

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Informe UIT-R SM.2257-4**  
(06/2017)

**Gestión y control del espectro durante  
grandes acontecimientos**

**Serie SM**  
**Gestión del espectro**



Unión  
Internacional de  
Telecomunicaciones

## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

Series	Título
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión sonora
<b>BT</b>	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radio astronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	<b>Gestión del espectro</b>

*Nota: Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2019

© UIT 2019

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## INFORME UIT-R SM.2257-4

**Gestión y control del espectro durante grandes acontecimientos**

(2012-2013-2014-2015-2017)

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción..... 7
2	Búsqueda de información ..... 7
3	Consideraciones generales..... 7
3.1	Equipo de organización ..... 7
3.2	Coordinación con otras organizaciones ..... 8
3.3	Planificación de frecuencias ..... 8
3.4	Concesión de licencias..... 9
3.5	Recaudación de derechos..... 9
3.6	Etiquetado ..... 9
3.7	Análisis de la interferencia ..... 9
3.8	Logística ..... 10
3.9	Equipo de radiocomunicaciones para el personal de gestión y control ..... 10
3.10	Imagen pública..... 10
4	Preparativos ..... 11
4.1	Contactar al organizador del evento ..... 11
4.2	Plan de acción ..... 11
5	Actividades durante el evento..... 12
6	Actividades después del evento ..... 12
7	Conclusión ..... 13
Anexo 1 – Gestión y supervisión del espectro durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Beijing en 2008..... 13	
1	Importancia de la gestión y supervisión del espectro durante grandes acontecimientos 13
2	Descripción de los Juegos Olímpicos (estadísticas) ..... 14
2.1	Estadísticas ..... 14

2.2	Principales frecuencias y tipos de equipos de radiocomunicaciones utilizados durante los juegos .....	14
2.3	Tres fases para la gestión y control del espectro antes de los juegos y durante los mismos .....	15
3	Gestión del espectro.....	16
3.1	Encuesta y análisis de la demanda de frecuencias.....	16
3.2	Recopilación de recursos de frecuencia.....	16
3.3	Solicitud de frecuencias .....	16
3.4	Planificación y asignación de frecuencias .....	18
4	Control del espectro.....	20
4.1	Objetivos y tareas en las diferentes fases .....	20
4.2	Configuración de las estaciones de control .....	20
4.3	Red de control.....	21
4.4	Estudios de caso de resolución de interferencia .....	21
5	Pruebas de equipos .....	22
5.1	Objeto .....	22
5.2	Equipos y sitios de pruebas.....	22
5.3	Carga de trabajo .....	23
5.4	Parámetros .....	23
5.5	Razón de muestreo de equipo objeto de prueba .....	23
5.6	Otros .....	23
6	Conclusiones.....	23
6.1	Gestión del espectro.....	23
6.2	Control del espectro.....	24
6.3	Prueba de equipos .....	24
6.4	Gestión y control del espectro en las sedes .....	24
6.5	Sistemas informáticos .....	24
Anexo 2 – Gestión y control del espectro durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río de Janeiro 2016.....		24
1	Planificación y coordinación general .....	24
2	Posición de Anatel y recursos humanos .....	27

*Página*

3	Funciones de coordinación (TOC, CICC) .....	28
4	Licencia temporal de espectro .....	28
5	Comprobación y etiquetado de equipos RF (T&T) .....	29
6	Comprobación técnica del espectro (terrenal y satélite).....	31
7	Resolución de incidentes de espectro .....	34
8	Lecciones extraídas y conclusiones .....	35
Anexo 3 – Gestión y control del espectro durante la 1ª Cumbre de la APEC en 2005 y la Cumbre de Seúl del G20 en 2010 en la República de Corea.....		37
1	Introducción.....	37
2	Descripción de las actividades durante los grandes acontecimientos.....	38
2.1	Tareas generales del grupo encargado de preparar la organización del gran acontecimiento .....	38
2.2	Antes del evento .....	38
2.3	Durante el evento .....	39
2.4	Después del evento .....	39
3	Casos de gestión del espectro y control radioeléctrico durante los grandes acontecimientos .....	39
3.1	Cumbre de la APEC de 2005 .....	39
3.2	Control de radiocomunicaciones por satélite durante la Cumbre del G20 de Seúl en 2010 .....	40
4	Conclusión .....	40
Anexo 4 – Gestión y control del espectro durante la Copa del Mundo de Fútbol de la FIFA de 2006 en Alemania .....		41
1	Introducción.....	41
2	Organización y cooperación .....	41
3	Distribución de información .....	41
4	Copa Confederaciones de 2005 .....	43
5	Equipo del proyecto y equipos locales .....	43
6	Concesión de licencias.....	43
7	Personal y acreditación.....	45

8	Centro Internacional de Medios (IMC o IBC).....	46
9	Comprobación técnica .....	46
9.1	Control del espectro antes del evento .....	47
9.2	Control del espectro durante el evento .....	47
10	Parque de aficionados .....	47
11	Investigación y problemas de interferencia .....	48
12	Etiquetado .....	48
13	Algunas cifras interesantes .....	48
14	Conclusión .....	49
	Anexo 5 – Gestión y control del espectro durante las carreras de Fórmula 1 en EAU.....	49
1	Introducción.....	49
2	Participación del organismo regulador de las Telecomunicaciones (TRA) .....	49
3	Actividades preparatorias antes del evento .....	50
4	Autorización y utilización del espectro .....	51
5	Dificultades en la gestión del espectro .....	51
5.1	Dificultades en la asignación a PMR.....	51
5.2	Dificultades en la asignación de micrófonos inalámbricos .....	52
6	Dificultades en el control del espectro .....	54
7	Lecciones aprendidas en la gestión y control del espectro en estos eventos.....	54
	Anexo 6 – Gestión del espectro y comprobación técnica del espectro durante la fase final del Campeonato de Europa de Fútbol de la UEFA (EURO-2012) celebrado en Ucrania ...	55
1	Introducción.....	55
2	Tareas específicas en una etapa de preparación a largo plazo del EURO-2012.....	55
3	Gestión de frecuencias antes del evento .....	56
4	Verificación técnica y etiquetado de los equipos de radiocomunicaciones.....	57
5	Comprobación técnica del espectro de los servicios terrenales antes y durante el EURO-2012 .....	58
6	Comprobación técnica del espectro de las emisiones del transpondedor del satélite y geolocalización de las estaciones terrenas durante el EURO-2012.....	62

*Página*

7	Utilización del espectro inmediatamente antes y durante el EURO-2012 en Kiev.....	63
	Anexo 7 – Gestión de espectro durante la XXVII Universiada de verano celebrada en Kazán, Federación de Rusia, en julio de 2013.....	65
1	Introducción.....	65
2	Actividades de preparación .....	65
3	Sistema Universiada 2013 .....	66
4	Concesión de licencias y recaudación de derechos .....	68
5	Prueba y etiquetado de los equipos de radiocomunicaciones.....	69
6	Supervisión del funcionamiento planificado y en línea.....	71
7	Utilización de los equipos de comprobación técnica radioeléctrica antes y durante la Universiada 2103.....	72
8	Organización del proceso de comprobación técnica radioeléctrica durante los preparativos y desarrollo de la Universiada 2013 .....	76
9	Gestión del personal .....	76
10	Actividades posteriores a la Universiada 2013.....	76
11	Algunas cifras de interés.....	77
12	Conclusión.....	77
	Anexo 8 – Actividades de gestión del espectro durante la Copa Mundial de la FIFA 2014 ...	78
1	Introducción.....	78
2	Marco preparatorio .....	79
2.1	Grupo de trabajo .....	79
2.2	Análisis de eventos anteriores .....	79
2.3	Sitio web con información reglamentaria en idiomas extranjeros.....	80
3	Regulación del espectro y procedimientos de concesión de licencias.....	82
3.1	Ajustes reglamentarios.....	82
3.2	Concesión de licencias para utilización temporal del espectro (asignación de frecuencia) .....	82
4	Operaciones sobre el terreno (comprobación y etiquetado, supervisión y aplicación) ..	83
4.1	Comprobación y etiquetado de equipos de radiocomunicaciones.....	84

	<i>Página</i>
4.2 Identificación y preparación del equipo de vigilancia del cumplimiento de la normativa .....	86
4.3 Instrumentos de medición utilizados .....	86
4.4 Actividades de comprobación técnica del espectro y de resolución de interferencias.....	87
4.5 Integración con las fuerzas de seguridad nacionales y de protección pública....	89
4.6 IMT – Supervisión del comportamiento de las redes móviles .....	89
5 Lecciones aprendidas.....	90
6 Conclusión .....	91

## **1 Introducción**

Los grandes acontecimientos, como los Juegos Olímpicos, las carreras de Fórmula 1, los festivales de música y las visitas de Estado despiertan el interés público. Aunque todavía no existe una definición unificada de lo que se considera un gran acontecimiento, no cabe duda de que se trata de eventos caracterizados por una cierta importancia para una o varias regiones o incluso países. Por otra parte, los grandes acontecimientos requieren la participación y la coordinación de diversos actores, en particular de los departamentos gubernamentales. A diferencia de las catástrofes, en muchos casos la demanda y utilización del espectro puede conocerse de antemano. Los grandes acontecimientos se caracterizan principalmente por la concentración en una zona limitada de diversas aplicaciones de radiocomunicaciones y un número considerable de equipos de radiocomunicación. La gama de aplicaciones varía desde radiodifusión, policía, ambulancias, micrófonos inalámbricos y cámaras hasta las RLAN. Por consiguiente, para celebrar un evento de estas características es indispensable una adecuada planificación del espectro, la concesión de licencias, el control del espectro, la inspección de estaciones de radiocomunicaciones y el procesamiento de las interfaces radioeléctricas. Por otra parte, las limitaciones de los equipos técnicos y la solicitud de licencias a última hora exigen una gestión de frecuencias *in situ* que sea rápida y particularmente flexible durante el evento.

El objeto del presente Informe es orientar a las administraciones responsables de la gestión de frecuencias y de su observancia, tales como las encargadas de la gestión y control del espectro y de la inspección de estaciones de radiocomunicaciones. Aunque el presente Informe se refiere en todo momento a grandes acontecimientos, las consideraciones fundamentales también son aplicables a eventos especiales menores de ámbito regional o local.

En los Anexos al presente Informe figuran ejemplos prácticos de actividades de gestión y control del espectro que realizan las administraciones durante los grandes acontecimientos.

## **2 Búsqueda de información**

Dado que existen muchísimos eventos durante el año, conviene buscar información en los periódicos, la televisión, Internet y en calendarios de eventos con el fin de determinar aquellos que pueden requerir especial atención debido a su importancia económica o política, al número esperado de solicitudes de licencia de corta duración o a los problemas experimentados en años anteriores. Estos eventos deben registrarse en un plan anual.

El plan anual debe gestionarse de manera flexible y puede ser necesario modificarlo a medida que se disponga de nueva información. El personal debe tener acceso al plan, por ejemplo en Intranet, para que las personas implicadas puedan estar debidamente preparadas.

## **3 Consideraciones generales**

### **3.1 Equipo de organización**

Los eventos especialmente pequeños sin presencia *in situ* puede organizarlos un solo administrador de frecuencias. Sin embargo, para la organización de grandes acontecimientos, en los que se han de coordinar diversas entidades, es preciso designar a un director del proyecto experimentado y de cierta notoriedad en la administración. Esta persona contará con un equipo de organización formado al menos por personal de la sección de gestión de frecuencias y de la sección de control e inspección de radiocomunicaciones. También pueden incorporarse al equipo abogados, contables, y otros profesionales de manera permanente o temporal, según proceda.

### 3.2 Coordinación con otras organizaciones

Las siguientes entidades podrían participar en la planificación y celebración de grandes acontecimientos:

- organizador del evento;
- administrador de gestión, control e inspección de frecuencias;
- autoridades locales;
- policía, ambulancias, bomberos;
- fuerzas armadas;
- otras organizaciones gubernamentales;
- servicios de seguridad del organizador;
- operadores de telecomunicaciones;
- organismos de radiodifusión;
- prensa;
- participantes, por ejemplo equipos, bandas;
- autoridades públicas de países vecinos (para, por ejemplo, la coordinación de frecuencias).

### 3.3 Planificación de frecuencias

La planificación de frecuencias tiene por objeto atender, en la medida de lo posible, la demanda de espectro y proteger a los demás usuarios del espectro, en particular a los servicios de seguridad. La demanda de espectro durante grandes acontecimientos, como los Juegos Olímpicos, puede ser mucho mayor de la que se puede satisfacer con el plan de frecuencias en los canales ordinarios. Este problema debe resolverse apartándose del plan de frecuencias.

Por otra parte, la gama de frecuencias del equipo utilizado puede limitar las posibilidades de asignación de frecuencias.

Algunos canales para licencias de corta duración pueden obtenerse negociando con los usuarios habituales de los mismos. Por ejemplo, es posible que los titulares de licencia no necesiten utilizar ciertos canales durante semanas, los cuales podrían aprovecharse para el evento.

La demanda de espectro para los medios de comunicación suele ser la prueba de fuego de la gestión de frecuencias. Ha quedado demostrado que nombrar a un organismo de radiodifusión oficial resulta útil para facilitar la cooperación y sentar las bases técnicas y organizativas para la prensa. Se podrían encargar a este organismo de radiodifusión la tarea de coordinar las frecuencias con todas las empresas de radiodifusión o incluso la de conceder licencias para algunas bandas de frecuencias.

La coordinación de frecuencias con países vecinos puede convertirse en un aspecto importante si el evento se celebra cerca de la frontera. Las negociaciones con la administración vecina pueden dar lugar a una reducción temporal de las distancias de reutilización de frecuencias, lo que permite ampliar las posibilidades propias.

La planificación de frecuencias puede convertirse en una tarea aún más compleja en caso de eventos multinacionales, por ejemplo, carreras ciclistas que pasan por tres países. Los organismos de radiodifusión y los aficionados que siguen los equipos no pueden cambiar sencillamente las frecuencias de sus equipos al atravesar la frontera.

En cualquier caso, para gestionar adecuadamente las frecuencias es fundamental conocer en detalle la utilización real del espectro. Por ese motivo conviene efectuar un control del «estado inicial» espectro unos cuantos meses antes del evento.

### 3.4 Concesión de licencias

El trámite para solicitar una licencia temporal o de corta duración para eventos especiales debería ser lo más sencillo posible. En particular, los solicitantes extranjeros no estarán familiarizados con los trámites administrativos. Sería conveniente que los formularios de solicitud y las correspondientes instrucciones estuviesen disponibles también en otros idiomas. En las instrucciones se debería indicar claramente a quién se ha de remitir la solicitud y qué información se ha de adjuntar, por ejemplo frecuencias y potencia. El precio de la licencia también debería conocerse de antemano.

El personal que se ocupa de la concesión de licencias debería disponer de una lista de las frecuencias disponibles y de los canales adicionales previstos específicamente para el evento.

Cuando se rechace una solicitud, la administración debería explicar los motivos del caso y proponer otras frecuencias o alternativas, según proceda.

### 3.5 Recaudación de derechos

En cada país el precio de las licencias de corta duración puede basarse en criterios distintos, por ejemplo el servicio de radiocomunicaciones en concreto, la duración de la licencia y el número de equipos. Así, el precio de las licencias puede variar considerablemente según el país.

Por otra parte, no debería subestimarse el problema de la recaudación de derechos. Si las solicitudes se reciben con antelación suficiente, se pueden aplicar los procedimientos habituales. Deben de existir procedimientos para solicitudes de última hora. Cabe preguntarse si se considera aceptable rechazar una licencia porque no se tiene prueba fehaciente del pago de la misma. El personal tiene que conocer muy bien el reglamento y contar con el apoyo de la dirección a este respecto.

La recaudación resulta aún más difícil si las licencias se tienen que expedir o modificar *in situ*, lo que a veces es inevitable. Enviar la factura después de haber expedido la licencia conlleva un alto riesgo de pérdidas. Si por el contrario se exige abonar en efectivo las licencias de última hora, surgen dos problemas. En primer lugar, no es seguro que todos los solicitantes tengan suficiente efectivo y, en segundo lugar, es preciso guardar a buen recaudo todo el efectivo percibido. Por ese motivo, algunas administraciones no aceptan pagos en efectivo. La solución más fácil es posiblemente el pago con tarjeta de crédito. Ahora bien, para ello se necesita infraestructura adicional, como lectores de tarjetas. Otra opción que se debe considerar es el pago en línea, en caso de que la administración acepte esta modalidad.

### 3.6 Etiquetado

Varias administraciones estiman conveniente etiquetar los equipos de radiocomunicaciones antes de inspeccionarlos. El organizador del evento podría asegurarse de que sólo se utilicen los equipos con una etiqueta especial para el evento. Las etiquetas deben colocarse en un lugar fácilmente visible y ser difíciles de falsificar o modificar. Pueden utilizarse colores o diseños diferentes para distinguir cada evento o sede.

### 3.7 Análisis de la interferencia

Los casos de interferencia radioeléctrica durante los grandes acontecimientos suelen tener gran trascendencia y requieren una respuesta inmediata, por ejemplo, cuando se interfiere el enlace de radiocomunicaciones entre un helicóptero y la unidad de TV en tierra. Se tardaría demasiado en hacer llegar un vehículo desde la estación de control. Por otra parte, la multitud, el tráfico y la reducida movilidad no permitirán tomar las medidas adecuadas. Por consiguiente, se debería disponer *in situ* de vehículos de medición y equipos portátiles, que podrían complementarse con las estaciones de control fijas que se encuentren en las proximidades.

### 3.8 Logística

Para celebrar y llevar a buen término eventos se requiere personal cualificado y equipos y vehículos de medición. Estos recursos deberían identificarse claramente y no deberían efectuar otras tareas al mismo tiempo. Tampoco debe pasarse por alto la infraestructura informática necesaria, como computadores, acceso a base de datos, redes e interconexión con la oficina.

Otro aspecto importante es el alojamiento del personal y las plazas de estacionamiento para vehículos. A menudo se efectúa una acreditación de personal y vehículos antes del evento. Es preciso consultar al organizador del evento con el fin de encontrar un lugar seguro para los vehículos de control que permita su movilidad. Las tareas administrativas se pueden realizar en una furgoneta, una cabina alquilada o aún mejor en una oficina de la sede. En cualquier caso, es fundamental disponer de alimentación eléctrica y líneas de telecomunicaciones.

Cabe tener en cuenta que quizá el personal no pueda abandonar una determinada zona durante cierto tiempo, por ejemplo durante las carreras de Fórmula 1. Por consiguiente, quizá se requiera un equipo suplente, dependiendo de la normativa nacional en materia de protección laboral.

Por lo general, es poco eficiente y a veces incluso imposible llevar y traer vehículos de control durante un evento que se prolonga varios días. Por consiguiente, se debe prever transporte para el personal entre el hotel y la sede. Es importante reservar habitaciones de hotel con mucha antelación, dado que puede que sea imposible encontrar habitaciones libres cuando se acerque el evento.

### 3.9 Equipo de radiocomunicaciones para el personal de gestión y control

Algunos aspectos de la comunicación ya se han abordado en el § 3.8 relativo a la logística. También se ha considerado la necesidad de comunicación entre el equipo encargado de la gestión de frecuencias y el encargado del control, que trabaja en la sede, se desplaza con equipos portátiles o en vehículos dentro o fuera de la sede. En condiciones normales bastaría con utilizar las redes de telefonía públicas. Sin embargo, en los grandes acontecimientos estas redes se pueden colapsar, especialmente en caso de catástrofe. Para evitar esta situación, convendría considerar la posibilidad de crear una red PMR propia. Las principales ventajas de las redes PMR basadas en tecnología MF sencilla, como *walkie-talkies*, es que no se produce retardo debido al establecimiento de la conexión y que varios usuarios pueden acceder simultáneamente al mismo canal.

### 3.10 Imagen pública

Los equipos de concesión de licencias en línea y de control/inspección del espectro representan a su organización en todo momento, tanto en el lugar de trabajo como durante las pausas. Es fundamental que su aspecto sea profesional y agradable. Para ello es necesaria la cooperación y el intercambio de información entre los equipos implicados. Tiene que evitarse toda discusión sobre los procedimientos y la falta de información enfrente de clientes y otras personas, puesto que estas situaciones dan probablemente una mala imagen de la administración.

Por la misma razón, es importante seleccionar ropa adecuada. Convendría considerar la posibilidad de utilizar un uniforme oficial para que el personal pueda ser identificado inmediatamente. Una solución más económica sería un chaleco con el distintivo de la administración o que tenga simplemente escrito «gestión de frecuencias».

## 4 Preparativos

### 4.1 Contactar al organizador del evento

Es útil contactar al organizador del evento desde un principio aun cuando no se prevea enviar equipos de concesión de licencias o inspección del espectro durante el evento. La experiencia demuestra que muchos organizadores y participantes no saben que necesitan una licencia o no entienden bien los problemas de interferencia. La utilización no autorizada de equipos de radiocomunicaciones, en particular los equipos de participantes extranjeros, pueden causar graves problemas de interferencia a los servicios de radiodifusión, seguridad y otros servicios de radiocomunicaciones.

El primer contacto debe hacerse por escrito. Se debe informar al organizador de los principios de asignación de frecuencias y de las frecuencias que pueden utilizarse. Se debe adjuntar folletos y otro material informativo disponible. Dependiendo de la importancia del evento, se podría invitar al organizador a una reunión.

La finalidad de esta reunión es que ambas partes comprendan las necesidades y los problemas, así como sentar bases sólidas para la adopción de decisiones sobre la forma de proceder. El organizador debería entender los diferentes tipos de licencias, temporales y generales (conocidas en muchas administraciones como «exención de licencia»). La administración debería obtener una perspectiva general del número de usuarios de frecuencias y del espectro necesario.

### 4.2 Plan de acción

El equipo de coordinación debería preparar un plan de acción, donde se estipule claramente las fechas y las responsabilidades. A continuación se enumera una posible lista de actividades que podría utilizarse, dependiendo de la pertinencia y el tamaño del evento. Como los eventos son muy diversos, no hay un orden «correcto» de actividades. Tampoco hay reglas generales en lo que respecta a los plazos. La planificación y las primeras medidas podrían comenzar ocho semanas antes o dos años antes del evento.

#### Actividades antes del evento

- Consultar por escrito al organizador.
- Convocar entrevista para asesorar al organizador.
- Informar sobre el servicio de control/inspección de radiocomunicaciones.
- Otras reuniones con el organizador.
- Publicar información en la página web del organizador. se recomienda incluir un enlace al administrador del espectro.
- Suministrar información sobre el evento en la página web del administrador del espectro.
- Visitar el lugar donde se celebrará el evento.
- Crear un calendario.
- Decidir si se requiere o no el etiquetado.
- Asignar tareas al servicio de control/inspección del espectro.
- Establecer las necesidades de mano de obra.
- Examinar la situación sobre la acreditación.
- Determinar la ubicación de los vehículos de medición y los vehículos para el transporte de pasajeros.
- Organizar el suministro eléctrico.
- Contactar al organismo de radiodifusión oficial a los efectos de la coordinación del espectro.

- Contactar a organizaciones de seguridad (policía, ambulancias, etc.).
- Control del espectro (estado inicial).
- Autorizar la presentación de solicitudes del espectro.
- Tramitar las solicitudes:
  - examinar las solicitudes (disponibilidad de espectro, compatibilidad);
  - coordinar el espectro con administraciones vecinas;
  - aprobar solicitudes.
- Reservar hoteles.
- Organizar la oficina *in situ* y dotarla de equipos.
- Planificar la comunicación (radio, teléfonos, Internet).
- Preparar la recopilación de derechos *in situ*.
- Planificar el personal.
- Realizar la coordinación con el país vecino.

## 5 Actividades durante el evento

Los clientes y el público no suelen estar familiarizados con la estructura de la administración. Por ese motivo, todos los colegas deben estar capacitados para responder a cualquier pregunta relacionada con la concesión de licencias, el control y la inspección. El interesado debe recibir una respuesta inmediata o se le debe indicar la persona competente al respecto.

### Actividades durante el evento

- Coordinar al personal encargado del evento.
- Tramitar las solicitudes de última hora.
- Documentar todas las actividades, fecha y hora inclusive.
- Asesorar a los clientes.
- Contactar a las personas pertinentes (administrador del evento, empresas, autoridades públicas).
- Inspeccionar y etiquetar los equipos de radiocomunicaciones. debe verificarse como mínimo la frecuencia.
- Controlar el espectro.
- Investigar las interferencias.
- Identificar y eliminar toda utilización sin licencia de frecuencias.

## 6 Actividades después del evento

La primera recapitulación del evento puede hacerse *in situ*. Ahora bien, es probable que los equipos deseen abandonar la sede del evento lo antes posible. A continuación se indican las actividades después del evento.

### Actividades después del evento

- Retirar los equipos.
- Transporte de retorno para el personal.
- Devolver los equipos prestados.

- Liquidar las cuentas.
- Finalizar la gestión de interferencia, en su caso.
- Iniciar procedimientos jurídicos (en caso de infracción).
- Presentar informes, en particular sobre las conclusiones del caso, que se habrán de conservar para eventos posteriores.
- Crear estadísticas para la evaluación y utilización futura.
- Examen final.

El Director de proyecto debería presidir una breve sesión informativa una vez finalizado el evento. Debería aprovechar la oportunidad para abordar los aspectos más destacados y dar las gracias a su equipo. Los resultados del examen de las dificultades encontradas y del análisis de los problemas pendientes se deberían consignar en un informe final, que podrá servir para preparar los grandes acontecimientos futuros.

## **7 Conclusión**

La gestión de grandes acontecimientos conlleva dificultades tales como la mayor demanda de espectro, la diversidad de aplicaciones y equipos de radiocomunicaciones, la dificultad de desplazamiento y la necesidad de adoptar medidas de última hora de una manera flexible. Para llevar a buen término el evento es fundamental realizar una planificación y mantener una estrecha cooperación con todas las partes implicadas. El análisis consignado en el presente Informe puede adaptarse para eventos más pequeños.

En los Anexo al presente Informe se adjuntan ejemplos destinados a formular propuestas para quienes vayan a participar en la preparación y celebración de grandes acontecimientos.

Podría resultar útil visitar otras administraciones o intercambiar información por escrito con las mismas, con bastante antelación al gran acontecimiento.

## **Anexo 1**

### **Gestión y supervisión del espectro durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Beijing en 2008**

#### **1 Importancia de la gestión y supervisión del espectro durante grandes acontecimientos**

A medida que la tecnología de la información predomina, las aplicaciones de radiocomunicaciones desempeñan un papel cada vez más esencial en prácticamente todos los grandes acontecimientos, especialmente en uno tan importante como los Juegos Olímpicos. Los grandes acontecimientos se basan sobremanera en la utilización de un gran número de aplicaciones de radiocomunicaciones en casi todos los aspectos. En muchos casos, estas aplicaciones son «esenciales» para el evento y a menudo no se permite ni el más mínimo error. Por lo general los Juegos Olímpicos se celebran durante un periodo de tiempo limitado y en una zona o sede con gran densidad de dispositivos electrónicos, lo que conlleva un «entorno» radioeléctrico extremadamente complejo para estas aplicaciones de radiocomunicaciones. Por estos motivos, los reguladores de espectro y los ingenieros de control del espectro tienen que afrontar grandes dificultades y exigencias para controlar los riesgos de fallo en la radiocomunicación. En el presente Anexo se describen las medidas adoptadas para la reglamentación

y control del espectro durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Beijing en 2008. Este Anexo puede servir de referencia para futuros Juegos Olímpicos y otros grandes acontecimientos deportivos similares.

## **2 Descripción de los Juegos Olímpicos (estadísticas)**

### **2.1 Estadísticas**

A continuación se indica información estadística sobre los juegos:

- más de 11 000 atletas de 204 países y regiones;
- más de 26 000 periodistas acreditados y más 5 900 sin acreditación representantes de más de 100 medios de comunicación;
- más de 70 000 empleados y voluntarios;
- más de 110 dignatarios (Jefes de Estado, Miembros de familias reales, etc.) procedentes de más de 50 países;
- 36 centros deportivos y 15 zonas de control especial (como la sede de los organizadores de los juegos).

### **2.2 Principales frecuencias y tipos de equipos de radiocomunicaciones utilizados durante los juegos**

A continuación se indican los principales equipos de radiocomunicaciones utilizados durante los juegos (recomendados por el COI y el patrocinador a la sazón de los juegos).

NOTA – Las siglas que aparecen en las subsecciones se refieren a la Fig. A1.3.

#### **2.2.1 Enlaces fijos de microondas (FL)**

Este tipo de equipo se utiliza para la transmisión de vídeo, audio u otros datos entre dos puntos fijos.

#### **2.2.2 Enlaces móviles de microondas (ML)**

Los terminales se colocan a bordo de vehículos, barcos o helicópteros. Por regla general, los ML se utilizan para la transmisión de vídeo y ocuparán un ancho de banda de 8 MHz a 30 MHz.

