereses comunes del sector. Asimismo, el gestor del espectro puede solicitar a las asociaciones asesoramiento experto en cuestiones controvertidas tales como las soluciones para la resolución de interferencias, los planes de distribución de las bandas en canales y las alternativas de liberación de bandas. No se impedirá a los adjudicatarios de licencias individuales ni a los usuarios que comuniquen oficialmente informaciones por su propia iniciativa además de las informaciones presentadas con carácter general por la industria al organismo regulador.

---