#### **2.2.3 Periodismo por satélite (SNG)**

Los terminales SNG deben ser capaces de instalarse rápidamente, transmitir señales de vídeo y audio o sólo sonoras, ofrecer capacidad de recepción limitada para evaluar la orientación de la antena y controlar (cuando sea posible) las señales transmitidas, y proporcionar comunicaciones bidireccionales para la transmisión y el control. Los equipos SNG pueden coexistir con otros usuarios de la banda Ku. Ahora bien, puede producirse interferencia entre los SNG en la banda C y otros enlaces de microondas, por lo que en este caso es indispensable realizar un análisis.

#### **2.2.4 Sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres (LMRS)**

Equipos de bolsillo o portátiles de comunicación que utilizan numerosos usuarios.

#### **2.2.5 Sistemas de instrucciones (TBS)**

Se utilizan principalmente para la comunicación entre el director de actividades y sus empleados, tales como presentadores, entrevistadores, ingenieros y operadores de cámara, de sonido y de iluminación. En general, los equipos TBS funcionan en la banda 403-470 MHz y 137-167 MHz. Dado que son numerosos los usuarios de TBS, las frecuencias para los usuarios en los Juegos Olímpicos

deben planificarse con sumo cuidado con la asistencia de la base de datos de estaciones de radiocomunicaciones.

### 2.2.6 Radios bidireccionales de bolsillo (HR)

Conocidos a menudo como *walkie-talkies*, son utilizados por numerosos usuarios. Utilizan las mismas bandas que el equipo TBS.

### 2.2.7 Cámaras inalámbricas (CC)

Es un tipo de cámara de vídeo capaz de adquirir y transmitir señales de audio y vídeo de gran calidad a corta distancia (500 metros a lo sumo). Se lleva en la mano o se carga por otros medios y está formada por los circuitos de transmisión, la batería y la antena. Normalmente los equipos de CC funcionan en 2,0-2,7 GHz, con un ancho de banda entre 8 MHz y 20 MHz.

### 2.2.8 Micrófonos inalámbricos (WM)

Son micrófonos profesionales que llevan en la mano o pegados al cuerpo con un transmisor integrado o corporal. Son muy cómodos para intérpretes y reporteros, y se utilizan mucho en las conferencias de prensa. Por lo general ocupan un ancho de banda de 120 kHz, con algunas excepciones que emplean 180 kHz. Son dispositivos de baja potencia (30-50 mW), lo que facilita la reutilización de frecuencias.

### 2.2.9 Equipos de control remoto

Estos equipos de telemedida y telemando funcionan en la banda 403-470 MHz, y se emplean para controlar cámaras inalámbricas, vehículos y equipos de registro de tiempos y puntos. Son equipos esenciales que funcionan en la banda más utilizada, por lo que debe prestarse atención a su coexistencia con otros equipos.

### 2.2.10 LAN inalámbricas (WLAN)

Se habilitaron un total de 16 canales *in situ* y en los hoteles y centros operativos relacionados con los Juegos Olímpicos. Ocho de estos canales en la banda 5 150-5 350 MHz eran temporales, que se pusieron en servicio para atender la demanda de los usuarios.

### 2.2.11 Sistemas de control intraauriculares (IEMS)

Los IEMS son miniequipos receptores utilizados para controlar la comunicación sonora de actores, etc. Suelen ocupar un ancho de banda de 125 kHz, salvo algunos que emplean 200 kHz. Transmiten a frecuencias comprendidas en la banda 520-860 MHz aproximadamente.

## 2.3 Tres fases para la gestión y control del espectro antes de los juegos y durante los mismos

Durante los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008 y sus preparativos, pueden distinguirse *grosso modo* tres fases de la gestión y control del espectro, a saber, preparativos a largo plazo, justo antes de los juegos y durante los mismos, cada una con prioridades diferentes.

**2.3.1** Preparativos a largo plazo (antes de finales de diciembre de 2006). Durante este periodo se realizaron los siguientes preparativos:

- investigación de la posible demanda de recursos de frecuencia;
- análisis preliminares de EMC;
- mejorar e integración de instalaciones de control del espectro;
- diseño del sitio web para la solicitud de frecuencias;
- inicio de la formulación de planes y procedimientos de trabajo de todo tipo.

**2.3.2** Justo antes de los juegos (entre enero de 2007 y julio de 2008). Este periodo es el de mayor carga de trabajo y resultó ser el más esencial para el éxito de la siguiente fase:

- habilitación del sitio web para solicitar frecuencias;
- planificación y asignación de frecuencias;
- mejora de los procedimientos de control del espectro y prueba de equipos;
- comprobación *in situ* del «espectro de fondo» en las sedes;
- formación técnica;
- prácticas y ensayos (especialmente durante los eventos de prueba *Buena Suerte Beijing*).

**2.3.3** Durante los juegos (entre julio de 2008 y septiembre de 2008):

- control del espectro;
- prueba de equipos;
- emergencia en caso de interferencia radioeléctrica imprevista.

### **3 Gestión del espectro**

#### **3.1 Encuesta y análisis de la demanda de frecuencias**

Se recabaron por correspondencia o en reuniones la demanda de frecuencia de usuarios nacionales y extranjeros, con una antelación de 18 meses. El equipo encargado de la gestión del espectro también visitó a sus homólogos en los juegos de Sidney de 2000 y de Atenas de 2004. Conociendo los precedentes, el equipo estimó que la demanda de frecuencia podría aumentar un 30% respecto de los juegos de Atenas.

#### **3.2 Recopilación de recursos de frecuencia**

- Las bandas no planificadas se asignaron temporalmente. (Por ejemplo, la banda 5,15-5,35 GHz se autorizó temporalmente para WLAN durante los juegos.)
- Se examinaron meticulosamente las características de las estaciones de radiocomunicaciones y se recuperaron las frecuencias no utilizadas y las utilizadas ilícitamente.
- Se celebraron reuniones de coordinación con la administración de radiodifusión y con algunos operadores. (Por ejemplo, se «tomaron prestadas» muchas frecuencias de la administración de radiodifusión local para equipos de micrófonos inalámbricos.)

#### **3.3 Solicitud de frecuencias**

Se lanzó un sitio web dedicado a la solicitud de frecuencias para los juegos. Ha quedado demostrada su eficacia tanto para la gestión del espectro como para los usuarios. La carga de trabajo se vio reducida gracias a la tramitación semiautomática de solicitudes.

FIGURA A1.1

## Página inicial del sitio web para la solicitud de frecuencias



Home / Userinfo / Frequency / Policy & Regulations / Manual / Hyperlink / Bulletin / Download Leave Messages 简体中文

[Bulletin:Frequency Application Info]

The 29th session of **Beijing Organizing Committee for the 2008 Olympic Games (BOCOG)**, in collaboration with the China Net of Communications, is happy to welcome you to the **Radio Frequency** system.

The rapid development of wireless technology in its many applications leads us to expect that a large number of radio devices will be used during the Olympic and Paralympic Winter Games. It is important, therefore to coordinate the process of assignment of radio frequencies for Olympic and Paralympic purposes, in order to ensure that radio devices will be used correctly during the Olympic and Paralympic Games, guaranteeing reliability and minimising sources of interference.

Users of wireless equipments will be qualified to enter Olympic and Paralympic areas only if they possess the relative temporary authorization for use of the frequencies; this authorization can be obtained by formal request to BOCOG through this Radio Frequency system.

The coordinating activities of BOCOG will consist first, in collaboration with the Ministry of Communications, in the assignment of an appropriate frequency in response to the receipt of a formal request. BOCOG will then carry out a technical inspection of the wireless equipments; if they function in compliance with the imposed specifications, they will be marked with a conformity label.

'Radio Frequency' is the name of the web application set up by BOCOG that will handle the entire process for the assignment of the temporary licenses; it will also support registered users by:

- Speeding up the presentation of the radio frequencies requests with on-line application forms;
- Showing the advancement of these applications with personalised reports;
- Providing users with rapid news and up-dates on BOCOG's coordination activities;
- Sending users prompt notices on the various phases of the assignment process (payment of the authorization fees, receipt of official documents, etc.).

**IF YOU DON 'T HAVE AN ACCOUNT YET, REGISTER IN THE SYSTEM NOW:**

After you have registered, you will be qualified to use the Radio Frequency system to send us your application for one or more frequencies; you will also receive an e-mail with your registration data as a useful reminder.

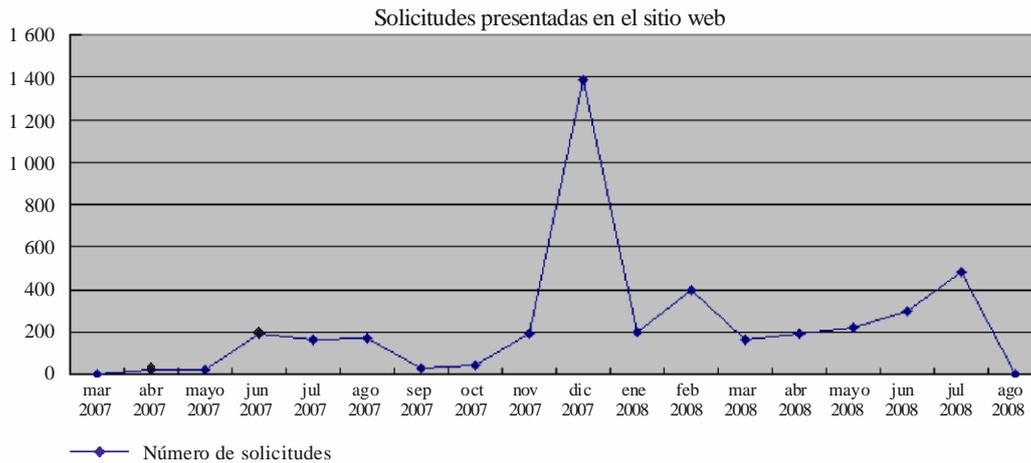
Report SM.2257-A1-01

En el caso de importantes usuarios de frecuencias, como Beijing Olympic Broadcasting (BOB) que solicitó numerosas frecuencias, es posible procesar por lotes sus solicitudes.

La corrección reiterada de las solicitudes aumenta la presión en la gestión del espectro. Para reducir el número de solicitudes no cualificadas y aliviar la presión, es importante que los administradores de espectro mantengan una buena comunicación con los usuarios de equipos de radiocomunicaciones. Por una parte, es necesario comprender cabalmente las necesidades de espectro y, por la otra, se debe informar a los usuarios de la escasez de frecuencias e indicarles las que están disponibles y pueden solicitar. Asimismo, los administradores de espectro podrían asesorar a los usuarios sobre el tipo de equipos, reduciendo así la probabilidad de que hayan de corregir una y otra vez sus solicitudes.

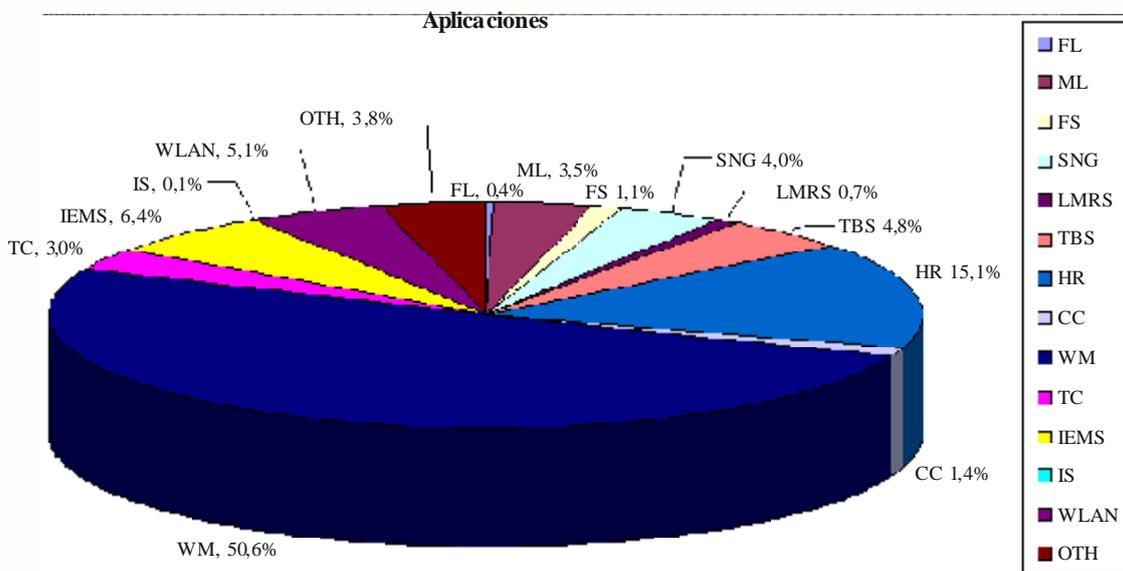
De la Fig. A1.2 se desprende que la mayor parte de la carga de trabajo se concentró en el mes de diciembre de 2007, es decir, 8 meses antes de los juegos.

FIGURA A1.2  
Carga de trabajo resultante de la solicitud de frecuencias



Informe SM.2257-A1-02

FIGURA A1.3  
Aplicaciones radioeléctricas utilizadas en los juegos



Informe SM.2257-A1-03

### 3.4 Planificación y asignación de frecuencias

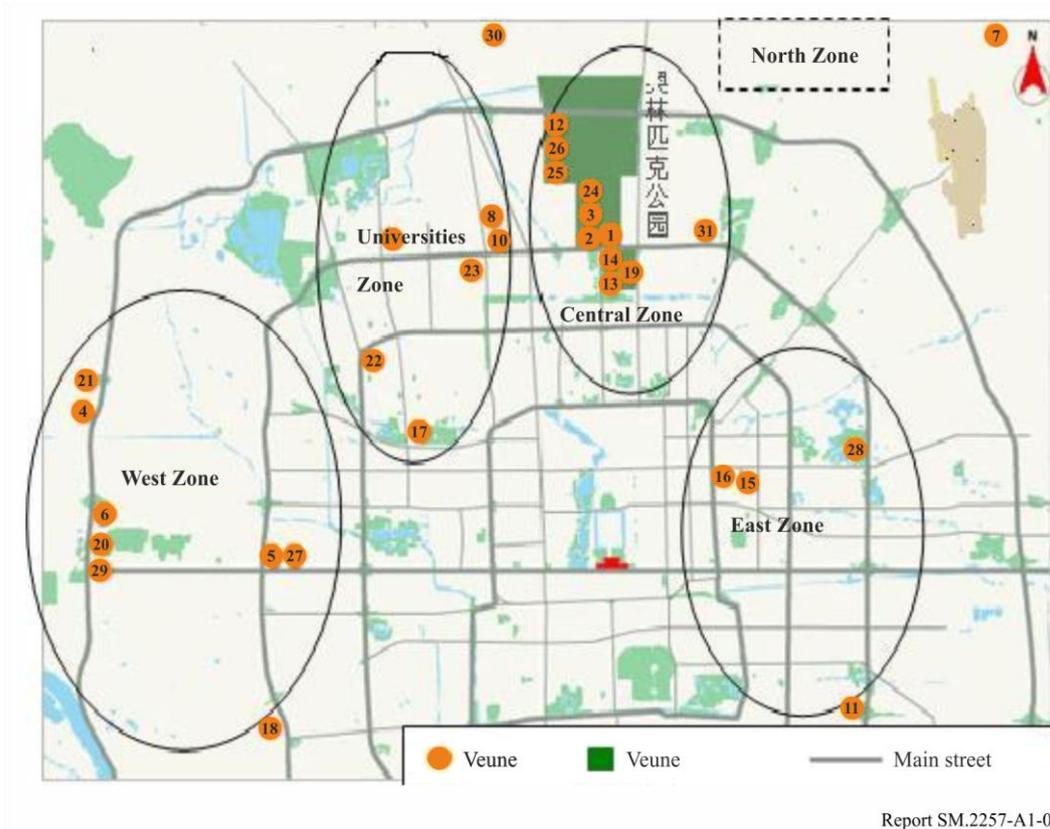
#### 3.4.1 Consideraciones relativas a la reutilización de frecuencias

Las 31 sedes de competición y 15 para otros fines se dividieron en cinco zonas, como se ilustra en la Fig. A1.4. Se puede aplicar la reutilización espacial en zonas distintas. En el caso de dispositivos de corto alcance, puede aplicarse la reutilización espacial incluso en cada sede.

La reutilización temporal puede aplicarse a equipos que se prevé utilizar en diferentes periodos de tiempo dentro de la misma zona.

NOTA – Las sedes y las áreas importantes se agrupan en diferentes zonas con arreglo a su ubicación (véase la Fig. A1.4), a saber, Zonas Oeste, Universidades, Central, Norte y Este. También deberían tomarse en consideración los eventos que cubren una superficie extensa (por ejemplo, una maratón o las carreras ciclistas).

FIGURA A1.4  
Distribuciones de las sedes de competición en Beijing



Al planificar la reutilización de frecuencias debe tomarse en consideración la estructura de la sede. Las estructuras de concreto pueden atenuar hasta 30 dB una señal a 400 MHz, mientras que el centro nacional acuático, con su estructura de membrana ETFE, atenúa muy poco las ondas electromagnéticas a 400 MHz.

### 3.4.2 Agrupación de frecuencias

A los efectos de su asignación, las frecuencias disponibles se dividieron en grupos diferentes. Dentro del mismo grupo no había frecuencias adyacentes o frecuencias que pertenecían a puntos de frecuencia de intermodulación de tercer orden de ningún otro par de frecuencia del grupo. Los grupos pueden utilizarse al realizar asignaciones a diferentes equipos utilizados en la misma zona de un mismo periodo. Por otra parte, se reservaron ciertas frecuencias «versátiles» y auxiliares para situaciones imprevistas.

### 3.4.3 Bandas de frecuencias para equipos de radiocomunicaciones característicos utilizados en los juegos

#### CUADRO A1.1

#### Equipo de radiocomunicaciones característico utilizado en los juegos y sus bandas de frecuencia

Aplicación	Gama de frecuencia	Ancho de banda por canal
Radio bidireccional, LMRS/TBS/HRS inclusive	137-174 MHz/403-470 MHz/ 800 MHz	12,5 kHz/25 kHz
Comunicaciones móviles públicas GSM/CDMA/TD-SCDMA	900 MHz/1 800 MHz/ 800 MHz/2 000 MHz	200 kHz/1,25 MHz/1,6 MHz
WLAN	2,4 GHz/5,1 GHz/5,8 GHz	22 MHz
Micrófonos inalámbricos	500-806 MHz	125 kHz
Cámaras inalámbricas y equipos de microondas móviles	1 920-2 700 MHz/3 200-3 700 MHz	10 MHz/20 MHz
Tiempos y puntos	Banda 3 MHz/2 400-2 475 MHz	
Equipos de microondas fijos y por satélite	Banda C o banda Ku	

## 4 Control del espectro

### 4.1 Objetivos y tareas en las diferentes fases

– Preparativos

Se midió la ocupación de frecuencias para tener una idea de cómo preparar el plan de frecuencias.

– Justo antes de los juegos

Se controlaron las frecuencias asignadas para que no hubiera interferencia en el espectro. En caso de interferencia a las frecuencias asignadas, se investiga y localiza la fuente de interferencia para eliminarla.

– Durante los juegos

Las frecuencias asignadas se controlaron minuciosamente con el fin de proteger la radiocomunicación.

### 4.2 Configuración de las estaciones de control

La red de control fija terrenal está formada por el Centro de control y nueve estaciones fijas de control. Esta red se utiliza para realizar un análisis preliminar destinado a determinar desde qué parte de la ciudad se emite la señal objeto de prueba.

Instalaciones de control dentro de las zonas: las sedes de competición de los Juegos Olímpicos se dividieron en 11 zonas de control, cada una equipada con uno o dos vehículos de control y con capacidad de realizar un control del espectro.

Los equipos portátiles de control pueden ser muy útiles dado que la mayoría de los equipos de radiocomunicaciones se utilizaba en interiores. Debido a su poca potencia de transmisión, existe una diferencia considerable en la situación del espectro en interiores y en exteriores. Por consiguiente, es importante disponer de equipos de control portátiles en interiores.

Además del control del espectro terrenal, la organización encargada de controlar el espectro también es responsable de controlar las emisiones de los satélites, que son esenciales para la radiodifusión y transmisión del evento a otras partes del mundo. Durante los Juegos Olímpicos de Beijing, se controlaron minuciosamente los satélites utilizados para emisiones relacionadas con los Juegos Olímpicos. En caso de interferencia o fallo de la transmisión del satélite, el sistema de control automático envía mensajes de alerta a los ingenieros de control, quienes reaccionan de inmediato. Además, se utilizaron dos vehículos de control dedicados a la banda SHF para controlar los enlaces ascendentes u otras emisiones en esta banda.

### 4.3 Red de control

Todas las estaciones de control fijas y móviles están conectadas en red, lo que permite al personal encargado tener una visión general del espectro en las diferentes ubicaciones. Asimismo, los resultados para cada dirección se pueden tramitar para generar posiciones de estaciones objeto de prueba.

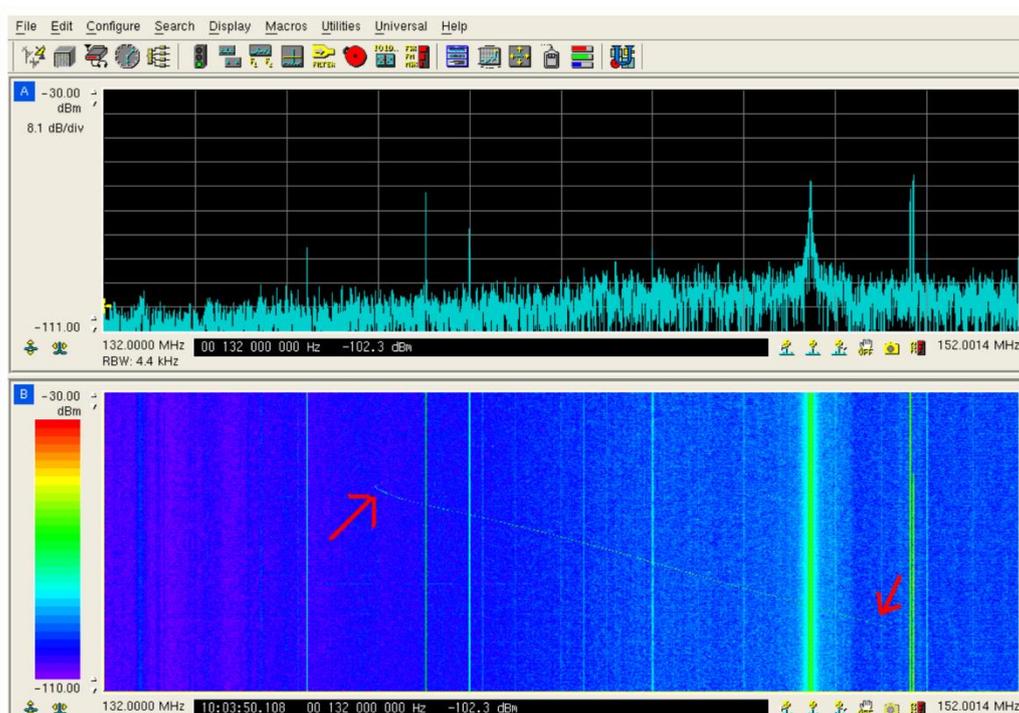
### 4.4 Estudios de caso de resolución de interferencia

#### Caso 1: Estudio de caso de nuevas tecnologías en el control del espectro y el análisis del espectro de banda ancha en tiempo real

Limitados por su tiempo de barrido o sintonización, los receptores superheterodinos o analizadores de espectro no son capaces a veces de analizar señales ágiles en frecuencia o a ráfagas dentro de una gama amplia de frecuencias. Estas señales podrían interferir considerablemente a las aplicaciones de radiocomunicaciones. Ahora bien, gracias a los analizadores de espectro en tiempo real de banda ancha basados en la tecnología FFT, es posible realizar un control en tiempo real hasta cientos de MHz de espectro y detectar fácilmente la interferencia causada por señales ágiles o a ráfagas.

FIGURA A1.5

#### Utilización de analizadores de espectro en tiempo real para detectar señales ágiles en frecuencia



Como se muestra en la Fig. A1.5, el analizador de espectro tradicional no es capaz de detectar una señal de barrido con modulación de frecuencias (parte superior de la Figura). Mientras que el analizador en tiempo real registra la traza en el modo en cascada (parte inferior de la Figura).

### Caso 2: Interferencia radioeléctrica causada por equipos ISM

Durante el evento de prueba *Buena Suerte Beijing* (un ensayo general antes de los juegos) de febrero de 2008, se detectó interferencia radioeléctrica en el sistema WLAN del Centro Acuático Nacional (NAC). La interfaz causaba una tasa de fallos elevada y un acceso a velocidad anormalmente baja para los usuarios WLAN. Haciendo un barrido dirección se determinó la fuente interferente, a saber, el «horno de microondas bicanal» que tenía una fuga a 2 458 MHz con una potencia entre  $-50$  dBm y  $-70$  dBm en el NAC. Este tipo de hornos de microondas gigantes se utilizaba para preparar comida para el personal que trabajaba en los juegos. La interferencia se debía en parte también a la estructura de membrana especial de la capa exterior del NAC, por cuanto esta estructura atenúa poquísimas las ondas radioeléctricas.

FIGURA A1.6

Interior del «horno de microondas bicanal»



Informe SM.2257-A1-06

En China, la banda 2 400-2 500 MHz se utiliza en «aplicaciones industriales, científicas y médicas (ISM). Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben soportar interferencia perjudicial que puedan causar estas aplicaciones». Ahora bien, habida cuenta de la importancia de los juegos, era necesario proteger la WLAN. Por consiguiente, se llegó a una solución de compromiso que consistió en instalar el sistema de apantallamiento alrededor del horno, con lo que se mejoró muchísimo la calidad de servicio de la WLAN.

## 5 Pruebas de equipos

### 5.1 Objeto

Las pruebas de equipos tienen por finalidad verificar si los equipos de usuario se ajustan a los parámetros técnicos de la licencia concedida por los administradores de espectro.

### 5.2 Equipos y sitios de pruebas

Se disponía de cuatro emplazamientos de prueba fijos y tres móviles para los medios de comunicación y los jugadores. Los tres fijos estaban situados en el Centro Internacional de Radiodifusión (IBC), la Central de Prensa (MPC) y la Villa Olímpica (OLV). En estos emplazamientos había equipos tales como analizadores de espectro, equipos de prueba de comunicación, cámaras GTEM e impresoras de etiquetas.

### 5.3 Carga de trabajo

La mayor carga de trabajo en la prueba de equipos se concentra de cuatro a dos semanas antes de los campeonatos.

### 5.4 Parámetros

Los parámetros que se han de verificar obligatoriamente son la frecuencia, la potencia, el ancho de banda y las transmisiones no esenciales.

### 5.5 Razón de muestreo de equipo objeto de prueba

CUADRO A1.2

#### Muestreo y normas técnicas del equipo objeto de prueba

Equipo	Razón de muestreo
Enlace fijo o móvil	5-10%
Periodismo electrónico por satélite o fijo por satélite	5-10%
LMRS/TBS/HR	10-20%
Cámara inalámbrica	10-20%
Micrófono inalámbrico	5-10%
WLAN	10-20%

### 5.6 Otros

Los dispositivos que no se utilizan para comunicación también pueden causar interferencia. Por ejemplo, las fuentes de alimentación UPS pueden interferir con los sistemas de tiempos y puntos que funcionan por debajo de 30 MHz, y los hornos de microondas pueden interferir con los equipos WLAN. Es indispensable que los reguladores de espectro y las organizaciones de control mantengan una buena comunicación con los organizadores del evento, por ejemplo, debería notificarse al personal de seguridad que no traten de utilizar interferentes de frecuencia. También es importante resolver los problemas lo antes posible, ya que durante el evento no habrá mucho tiempo para ello y el personal encargado de la regulación y control del espectro estará muy poco accesible.

## 6 Conclusiones

### 6.1 Gestión del espectro

- Se prevé que la demanda de recursos de espectro durante los grandes acontecimientos será cada vez mayor. Es muy probable que la demanda en los próximos Juegos Olímpicos supere la de los juegos de Beijing.
- Excepto en algunas aplicaciones importantes (por ejemplo las de registro de tiempos y puntos y las ceremonias de apertura y clausura), la solución más obvia es la compartición del espectro entre las distintas aplicaciones. Por consiguiente, es muy importante estudiar los criterios y normas de compartición.

## 6.2 Control del espectro

- La configuración, distribución y cobertura de sistemas de control son fundamentales para investigar y localizar la interferencia. Por ejemplo, el sistema de control en la banda de ondas métricas/decimétricas se debería instalar en el lugar más alto posible para mejorar su cobertura.
- Gracias a los adelantos en la tecnología digital es posible efectuar un control de banda ancha en tiempo real y análisis a fondo fuera de línea.

## 6.3 Prueba de equipos

- La frecuencia y el ancho de banda son parámetros importantes al probar y verificar equipos. La potencia es otro parámetro importante, pero como es difícil de medir para algunos tipos de equipos con antena integrada, una buena práctica es calcular de manera aproximada la p.i.r.e. a partir de la atenuación en el espacio libre.

## 6.4 Gestión y control del espectro en las sedes

- Es fundamental que los administradores de espectro e ingenieros de control que se encuentran *in situ* dispongan de información lo más exacta y actualizada posible acerca de la utilización de equipos de radiocomunicaciones, concretamente la ubicación, la hora y el usuario.

## 6.5 Sistemas informáticos

- Las bases de datos de estaciones de radiocomunicaciones y de equipos es fundamental para la gestión y control de las radiocomunicaciones.
- Es esencial conectar en red las estaciones de control fijas, los emplazamientos de prueba de equipos, los vehículos de control, etc., por cuanto se mejora considerablemente la eficiencia y el tiempo de respuesta.

## Anexo 2

### Gestión y control del espectro durante los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río de Janeiro 2016

#### 1 Planificación y coordinación general

##### Designación de la ciudad anfitriona y Ley Olímpica (Ley Federal N° 10,035)

En octubre de 2009, Río de Janeiro, capital del Estado de Río de Janeiro en Brasil, fue nombrada ciudad anfitriona de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de 2016.

Cuando la ciudad presentó su oferta para acoger los Juegos Olímpicos de 2016, el Gobierno de Brasil se comprometió ante el Comité Olímpico Internacional (COI) a garantizar el espectro necesario para los Juegos conforme al número 16.9 del Expediente de Candidatura, como se muestra a continuación:

«...»

### **16.9 – Reserva de frecuencias y servicios – Gratuidad para los clientes de los Juegos**

*El Gobierno Federal, a través del Ministerio de Comunicaciones y ANATEL, se compromete a revisar la legislación, la reglamentación y los decretos, o a aprobar nuevas leyes y reglamentos, según proceda, para garantizar que no se impondrán a los atletas, el COI, el Comité Organizador Río 2016, NOC, NPC, IF, la prensa, miembros de los radiodifusores titulares de derechos y socios olímpicos tasas en concepto de reserva de atribuciones de frecuencias y servicios durante el periodo comprendido entre un mes antes de la ceremonia de apertura de los Juegos Olímpicos y una semana después de la ceremonia de clausura de los Juegos Paralímpicos, y se compromete asimismo a hacerlo de manera rápida y eficiente.*

...»

Esta garantía se prevé en el Artículo 13 de la Ley Olímpica, aprobada mediante la Ley Federal de Brasil 12,035 de 1 de octubre de 2009, que reza: «**Artículo 13.** *La disponibilidad de todo el espectro de radiofrecuencias necesario para organizar los Juegos de Río 2016 está garantizada por Ley, así como su asignación, gestión y control durante el periodo comprendido entre el 5 de julio y el 25 de septiembre de 2016*».

Además, en la Ley se define la gratuidad de todas las asignaciones de frecuencias para entidades consideradas miembros de la «familia olímpica», lo que añadió gran complejidad a la gestión de frecuencias, dada la escasez de incentivos para utilizar eficientemente el espectro sujeto a licencia (gratuito).

Una vez designada la ciudad anfitriona, en 2011 se diseñó una hoja de ruta para los preparativos mediante la creación de un Grupo de Trabajo de Anatel, responsable de asesorar a su Junta Directiva acerca de la gestión de la infraestructura de telecomunicaciones para grandes eventos internacionales entre 2011 y 2016. El carácter multidisciplinar del evento exigió que el Grupo estuviese compuesto de todos los departamentos de Anatel y de participantes externos del sector público y el sector privado, incluidos el Ministerio de Comunicaciones, la Autoridad Pública Olímpica (APO) y el Comité Organizador Río 2016.

### **Referencias internacionales y experiencia previa**

Algunos años antes de las Olimpiadas, Anatel llevo a cabo estudios comparativos de los órganos de reglamentación de las telecomunicaciones de los países que ya habían acogido los Juegos Olímpicos y realizó visitas técnicas y reuniones de información con las autoridades de reglamentación de China (Beijing 2008), Reino Unido (Londres 2012) y Rusia (Sochi 2014)<sup>1</sup>. El estudio más relevante fue el de Londres 2012, pues Anatel pudo enviar una delegación para asistir a un simulacro de operación de control del espectro *in situ* de Ofcom. El personal de Anatel colaboró con los equipos de Ofcom, lo que les permitió entender mejor los problemas y procedimientos, en particular los propios a los Juegos Olímpicos.

Además, el marco de preparación interna para Río 2016 aprovechó las ventajas derivadas de la secuencia de grandes eventos celebrados en Brasil durante los años anteriores. Así, muchos proyectos, como la renovación del sistema de licencias de espectro y la adquisición de nuevos equipos de comprobación técnica, ya estaban en pie y resultaron de gran utilidad para Río 2016.

---

<sup>1</sup> Otras referencias notables se extrajeron del Informe UIT-R SM.2257-3 (*Gestión y control del espectro durante grandes acontecimientos*).

## Planes de gestión del espectro y control del espectro para Río 2016

En 2013 Anatel, el Ministerio de Comunicaciones, la Autoridad Pública Olímpica y el Comité Organizador Río 2016 establecieron un plan de gestión del espectro de alto nivel, que contiene definiciones básicas, el marco general de gestión del espectro, un plan de bandas de alto nivel y disposiciones auxiliares. En él también se define una estrategia de comunicación y se fijan las fechas límite del régimen de licencias del espectro.

En octubre de 2014, Anatel y Río 2016 establecieron un plan de control del espectro más detallado para el periodo de los Juegos en el que se definían la gobernanza, la infraestructura, los procedimientos operativos, los acuerdos de nivel de servicio, los equipos de comprobación técnica del espectro, la resolución de la interferencia perjudicial, la comprobación y el etiquetado, la priorización de los servicios, la gestión de riesgos, los recursos humanos y el plan de comunicaciones, entre otras cosas.

Plan de gestión del espectro para Río 2016

- <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=317630&pub=original&filtro=1&documentoPath=317630.pdf>

## Comunicación

A fin de comunicar a los interesados en el espectro información completa de manera más rápida, en los sitios web de Anatel y Río 2016 se publicaron orientaciones sobre los procedimientos de espectro, fechas límite, una guía sobre la concesión temporales de espectro y demás información al respecto. Anatel actualizó una página web especial en tres idiomas preparada para eventos internacionales anteriores (por ejemplo, Mundial de la FIFA).

La estrategia de comunicación más densa se llevó a cabo por correo interno entre los radiodifusores titulares de los derechos para Río 2016 y constó del sitio web Río 2016, reuniones con los principales interesados en el evento y la preparación de boletines de espectro.

Sin embargo, tras observar importantes retrasos en la presentación de solicitudes de licencias de espectro por parte de algunos interesados (por ejemplo, para las operaciones de estaciones terrenas de satélite), se llevaron a cabo campañas de comunicación específicas e intensivas para animar a los interesados a iniciar los procedimientos de solicitud de licencias lo antes posible. Esas campañas dieron excelentes resultados, pues tras ellas empezaron a recibirse numerosas solicitudes.

### Sitio web especial de Anatel con orientaciones sobre la reglamentación y la gestión del espectro para Río 2016

The image shows a screenshot of the Anatel website's 'Major Events' section. The page is titled 'Major Events' and is part of the 'NATIONAL TELECOMMUNICATIONS AGENCY - TELECOM REGULATORY AGENCY IN BRAZIL'. It features a search bar and navigation links. The main content area is divided into two columns. The left column has a sidebar with categories like 'RIO 2016 GAMES', 'Spectrum Use', 'Satellite Earth Stations', 'Test & Tagging Procedure', 'Temporary Use of Spectrum Exemptions', '2016 Test Events', 'Amateur Radio Service', and 'Rio 2016 Spectrum Newsletters'. The right column contains a 'Welcome' message and a section titled 'Schedule Test & Tagging procedures for satellite earth stations operating within Rio2016 venues'. This section includes text about the need for licenses for temporary use of spectrum and provides the website 'majorevents.anatel.gov.br' for more information. The Anatel logo is visible at the bottom right of the page.

152 países accedieron a la página web de Anatel para Río 2016 entre agosto de 2014 y septiembre de 2016 (en azul)



Report SM.2257-A2-02

Más detalles:

- Sitio web especial de Anatel para grandes acontecimientos
- <http://www.anatel.gov.br/grandeseventos/en/>
- Boletines de espectro Río 2016
- <http://www.anatel.gov.br/grandeseventos/en/rio-2016-spectrum-newsletters>

## 2 Posición de Anatel y recursos humanos

El evento se celebró en 14 sedes, agrupadas en cuatro grupos en distintas regiones de la ciudad de Río de Janeiro y cinco estadios de fútbol de otras ciudades. Fue un gran reto llevar a cabo actividades simultáneas en varias sedes en una misma ciudad. Toda demanda de espectro, es decir, solicitud de licencia, programación de comprobación y etiquetado, denuncias de interferencia radioeléctrica o utilización no autorizada del espectro, por ejemplo, podía formularse a Anatel en cualquier momento. El tiempo de respuesta y resolución debía ajustarse a un SLA de alto nivel, por lo que se necesitó una gran cantidad de personal.

### Distribución del personal

La distribución del personal para las operaciones de Río 2016 fue la siguiente:

- Comprobación y etiquetado de equipos RF – 102 personas
- Gestión de incidentes de espectro – 66 personas
- Comprobación técnica centralizada del espectro – 10 personas
  - Satélite (5) y terrenal (5)
- Centro de operaciones tecnológicas – 14 personas
  - Resolución de incidentes (9) y licencias de espectro (5)
- Centro integrado de comando y control (CICC) – 3 personas
- Pruebas en vehículos y paseos – 6 personas

A continuación se detallan las funciones de los equipos de Anatel del Centro de operaciones tecnológicas (TOC), el Centro integrado de comando y control (CICC), el Centro de comprobación técnica del espectro, la Comprobación y etiquetado y la Gestión de incidentes de espectro en cada una de las sedes.

Cabe señalar que, durante la fase preparatoria, años antes de la celebración del evento, se contó con una fuerte participación de otros departamentos de Anatel, como TI, Compras, Departamento Jurídico, Comunicaciones, Asuntos Internacionales y Recursos Humanos.

### 3 Funciones de coordinación (TOC, CICC)

#### Centro de operaciones tecnológicas (TOC)

El Centro de operaciones tecnológicas (TOC) de Río 2016 era el principal centro de coordinación de todos los servicios tecnológicos para Río 2016, incluidos TI, redes IP, cronómetro y marcador, servicios de imprenta, redes inalámbricas y gestión del espectro. En el centro telefónico de asistencia se recibían las llamadas y se registraban las solicitudes de espectro para la familia olímpica, es decir, que de alguna manera se ocupaba de la relación con los clientes de la familia olímpica para Río 2016. Una vez clasificadas, las solicitudes de espectro se remitían para su tramitación al equipo de espectro, que, en primer lugar, las analizaba, y en función de su naturaleza, las enviaba al equipo responsable en la sede correspondiente. Anatel ocupaba tres puestos en el TOC, dos para la resolución de incidentes y uno para las licencias.

#### Centro integrado de comando y control (CICC)

Los Juegos Olímpicos conllevan siempre procesos de seguridad muy intensos. Los principales entes encargados de la seguridad pública participantes en Río 2016 se coordinaron desde el Centro de comando y control (CICC) de Río de Janeiro, una especie de centro de operaciones de seguridad del Gobierno Metropolitano de Río de Janeiro. Dado que el espectro era un recurso vital, no sólo para la organización y la transmisión del evento, sino en particular para las operaciones de seguridad, Anatel participó en el grupo especial de seguridad pública con un puesto permanente en el CICC. Muchas de las actividades de espectro para las operaciones militares contaron con la participación de personal de Anatel, sobre todo en lo que se refiere a la resolución de interferencias, permitiendo así que los grandes usuarios del espectro, como la Armada, el Ejército y las Fuerzas Aéreas, mantuviesen comunicaciones rápidas.

### 4 Licencia temporal de espectro

Para proteger los sistemas autorizados regulares y facilitar la necesaria coordinación para alcanzar los objetivos del Plan de gestión del espectro para Río 2016, todos los dispositivos que utilizaban frecuencias radioeléctricas, como las cámaras y micrófonos inalámbricos, los *walkie-talkies*, los puntos de acceso y las estaciones de periodismo digital por satélite (SNG), entre otros, incluso si normalmente están exentos de licencia (dispositivos de corto alcance), debían contar con una autorización previa para su utilización en las sedes de los Juegos.

Sólo quedaron excluidos los dispositivos personales: teléfonos móviles, llaveros, dispositivos Bluetooth, tabletas, ordenadores portátiles, teclados y ratones inalámbricos. La entrada a los Juegos sólo se permitía con equipos debidamente autorizados y etiquetados.

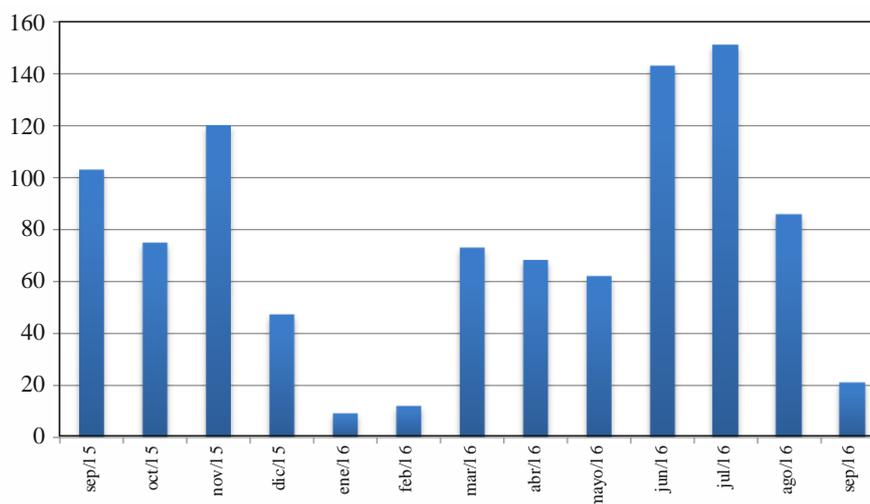
En nombre de Río 2016, Anatel expidió autorizaciones para la utilización temporal del espectro por miembros de la familia olímpica y paralímpica.

Para los Juegos Olímpicos y Paralímpicos Anatel expidió 970 licencias temporales para la utilización de más de 35 000 frecuencias por 90 000 estaciones de radiocomunicaciones.

A título comparativo de la dimensión de los eventos, para el Mundial 2014 Anatel expidió 319 licencias temporales para la utilización de 7 146 frecuencias por 1 110 estaciones de radiocomunicaciones.

En el siguiente gráfico se muestra el número de solicitudes de licencia para Río 2016 recibidas cada mes. Como ya ocurrió para el Mundial 2014 y otros grandes acontecimientos, la mayor concentración de solicitudes de licencia se dio entre junio y agosto de 2016, justo antes y durante el evento. Por tanto, se reveló muy importante contar en el TOC con personal para licencias a fin de gestionar las solicitudes diletantes o tardías.

Solicitudes de licencia para la utilización temporal de frecuencias radioeléctricas



Informe SM.2257-A2-03

## 5 Comprobación y etiquetado de equipos RF (T&T)

Este proceso preventivo, aplicado con éxito en eventos anteriores, incluido el Mundial de la FIFA de 2014, también se aplicó a mayor escala con ocasión de Río 2016.

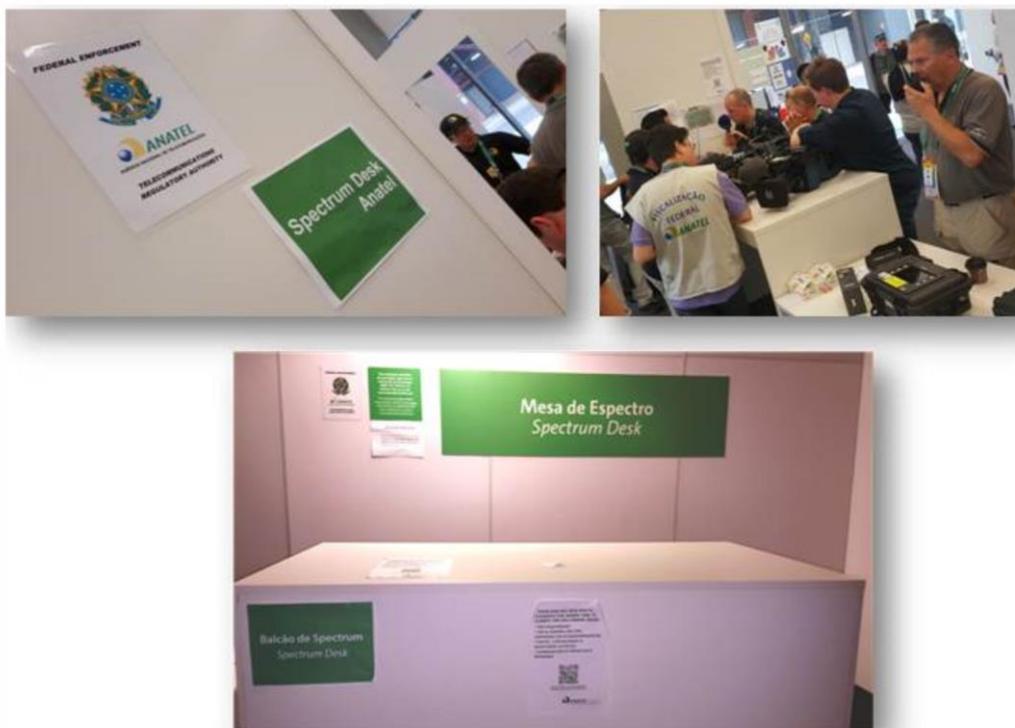
Como en eventos anteriores, el procedimiento de comprobación y etiquetado de equipos de radiocomunicaciones en Río 2016 consistió en realizar, antes del evento, mediciones técnicas, verificaciones de licencias y etiquetados de los equipos transmisores de radiofrecuencias que se utilizarían en los recintos.

Al ser previo a la puesta en funcionamiento, el ejercicio permite detectar disconformidades y adoptar medidas correctivas antes de que se produzca la interferencia. En cada recinto y, sobre todo, en el Centro Internacional de Radiodifusión (IBC), Anatel dispuso oficinas donde llevar a cabo los procedimientos de comprobación y etiquetado y otras tareas de gestión del espectro.

Habida cuenta de lo ocurrido en los anteriores grandes acontecimientos celebrados en Brasil, en Juegos Olímpicos anteriores y del número de equipos previsto, los equipos del Comité Río 2016 y de algunos grandes difusores se etiquetó antes de la apertura de las Mesas de espectro instaladas en los recintos. Los equipos de Anatel se trasladaron a sus locales para realizar las comprobaciones, que se efectuaron en una gran cantidad de equipos, facilitando así la logística de esos actores. De este modo se etiquetaron casi 16 000 equipos.

Las Mesas de espectro de los recintos se abrieron el 22 de julio, dos semanas antes de la ceremonia de apertura. Se instalaron Mesas en siete recintos de competición, cuatro recintos donde no se celebraban competiciones y en cada uno de los estadios de fútbol. Se consideró importante instalar una Mesa de espectro en un recinto (el Centro de uniformes y acreditaciones) que no exigía acreditación y al que asistían principalmente los usuarios sin acreditación para otros recintos con Mesas de espectro. Esa fue la tercera Mesa que más equipos etiquetó, por detrás del IBC y el Centro principal de prensa (MPC).

## Mesas de espectro de Anatel en el Centro Internacional de Radiodifusión (IBC) y el Centro principal de prensa (MPC)



Report SM.2257-A2-03

En total se etiquetaron 29 600<sup>2</sup> equipos para los Juegos Olímpicos y Paralímpicos, la gran mayoría de ellos, como se había previsto, durante la semana anterior a la ceremonia de apertura y los primeros días de los Juegos Olímpicos. La demanda fue escasa en la semana anterior y durante el transcurso de los Juegos Paralímpicos, porque las autorizaciones se concedieron para el periodo completo, por lo que prácticamente todos los equipos utilizados durante los Juegos Paralímpicos ya estaban etiquetados.

El procedimiento de comprobación y etiquetado consta, entre otras, de las siguientes etapas:

- Los usuarios de equipos debían llevar todos los equipos de radiofrecuencia que iban a utilizar en los recintos junto con la autorización para el uso temporal del espectro a una de las Mesas de espectro.
- El personal de Anatel verificaba si la frecuencia, el ancho de banda y otros parámetros técnicos estaban en consonancia con la licencia.
  - Todo equipo aprobado recibía una etiqueta correspondiente a los recintos en que se emplearía. Los equipos autorizados para todas las sedes recibían una etiqueta blanca («ALL»).
  - Todo equipo no conforme a la licencia recibía una etiqueta roja («DO NOT USE»).

450 equipos recibieron una etiqueta roja. Los usuarios de esos equipos podían solicitar una licencia o reconfigurarlos (en función del motivo por el que no se aprobaban) a fin de obtener la etiqueta necesaria para su utilización.

<sup>2</sup> El número de equipos etiquetados no coincide con el número de licencias porque: 1) Los usuarios o llevaron todos los equipos autorizados a Río (poco incentivo para una utilización eficaz); 2) Algunos equipos autorizados no se utilizaron dentro de los recintos.

Ejemplos de etiquetas, equipos RF etiquetados y radios móviles con etiquetas rojas «Do not use»



Report SM.2257-A2-05

La gestión de la comprobación y el etiquetado sólo fue posible gracias a la utilización de un *software* creado específicamente por Anatel para los Juegos. La aplicación permitía buscar rápidamente las licencias por número, usuario, frecuencia o sede y registrar la información de contacto y del equipo, así como los detalles de utilización del equipo y la etiqueta. Disponía también de un formulario especial para registrar estaciones terrenas de satélite, que podía cumplimentarse desde el navegador de un teléfono móvil.

## 6 Comprobación técnica del espectro (terrenal y satélite)

### Comprobación técnica previa

Se realizaron diversas comprobaciones técnicas del espectro con fines preventivos. Estas operaciones se llevaron a cabo varios meses antes de Río 2016 en diversas sedes.

Gracias a los informes de comprobación técnica del espectro (por ejemplo, ocupación del espectro) se pudo conocer la situación general de algunas de las bandas de frecuencias que más se utilizarían durante el evento. Esta información se utilizó para la concesión de licencias y otras actividades de Anatel, como la geolocalización de usuarios no autorizados cerca de los recintos olímpicos, que podrían resultar perjudiciales para el evento meses más tarde.

### Equipos centralizados de comprobación técnica del espectro (terrenal y satélite) – periodo de los Juegos

Anatel creó un centro de comprobación técnica a distancia del espectro en su Oficina de Río de Janeiro, encargado de prestar apoyo a los equipos de resolución de incidentes de espectro, de comprobación y etiquetado y del TOC. Se crearon dos equipos de comprobación técnica del espectro en el centro, uno para el espectro terrenal y otro para el espectro de satélite. Desde la sala ambos equipos podían acceder a distancia a la red de comprobación técnica del espectro de Anatel, incluida la estación de comprobación técnica de radiocomunicaciones por satélite y los 34 sensores de comprobación técnica de la ciudad de Río de Janeiro.

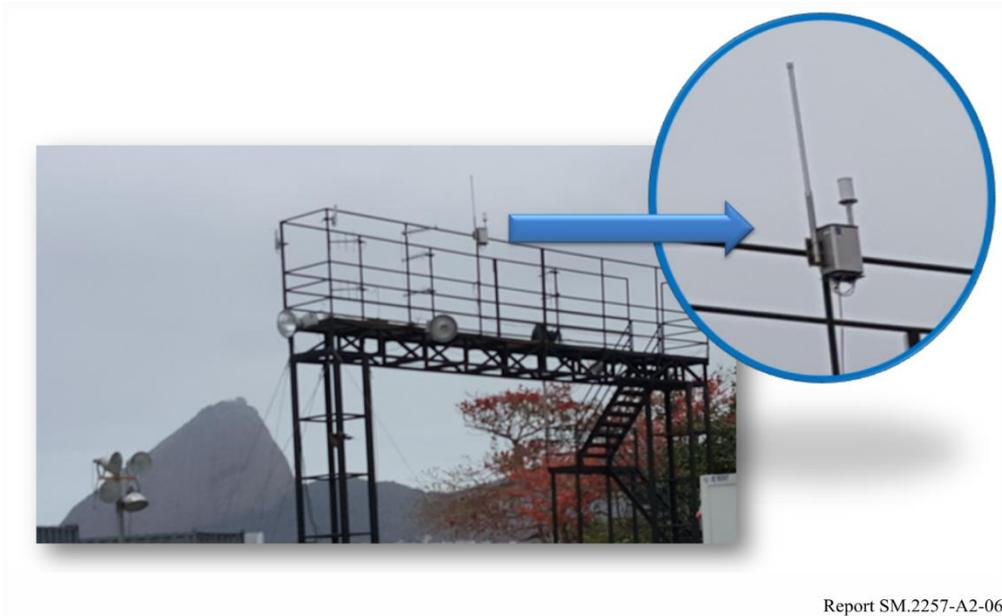
Por ejemplo, durante una operación de resolución de un incidente de interferencia dentro de un recinto olímpico, el equipo del TOC y los equipos de intervención podían recibir desde la sala de comprobación del espectro centralizada información sobre la situación, las características de la

interferencia y la posible ubicación de la fuente. La red de comprobación técnica centralizada resultó ser un activo muy positivo para las operaciones de Anatel durante el evento.

### Red de comprobación técnica del espectro terrenal

A fin de ofrecer mejores servicios de comprobación técnica del espectro y poder intervenir rápidamente para resolver interferencias en todas las sedes, se desplegó una red de varios sensores RF con acceso a distancia en la zona metropolitana de Río de Janeiro. Los sensores servían para analizar el espectro y geolocalizar las fuentes de RF. El sistema puede comprobar técnicamente las bandas de ondas métricas/decimétricas/centimétricas (VHF/UHF/SHF) y proceder a la geolocalización mediante TDOA.

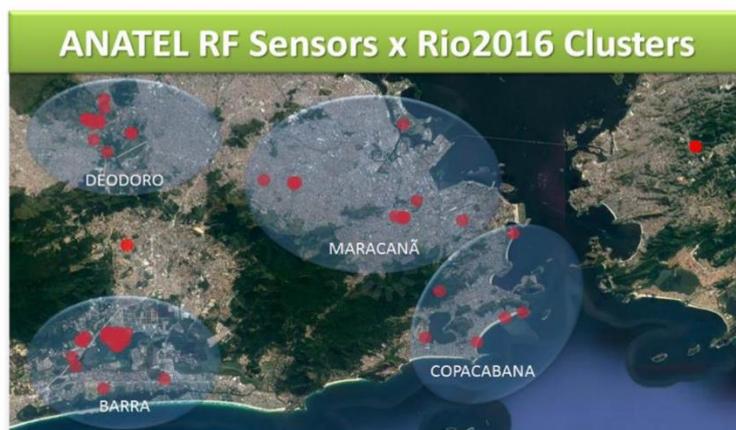
Sensor RF de Anatel en Marina da Gloria (competiciones olímpicas de vela)



Report SM.2257-A2-06

En el mapa siguiente se muestra la topología de la red metropolitana de sensores RF que constaba de 34 sensores RF. El objetivo era abarcar todas las sedes de Río 2016 y sus alrededores a fin de facilitar la triangulación TDOA para geolocalizar mejor las fuentes RF.

Red metropolitana de sensores y sedes de competición en la ciudad de Río de Janeiro



Report SM.2257-A2-07

Sensores RF de Anatel en los recintos de Barra Olympic Park (verde)



Report SM.2257-A2-08

Lo más difícil resultó instalar los sensores a tiempo para los Juegos, pues para ello era necesaria la aprobación de la estructura de los recintos de competición, la habilitación de los espacios y el suministro previo de alimentación eléctrica y conectividad.

### Comprobación técnica del espectro local (Oficina tecnológica de sede)

En muchas sedes Anatel dispuso de un equipo de resolución de interferencias *in situ*. El Comité Organizador Río 2016 puso a disposición de Anatel en todas las sedes locales donde instalar sus oficinas tecnológicas con equipos portátiles de análisis del espectro para una rápida intervención en caso de incidente. En las sedes se llevaron a cabo comprobaciones técnicas auxiliares a la resolución de interferencias. En caso de incidente en una sede, Anatel podía intervenir (rápidamente) a nivel local.

### Comprobación técnica del espectro de satélite (MSAT)

A lo largo del transcurso del evento Anatel realizó continuas comprobaciones técnicas del espectro de satélite en las bandas C y Ku utilizadas por satélites geoestacionarios. Se empleó la estación terrena de comprobación técnica de radiocomunicaciones por satélite (EMSAT) de Anatel para la comprobación técnica del espectro de enlace descendente de los satélites y proceder a la geolocalización de estaciones terrenas durante el evento, incluidas las estaciones terrenas interferentes o potencialmente irregulares.

Se definió un conjunto de «portadoras olímpicas» de satélite como principal objetivo de las operaciones MSAT. La base de datos de portadoras se componía de las señales RF que podían comprobarse con la EMSAT, incluidas las asignadas a título temporal mediante la concesión de licencias de espectro Río 2016 por Anatel y las que los operadores de satélites comunicaron que se utilizarían para la transmisión, la organización y la seguridad del evento.

Instalaciones de comprobación técnica de radiocomunicaciones por satélite de Anatel (EMSAT)



Report SM.2257-A2-09

La comprobación técnica de las radiocomunicaciones por satélite se centró principalmente en los transpondedores de satélite con portadoras utilizadas para la transmisión en directo desde las *sedes* de competición (por ejemplo, SNG) a la recepción en la granja de satélites de IBC (Parque Olímpico) y las portadoras de distribución por satélite por los enlaces ascendentes del IBC. Mediante la comprobación técnica continua del enlace descendente de satélite Anatel pudo realizar un análisis global y obtener información complementaria de diversas fuentes sobre la situación y las condiciones del espectro.

La coordinación con los equipos TOC, comprobación y etiquetado, CICC, incidentes de espectro y comprobación técnica terrenal, que podían acceder a distancia a los sensores RF para efectuar la comprobación técnica de las emisiones terrenales en banda C desde la granja de satélites, permitió a Anatel responder muy rápidamente a los incidentes de espectro detectados en relación con las redes de satélites durante el evento.

### **IMT – Cobertura de redes móviles (pruebas en vehículos)**

Para evaluar la calidad de funcionamiento de las redes móviles en las principales sedes de competición y otros lugares de interés, Anatel realizó pruebas en vehículos (y a pie) con plataformas de referencia de redes móviles. El objetivo era identificar toda disconformidad con los requisitos reglamentarios y adoptar una postura proactiva con los operadores móviles para colmar toda posible laguna de cobertura de red.

## **7 Resolución de incidentes de espectro**

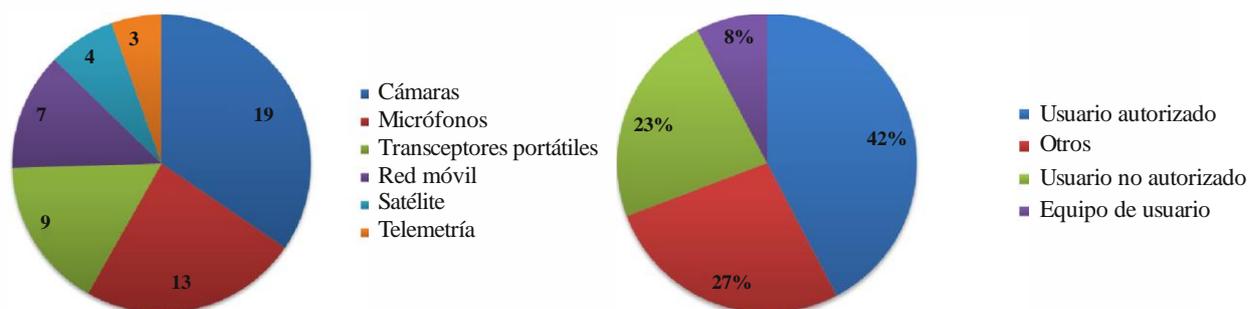
Uno de los procesos operativos definidos en el plan de gestión de espectro para Río 2016 era la resolución de incidentes de espectro. Tras recibir quejas por interferencia mediante una declaración de incidente de espectro Río 2016, el equipo de Anatel en el TOC Río2016 se ocupaba de coordinar las acciones para su resolución de conformidad con el SLA previamente definido en el plan de control del espectro.

En función de las características del servicio de radiocomunicaciones afectado, terrenal o por satélite, y de la sede en que se encontraba la estación interferida, las declaraciones se remitían directamente al equipo *in situ* correspondiente y al equipo de comprobación técnica centralizada del espectro.

Durante Río 2016, se comunicaron o identificaron en total 55 casos de interferencia, sólo tres de ellos durante los Juegos Paralímpicos. De esos 55, 26 se confirmaron como interferencias y se resolvieron mediante la intervención directa de los agentes de Anatel. Sólo tres de esos casos implicaron sistemas de telemetría y en un caso (maratón acuático femenino) causó la pérdida parcial del cronometraje de las atletas, aunque ello no influyó en los resultados finales. La interferencia se resolvió para las competiciones celebradas en los días siguientes (maratón y triatlón acuáticos masculinos). Además, cuatro casos implicaron frecuencias o estaciones terrenales de satélite.

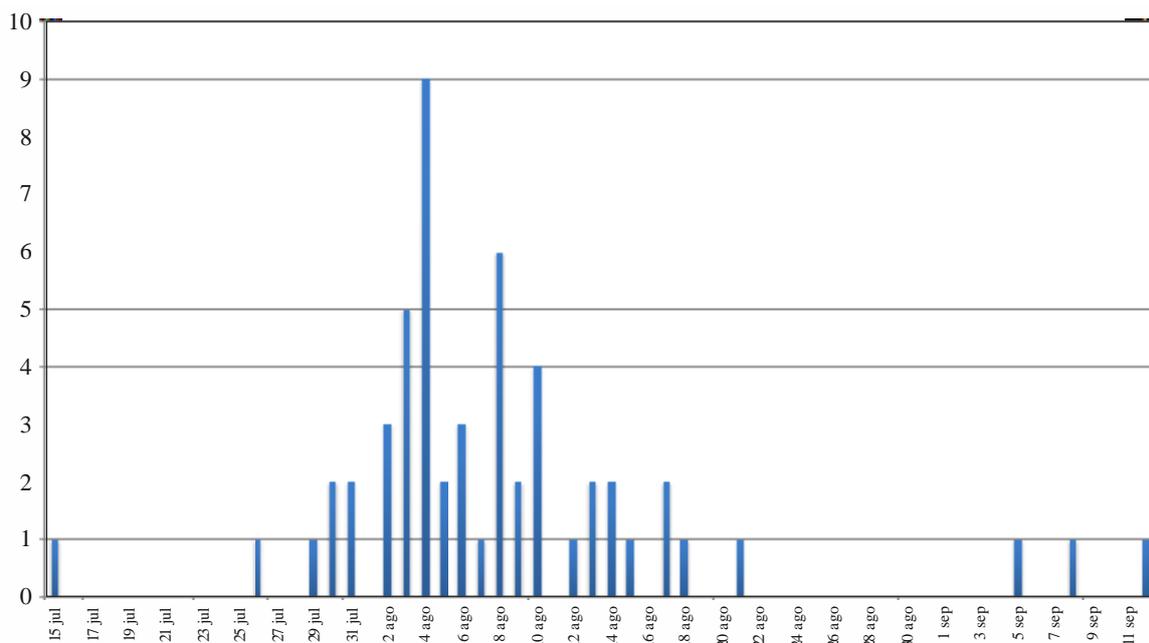
Las ceremonias plantearon serias preocupaciones por la intensidad y concentración de la utilización del espectro. Por suerte, y gracias al duro trabajo realizado por los equipos de licencias y comprobación técnica, no se recibieron declaraciones de interferencia durante esos eventos.

Interferencia por tipo de equipo y causas de la interferencia confirmada



Informe SM.2257-A2-10

Interferencias comunicadas por día



Informe SM.2257-A2-11

Como puede verse, se recibieron declaraciones de interferencia sobre todo en los días anteriores y posteriores a la ceremonia de apertura, porque ese es el momento en que los usuarios llegan a las sedes y prueban sus equipos. A título de comparación, durante el Mundial de 2014 se declararon 62 casos de interferencia en 64 partidos.

## 8 Lecciones extraídas y conclusiones

La gestión del espectro en grandes acontecimientos, como los Juegos Olímpicos y Paralímpicos, resulta muy problemática y exige la adopción de un enfoque muy específico y flexible por parte del regulador nacional de telecomunicaciones. Al mismo tiempo, cada día que pasa atrae más atención de los diversos interesados, pues es un recurso esencial para los grandes eventos internacionales. El creciente número de asignaciones de frecuencias con respecto a eventos anteriores confirma esa tendencia.

El marco de planificación avanzado de Anatel para varios eventos celebrados entre 2011 y 2016 en Brasil fue clave para el éxito y contribuyó notablemente al éxito de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río 2016, así como para otros eventos internacionales celebrados en el país.

Lecciones destacadas:

- Planificación
  - La atribución de un presupuesto particular para la gestión del espectro, destinado a la adquisición de *software* de gestión del espectro, equipos de comprobación técnica y otros servicios, fue fundamental para el éxito de las operaciones de gestión del espectro llevadas a cabo por Anatel para Río 2016.
  - La definición por anticipado de los planes de control y gestión del espectro, en que participaron tanto Anatel como el Comité Organizador Río 2016, permitió definir claramente las funciones de cada uno, efectuar una buena planificación y ejecutarla a tiempo para el evento.
  - Para hallar soluciones flexibles y ágiles, es importante colaborar estrechamente con los comités organizadores de los eventos y los principales interesados en el espectro, además de crear grupos de trabajo mixtos que se reúnan con regularidad.
  - Es importante que la información se comunique también por los canales de información de Anatel y no sólo por los de la organización del evento. La promoción activa de toda nueva información publicada también es necesaria para atraer a los lectores. Esta promoción se llevó a cabo directamente con medios de comunicación especializados cada vez que se publicó o actualizó una nueva norma relativa a los grandes acontecimientos. Es importante establecer la comunicación con todo organismo estatal que pueda contribuir a divulgar la información o que se vea directamente afectado por las acciones del regulador. En el caso de Brasil, las funciones de Anatel se definieron públicamente en el sitio oficial del Gobierno Federal para los Juegos de Río 2016, al que se comunicaron todas las actualizaciones importantes. Los casos concretos de misiones diplomáticas y organismos internacionales, responsabilidad del Ministerio de Asuntos Exteriores de Brasil, hicieron necesaria la publicación de unas directrices básicas en el sitio web de Anatel.
- Gestión del espectro
  - La gestión de frecuencias resultó muy difícil por los escasos incentivos ofrecidos a la utilización eficaz del espectro autorizado, pues se concedía gratuitamente. Se solicitaron numerosas frecuencias que no se utilizaron, lo que quedó claro por la diferencia entre el número de licencias solicitadas y el de equipos etiquetados. Cabe estudiar otros medios para fomentar una mejor atribución del espectro en eventos de este tipo.
- Comprobación y etiquetado de equipos RF
  - La comprobación y el etiquetado es un excelente proceso preventivo para los eventos. La comprobación y el etiquetado previo, incluso de estaciones terrenas de satélite, es extremadamente importante para entrar en contacto con los interesados y evitar fallos operativos (por ejemplo, configuración errónea) y disconformidades, reduciendo el número de interferencias y su impacto durante los Juegos.
  - La creación de un sistema de gestión y comprobación y etiquetado en línea se reveló muy positiva, dado el gran número de equipos RF utilizados y la necesidad de verificar constantemente su conformidad con las licencias.
  - Cabe mejorar la formación e información de los equipos de seguridad a fin de mejorar el control en las entradas y permitir la utilización únicamente de equipos RF comprobados y etiquetados.
  - La comprobación y el etiquetado permitieron obtener datos complementarios de las estaciones terrenas de satélites no obtenidos durante el proceso de licencia (por ejemplo, polarización). Estos datos son necesarios para la comprobación técnica. Convendría

obtener más datos durante el procedimiento de licencia para no tener que hacerlo durante la comprobación y etiquetado.

- Aunque no pudo realizarse a tiempo, pero podría haber reducido la congestión de la comprobación y el etiquetado, convendría establecer un calendario de comprobación y etiquetado para que los usuarios de espectro pudiesen programar su paso por este procedimiento en función de un horario definido.
- Recursos humanos (RH)
  - Disponer de personal presente en cada sede y en diversos recintos de competición y de otro tipo, incluidos el Centro de operaciones tecnológicas, el Centro de comprobación técnica del espectro y el Centro integrado de comando y control. La presencia generalizada y las comunicaciones constantes permitieron coordinar mejor las acciones y obtener informaciones completas para solucionar los numerosos problemas que surgieron, como las interferencias.
  - El control horario de RH es fundamental, dada la cantidad de personal participante en las operaciones. Es importante disponer de un equipo que organice y controle los horarios de trabajo para evitar los gastos relacionados con las horas extra.
  - Es fundamental la acreditación del personal técnico para acceder a la zona de servicios y recintos de competición del evento a fin de llevar a cabo la comprobación y etiquetado y la resolución de interferencias. Dada la complejidad del procedimiento de acreditación, es importante que se asigne a los equipos un acceso correcto y suficiente para hacer su trabajo.
- Comprobación técnica y gestión de incidentes
  - Una infraestructura de red IP fiable y una continua supervisión de la conectividad a distancia a los sensores RF es fundamental. En caso de interferencia RF no hay tiempo para solucionar problemas de conectividad a los sensores, porque la geolocalización se ha de efectuar lo antes posible. En el caso de las Olimpiadas, cuando la red de sensores RF tenía muchos elementos (34 sensores), era fundamental verificar constantemente la conectividad a los sensores RF.
  - El sistema de declaraciones debe estar disponible para el personal de Anatel en las sedes a fin de facilitar la comunicación de información detallada por el personal encargado de eliminar las interferencias. De haber habido más demanda, la comunicación entre el TOC y los equipos *in situ* podría haber resultado un problema.
  - Los simulacros de evento ofrecen al personal una gran oportunidad para habituarse a la infraestructura, los procesos y la logística del evento y para instalar y probar equipos allí donde se utilizarán durante el evento.

### Anexo 3

## Gestión y control del espectro durante la 1ª Cumbre de la APEC en 2005 y la Cumbre de Seúl del G20 en 2010 en la República de Corea

### 1 Introducción

Los grandes acontecimientos, como los Juegos Olímpicos, las cumbres y la Copa del Mundo, suscitan el interés del público y su preparación requiere mucho tiempo. Durante el evento, se utilizaron muchísimos equipos y aplicaciones de radiocomunicaciones desde el estadio y, por consiguiente,

había una gran potencial de interferencia o ruido radioeléctrico. Las aplicaciones varían de radiodifusión y comunicación, policía, micrófonos inalámbricos, etc. Por consiguiente, la planificación sistemática del espectro, la concesión de licencias, el control del espectro, la inspección y la eliminación de interferencia son muy importantes para que el evento se desarrolle con éxito.

La finalidad del presente informe es compartir con las administraciones la experiencia general de la KCC (Comisión de Comunicaciones de Corea) sobre algunas actividades, especialmente en el campo de la concesión de licencias, el control del espectro y la eliminación de interferencia.

## **2 Descripción de las actividades durante los grandes acontecimientos**

### **2.1 Tareas generales del grupo encargado de preparar la organización del gran acontecimiento**

A continuación se indican las tareas que desempeña el grupo preparatorio para que el evento se desarrolle satisfactoriamente. En primer lugar, el grupo define un plan anual tras investigar los eventos nacionales e internacionales, y mantiene una estrecha relación con los organizadores del evento. Justo antes del evento, es muy importante medir el entorno radioeléctrico en los alrededores del estadio y eliminar las fuentes de interferencia. Durante el evento, el grupo controla la banda de frecuencias autorizada a los efectos de seguridad, política, radiodifusión, etc. Una vez concluido el evento, el grupo examina los resultados y encuentra una solución a los problemas.

### **2.2 Antes del evento**

Antes de comenzar el evento el grupo preparatorio mide el entorno radioeléctrico y realiza un control del espectro alrededor del estadio para evitar que se produzca interferencia radioeléctrica.

Cuando se detecta interferencia radioeléctrica o señales indeseadas, el grupo las elimina de inmediato *in situ*. En caso de que la señal no llegue al vehículo de control del espectro, el grupo se desplaza hasta el lugar del caso e investiga la causa.

Por otra parte, el control del espectro se intensifica en el emplazamiento fijo para buscar estaciones de radiocomunicaciones ilícitas e infracciones del reglamento de radiocomunicaciones. Este control se concentra en ciertas bandas de frecuencias utilizadas en el estadio. Si no se detectan señales ilícitas, el grupo lo notifica al equipo CS.

### **Equipo CS (satisfacción del cliente)**

#### **El equipo CS, que forma parte de la KCC, consta de algunos empleados y un vehículo de control**

Cuando los usuarios no pueden utilizar sus estaciones de radiocomunicaciones normalmente debido a interferencia o la presencia de ondas electromagnéticas, el equipo CS se ocupa de esos inconvenientes en un plazo de diez días y protege el entorno radioeléctrico.

El equipo CS se suele encargar de dos tareas principales. Una es la «notificación de la hora de llegada al cliente» y la otra es ofrecer un «servicio central de radiocomunicaciones». El servicio de «notificación de la hora de llegada» tiene por objeto informar al cliente de la hora en la que el equipo CS se desplazará *in situ* para resolver el problema. El «servicio central de radiocomunicaciones» sirve para tramitar las reclamaciones. Al recibir una reclamación de un cliente por teléfono o por Internet, el equipo CS elimina la fuente de interferencia y luego se lo notifica al cliente.

### 2.3 Durante el evento

Una vez que ha comenzado el evento, el equipo CS (que son miembros del equipo preparatorio) realiza un control del espectro y una búsqueda direccional con el vehículo de control.

Este equipo está integrado por cuatro operarios del vehículo de control. También disponen de un equipo portátil para investigar la interferencia y eliminarla.

Por otra parte, el equipo realiza el control del espectro, con el fin de encontrar infracciones e interferencias radioeléctricas en el vehículo de control con el sistema de medición de la calidad y el equipo de control. Este sistema de medición realiza búsquedas y barridos automáticos autorizados en la banda de frecuencias.

### 2.4 Después del evento

Una vez terminado el evento, el grupo preparatorio informa de los resultados de sus actividades a la KCC. Los oficiales relevantes se basan en este informe para llegar a una solución y adoptar las medidas que consideren necesarias.

## 3 Casos de gestión del espectro y control radioeléctrico durante los grandes acontecimientos

### 3.1 Cumbre de la APEC de 2005

#### 3.1.1 Generalidades

La KCC estableció temporalmente el grupo preparatorio para dar soporte a la explotación de redes alámbricas e inalámbricas y a servicios de comunicación durante la Cumbre de la APEC. El grupo llevó a cabo actividades de control radioeléctrico y eliminación de interferencia para diez operadores que retransmitían diariamente desde los alrededores de la zona de reunión durante este evento.

#### 3.1.2 Gestión del espectro

El grupo recibió la solicitud de espectro de la oficina preparatorio de la APEC con antelación y concedió licencias a las estaciones de radiocomunicaciones para empresas de radiodifusión y de protección VIP teniendo en cuenta la frecuencia, la potencia y los lugares de utilización.

Durante el evento sólo se concedieron licencias *in situ* a estaciones de comunicaciones de emergencia y equipos pequeños (micrófonos inalámbricos, intercomunicadores y *walkie-talkies*). Las licencias para todas las demás aplicaciones se otorgaron antes del evento.

#### 3.1.3 Control del espectro

El equipo CS realizó el control del espectro para detectar la utilización ilícita de frecuencias y las infracciones al reglamento de radiocomunicaciones. Se utilizaron estaciones de control fijas para controlar las frecuencias autorizadas alrededor de las zonas de reunión. Para controlar el espectro en zonas ciegas o eliminar interferencia de inmediato, se disponía de un vehículo de control las 24 horas del día en la zona de reunión.

#### 3.1.4 Infracciones y medidas adoptadas

En caso de infracción, hay dos maneras de proceder:

- Ciertas frecuencias que utilizaba la delegación se solapaban con las de la policía, por lo que se pidió a la delegación que dejara de utilizar esa banda de frecuencias.

- Algunos equipos inalámbricos funcionaban mal debido a la interferencia radioeléctrica causada por dispositivos de red inalámbricos de la empresa de telecomunicaciones, por lo que éstos se reemplazaron por dispositivos de red por cable.

### **3.2 Control de radiocomunicaciones por satélite durante la Cumbre del G20 de Seúl en 2010**

#### **3.2.1 Generalidades**

Durante eventos internacionales como la Cumbre del G20 de Seúl aumenta considerablemente la demanda de espectro internacional, especialmente para las comunicaciones por satélite. Por consiguiente, es necesario dar estabilidad a las comunicaciones por satélite durante el evento. En este contexto, el SRMC (Centro Coreano de Control de radiocomunicaciones por satélite) realiza diversas actividades para proteger la red de satélite. El SRMC, encargado de proteger las redes de satélite coreanas contra interferencia procedente de estaciones terrenas y espaciales, utilizó equipos fijos y móviles durante la Cumbre G20 para controlar las señales de los satélites en la península de Corea.

#### **3.2.2 Control de las radiocomunicaciones por satélite**

Se llevó a cabo un control especialmente intenso de los cuatro satélites geoestacionarios coreanos (KOREASAT-3, KOREASAT-5, HANBYUL, CHEOLIAN) antes y después del evento, del 8 al 12 de noviembre. Se destacaron dos operadores a la sala de operaciones del SRMC y otros dos al vehículo de control.

#### **Consideraciones relativas al control**

- El control intensivo se debe realizar en orden consecutivo para cada satélite, bandas de radiodifusión y comunicación prioritarias.
- La eliminación de interferencia tiene prioridad sobre lo demás durante la Cumbre del G20.
- Se deben desplegar vehículos de control de radiocomunicaciones móviles por satélite alrededor de la sede.
- El informe sobre el control se debe registrar y gestionar por separado.

#### **Parámetros de medición**

- Posición orbital, polarización y frecuencia central.
- Máxima potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.) de las estaciones del servicio o móvil no debe rebasar los +55 dBW (véase el número 21.3 del Reglamento de Radiocomunicaciones).
- No debe rebasarse los +47 dBW en cualquier dirección dentro de 0,5 de la órbita de los satélites geoestacionarios (véase el número 21.4 del Reglamento de Radiocomunicaciones).
- Ancho de banda ocupado, densidad de flujo de potencia (dfp) y p.i.r.e.

No se obtuvieron resultados insólitos durante el evento.

## **4 Conclusión**

Durante los grandes acontecimientos aumenta sobremanera la demanda de radiocomunicaciones y comunicaciones. Por consiguiente, es esencial dar soporte a las comunicaciones para que el evento se desarrolle satisfactoriamente. Para ello resulta fundamental la planificación de frecuencias, el control, la eliminación de interferencia y el establecimiento de relaciones de cooperación entre todas las partes implicadas.

Este Informe en algunos casos concretos puede servir de ayuda a las administraciones.

## Anexo 4

### Gestión y control del espectro durante la Copa del Mundo de Fútbol de la FIFA de 2006 en Alemania

#### 1 Introducción

De conformidad con lo dispuesto por el Gobierno alemán, el Presidente del Bundesnetzagentur (BnetzA, Agencia de la Red Federal), el organismo de gestión y control de frecuencias, asigna una elevada prioridad para la Copa del Mundo de Fútbol de la FIFA de 2006 que se celebró del 9 de junio al 9 de julio de 2006 en Alemania.

Aunque la ocupación del espectro ya era grande alrededor de los 12 estadios, se tenía que asignar frecuencias a los radiodifusores, al personal de seguridad, al organizador y en otras zonas públicas, lugares de entrenamiento, hoteles de los equipos, etc., en varias ciudades.

Las principales tareas de la Agencia de la Red Federal son:

- ofrecer suficientes frecuencias para abastecer a los usuarios adicionales durante el evento;
- garantizar la utilización sin interferencia de las frecuencias empleadas para la seguridad (policía, bomberos, ambulancias, servicios aeronáuticos y militares); y
- resolver sin dilación problemas de interferencia con otros servicios de radiocomunicaciones.

#### 2 Organización y cooperación

El 6 de julio de 2000: la FIFA decidió que el evento se celebraría en Alemania. Se estableció el primer contacto entre la Agencia de la Red Federal y el Comité Organizador, relación que se mantuvo regularmente desde 2002 hasta el inicio de los juegos. A los efectos de la gestión de frecuencias se mantuvo estrecho contacto con el radiodifusor oficial, que era una empresa extranjera. Desde el principio la Agencia de la Red Federal creó un grupo especial integrado por personal de todos los departamentos de la Agencia.

#### 3 Distribución de información

Es fundamental informar cuanto antes a los usuarios de radiocomunicaciones para evitar interferencias. En la página web de la Agencia de la Red Federal se publicó información complementaria para responder a las siguientes preguntas:

- Condiciones sobre la utilización de frecuencias.
- ¿A quién hay que dirigirse?
- ¿Quién expide las licencias?
- ¿Qué es necesario tener en cuenta?

La página web contenía además la siguiente información:

- descripción general de cada procedimiento, incluidos los plazos (fechas) y personas de contacto;
- lista roja de frecuencias que no pueden utilizarse;
- lista verde de frecuencias que requieren licencia general; y
- formularios de solicitud especial para garantizar el suministro de toda la información pertinente.

I. UIT-R SM.2257-4

FIGURA A4.1

Formulario de solicitud especial para la Copa del Mundo de Fútbol de la FIFA de 2006

**Bundesnetzagentur**  
 Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen  
 Referat 223  
 Postfach 8001 fax: +49 6131 18-5678  
 55003 Mainz email: FIFAWC06@BNetzA.de

Name of company: \*  
 Country: \*  
 Address: \*  
 Address for invoice: (if different)

Phone: \*  
 Mobile: \*  
 Email: \*

Radio \* TV \* Team \* Security \* Other: \* (please specify):

Phone: \*  
 Fax: \*

**A- World Cup Stadium:**  
 ( this area corresponds to the area controlled by the OK2006, including the broadcast compound, IBC /MPC and surrounding areas)

Venue: \* Match number: \*  
 Name of contact person on location: \* Mobile: \* Fax: \*

tuning range of equipment	wanted frequency (MHz)	paired duplex frequency (MHz) (1)	occupied bandwidth (MHz / kHz)	max. transmitter output Power (W / dBW)	max. antenna gain	antenna height	type of link(2)	number of equipment	type of equipment (3)	additional information (e.g. manufacturer, typ)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

(1): only fill in if needed  
 (2): ground-ground (gg); ground-air (ga); air-ground (ag); satellite (sat)  
 (3): microphones, in ear, camera link, telemetry, communication,.....  
 \*: information is mandatory

(5): please mark, when you are Broadcast Partner of 2006 FIFA World Cup Germany™

date \_\_\_\_\_ signature \_\_\_\_\_

Report SM.2257-A4-01

FIGURA A4.2

Lista verde y roja de frecuencia

**Bundesnetzagentur**  
 2006 FIFA World Cup Germany  
 (Green List, date: 31/01/2006)

Frequency usage is possible without any separate frequency assignment for the following frequencies / in the following frequency bands if the given parameters are not exceeded:

MHz	MHz	Channel bandwidth (kHz)	Power (mW ERP)	Radio application	
32,47500	32,62500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
32,77500	32,92500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
33,87500	34,02500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
34,17500	34,32500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
34,47500	34,62500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
34,77500	34,92500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
35,07500	35,22500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
35,37500	35,52500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
35,67500	35,82500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
35,91500	35,99500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
36,62000	36,78000	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
36,87500	37,18000	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
37,67500	38,12500	50	10	Wireless microphones	Official Gazette 07/04 Order No 08
40,68000	40,70000		10	Wireless microphones	Official Gazette 25/03 Order No 71
433,05000	434,79000		10	Low power equipment in the ISM frequency bands	Official Gazette 25/03 Order No 71

**Bundesnetzagentur**  
 2006 FIFA World Cup Germany  
 (Red List, date: 04/10/2005)

Frequency assignments are **not possible** in the following frequency bands:

(MHz)	(MHz)	(MHz)	(MHz)
84,55	144,00	467,40	468,30
146,37	146,95	876,00	880,00
156,80	157,45	890,00	915,00
165,00	165,70	921,00	925,00
166,45	167,20	935,00	960,00
167,56	169,38	960,00	1260,00
169,80	170,30	1340,00	1350,00
171,00	171,80	1452,00	1480,00
172,15	174,00	1725,10	1780,50
223,00	395,00	1820,00	1875,50
419,72	419,80	1900,00	1980,00
429,72	429,80	2019,70	2024,70
443,59	445,00	2110,00	2170,00
448,60	450,00	2351,00	2381,00
457,40	458,30	2655,00	2900,00

In all other frequency bands case-by-case examinations are required. (Exception: general assignments; please see frq-list-BNetzA-green.pdf)

El radiodifusor oficial organizó reuniones mundiales de radiodifusión en diciembre de 2005 y abril de 2006. La Agencia de la Red Federal aprovechó estas reuniones para explicar los procedimientos a los 600 delegados. Muchos de los problemas y cuestiones se pudieron plantear en la fase inicial.

#### **4 Copa Confederaciones de 2005**

La Copa Confederaciones de 2005 sirvió de prueba para la Copa del Mundo de la FIFA de 2006. En junio de 2005 se pudo poner a prueba las siguientes cuestiones en 5 estadios:

- nivel de inglés del personal;
- intercambio de datos entre el equipo del proyecto central de BnetzA en Mainz y los estadios a través del Servicio de Acceso Remoto (RAS);
- cooperación entre el equipo del proyecto central y los equipos locales;
- equipos técnicos;
- acreditación;
- plan de servicios;
- cooperación con la policía;
- uniformes (personal de gestión y control del espectro).

#### **5 Equipo del proyecto y equipos locales**

Para la coordinación general del proyecto central se movilizó un equipo de 8 personas en la oficina central de BnetzA en Mainz.

Los equipos locales estaban integrados por administradores de frecuencias y operarios de control de radiocomunicaciones equipados con vehículos y dispositivos portátiles, distribuidos en los 12 estadios. Estaban a cargo del estadio, los sitios públicos, los hoteles de los equipos, las zonas de entrenamiento, etc.

Otro equipo se encargó del Centro Internacional de Medios (IMC o IBC) en Múnich, donde se congregaban las oficinas y estudios de más de 70 radiodifusores.

Se organizaron cursos de formación para recordar el inglés de los equipos. Como se indicó en § 2, el equipo del proyecto y los equipos locales pudieron verificar su grado de preparación en la Copa Confederaciones de la FIFA de 2005. Como consecuencia se modificaron los procedimientos y se solucionaron los problemas pendientes.

#### **6 Concesión de licencias**

Hay diferencias entre la utilización de frecuencias en los 12 estadios y en los otros lugares, tales como hoteles y sitios públicos. En estos últimos la ocupación de frecuencias es menor pero se utilizan durante periodos de tiempo más largo que en las otras ubicaciones.

La utilización de frecuencias en los estadios se concentra unas pocas horas antes y 2 horas después del partido. Sólo el radiodifusor oficial y unos cuantos radiodifusores más están autorizados a producir imágenes de TV desde los estadios. Al final del campeonato hubo un aumento en la utilización de frecuencias.

Todas las solicitudes de frecuencia tenían que remitirse a la oficina del proyecto que disponía de una dirección de correo y un número de fax previsto para tal fin. Se verificaba la integridad y viabilidad de las solicitudes. Las ambigüedades se discutían con el solicitante. Las solicitudes se registraban en una base de datos central y se ponían a la disposición de los 12 equipos locales.

Los equipos locales continuaban la tramitación de las solicitudes. Verificaban la disponibilidad de frecuencias, investigaban alternativas si surgía algún problema, asignaban frecuencias, preparaban la documentación pertinente, en particular la evaluación del precio y lo enviaban a los solicitantes.

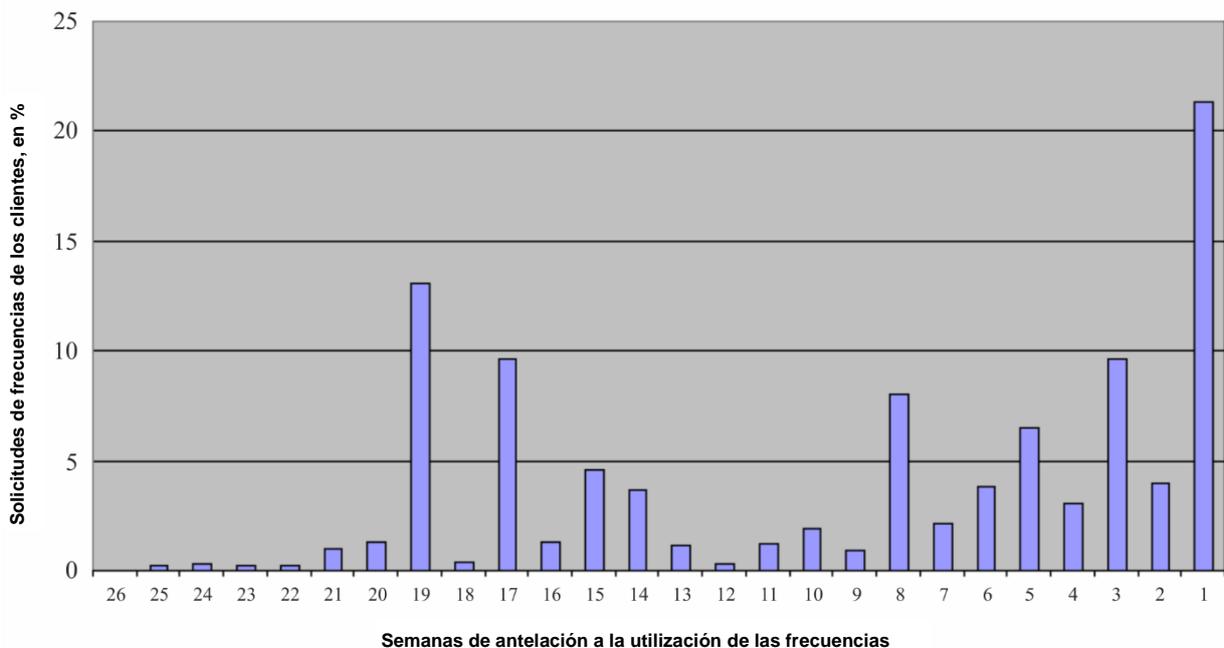
La experiencia obtenida por estos equipos es la siguiente:

- La mayoría de las solicitudes de frecuencia se pudieron tramitar a su debido tiempo antes del evento.
- A veces al cambiar de equipo de radiocomunicaciones era necesario asignar nuevas frecuencias. Por ese motivo, la carga de trabajo aumento considerablemente justo antes del evento al hacer las pruebas y al comenzar a utilizar los equipos de radiocomunicaciones.
- Sólo algunos pocos usuarios de frecuencia no habían presentado solicitud alguna de licencia.
- Todo esto fue el resultado de una buena preparación e información por parte de la Agencia de la Red Federal, el OK 2006 y las 2 reuniones mundiales de radiodifusores.

Por otra parte, a veces es necesario tomar precauciones con la utilización de equipos de licencia general (o licencia gratuita). Los reporteros fotográficos emplearon diversas cámaras de control a distancia que utilizan frecuencias ISM u otras frecuencias asignadas a SRD. Así, se hicieron muchas reclamaciones de que las cámaras se disparaban fortuitamente. El problema lo solucionó el radiodifusor oficial que asignó canales de radiofrecuencia a estos fotógrafos durante su reunión matutina.

Para la Copa del Mundo de 2006 la Administración de Alemania recibió más de 10 000 solicitudes de frecuencia. En la Fig. A4.3 se ilustra la distribución cronológica de las solicitudes recibidas para un solo evento, es decir uno de los partidos de la Copa del Mundo de 2006.

FIGURA A4.3  
Número de solicitudes a lo largo del tiempo



En el eje horizontal se representa el tiempo en semanas y en el vertical las solicitudes de frecuencia, en porcentaje. El punto de intersección en la esquina inferior derecha marca la fecha de inicio del evento.

Uno aspecto importantes es que aproximadamente el 21% de todas las solicitudes se recibieron una semana antes del evento (para un solo partido de la Copa del Mundo de 2006). Incluso el mismo día del evento se recibió el 4% de las solicitudes (aunque esto no se aprecia en el gráfico, debido a la distribución estadística empleada). Por ejemplo, un empleado de una empresa de radiodifusión trajo consigo equipo similar a micrófonos inalámbricos el día del evento, se puso en contacto con el personal de administración en persona, que en este caso le asesoró *in situ*.

La Figura muestra otros picos las semanas 17 y 19 antes del evento, que tienen su explicación por dos hechos distintos. Por una parte, se informó a las empresas de radiodifusión sobre «cómo solicitar frecuencias» en conferencias grandes, lo que impulsó a que se presentaran solicitudes casi al mismo tiempo. Por otra parte, en los grandes acontecimientos suele haber un «radiodifusor oficial», que obviamente siempre presenta numerosas solicitudes.

## 7 Personal y acreditación

La oficina del centro Internacional de medios en Múnich se abrió 4 semanas antes de los partidos. Permaneció abierta todos los días de la semana hasta las 20 horas.

En todos los estadios se abrió un pabellón de información de BnetzA dos días antes del inicio de la Copa, con seis personas cada uno.

FIGURA A4.4

Pabellón de información de BnetzA



Informe SM.2257-A4-04

Los estadios y el Centro Internacional de Radiodifusión (IBC) se dividieron en varias zonas. Como las ondas radioeléctricas no entienden de zonas, es esencial que el personal de la agencia tenga acceso al mayor número posible de ubicaciones.

Para el OK 2006 se repartieron 2 tipos de tarjetas de identificación. La primera identifica a cada empleado. La segunda se refiere a la ubicación. Se expidieron hasta siete tarjetas de zona para cada uno de los 12 estadios y el IBC.

Las tarjetas de zona se las iban pasando los empleados entre sí de acuerdo con su horario de trabajo. Dos empleados de la oficina del proyecto en Mainz recibieron acreditación para todas las zonas.

## 8 Centro Internacional de Medios (IMC o IBC)

Las siguientes imágenes dan una idea del tamaño del Centro Internacional de Medios.

FIGURA A4.5  
Centro internacional de medios



Informe SM.2257-A4-05

## 9 Comprobación técnica

Se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- estudio inicial de frecuencias;
- inspección de usuarios de frecuencia y su equipo en las unidades de TV;
- inspección de usuarios de frecuencia en los estadios (personal de seguridad, restauración, etc.);

- investigación de interferencia;
- control del espectro e identificación de emisiones sin licencia.

### 9.1 Control del espectro antes del evento

El estudio inicial del espectro (barrido de bandas y medición de la ocupación del canal) entre 148 MHz y 3,5 GHz reveló frecuencias libres que podrían utilizarse para el evento y sirvió para encontrar usuarios sin licencia.

Las mediciones se realizaron únicamente en los 12 estados y el IBC. No se tomaron medidas en las zonas de entrenamiento, hoteles, etc.

- La experiencia demuestra que también deberían haberse tomado medidas en el festival de aficionados de Berlín.

### 9.2 Control del espectro durante el evento

Se llevó a cabo un control constante del espectro mediante estaciones controladas a distancia durante el campeonato con el fin de determinar emisiones no autorizadas.

Se disponía todos los días de equipos móviles en las proximidades de los estadios.

Una unidad móvil estaba asignada permanentemente en el IBC.

También se disponía de equipos portátiles en el estadio.

A veces también se desplegaban equipos de control en los lugares públicos, etc.

## 10 Parque de aficionados

En la Fig. A4.6 se muestra los exteriores del parque de aficionados en el estadio de Múnich. Aquí también había muchísimas posibles fuentes de interferencia, como pantallas de gran tamaño y equipos de radiocomunicaciones.

FIGURA A4.6  
Parque de aficionados



## 11 Investigación y problemas de interferencia

Se pueden sacar las siguientes conclusiones del evento:

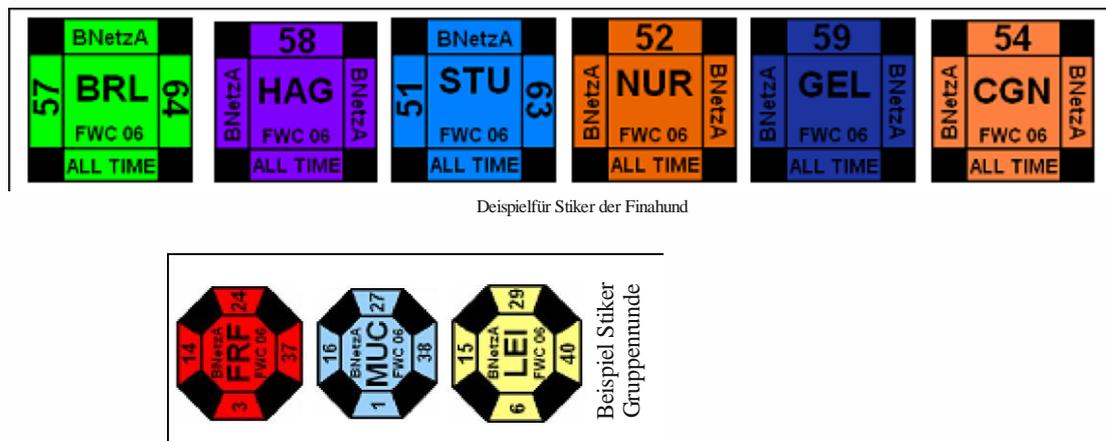
- Cuando se utilizan tantos equipos en una zona reducida, es imposible evitar completamente la interferencia.
- Los equipos de usuario se instalan y desinstalan varias veces al año. Esto puede dar lugar a un mal apantallamiento de RF y a emisiones no deseadas.
- Los principales problemas fueron:
  - problemas de EMC en pantallas de vídeo;
  - intermodulación debido a un desacoplamiento espacial insuficiente;
  - programación errónea de equipos de radiocomunicaciones.

## 12 Etiquetado

Se informó con bastante antelación a todos los usuarios acerca de la inspección de equipos. Todos los equipos probados se etiquetaron. Las etiquetas eran válidas para cuatro partidos y podrían devaluarse para un solo partido. En la Fig. A4.7 se muestran algunos ejemplos.

FIGURA A4.7

Ejemplos de etiquetado de equipos de radiocomunicaciones



Informe SM.2257-A4-07

## 13 Algunas cifras interesantes

Las siguientes cifras pueden resultar de ayuda en la preparación de eventos similares:

- se acreditaron unas 200 personas;
- se solicitaron unas 10 000 frecuencias;
- 6 500 de éstas se designaron para su utilización en los 12 estadios;
- se aceptaron el 85% de las solicitudes;
- se expidieron 1 000 licencias de corta duración a 150 solicitantes;
- se notificaron 84 casos de interferencia antes y después de los juegos;
- se notificaron 12 casos de interferencia durante los juegos;
- se solucionaron 60 casos de interferencia;
- se distribuyeron más de 6 000 etiquetas.

## 14 Conclusión

La cantidad de equipos electrónicos en general y de radiocomunicaciones en particular en una determinada zona supone un reto para el servicio de gestión de frecuencias y control de radiocomunicaciones. Gracias a la planificación del evento desde un primer momento y la participación e información de todas las partes se produjeron muy pocos problemas de interferencia.

## Anexo 5

### Gestión y control del espectro durante las carreras de Fórmula 1 en EAU

#### 1 Introducción

La Fórmula 1 es uno de los acontecimientos internacionales más importantes que se celebran en los Emiratos Árabes Unidos y organizado por Abu Dhabi Motorsports Management (ADMM) en Yas Abu Dhabi. Este evento anual ha sido todo un éxito desde 2009.

El evento requiere una gestión eficiente del espectro para la atribución de más de 600 frecuencias que se utilizan en la misma zona para diversos servicios y aplicaciones inalámbricos necesarios para los equipos de Fórmula 1 y ADMM. Se solicitaron autorizaciones para servicios tales como *walkie-talkie*, teledifusión, seguridad, micrófonos radioeléctricos, unidades de datos, cámaras inalámbricas, radiodifusión, etc. Se importaron a EAU más de 12 500 aparatos inalámbricos exclusivamente para el Gran Premio de F1.

#### 2 Participación del organismo regulador de las Telecomunicaciones (TRA)

El TRA es el único organismo regulador facultado para gestionar y controlar el espectro y formaba parte de la planificación del evento. El TRA firmó un MoU con el Comité administrativo del evento que también era responsable de la seguridad. Según este MoU el TRA colaborará en:

- gestión, asignación y coordinación de frecuencias;
- minimización de la interferencia y de la utilización ilícita;
- seguridad de las comunicaciones durante el evento.

Para cumplir con sus obligaciones, el TRA instauró un equipo integrado por personal de los siguientes departamentos:

- control del espectro;
- atribución del espectro;
- espectro de radiodifusión;
- finanzas.

Las principales responsabilidades era la asignación y el control de frecuencias para obtener un espectro sin interferencia. El reto era:

- realizar encuestas RF antes y durante el evento para detectar ruido de fondo y limpiar el espectro;

- asignar más de 600 frecuencias en ondas métricas, decimétricas y centimétricas para utilizarse simultáneamente dentro de la pequeña zona donde se desarrolla el evento;
- controlar la utilización del espectro y detectar y resolver problemas de interferencia perjudicial en un plazo muy breve;
- expedir autorizaciones *in situ*, administrar facturas y autorizar equipos;
- gestionar la autorizaciones de equipos importados por clientes.

### 3 Actividades preparatorias antes del evento

A continuación se resumen las principales actividades efectuadas antes del evento:

- coordinación interna entre los departamentos del TRA con el fin de formar un equipo para el evento;
- preparación de un equipo y un plan de proyecto;
- identificación de los recursos de control necesarios durante el evento;
- análisis de las necesidades de frecuencia basado en las discusiones con los organizadores del evento sobre el tipo de equipo inalámbrico que se utilizará;
- reunión con los organizadores del evento para preparar detalladamente las guías para los usuarios de equipos inalámbricos que les informen de los procedimientos y requisitos;
- estudio sobre la asignación anticipada *in situ* (medición de la ocupación del espectro);
- reunión con organizaciones de seguridad pública para coordinar sus requisitos de frecuencia;
- coordinación de homologación y autorización en aduana de equipos inalámbricos;
- información sobre el establecimiento de una oficina *in situ* para la autorización del espectro, el control, servicios de facturación y pago de cánones del espectro y requisitos de acceso;
- planificación pormenorizada del espectro en los canales de frecuencia disponibles en la zona una vez validados los resultados de control;
- visitas *in situ* para determinar la ubicación de equipos de control de posición.



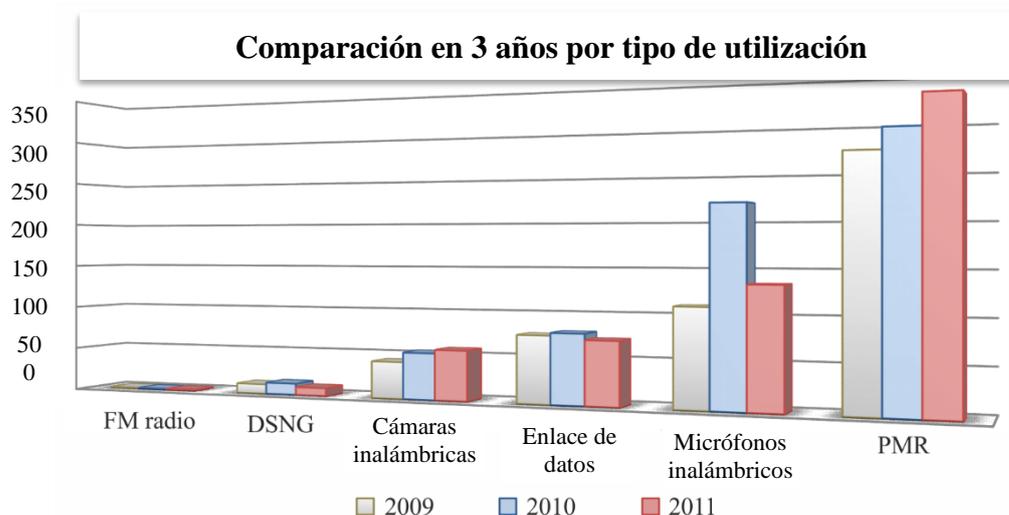
#### 4 Autorización y utilización del espectro

En el Cuadro A5.1 se indica el número de asignaciones realizadas para los diferentes tipos de equipos inalámbricos utilizados en el evento de 2011.

CUADRO A5.1

Aplicación	Nº de asignaciones de frecuencia
Cámaras inalámbricas	57
Enlaces de datos	72
Periodismo digital por satélite	9
Radiocomunicaciones móviles privadas	329
MIC inalámbricos	134
Estaciones de radiodifusión FM	1
<b>TOTAL</b>	<b>602</b>

En la siguiente Figura se ilustra las variaciones en el número de asignaciones para diferentes tipos de equipos inalámbricos de 2009 a 2011.



Report SM.2257-A4-09

#### 5 Dificultades en la gestión del espectro

El Cuadro A5.1 muestra que las principales dificultades en la asignación estuvieron relacionadas con las radiocomunicaciones móviles privadas, micrófonos inalámbricos y cámaras inalámbricas.

##### 5.1 Dificultades en la asignación a PMR

Las asignaciones a las radiocomunicaciones móviles privadas son gestionables dentro de una determinada zona. Es posible satisfacer numerosas asignaciones si se autorizan los niveles de potencia necesarios y se equilibran las asignaciones en las bandas de ondas métricas y decimétricas. La dificultad real estriba en que la mayoría de los equipos participantes en el circuito de Fórmula 1 disponen de equipos preprogramados que utilizan en diferentes lugares del mundo. A veces las frecuencias programadas no están disponibles para los coordinadores responsables de la logística y las solicitudes reales con frecuencias específicas que se reciben a última hora. Este problema es por lo general mayor el primer año del evento y luego va decreciendo a medida que se va disponiendo de una base de datos de eventos anteriores.

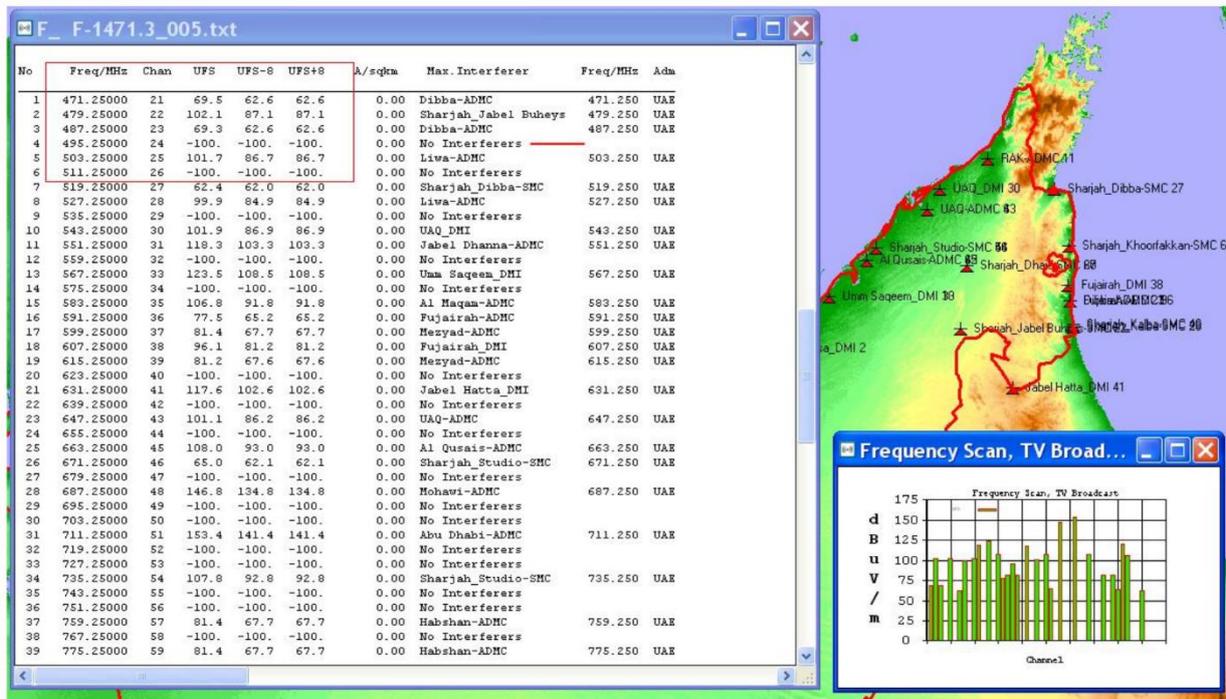
## 5.2 Dificultades en la asignación de micrófonos inalámbricos

La mayoría de los micrófonos inalámbricos y otros equipos PMSE funcionan en la banda de ondas decimétricas que está atribuida a servicios de radiodifusión (analógicos o digitales) y móviles. El problema surge cuando la mayoría de las solicitudes de espectro para micrófonos inalámbricos se reciben en la gama 470-790 MHz. Esta banda se sigue utilizando para la televisión analógica. Para llevar a cabo la planificación del espectro se siguen las siguientes etapas:

### 5.2.1 Planificación del espectro

Se utilizaron técnicas informáticas de planificación del espectro para determinar el espectro. El *software* genera una lista de canales de TV con su valor de la intensidad de campo útil en orden ascendente (Fig. A5.1). Los canales con menor valor de intensidad de campo pueden utilizarse para micrófonos inalámbricos.

FIGURA A5.1

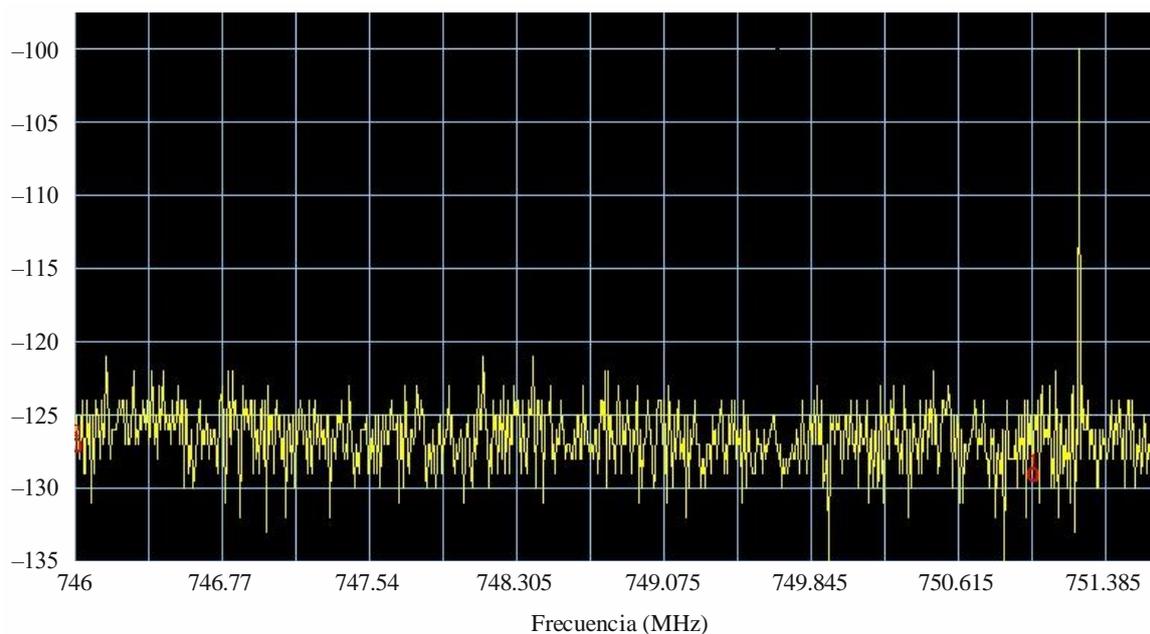


Report SM.2257-A5-01

### 5.2.2 Control del espectro

Luego se efectuaron estudios de control del espectro *in situ* a diferentes horas del día para obtener medición exacta en el terreno (Fig. A5.2) y comparar los resultados previstos con los reales. Esto sirvió a validez la disponibilidad del espectro. Estos estudios son necesarios dado que en la región del Golfo el efecto conductivo resulta a veces en valores de la intensidad de campo distintos de los previstos.

FIGURA A5.2



Report SM.2257-A5-02

### 5.2.3 Asignación de frecuencias

Para efectuar la asignación, el solicitante suministra los detalles del equipo y sus frecuencias preferidas. La mayoría de los fabricantes de micrófonos inalámbricos proporcionan hojas de frecuencia (Fig. A5.3) que contienen las frecuencias preferibles para evitar la intermodulación.

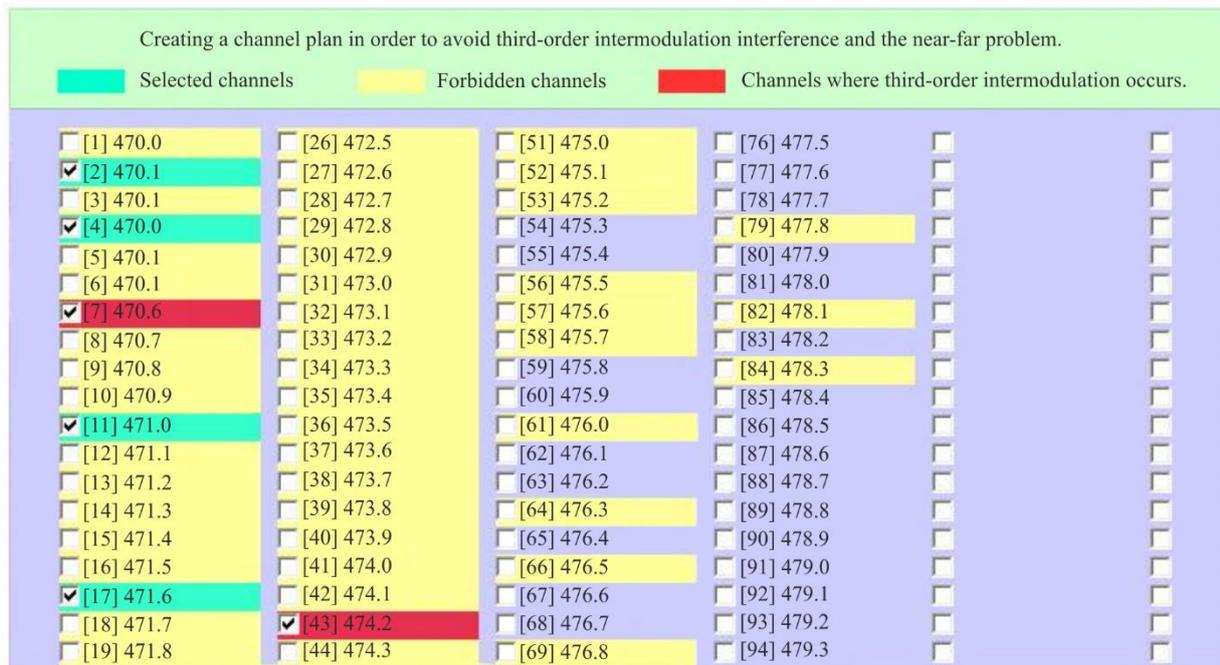
FIGURA A5.3

Canal	Bank 1	Bank 2	Bank 3
1	718,000	718,000	718,500
2	718,875	718,400	719,375
3	721,875	719,000	722,375
4	723,250	719,800	723,750
5	730,375	721,000	730,875
6	732,750	722,600	733,250
7	741,000	724,800	741,500
8	756,375	728,000	756,875
9	765,250	730,400	762,750
10	766,375	735,200	766,875
11	772,625	739,200	773,125

Report SM.2257-A5-03

Si no se dispone de esta hoja, la intermodulación puede calcularse con un *software* (Fig. A5.4) antes de asignar las frecuencias a los solicitantes.

FIGURA A5.4



Report SM.2257-A5-04

## 6 Dificultades en el control del espectro

Las dificultades de control del espectro durante el evento son:

- escaso tiempo de reacción;
- disponibilidad y posición de equipo de control *in situ*;
- detección de la fuente de interferencia perjudicial, especialmente cuando la mayoría del equipo inalámbrico está situado en las proximidades;
- las instalaciones temporales generan fugas de radiación en los conectores, lo que produce interferencia perjudicial;
- coordinación con diferentes entidades y coordinadores designados;
- observancia del espectro.

## 7 Lecciones aprendidas en la gestión y control del espectro en estos eventos

A continuación se resumen las lecciones aprendidas:

- planificar con antelación la disponibilidad de espectro, las necesidades y el proyecto;
- mantener comunicación y coordinación con todas las partes;
- publicar los procedimientos y directrices para la importación de equipos inalámbricos;
- publicar los procedimientos de autorización y reglamentos del espectro;
- asistencia *in situ* en la gestión y control de todo el espectro;
- planificación flexible y contingente en caso de modificación de los requisitos de espectro;
- detalles sobre la comunicación, los procedimientos y los métodos del equipo del proyecto.

## Anexo 6

### **Gestión del espectro y comprobación técnica del espectro durante la fase final del Campeonato de Europa de Fútbol de la UEFA (EURO-2012) celebrado en Ucrania**

#### **1 Introducción**

El Campeonato de Europa de Fútbol que organiza la Unión de Asociaciones de Fútbol Europeas (UEFA) se celebra cada cuatro años y es uno de los principales acontecimientos internacionales para la comunidad futbolística en Europa.

De acuerdo con una decisión de la UEFA, la fase final del Campeonato de Europa de Fútbol EURO-2012 se celebró en cuatro ciudades de Ucrania (Kiev, Donetsk, Kharkiv y Lviv) y cuatro ciudades de Polonia, del 8 de junio al 1 de julio de 2012.

Respecto al tema de la gestión del espectro, los campeonatos de fútbol se caracterizan por el elevado número de distintos equipos de radiocomunicaciones situados dentro de una zona limitada, dentro y fuera de los estadios.

Para facilitar la importación y el funcionamiento temporal de los equipos de radiocomunicaciones antes, durante y después del EURO-2012, la Comisión Nacional para la Reglamentación de las Comunicaciones de Ucrania adoptó la Decisión N° 689 de 1 de diciembre de 2011 «Sobre la aprobación del procedimiento para conceder permisos de importación y funcionamiento de equipos de radiocomunicaciones a usuarios extranjeros durante el EURO-2012». De acuerdo con esta Decisión:

- cubría a los usuarios extranjeros y sus equipos destinados a utilizarlos en el EURO-2012 antes, durante y después del evento (hasta el 31 de agosto de 2012 – dos meses adicionales tras la finalización del campeonato);
- no se necesitaba permiso para importar de forma temporal equipos de radiocomunicaciones en el territorio de Ucrania;
- la gestión del espectro y la comprobación técnica del espectro durante el EURO-2012 las llevaba a cabo el Centro Estatal de Ucrania de Radiofrecuencias (UCFR);
- el plazo de solicitudes se fijó hasta el 15 de abril de 2012 (dos meses antes del inicio del evento).

#### **2 Tareas específicas en una etapa de preparación a largo plazo del EURO-2012**

El UCFR inició los preparativos del EURO-2012 a finales de 2009. Durante el periodo de preparación se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- se recopiló de la UEFA y de los países anfitriones de campeonatos precedentes información preliminar sobre el espectro necesario, los posibles usuarios de las frecuencias y las tecnologías de radiocomunicaciones;
- se simplificó un procedimiento de solicitud de permisos temporales para la importación y explotación de equipos de radiocomunicaciones;
- se realizaron mediciones iniciales sobre la ocupación del espectro (verificación del uso existente, eliminación del uso ilegal, comprobación de la disponibilidad de frecuencias);

- se efectuó un análisis de compatibilidad electromagnética y se realizó una planificación de frecuencias a fin de satisfacer la demanda de espectro estimada y proteger a los usuarios de las frecuencias locales existentes;
- se definieron las zonas de los estadios que debían controlarse (campos de fútbol, centros de comunicaciones, recintos, zonas de aficionados, etc.) así como el personal necesario para realizar la comprobación técnica del espectro y las instalaciones técnicas;
- se desarrolló e implementó una página web del UCFR especial dedicada al EURO-2012;
- se creó una dirección especial de correo-e para recibir solicitudes y consultas de los usuarios del espectro;
- se llevaron a cabo consultas con la Autoridad de Frecuencias de Polonia (UKE) y la UEFA;
- se acordó con la UEFA un procedimiento de etiquetado;
- se creó una línea directa para posibles usuarios de las frecuencias;
- en las reuniones de la UEFA para organismos de radiodifusión y en otras ocasiones se proporcionó información a dichos organismos sobre la utilización y autorización de frecuencias en Ucrania.

FIGURA A6.1

Centro de comunicaciones (izquierda) y centro de transmisión (derecha) en Kiev durante el EURO-2012



Informe SM.2257-A6-01

### 3 Gestión de frecuencias antes del evento

La tarea principal del proceso de planificación de frecuencias antes y durante el EURO-2012 era proporcionar los recursos de espectro necesarios para todos los posibles usuarios, prestando especial atención a los usuarios prioritarios especificados por el organizador del evento.

Durante el periodo de preparación y en el transcurso del EURO-2012 el Centro Estatal de Ucrania de Radiofrecuencias (UCFR) recibió 3 773 solicitudes de asignación de frecuencias procedentes de 83 empresas extranjeras y concedió 3 569 permisos para equipos de radiocomunicaciones, en particular para:

- 1 163 estaciones radioeléctricas portátiles;
- 920 terminales del Sistema Europeo de Radiocomunicaciones con Concentración de Enlaces (TETRA);
- 229 estaciones de base en ondas decimétricas;
- 1 199 radiomicrofonos inalámbricos;

- 134 estaciones de periodismo electrónico por satélite (SNG);
- 69 cámaras de vídeo inalámbricas.

Sólo el 45% de las solicitudes llegaron antes de que se cerrase el plazo oficial.

Las bandas de frecuencias más populares solicitadas por los usuarios fueron las siguientes:

- 2 430-2 480 MHz, 2 200-2 290 MHz – cámaras de vídeo inalámbricas (2 260-2 290 MHz – cámaras de vídeo inalámbricas instaladas en helicópteros);
- 174-216 MHz, 470-862 MHz – radiomicrofonos inalámbricos;
- 416-430 MHz – TETRA;
- bandas L, C, K, Ku y Ka – SNG.

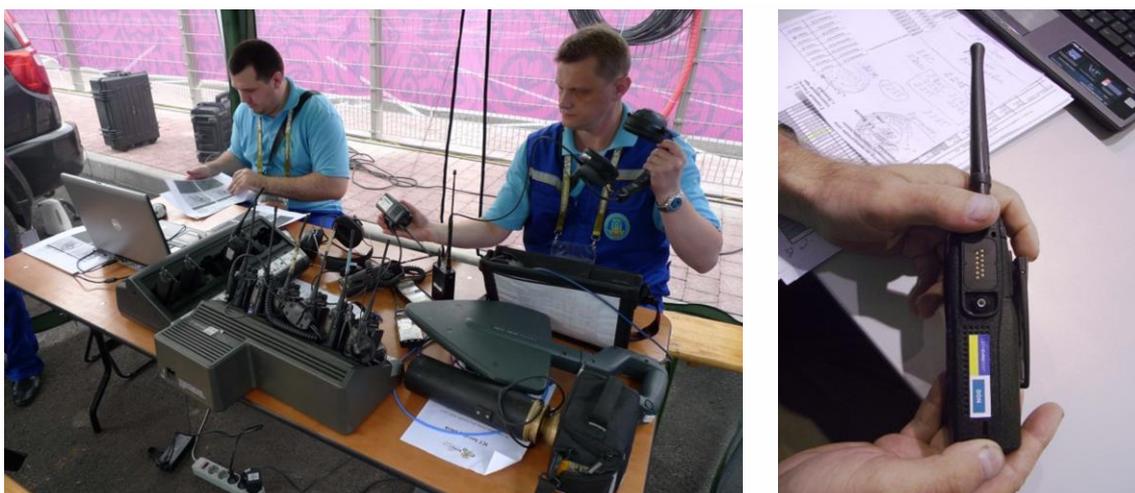
#### 4 Verificación técnica y etiquetado de los equipos de radiocomunicaciones

Para evitar el uso de equipos de radiocomunicaciones no autorizados en los estadios, los centros de comunicación y las instalaciones de radiodifusión, se organizó el proceso de verificación técnica y etiquetado de los equipos en los centros de comunicaciones y las instalaciones de radiodifusión de acuerdo con el siguiente calendario:

- 15, 10 y 5 días antes del primer partido – equipos de servicio locales (policía, ambulancias, bomberos, seguridad, etc.);
- 2 días antes de cualquier partido – otros equipos.

FIGURA A6.2

Verificación técnica y etiquetado de los equipos de radiocomunicaciones en la zona del estadio



Informe SM.2257-A6-02

Los equipos de radiocomunicaciones etiquetados debían cumplir las siguientes condiciones:

- debía presentarse, si se solicitaba, el permiso expedido por el UCFR para el funcionamiento del equipo (que requería autorización);
- las características técnicas deben ser conformes a las autorizadas.

FIGURA A6.3

## Etiquetas utilizadas en Ucrania



Informe SM.2257-A6-03

## 5 Comprobación técnica del espectro de los servicios terrenales antes y durante el EURO-2012

La principal tarea del equipo de comprobación técnica del espectro del UCFR antes y durante el EURO-2012 fue garantizar un funcionamiento de los equipos de radiocomunicaciones sin interferencias.

Durante el mes precedente al EURO-2012 los grupos de comprobación técnica del espectro del UCFR en las cuatro ciudades sede llevaron a cabo comprobaciones diarias interrumpidas del espectro para detectar fuentes de interferencia que pudieran afectar negativamente a los equipos legalmente utilizados durante los partidos del campeonato.

Para lograr una comprobación técnica del espectro dentro y fuera de los estadios en las cuatro ciudades sede inmediatamente antes y durante los partidos, se instalaron subsistemas temporales locales de comprobación técnica del espectro consistentes en 2 estaciones fijas de comprobación técnica y de 3 a 6 estaciones móviles de comprobación técnica. Estas instalaciones se utilizaron activamente desde dos días antes del partido hasta la finalización del mismo.

El subsistema local de comprobación técnica del espectro de Kiev consistía en (Fig. A6.4):

- 1) dos estaciones fijas de comprobación técnica del espectro:
  - radiogoniómetro para la banda de frecuencias 30 MHz-3 GHz situado en el tejado de un rascacielos a una distancia del estadio de aproximadamente de 500 m;
  - sistema compacto de comprobación técnica situado a unos 500 m del estadio;
- 2) dos estaciones móviles de comprobación técnica equipadas con radiogoniómetros, receptores, analizadores de espectro y antenas directivas, situadas en las proximidades del estadio;
- 3) cuatro estaciones móviles de comprobación equipadas con radiogoniómetros que funcionaban en sus zonas respectivas a una distancia de unos 3 km alrededor del estadio;
- 4) cuadrillas móviles de comprobación técnica equipadas con receptores portátiles y analizadores de espectro situadas fuera de la zona del estadio;

- 5) cuadrillas móviles de comprobación técnica para supervisar las emisiones de las estaciones de SNG;
- 6) unidad fija de comprobación técnica equipada con receptor y situada en la zona del estadio.

En los cuatro estadios, se garantizó el funcionamiento del sistema de comprobación técnica del espectro del UCFR utilizando:

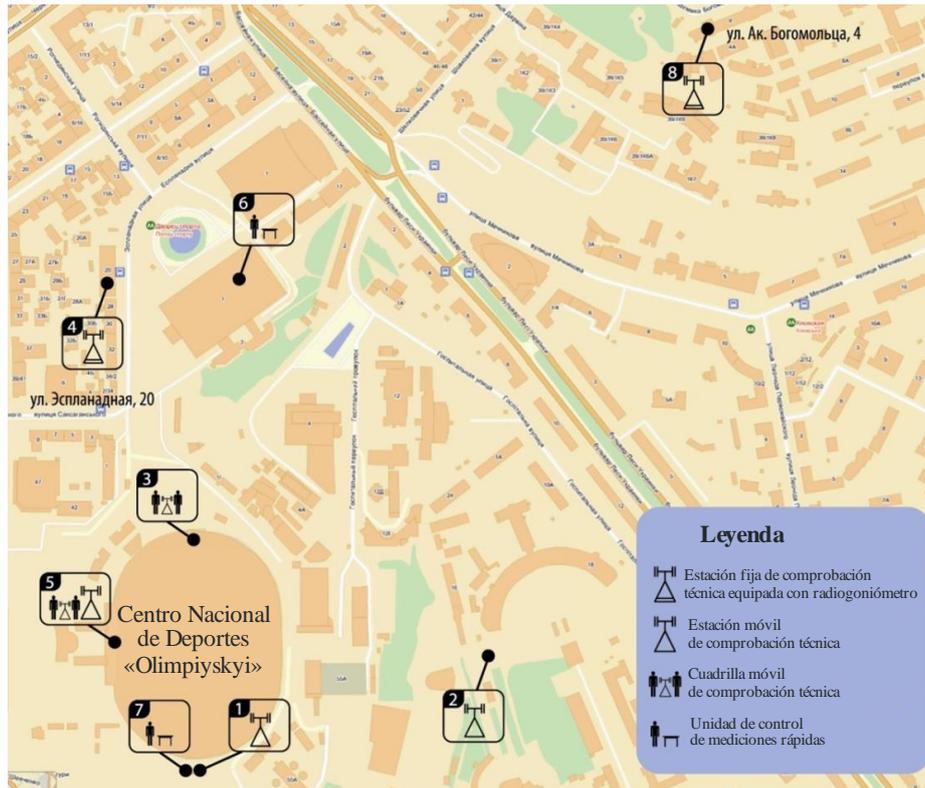
- 8 estaciones fijas de comprobación técnica con radiogoniómetros;
- 18 estaciones móviles de comprobación técnica con y sin radiogoniómetros;
- 13 cuadrillas móviles de comprobación técnica equipadas con receptores de comprobación técnica, analizadores de espectro y antenas directivas portátiles;
- un sistema compacto de comprobación técnica (estación fija de pequeñas dimensiones).

Durante la comprobación técnica del espectro se prestó especial atención a las bandas de frecuencias utilizadas por los servicios públicos de seguridad (416-430 MHz) y las empresas de radiodifusión (450-483 MHz, 2 140-2 570 MHz).

A fin de eliminar la interferencia, en una primera etapa los equipos de comprobación técnica del espectro del UCFR detectaban la ubicación de las fuentes interferentes. En la siguiente etapa se enviaba la información sobre la interferencia al departamento técnico de la UEFA. La eliminación definitiva de la interferencia se llevaba a cabo en estrecha cooperación con dicho departamento técnico de la UEFA, el operador de la fuente de interferencia y el operador legal, cuando fuese necesario.

FIGURA A6.4

## Topología del subsistema local de comprobación técnica de espectro en Kiev



- |   |   |
|---|---|
| 1 - Estación móvil de comprobación técnica MMS-01UA (situada en el complejo de radiodifusión NSK «Olimpiyskiy») | 5 - Unidad de control fija de comprobación técnica  |
| 2 - Estación móvil de comprobación técnica MMS-02UA   | 6 - Unidad de control de comprobación técnica rápida (verificación técnica situada en el Palace Sportu) |
| 3 - Cuadrilla móvil de comprobación técnica (situada en NSK «Olimpiyskiy»)                                      | 7 - Unidad de control de mediciones rápidas (situada en NSK «Olimpiyskiy»)                              |
| 4 - Estación fija de comprobación técnica UMS100 (situada en el tejado de un rascacielos)                       | 8 - Radiogoniómetro fijo (situado en el tejado de un rascacielos)                                       |



MMS-01



MMS-02



UMS-100



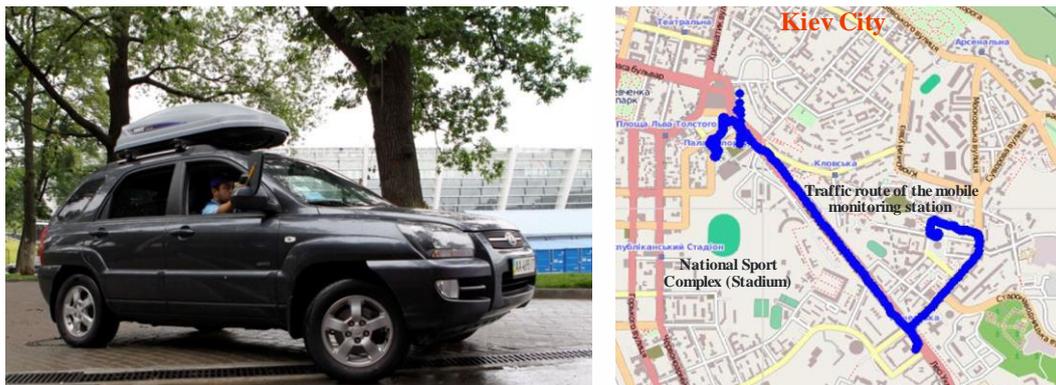
AIK-S

Informe SM.2257-A6-04

Antes y durante el campeonato, el servicio de comprobación técnica del espectro de UCFR comprobó aproximadamente 9 000 estaciones de radiocomunicaciones en las cuatro ciudades sede. Los días de partido, dos estaciones móviles de comprobación técnica llevaban a cabo la comprobación técnica del espectro alrededor del estadio y de las zonas adyacentes en cada ciudad sede para detectar posibles fuentes de emisiones no deseadas (Fig. A6.5).

FIGURA A6.5

**Cuadrilla móvil realizando la comprobación técnica del espectro en Kiev  
y su ruta el día de partido**



Informe SM.2257-A6-05

La comprobación técnica continua del medio ambiente espectral entorno a las zonas de los estadios, los centros de comunicación y las instalaciones de radiodifusión fue llevada a cabo por brigadas móviles peatonales equipadas con analizadores de espectro y antenas directivas portátiles (Fig. A6.6).

FIGURA A6.6

**Comprobación técnica del espectro en los estadios  
y zonas adyacentes por cuadrillas móviles**



Informe SM.2257-A6-06

De la comprobación técnica del espectro en Kiev se ocuparon 15 ingenieros de comprobación técnica radioeléctrica, en otras ciudades sede esta comprobación técnica fue realizada por cinco a ocho ingenieros. El número total de ingenieros responsables de esas tareas en las cuatro ciudades sede de Ucrania fue de 35.

Durante las preparativos del EURO-2012, los departamentos de comprobación técnica del espectro del UCFR en las cuatro ciudades sede de Ucrania detectaron y eliminaron 87 fuentes de interferencia en las frecuencias asignadas.

La razones principales de aparición de interferencia fueron:

- Inadecuada sintonía de frecuencia de los transmisores y su modo de funcionamiento.
- Funcionamiento ilegal (sin permiso o con permiso de funcionamiento en otras ciudades sede).
- Utilización de cables dañados o sin apantallar.

La superficie total cubierta por el grupo de comprobación técnica del espectro de Kiev fue de unos 11 km<sup>2</sup>. El tiempo necesario para detectar y eliminar las fuentes de interferencia radioeléctrica durante el evento osciló entre 20 minutos y 2 horas.

## 6 Comprobación técnica del espectro de las emisiones del transpondedor del satélite y geolocalización de las estaciones terrenas durante el EURO-2012

Durante el EURO-2012, en los partidos celebrados el 11, el 13, el 15 y el 19 de junio de 2012 el UCFR llevó a cabo la comprobación técnica del espectro de 57 emisiones de transpondedor de satélite de 12 redes de satélites en las bandas *C* y *Ku*. Como resultado de esta comprobación técnica, se registraron 28 estaciones terrenas en funcionamiento. En el Cuadro A6.1 aparecen los datos sobre el análisis de la comprobación técnica del espectro. La comprobación técnica del espectro de las emisiones de los transpondedores de satélite se realizó utilizando la estación de comprobación técnica de satélites del UCFR (Fig. A6.7).

CUADRO A6.1

Día de partido	Junio de 2012			
	11	13	15	19
Número de frecuencias autorizadas que debían controlarse	59	59	59	59
Número de frecuencias utilizadas de hecho	46	32	50	50
Número de frecuencias utilizadas sin infringir el permiso	10	6	13	13

FIGURA A6.7

Sistemas de antenas de la estación de comprobación técnica del UCRF



Informe SM.2257-A6-07

Las mediciones de los parámetros de las emisiones de la estación de SNG se llevó a cabo utilizando la estación de comprobación técnica de satélites del UCFR, las estaciones de medición especiales y analizadores de espectro portátiles (Fig. A6.8). Como resultado de la comprobación técnica del

espectro se detectaron 42 infracciones en cuanto a la utilización de frecuencias, cuya eliminación se solicitó a los usuarios de dichas frecuencias.

FIGURA A6.8

Laboratorio de medición para la banda de frecuencias de 3 a 40 GHz (izquierda) y medición de los parámetros de emisión de la estación de SNG utilizando un analizador de espectro portátil (derecha)



Informe SM.2257-A6-08

## 7 Utilización del espectro inmediatamente antes y durante el EURO-2012 en Kiev

Para medir la utilización del espectro en Kiev, se utilizó la estación fija de comprobación técnica, el sistema compacto de comprobación técnica y los equipos portátiles de mochila de comprobación técnica. Estos últimos equipos se instalaron en los complejos de radiodifusión para controlar la zona del estadio durante los partidos y en la estación móvil de comprobación técnica para controlar las zonas adyacentes del estadio unas pocas horas antes de los partidos.

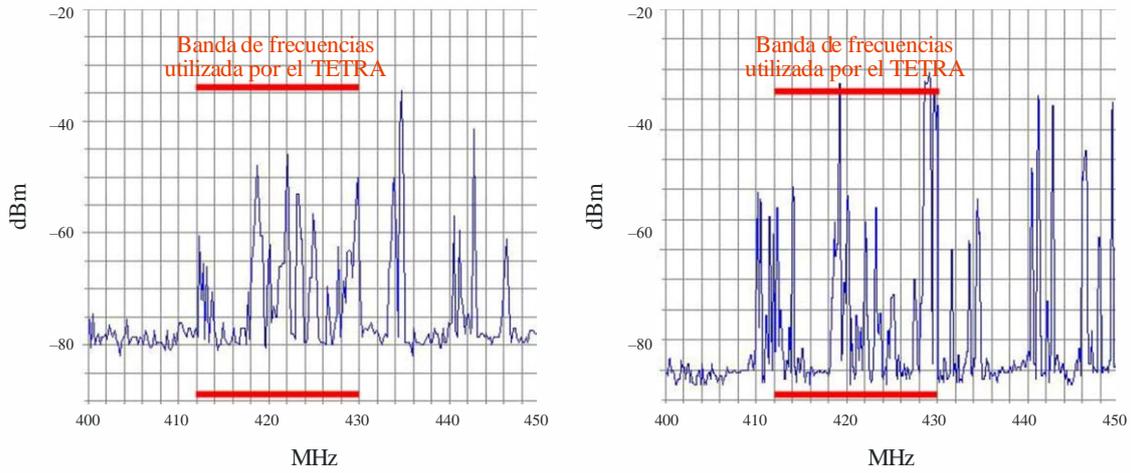
Las mediciones de utilización del espectro se realizaron en la banda de frecuencias de 150 a 2 500 MHz.

Los valores medios de la señal en la banda de frecuencias 1 800-2 100 MHz durante el periodo comprendido entre 8 horas antes del inicio del partido y el inicio del mismo aumentaron aproximadamente 15 dB: de  $-70$  dBm a  $-55$  dBm.

La banda de frecuencias de 410 a 430 MHz fue utilizada por las estaciones de base y los terminales de usuario del sistema TETRA. La Fig. A6.9 muestra los espectrogramas de los valores de cresta de la señal en la banda de frecuencias 400-450 MHz, cuya parte central está ocupada por las emisiones del TETRA, medidas de 8 a 6 horas antes del partido (el nivel de utilización del espectro fue de aproximadamente el 80%) y medidas durante el partido (el nivel de utilización del espectro fue prácticamente del 100%).

FIGURA A6.9

Espectrogramas de los valores de cresta de la señal en la banda de frecuencias 400-450 MHz medidos de 8 a 6 horas antes del partido (izquierda) y durante el partido (derecha)

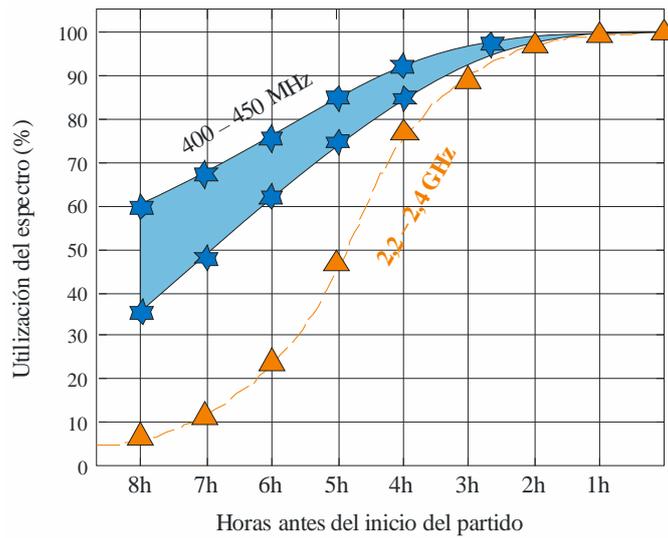


Informe SM.2257-A6-09

En la Fig. A6.10 se representa la variación del nivel de utilización del espectro durante el periodo de medición.

FIGURA A6.10

Diagrama de la variación en la utilización del espectro en las bandas de frecuencias 400-450 MHz y 2,2-2,4 GHz



Informe SM.2257-A6-10

## Anexo 7

### Gestión de espectro durante la XXVII Universiada de verano celebrada en Kazán, Federación de Rusia, en julio de 2013

#### 1 Introducción

Del 6 al 17 de julio de 2013 se celebró en Kazán, Federación de Rusia, la XXVII Universiada de verano en la que se repartieron 351 medallas en 27 deportes y contó con la participación de más de 12 000 deportistas procedentes de 160 países, lo que constituyó un récord de la Universiada. Se dispuso de 64 instalaciones deportivas, 33 de las cuales fueron utilizadas directamente por los competidores. Más de 20 000 policías garantizaron la seguridad y el orden durante los eventos y se acogió a más de 150 000 visitantes con esta ocasión. Las transmisiones en directo de los acontecimientos deportivos fueron aseguradas por 3 organismos de radiodifusión de Rusia y 13 organismos de radiodifusión internacionales. Trabajaron diariamente a estos efectos más de 30 comentaristas de televisión, 200 cámaras y 15 estaciones móviles de TV.

El objeto de este anexo es mostrar los principales aspectos organizativos y técnicos de las actividades de gestión y comprobación técnica del espectro durante la preparación y celebración de la XXVII Universiada de verano de Kazán. Estos aspectos se describen detalladamente en las referencias [1] y [2].

#### 2 Actividades de preparación

El primer paso en las actividades organizativas de gestión del espectro durante los preparativos de la Universiada de 2013 fue la elaboración en 2010 por la Administración Nacional de Comunicaciones del «Plan de medidas para la gestión del espectro de radiofrecuencias durante la preparación y celebración de la XXVII Universiada de verano de 2013 en Kazán». De acuerdo con este documento, se desarrolló el concepto y el plan particular de gestión del espectro, se lanzó el sistema especializado automático de gestión y comprobación técnica del espectro para la Universiada de 2013 (denominado en lo que sigue «Sistema Universiada 2013») y se elaboraron las reglas sobre la interacción con otros departamentos. Se creó el Centro de control en el que trabajaron expertos en los servicios radioeléctricos de las regiones administrativas Privolzhsky y Central de la Federación de Rusia.

Antes del inicio de la Universiada 2013 en Kazán, se llevó a cabo en 3 centros la formación del personal del Centro de control, incluidos los cursos de inglés. Durante este periodo de capacitación se trataron los siguientes temas: planificación y operaciones de control del espectro, definición de las actividades del personal mediante el sistema automatizado de gestión del espectro y supervisión de su rendimiento, verificación de las condiciones del canal de comunicación, etc.

Todos los eventos deportivos y la Villa de la Universiada fueron cubiertos por telecomunicaciones. Se ofreció la posibilidad de organizar videoconferencias y se establecieron 1 629 puntos de conexión inalámbrica a Internet. Además, para las interacciones operativas con los servicios de emergencia se desarrolló la red de radiocomunicaciones TETRA. Durante la preparación y desarrollo de las competiciones se utilizaron unos 3 000 terminales de usuario portátiles en la red TETRA. Por lo que se refiere a las medidas de orden y seguridad, se instalaron más de 4 000 videocámaras que grabaron distintos eventos en tiempo real.

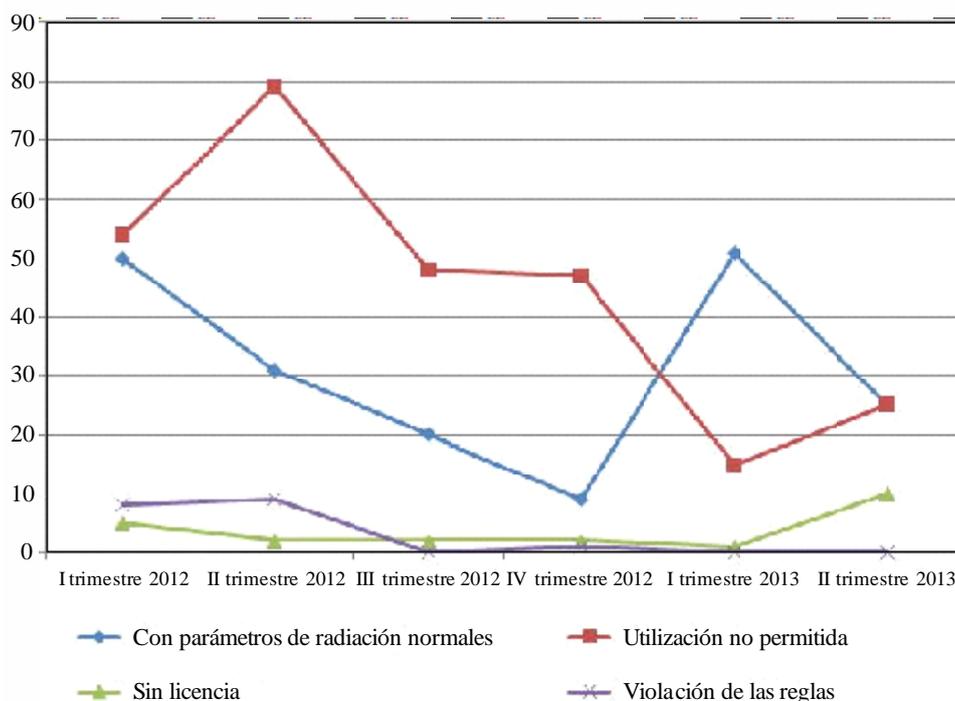
Se realizó previamente una estimación del entorno electromagnético en los principales puntos (lugares de celebración de los eventos) de la Universiada. En total, durante la preparación de la Universiada 2013, se llevaron a cabo 3 526 acciones de comprobación técnica del espectro.

Se localizó un cierto número de fuentes de emisión, posibles fuentes de interferencia, y se tomaron las medidas oportunas para suprimirlas.

El análisis de los resultados de la comprobación técnica del espectro demostró que durante 2012 y la primera mitad de 2013 en el territorio de celebración de la Universiada 2013 hubo una disminución en el número total de violaciones en la utilización del espectro. Véase la Fig. A7.1.

Desde el principio de los preparativos para la Universiada 2013, el número total de transmisores radioeléctricos en la región ha aumentado el 42%.

FIGURA A7.1  
Estadística sobre las violaciones del espectro radioeléctrico durante la preparación de la Universiada 2013



Informe SM.2257-A7-01

### 3 Sistema Universiada 2013

El Sistema Universiada 2013 proporcionó un registro y una concesión de licencia automatizados de los transmisores radioeléctricos, verificó su compatibilidad electromagnética, detectó y localizó fuentes de emisiones no autorizadas y fuentes de interferencia y realizó así como la gestión del personal.

El Sistema Universiada 2013 se diseñó basándose en las Recomendaciones UIT-R y en las soluciones presentadas en la referencia [3]. Los componentes esenciales del sistema incluyeron equipos de comprobación técnica radioeléctrica, *software* cliente-servidor e infraestructura de ingeniería y técnica.

El equipo de comprobación técnica radioeléctrica constaba de las siguientes unidades, mostradas en la Fig. A7.2.

- estaciones fijas de comprobación técnica radioeléctrica no atendidas;
- estaciones fijas temporales de comprobación técnica radioeléctrica de objeto no atendidas (ubicadas en los lugares de celebración de los eventos);

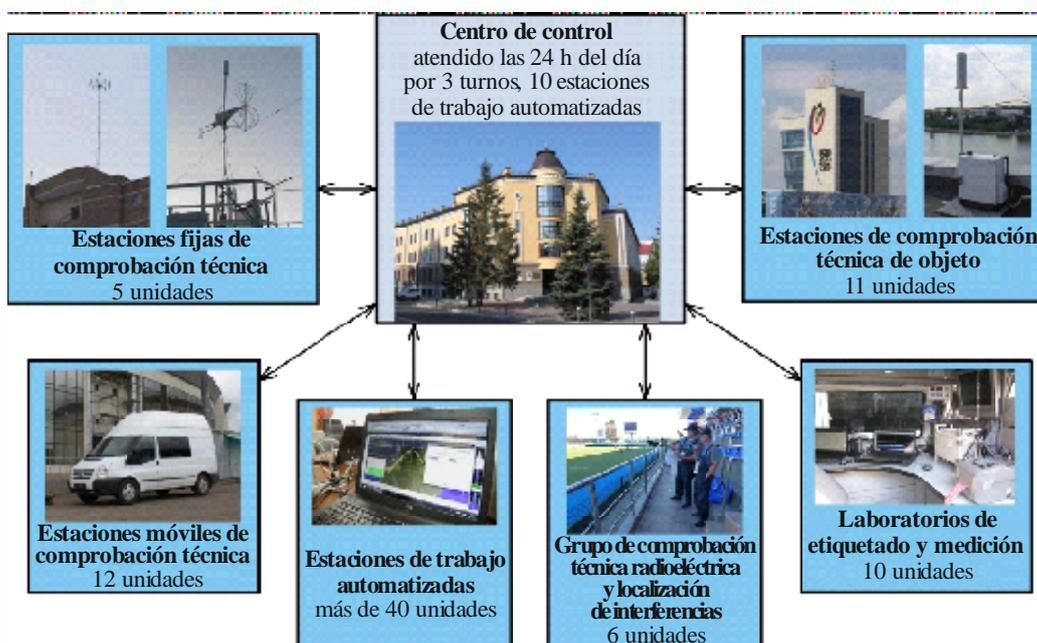
- estaciones móviles de comprobación técnica radioeléctrica;
- equipos portátiles de comprobación técnica radioeléctrica utilizados por los grupos de control radioeléctrico y localización de interferencias;
- laboratorios de etiquetado y mediciones.

El sistema Universiada 2013 proporcionó un control flexible de los equipos. Las tareas se asignaban desde el Centro de control, desde las estaciones de trabajo automatizadas de las estaciones de comprobación técnica radioeléctrica o desde otros organismos, por ejemplo la Dirección de la Universiada. Se utilizó encriptado para garantizar la seguridad de los datos que circulaban por el sistema, incluidas sus redes locales.

La infraestructura de ingeniería y técnica contenía las instalaciones de ingeniería, los locales equipados del Centro de control, las líneas de comunicación y los nodos de transmisión de datos, el sistema de radiocomunicaciones del servicio, los equipos de transmisión de datos, los equipos del servidor, etc.

FIGURA A7.2

Componentes del Sistema Universiada 2013



Informe SM.2257-A7-02

El Centro de control contenía un conjunto de equipos de servidor de bases de datos central, estaciones de trabajo automatizadas de empleado, panel de vídeo, equipos de videoconferencia y subsistema de comunicaciones y transmisión de datos.

Los subsistemas de comunicaciones y transmisión de datos proporcionaban intercambio de datos dentro del Centro de control y con los nodos exteriores. El Centro de control también incluía un servidor que gestionaba el funcionamiento de la red de radiocomunicaciones de servicio instalada, basándose en la plataforma de comunicaciones digitales MOTOTRBO. Esta red contaba con 3 repetidores que proporcionaban comunicaciones radioeléctricas a todas las zonas de la ciudad y a 40 estaciones de abonado.

#### 4 Concesión de licencias y recaudación de derechos

El servicio de solicitudes se diseñó para un procesamiento automatizado de solicitudes para uso de los transmisores radioeléctricos. Los usuarios autorizados presentaban solicitudes mediante un formulario especial al portal oficial de información de la Universiada 2013, como muestra la Fig. A7.3.

FIGURA A7.3  
Pantalla del portal de información oficial de la Universiada 2013

27th Summer Universiade in Kazan,  
July 6-17 2013

2013 Games Welcome to Kazan Join in Legacy

Schedule & Results Medals Athletes Official Communications Reports Result book Records  
About Universiade History of Universiades Venues Sports Cultural Universiade Official events

Usage of radio electronic facilities for the duration of the Summer Universiade

General information on operation of REFs during the 27th Summer Universiade in Kazan

1. Legal basis of usage of radio electronic facilities (hereinafter referred to as 'REFs') in the territory of the Russian Federation is established by the Law of the Russian Federation and normative legal acts on communications.
2. The Kazan 2013 Executive Committee (hereinafter referred to as 'Executive Committee') in cooperation with the [Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications](#) and [Government of the Republic of Tatarstan](#) and under corresponding joint agreements and adopted documents plans and manages the radio frequency spectrum and radio electronic facilities in the territory of the city of Kazan and adjacent districts of the Republic of Tatarstan (Tatarstan) in the build-up and during the 27th Summer Universiade 2013 in Kazan.
3. The Executive Committee – the organiser of the 2013 Summer Universiade in Kazan – takes additional measures restricting the operation of REFs at Games venues and targeted at using the radio frequency spectrum for the benefit of staging the World University Summer Games.

To get the admission to Universiade venues, each user of radio electronic facilities, with exception of REFs specified in the list of REFs operated without restrictions (hereinafter referred to as 'List'), must obtain in a mandatory manner a positive Recommendation of the Executive Committee permitting the operation of REFs and corresponding stickers. The restrictions mentioned above relate only to client groups that are stationed in the territory of any (competition and non-competition) venues of the 2013 Summer Universiade.

4. The list of REFs includes a wide range of wireless all-purpose devices the main types of which are given in the table below:

**Types of REFs which require the obtanment of permission and admission to Games venues**

- 1 Wireless Fixed Link

#	Country	Gold	Silver	Bronze	T
1	RUS	156	74	62	292
2	CHN	26	29	22	77
3	JPN	24	28	32	84
4	KOR	17	12	12	41
5	BLR	13	13	14	40
6	UKR	12	29	36	77
7	USA	11	14	15	40

Schedule and results

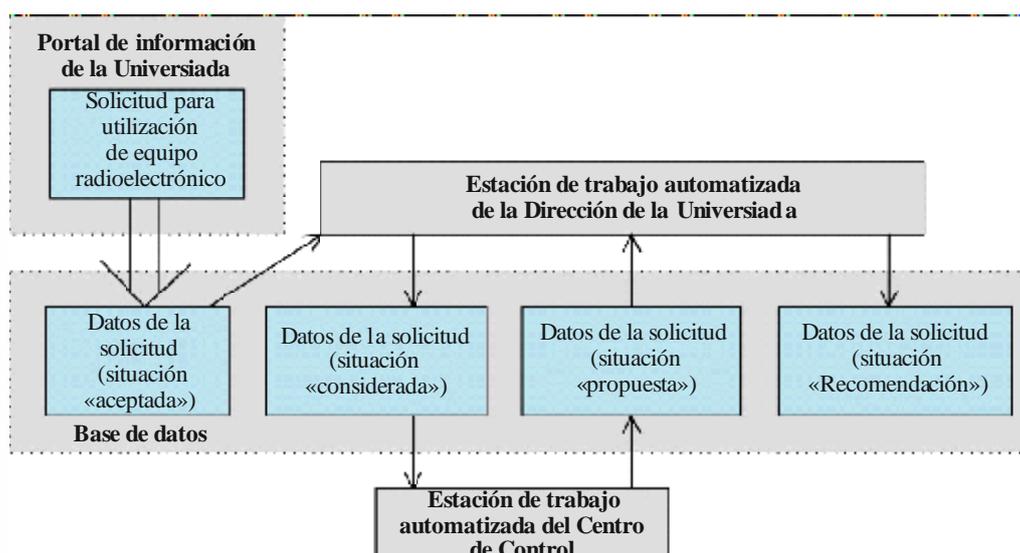
roadcasts archive

Informe SM.2257-A7-03

Las solicitudes se presentaban automáticamente a la base de datos del Sistema Universiada 2013. En la Fig. A7.4 se representan los pasos necesarios.

FIGURA A7.4

## Procesamiento de las solicitudes de utilización de un transmisor radioeléctrico



Informe SM.2257-A7-04

En el caso de una decisión positiva sobre la solicitud, se generaban «Recomendaciones sobre las condiciones de utilización de los transmisores radioeléctricos» que presentaban las asignaciones de frecuencias y otras condiciones referentes al uso de los radiotransmisores.

La recaudación de derechos se llevó a cabo de conformidad con el sistema nacional real de recaudación de derechos, teniendo en cuenta el breve periodo operativo de algunos transmisores radioeléctricos.

## 5 Prueba y etiquetado de los equipos de radiocomunicaciones

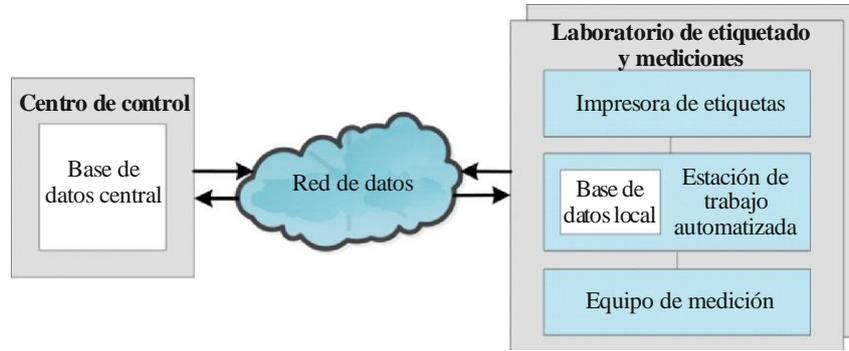
El proceso de prueba y etiquetado se utilizó para realizar la verificación técnica de los parámetros de los transmisores radioeléctricos con objeto de que cumplieren las «Recomendaciones sobre las condiciones de utilización de los transmisores radioeléctricos» y tras pasar la prueba estos transmisores se marcaban con una etiqueta de color. La prueba incluía la verificación de que las características reales de la emisión (frecuencia, anchura de banda y nivel) satisficieran las recomendaciones publicadas. Se tomó la decisión de etiquetar en modo automático basándose en los resultados de las mediciones. Las pruebas y el etiquetado se realizaron mediante mediciones en laboratorios instalados en estaciones fijas y móviles. Se sincronizaron automáticamente las bases de datos de laboratorio locales con la base de datos central del Sistema Universiada 2013 a través de redes de intercambio de datos, como muestra la Fig. A7.5 y las operaciones del laboratorio de mediciones se realizaron tanto cuando el canal de comunicaciones estaba funcionando como cuando fallaba.

El algoritmo de prueba y etiquetado de las Figs. A7.6 y A7.7 muestra la verificación de los parámetros de la estación de TV móvil por el personal del laboratorio de medición.

Si se tomaba una decisión positiva tras los resultados de la prueba se imprimía una etiqueta de marcado y la situación de las asignaciones de frecuencias en la base de datos se cambiaba a «Efectiva». La etiqueta contenía un índice con los lugares de celebración de la Universiada o un grupo de lugares de celebración donde estaba permitido el uso del transmisor con el periodo de utilización y con el identificador del transmisor en la base de datos. En la Fig. A7.8 aparece un ejemplo de etiqueta. Las etiquetas se pegaban a los transmisores radioeléctricos y permitían una clara

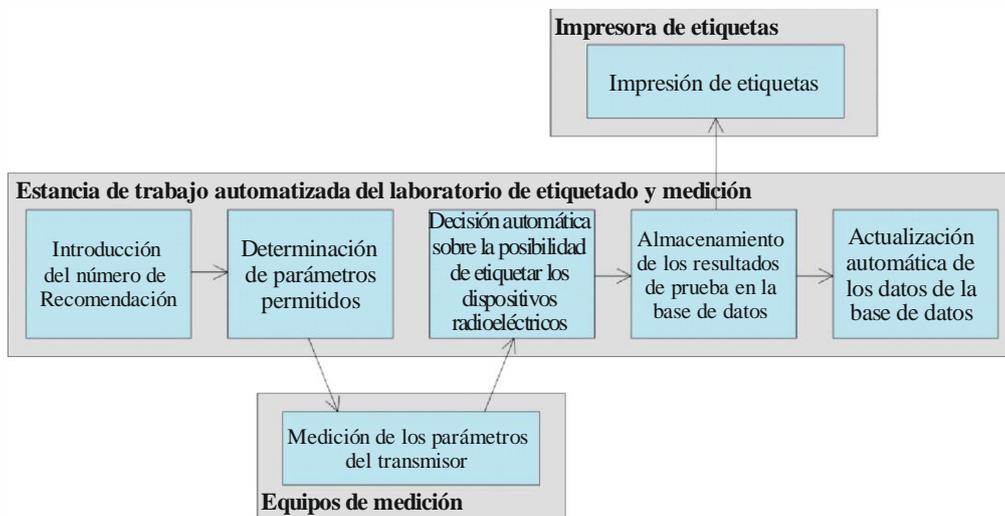
identificación de los mismos. Estas etiquetas eran como sellos; si se intentaba quitarlas o despegarlas, se destruían.

FIGURA A7.5  
Interacción entre laboratorios de etiquetado y mediciones y la base de datos del Centro de control



Informe SM.2257-A7-05

FIGURA A7.6  
Algoritmo de prueba y etiquetado del transmisor radioeléctrico



Informe SM.2257-A7-06

FIGURA A7.7

Verificación de los parámetros de la estación de TV móvil



Informe SM.2257-A7-07

FIGURA A7.8

Ejemplo de etiqueta de identificación



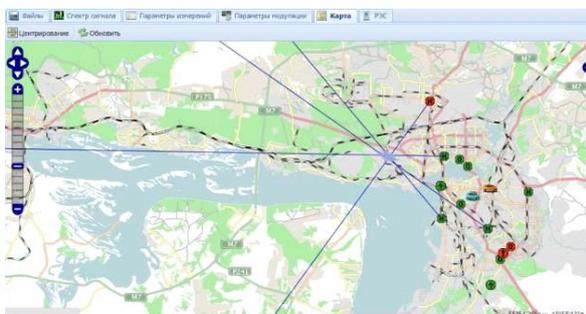
Informe SM.2257-A7-08

## 6 Supervisión del funcionamiento planificado y en línea

El modo de funcionamiento planificado proporcionaba una solución automática a las tareas de comprobación técnica radioeléctrica basada en un programa acordado, incluida la medición de los parámetros de emisión, la localización de las fuentes de emisión, la detección de nuevas fuentes, el control de los parámetros de emisión de los transmisores radioeléctricos registrados y su comparación con las especificaciones, la medición de la frecuencia y de la ocupación de la banda de frecuencias, etc. El uso de un sistema flexible de comprobación técnica radioeléctrico que implementaba máscaras espectral y temporal revistió una especial importancia. Ello hizo posible explotar el equipo de comprobación técnica en modo automático para detectar la interferencia y las desviaciones que sufrían los parámetros de emisión de los transmisores radioeléctricos. En las Figs. A7.9 y A7.10 aparecen las opciones para la presentación de resultados de la ejecución de las tareas por la interfaz del Sistema Universiada 2013.

FIGURA A7.9

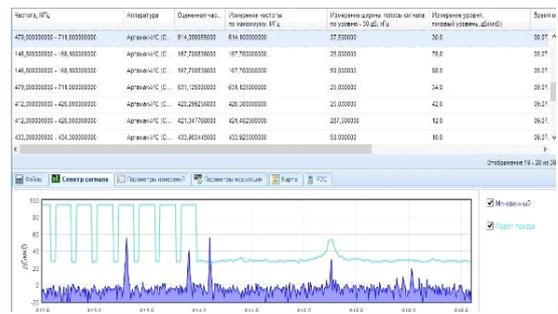
Presentación de los resultados de radiogoniometría en el mapa



Informe SM.2257-A7-09

FIGURA A7.10

Detección de una señal basándose en el evento de comprobación técnica radioeléctrica (el nivel de señales superior a la máscara)



Informe SM.2257-A7-10

El modo en línea se utilizó cuando fue preciso tomar las decisiones necesarias en casos complejos de detección de una fuente de interferencia y para la inmediata localización de las fuentes de emisión. De hecho, todos los equipos fijos de comprobación técnica radioeléctrica utilizados durante la Universiada 2013 ejecutaban las tareas automáticamente, utilizando eventos de comprobación técnica

radioeléctrica. Si se producía un evento, tal como la aparición de una señal con un nivel superior al de la máscara espectral, el operador del Centro de control recibía un mensaje y conmutaba al modo en línea para realizar un análisis detallado de lo que había sucedido a fin de estimar el grado de peligrosidad del evento y tomar una decisión sobre las posibles medidas necesarias.

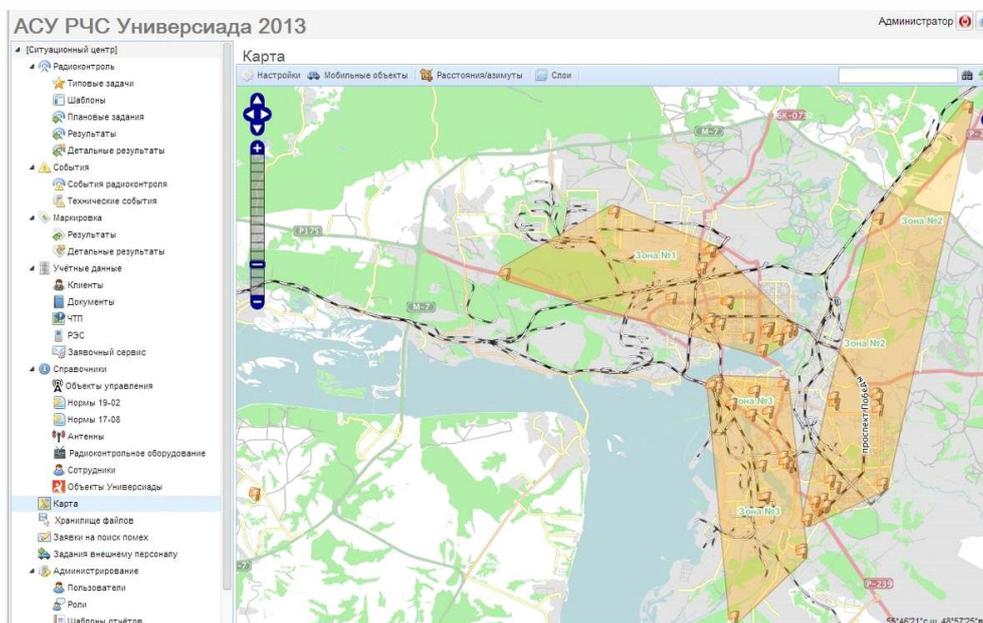
Fue necesaria una asignación de tareas para el personal externo con objeto de gestionar el funcionamiento de las estaciones móviles de comprobación técnica, de los grupos de análisis de la interferencia y los laboratorios de medición. El Sistema Universiada 2013 asignó tareas concretas a las cuadrillas, supervisó su ejecución y registró los resultados. Las tareas se asignaron basándose en un plan, por ejemplo de acuerdo con el programa de acontecimientos deportivos del día siguiente, o sin ajustarse a un plan, por ejemplo tareas para la localización de la fuente interferente si se había detectado o tareas relativas a las solicitudes recibidas.

## 7 Utilización de los equipos de comprobación técnica radioeléctrica antes y durante la Universiada 2103

Cuando se instaló el Sistema Universiada 2013, se supuso que el entorno radioeléctrico de Kazán durante los preparativos y la celebración de evento experimentaría un aumento significativo en el número de transmisores radioeléctricos operativos y que la mayoría de las fuentes de emisión funcionarían en la parte superior de banda de frecuencias de ondas métricas, en toda la banda de ondas decimétricas y también en la parte inferior de la banda de ondas centimétricas. Cabía esperar que muchas fuentes de emisión tuviesen poca potencia y, en consecuencia, una pequeña zona de disponibilidad electromagnética. Podían encontrarse dentro de las instalaciones deportivas y utilizar modulación de banda ancha y comunicaciones de datos por paquetes. Otro factor que se tuvo en cuenta fue gran cantidad de instalaciones para la competición, el entrenamiento y otras actividades de la Universiada (el número de sedes del evento fue superior a 60) dispersas por toda la ciudad y alrededores, y donde debía garantizarse la compatibilidad electromagnética de los transmisores radioeléctricos en funcionamiento y evitar las interferencias (véase la Fig. A7.11). La experiencia obtenida antes y durante la Universiada 2013 confirmó completamente la exactitud de estas hipótesis.

FIGURA A7.11

### Zonas de sedes y de comprobación técnica radioeléctrica de la Universiada 2013



Durante la Universiada 2013, se utilizaron dos tipos de equipos fijos de comprobación técnica: estaciones fijas de comprobación técnica con antenas situadas en los tejados de edificios altos y estaciones objeto de comprobación técnica instaladas directamente en los lugares de celebración de la Universiada. También se dispuso de estaciones móviles de comprobación técnica y de equipos portátiles de comprobación técnica que se emplearon para equipar a los grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias. En la Fig. A7.12 se representan las características de los equipos de comprobación técnica radioeléctrica.

FIGURA A7.12

**Ilustración que muestra la instalación de los equipos de comprobación técnica**

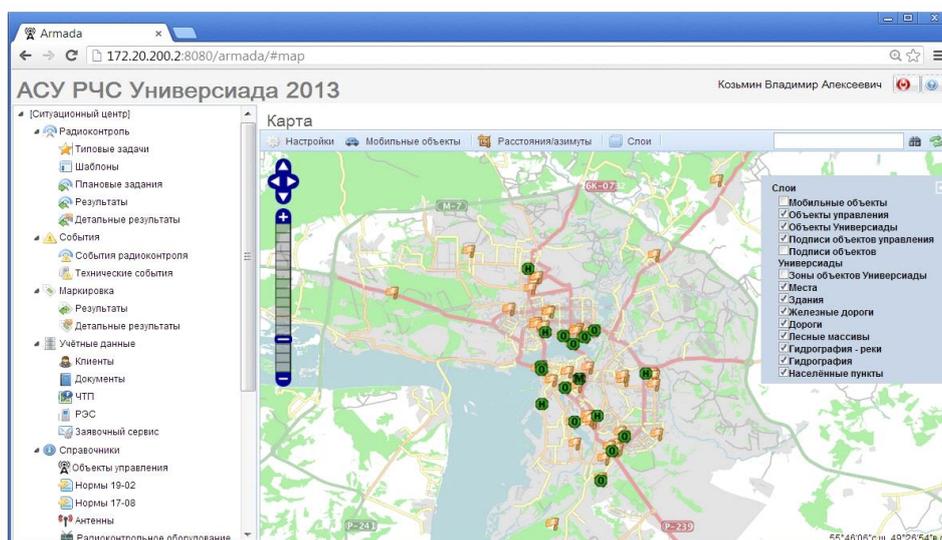


Informe SM.2257-A7-12

La Fig. A7.13 muestra el emplazamiento de los equipos fijos de comprobación técnica radioeléctrica durante la preparación y celebración de la Universiada 2013.

FIGURA A7.13

**Localización de los equipos de comprobación técnica radioeléctrica en Kazán**



Informe SM.2257-A7-13

Las estaciones fijas de comprobación técnica contenían radiogoniómetros fijos con una frecuencia de funcionamiento superior de 3 GHz, pues cabía esperar que las fuentes de emisión que funcionaban a frecuencias más elevadas tuvieran un corto alcance o utilizarasen antenas directivas para la transmisión, lo que hacía ineficaces a los radiogoniómetros fijos. La frecuencia más baja de los radiogoniómetros fijo era de 1,5 MHz, lo cual permitía localizar emisiones en el interior y en zonas adyacentes al lugar de la competición en la banda de frecuencias de ondas decimétricas.

Además de los radiogoniómetros fijos, 3 estaciones fijas de comprobación técnica incluían receptores de medición que realizaban análisis espectral de las emisiones radioeléctricas y mediciones de sus parámetros de funcionamiento, así como un análisis de parámetros de la señal específicos a los sistemas GSM, UMTS, LTE, AMDC, TETRA, DECT, Si-Fi y DVB T/T2/H. En la Fig. A7.14 aparece un ejemplo de emplazamiento de antena.

FIGURA A7.14

**Sistema de antenas de medición (izquierda) y sistema de antenas de radiogoniometría (derecha) situadas en el tejado de un edificio**



Informe SM.2257-A7-14

FIGURA A7.15

**Estación objeto de comprobación técnica ubicada en el tejado del Centro de Deportes de Remo**



Informe SM.2257-A7-15

Las estaciones objeto temporales de comprobación técnica se ubicaron directamente en las instalaciones deportivas más importantes durante las 24 horas del día y proporcionaron comprobación técnica de los equipos radioelectrónicos de corto alcance utilizados en las instalaciones. La frecuencia de funcionamiento más elevada de las estaciones de comprobación técnica de 8 GHz. La Fig. A7.15 muestra un ejemplo de estación objeto de comprobación técnica situada en el Centro de Deportes de Remo.

Los equipos de la estación de comprobación técnica se controlaron a distancia desde el Centro de control y cuando era necesario se controlaban también desde las estaciones móviles de comprobación técnica o mediante los grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias. El control se realizó por un canal de comunicaciones cableado reforzado por un canal inalámbrico 3G, así como por un radiocanal para la transmisión de mensajes de alarma basado en la red radioeléctrica de servicio instalada MOTOTRBO.

Las estaciones móviles de comprobación técnica proporcionaron radiogoniometría desde 1,5 hasta 8 000 MHz. Para las mediciones de las emisiones radioeléctricas hasta 43 GHz se utilizaron equipos de bolsillo y antenas directivas portátiles orientables manualmente. En la Fig. A7.16 aparece la estación de trabajo del operador. Para extender las gamas de frecuencias de la comprobación técnica radioeléctrica y de la radiogoniometría de amplitud hasta 43 GHz, así como para el funcionamiento

de un estación móvil de comprobación técnica como laboratorio de etiquetado y medición, la estación contaba con analizadores de espectro integrados en el Sistema Universiada 2013.

El intercambio de datos entre las estaciones móviles de comprobación técnica y el Sistema Universiada 2013 se efectuó a través de una canal inalámbrico con módem 3G. Además, durante el periodo preparatorio todas las instalaciones donde se iban a celebrar las competencias fueron equipadas con lugares especiales para proporcionar conexión cableada de las estaciones móviles de comprobación técnica a Internet. En los aparcamientos próximos a esas instalaciones se empleó una conexión cableada con cable Ethernet.

FIGURA A7.16

**Estación de trabajo de las estaciones móviles de comprobación técnica**



Informe SM.2257-A7-16

Como equipos portátiles de comprobación técnica se utilizaron radiogoniómetros de bolsillo con un conjunto de antenas directivas y gama de frecuencias operacionales de 0,3 a 18 000 MHz, así como receptores de medición portátiles. La Fig. A7.17 ilustra la actividad de un grupo de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias en el estadio TULPAR durante un partido de rugby.

FIGURA A7.17

**Grupo de comprobación técnica y localización de interferencias buscando una fuente interferente**



Informe SM.2257-A7-17

## **8 Organización del proceso de comprobación técnica radioeléctrica durante los preparativos y desarrollo de la Universiada 2013**

Las medidas de gestión del espectro hasta y durante la Universiada 2013 se dividieron en tres niveles de control, a saber, nivel de ciudad, de zona y objeto<sup>3</sup>.

El nivel de ciudad hizo uso de 5 estaciones fijas de comprobación técnica controladas a distancia que proporcionaron radiogoniometría, localización y medición de los parámetros de las emisiones radioeléctricas.

El nivel de zona consistió en 12 estaciones móviles de comprobación técnica que proporcionaron radiogoniometría, localización y medición de los parámetros de las emisiones radioeléctricas, incluidas las fuentes de baja potencia. En la Fig. A7.11 se muestra el emplazamiento de las instalaciones deportivas utilizadas durante la Universiada (banderas naranja) y los límites de las 3 zonas de comprobación técnica radioeléctrica (la cuarta zona incluía una galería de tiro situada fuera de la ciudad). Trabajaban simultáneamente hasta dos cuadrillas de estaciones móviles de comprobación técnica y también unos cuantos grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias equipados con dispositivos portátiles en cada zona. La posición y el seguimiento de las estaciones móviles de comprobación técnica aparecía en mapas electrónicos.

Para proporcionar un nivel de emplazamiento (local) de comprobación técnica radioeléctrica, se utilizaron 11 estaciones objeto de comprobación técnica y grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias, equipados con dispositivos portátiles de comprobación técnica radioeléctrica que hicieron posible la detección y localización de fuentes de interferencia en los lugares más inaccesibles.

## **9 Gestión del personal**

La función de gestión del personal del Sistema Universiada 2013 se integró en el Centro de control operacional que combinó el personal del Centro de control y el personal externo (laboratorios de etiquetado y medición, estaciones móviles de comprobación técnica y grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias).

En el Centro de control se instalaron 10 estaciones de trabajo automatizadas de operador. Se utilizaron para gestionar estaciones de comprobación técnica fijas, de objeto y móviles, los grupos de comprobación técnica radioeléctrica y localización de interferencias y los sistemas de transporte especial y de radiocomunicaciones de servicio.

Se instalaron más de 40 estaciones de trabajo automatizadas con control a distancia fuera del Centro de control para el personal externo, la Dirección de la Universiada y las agencias de servicios de seguridad participantes.

## **10 Actividades posteriores a la Universiada 2013**

Al finalizar la Universiada 2013, la concentración de estaciones objeto de comprobación técnica en la ciudad era excesiva y, por tanto, la mayoría de estas estaciones se trasladaron a otros lugares a fin de utilizarlas como estaciones para medir los parámetros de emisiones radioeléctricas. Sin embargo, algunas de ellas quedaron en Kazán con objeto de reforzar la red local permanente de comprobación técnica radioeléctrica.

---

<sup>3</sup> Véanse las referencias [1] y [2].

## 11 Algunas cifras de interés

Con la ayuda del subsistema del servicio de solicitudes hasta la Universiada 2013 y durante la misma se recibieron 285 solicitudes para transmisores radioeléctricos, 39 de las cuales fueron rechazadas. Se instalaron 10 laboratorios de etiquetado y mediciones (2 fijos y 8 móviles). En total, se probaron y etiquetaron 8 368 transmisores radioeléctricos, incluidos 6 174 del servicio móvil terrestre, 1 364 dispositivos de corto alcance, 20 dispositivos del servicio fijo por satélite, 266 del servicio fijo y 4 del servicio de radiolocalización.

Durante la Universiada 2013 los empleados del servicio de radiofrecuencias detectaron 207 violaciones de utilización de frecuencias, especialmente: explotación de radiomicrofonos, puntos de acceso inalámbrico, estaciones terrenas de satélite y también transmisores móviles de radiocomunicaciones de los organizadores de la ceremonia de apertura. En las Figs. A7.18 y A7.19 se presentan las imágenes de algunos de los dispositivos infractores descubiertos como resultado de las operaciones en los objetos de la Universiada.

## 12 Conclusión

El Sistema Universiada 2013 proporcionó un control a distancia eficaz de los medios de comprobación técnica radioeléctrica remota fijos, móviles y portátiles, la prueba y etiquetado de transmisores radioeléctricos y la preparación y explotación de la interacción con estructuras de información externas durante la Universiada 2013 de Kazán. El sistema permitió una gestión eficiente del personal, la coordinación en la asignación de tareas, el control de su ejecución y la toma de decisiones necesarias en tiempo real.

FIGURA A7.18  
Estación de acceso inalámbrico  
en el Centro de Deportes  
de Remo



Informe SM.2257-A7-18

FIGURA A7.19  
Estación de comunicaciones  
Tierra-satélite en el Centro  
de Deportes AkBure



Informe SM.2257-A7-19

## Anexo 8

### Actividades de gestión del espectro durante la Copa Mundial de la FIFA 2014

#### 1 Introducción

En el presente Anexo se resumen los resultados generales de las actividades de gestión del espectro que se llevaron a cabo en Brasil con motivo de la Copa Mundial de la FIFA 2014. En este gran evento participaron 32 equipos nacionales que disputaron 64 encuentros en 12 sedes distintas del Brasil entre el 12 de junio y el 13 de julio de 2014.



La información que se facilita a continuación incluye las actividades pertinentes y está centrada en los preparativos y las medidas operacionales adoptadas por el órgano reglamentario del Brasil, la Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). En el éxito del evento fueron claves un marco preparatorio muy detallado, una sólida gestión del proyecto y una infraestructura nacional de gestión del espectro de última generación.

Las experiencias pertinentes podrían constituir puntos de referencia útiles para futuros eventos a gran escala en la región, incluidas:

- **El marco preparatorio** (grupo de trabajo, análisis de eventos anteriores, sitio web con información reglamentaria en idiomas extranjeros).
- **La regulación del espectro y los procedimientos de concesión de licencias** (ajustes reglamentarios, concesión de licencias para uso del espectro – asignación de frecuencias con carácter temporal).
- **Las operaciones sobre el terreno** (comprobación y etiquetado<sup>4</sup>, supervisión, vigilancia del cumplimiento de la normativa, integración con las Fuerzas de Seguridad Nacional y Protección Pública, supervisión del rendimiento de las redes IMT).

---

<sup>4</sup> También denominado «verificación y marcado».

## **2 Marco preparatorio**

### **2.1 Grupo de trabajo**

Los eventos deportivos internacionales a gran escala a menudo concitan la atención mundial y son responsables de un aumento significativo del tráfico en las redes de telecomunicaciones. Asimismo, reflejan un uso intensivo del espectro de radiofrecuencias, un componente fundamental para la distribución de sonido, imágenes e información detallada a todo el mundo.

Ante tales necesidades, ha resultado cada vez más habitual que las partes interesadas en estos eventos, incluidos los comités organizadores, las organizaciones de medios de difusión y la sociedad en general, requieran de las autoridades locales un compromiso firme en lo que respecta a la disponibilidad de tales recursos de comunicación a fin de tomar una decisión sobre si se organiza un evento de estas características y en qué fechas.

Para dar respuesta a los compromisos contraídos por el gobierno en relación con el evento, recayó en Anatel la tarea de definir una serie de medidas importantes directamente relacionadas con las transmisiones inalámbricas y la distribución de servicios de telecomunicaciones por los operadores nacionales.

Una experiencia anterior, los Juegos Panamericanos celebrados en Río en 2007, puso de manifiesto la necesidad de elaborar un plan preparatorio coherente a fin de minimizar las consecuencias negativas durante los distintos grandes eventos que Brasil acogería entre 2011 y 2016, entre ellos la Copa Mundial de la FIFA 2014 y los Juegos Olímpicos y los Juegos Paralímpicos de Río en 2016. En este contexto, Anatel estableció en 2011 un grupo de trabajo compuesto por ejecutivos de distintos departamentos de aquellas áreas que tendrían una influencia pertinente en el papel que Anatel desempeñaría en los distintos eventos.

El grupo de trabajo abarcaba un amplio espectro de actividades necesarias para abordar las actividades de gestión del espectro de un gran evento, entre ellas la reglamentación del espectro, la concesión de licencias y los equipos encargados de velar por el cumplimiento de la normativa, otros departamentos como recursos humanos, finanzas, comunicaciones, relaciones exteriores, compras o tecnologías de la información. El grupo tenía el cometido de elaborar distintos proyectos, así como asesorar a la Junta Directiva de Anatel respecto de cualquier medida relacionada con grandes eventos internacionales.

Un objetivo muy importante en este proceso fue la actualización de la infraestructura de gestión del espectro de Anatel. Varios proyectos, dotados de un presupuesto garantizado, han permitido instalar los sistemas y los equipos necesarios, incluida la nueva plataforma de planificación de la gestión del espectro y la concesión de licencias, estaciones para la comprobación técnica del espectro fijo y móvil, dispositivos para la supervisión de satélites, analizadores espectrales de gran rendimiento, analizadores de los valores de referencia de las redes móviles y distintos equipos portátiles.

### **2.2 Análisis de eventos anteriores**

En primer lugar, se elaboraron distintos estudios de caso internacionales a fin de comprender mejor la participación de las autoridades reglamentarias en ediciones anteriores de la Copa Mundial de la FIFA y de los Juegos Olímpicos. Anatel realizó visitas técnicas y mantuvo reuniones informativas con autoridades reglamentarias, manufacturas y operadores de Sudáfrica (Copa Mundial de la FIFA, 2010), China (Juegos Olímpicos de Verano de Beijing, 2008), el Reino Unido (Juegos Olímpicos de Verano de Londres, 2012) y la Federación de Rusia (Juegos Olímpicos de Invierno de Sochi, 2014). Otras referencias importantes fueron las Recomendaciones y los Informes del UIT-R y los intercambios con el organismo de vigilancia del espectro de Ucrania, a tenor de su experiencia durante la UEFA Euro 2012.

Durante los Juegos Paralímpicos de Londres de 2012, Anatel envió a una delegación para que hiciera un seguimiento de las operaciones de Ofcom de control del espectro sobre el terreno durante el evento. Esta experiencia práctica resultó sumamente importante para entender mejor los desafíos y las buenas prácticas en materia de utilización del espectro, reducción de las interferencias y actividades para velar por el cumplimiento de la normativa. En la medida de lo posible, se alientan encarecidamente estos intercambios a fin de armonizar mejor las prácticas a nivel internacional, de acuerdo con el alcance del evento.

La información recibida de la cooperación internacional, junto con experiencias anteriores de eventos pasados en Brasil, como los Juegos Panamericanos de Río en 2007, la conferencia diplomática Río+20 sobre cambio climático y la Copa FIFA Confederaciones de 2013, permitieron a Anatel dotarse de una base de conocimientos fundamental para abordar los preparativos.

### **2.3 Sitio web con información reglamentaria en idiomas extranjeros**

La estrategia de comunicación externa de Anatel se articuló alrededor de dos ejes: el primero, la comunicación dirigida al público en general, los profesionales y las organizaciones implicadas en actividades directamente relacionadas con el evento; el segundo, la comunicación con los comités y otras organizaciones, públicas o privadas, directamente implicadas en la ejecución del evento.

La comunicación dirigida al público en general, los profesionales y las organizaciones implicadas en actividades directamente relacionadas con el evento se estableció principalmente a través de Internet. Más de 2 (dos) años antes de la Copa Mundial 2014, Anatel puso en marcha un sitio web<sup>5</sup> en portugués, inglés y español con orientaciones reglamentarias para actividades de telecomunicaciones relacionadas con grandes eventos. Entre los temas que se abordaban en la página estaban la reglamentación en materia de espectro, los procedimientos de concesión de licencias para el uso temporal de radiofrecuencias, los procedimientos de certificación de equipos de telecomunicaciones, la comprobación y etiquetado de equipos de radiocomunicaciones para su utilización durante eventos especiales en Brasil y una línea de atención telefónica de urgencia para reducir los casos de interferencias durante la Copa Mundial 2014.

Las imágenes siguientes muestran el diseño del sitio web y las características de la página, incluida la versión para móviles, los banners y un vídeo de animación en el que se presenta a Anatel y se explican distintas cuestiones reglamentarias pertinentes, haciendo hincapié en los desafíos en materia de gestión del espectro y de procedimientos reglamentarios. El sitio web podrá consultarse hasta 2016, tras los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río de 2016.

---

<sup>5</sup> <http://grandeseventos.anatel.gov.br/en/>

Página web de Anatel para grandes eventos (portugués/inglés/español)



Report SM.2257-A8-02

El segundo eje fue el establecimiento de las correspondientes alianzas de colaboración externa con otros organismos gubernamentales federales, canales especializados y los organizadores del evento. Esta interacción fue fundamental para que la información llegara con la suficiente antelación a las partes interesadas pertinentes a las que se dirigía a fin de que pudieran familiarizarse con los requisitos reglamentarios, los procesos y los procedimientos de gestión del espectro nacionales relacionados con el evento. En colaboración con esos asociados, se promovieron campañas especiales de comunicación adicionales, entre otras «comprobación y etiquetado», «línea de atención telefónica de urgencia sobre interferencia» o «geolocalización de las oficinas de Anatel en estadios y el Centro Internacional de Radiodifusión – IBC».

Ejemplos de campañas especiales de comunicación elaboradas para la Copa Mundial 2014



Report SM.2257-A8-03

### **3 Regulación del espectro y procedimientos de concesión de licencias**

#### **3.1 Ajustes reglamentarios**

La naturaleza y las dimensiones sumamente inusuales de un gran evento mundial hacen necesario que el marco reglamentario nacional dispense un trato especial a determinados aspectos. Para ello es necesario introducir ajustes reglamentarios que permitan adoptar un enfoque más flexible y ágil. En este sentido, Anatel promulgó una serie de normas específicas para la Copa Mundial, entre ellas:

- Se ampliaba a 120 días el periodo máximo para las autorizaciones temporales (licencias) relacionadas con la Copa Mundial 2014.
- Se permitía una estación terrena transmisora vinculada a un satélite sin la autorización correspondiente para funcionar en el territorio brasileño.
- Quedaban exentos de los procedimientos de obtención de una licencia y de comprobación y etiquetado los dispositivos del tipo «disparador automático» que funcionan en las bandas de frecuencias 340-354 MHz y 433,44-434,42 MHz.
- Se actualizó la reglamentación para el uso temporal de radiofrecuencias.

#### **3.2 Concesión de licencias para utilización temporal del espectro (asignación de frecuencia)**

A fin de satisfacer la elevada demanda de radiofrecuencias para operaciones básicas temporales en grandes acontecimientos, es necesario elaborar de antemano un plan de gestión del espectro debidamente diseñado.

Habida cuenta de las experiencias de eventos anteriores, se consideró que habría que diseñar un sistema de concesión de licencias eficiente y debidamente planificado para mejorar la planificación del espectro y poder tramitar en menos tiempo varias solicitudes de concesión de licencias para frecuencias.

En 2014, Anatel puso en marcha un nuevo sistema de concesión de licencias para el espectro capaz de realizar cálculos automáticos de cobertura y de evaluar la probabilidad de interferencia con asignaciones de frecuencias que ya estaban en funcionamiento, mejorando de este modo la eficacia del proceso de concesión de licencias.

A fin de autorizar el funcionamiento temporal de radiofrecuencias durante la Copa Mundial, Anatel emitió 319 licencias temporales que abarcaban 7 146 frecuencias que utilizarían 19 110 estaciones de radiocomunicaciones.

A título comparativo en lo que respecta a las dimensiones del evento, es interesante señalar que, para la Copa FIFA Confederaciones de 2013, Anatel emitió alrededor de 127 licencias temporales que abarcaban 1 319 frecuencias que utilizarían 3 648 estaciones de radiocomunicaciones.

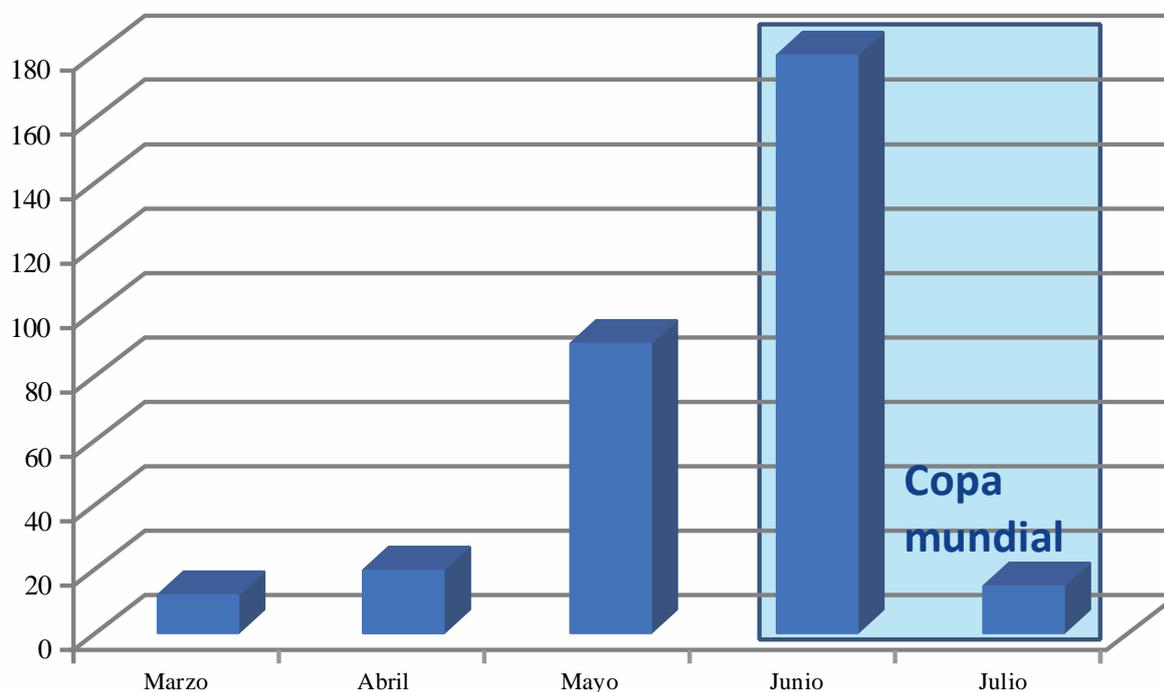
Prácticamente todos los equipos de radiocomunicaciones, incluidos varios dispositivos de corto alcance que funcionan en bandas no sujetas a licencia, deberían someterse a los procedimientos de concesión de licencias temporales para radiofrecuencias de Anatel, incluidas las estaciones de periodismo electrónico por satélite, las radios portátiles, las cámaras y los micrófonos inalámbricos y otros dispositivos de radiofrecuencias asociados al periodismo electrónico y a los sistemas de seguridad. Se optó por este amplio alcance para posibilitar la coordinación de frecuencias de todos los dispositivos radioeléctricos, incluidos aquellos que a menudo están exentos pero que, en un entorno obstruido como ese, podrían interferir con otros servicios y dispositivos.

Además del periodismo electrónico, las partes interesadas del ámbito de las frecuencias radioeléctricas también incluían a las delegaciones diplomáticas, las organizaciones internacionales y las aeronaves y los buques militares extranjeros. En el gráfico que se presenta a continuación se muestran las cifras relativas a las licencias emitidas en relación con la Copa Mundial 2014 cada mes.

Conviene hacer hincapié en la elevada concentración de licencias entre mayo y junio de 2014, es decir en las proximidades del evento y durante este, una tendencia habitual en grandes eventos.

Otra decisión importante fue permitir que el personal encargado de la concesión de licencias pudiera seguir emitiéndolas durante el evento para responder a las dudas o a solicitudes tardías. Asimismo, se movilizó a 23 personas del equipo de apoyo TI para velar por la plena disponibilidad de todos los sistemas y garantizar una rápida recuperación en caso de fallo imprevisto de algún sistema de apoyo.

Licencias para la utilización temporal de radiofrecuencias emitidas por Anate051 para la Copa Mundial 2014



Report SM.2257-A7-01

#### 4 Operaciones sobre el terreno (comprobación y etiquetado, supervisión y aplicación)

La ejecución de las operaciones sobre el terreno corrió a cargo de un equipo nacional de coordinación, 14 coordinadores locales y 303 técnicos de supervisión y aplicación divididos en actividades como comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas de redes fijas, móviles y por satélite, comprobación y etiquetado o vigilancia del cumplimiento de la normativa *in situ*.

A fin de orientar las iniciativas de Anatel sobre el terreno, se trazó un plan de acción sobre la vigilancia del cumplimiento de la normativa que incluía documentos que posteriormente se convertirían, respectivamente, en los planes operativo, de comunicación y de contingencia.

El Plan Operativo para todas las actividades de vigilancia del cumplimiento de la normativa tenía por fin garantizar que la infraestructura de telecomunicaciones en los estadios y las sedes satisficiera los requisitos fijados oficialmente por la Agencia y comunicados a las partes interesadas.

El Plan de Comunicación tenía por fin garantizar la debida recopilación, elaboración, almacenamiento, envío y difusión final de información sobre las actividades realizadas.

El Plan de Contingencia identificaba posibles hipótesis que podían poner en peligro la ejecución de las actividades de Anatel durante la Copa Mundial, de modo que fuera posible actuar de manera coordinada para reducir los efectos no deseados de cada una de esas hipótesis.

#### 4.1 Comprobación y etiquetado de equipos de radiocomunicaciones

Una de las principales innovaciones que se introdujeron en Brasil para evitar las interferencias en los recintos fue la utilización cabal del procedimiento de «comprobación y etiquetado», un procedimiento empleado parcialmente en eventos anteriores y que se usó en Brasil por vez primera con motivo de la Copa FIFA Confederaciones 2013, a partir de la experiencia de los reguladores del espectro en Copas Mundiales anteriores (2006, 2010), la Euro 2012 y los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de 2008 y 2012.

El procedimiento de comprobación y etiquetado de equipos de radiocomunicaciones consiste en realizar, antes del evento, mediciones técnicas, verificar la licencia y etiquetar los equipos transmisores de radiofrecuencias que se utilizarán en los recintos. Al ser previo a la puesta en funcionamiento, el ejercicio permite detectar disconformidades y adoptar medidas correctoras antes de que se produzca la interferencia. En cada estadio y Centro Internacional de Radiodifusión (IBC), Anatel dispuso de una oficina facilitada por la organización del evento para llevar a cabo los procedimientos de comprobación y etiquetado y otras tareas de gestión del espectro.

##### Comprobación y etiquetado y otras actividades de gestión del espectro en las oficinas de Anatel



Report SM.2257-A8-05

En el caso de la Copa Mundial 2014, el procedimiento de comprobación y etiquetado se puso oficialmente en marcha en las sedes el 7 de junio, cinco días antes del partido inaugural, disputado en el Estadio de San Pablo, y también cinco días antes del primer partido en cada uno del resto de estadios. Posteriormente, los procedimientos de comprobación y etiquetado se llevaron a cabo dos días antes de cada partido (en todos los estadios). Se consideró que este periodo relativamente corto era suficiente para este evento concreto habida cuenta del tamaño de las sedes y su número (12); este motivo explica el número de equipos que trabajaban en paralelo. Asimismo, el calendario de cada una de las sedes (transcurrían al menos dos días entre partido y partido) permitía que los recién llegados a una sede determinada se sometieran al proceso de comprobación y etiquetado, por orden de llegada. En otros eventos podría ser necesario adoptar unos procedimientos y un calendario más sofisticado.

Los procedimientos se llevaron a cabo hasta el último partido en Río de Janeiro, el 13 de julio de 2014. En general, el procedimiento de comprobación y etiquetado constaba de los pasos siguientes:

- Tras recibir la licencia para el uso temporal de una radiofrecuencia, los usuarios del espectro debían presentar a los funcionarios de Anatel todo el equipo de radiofrecuencia que iban a utilizar en los recintos y llevarlo a las oficinas de Anatel para el procedimiento de comprobación y etiquetado.
- Los funcionarios de Anatel llevaban a cabo las pruebas y verificaban si la frecuencia, la anchura de banda y otros parámetros técnicos estaban en consonancia con la licencia.
- Tras la prueba, el equipo de radiofrecuencia recibía una etiqueta específica. En función del resultado, se empleaba una etiqueta u otra, según los criterios siguientes:

- Todo equipo de radiofrecuencia que no reunía los criterios de comprobación y etiquetado de Anatel o que no podía funcionar con arreglo a los parámetros de la licencia recibía una etiqueta roja en la que podía leerse «Do Not Use».
- Todo equipo de radiofrecuencia aprobado recibía una etiqueta correspondiente a los estadios en los que se emplearía (p. ej.: cada estadio poseía una etiqueta con un color distinto y la abreviatura del nombre de la ciudad). Sin contar el IBC, existían etiquetas para la primera fase y la segunda fase (eliminatórias finales) en aquellas ciudades en las que estaba previsto que se disputaran más de cuatro partidos. Los equipos autorizados para todas las sedes y todas las fases del torneo recibían una etiqueta blanca («ALL»).
- Las principales partes interesadas se sometieron con mucha antelación al procedimiento de comprobación y etiquetado, unos 10 días antes de los partidos.

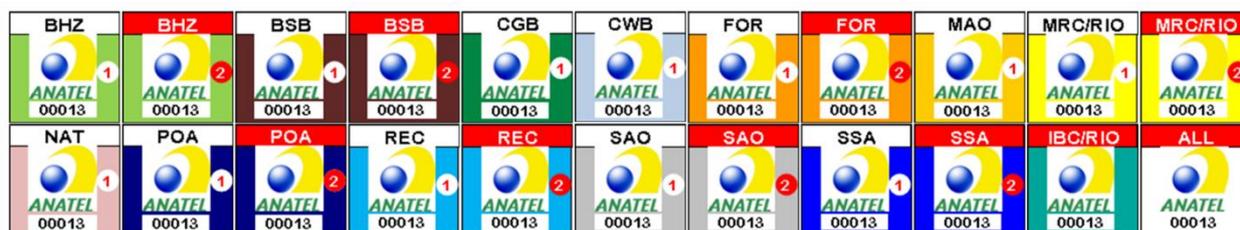
En total, se sometieron al procedimiento de comprobación y etiquetado 17 325<sup>6</sup> equipos de radiocomunicaciones:

- 16 219 lo superaron y recibieron una etiqueta con el color correspondiente a la ciudad en los que podían utilizarse; aquí se incluyen los equipos de radiofrecuencias que recibieron la etiqueta blanca («ALL»), aptos para ser utilizados en todas las sedes.
- 1 106 recibieron una etiqueta roja, es decir que no estaban autorizados para utilizar temporalmente la radiofrecuencia o no estaban configurados para funcionar con arreglo a lo dispuesto en la licencia<sup>7</sup>.

Según lo esperado, el procedimiento de comprobación y etiquetado permitió evitar el funcionamiento de varios equipos incorrectamente configurados en frecuencias para las que no estaban autorizados, hecho que evitó un elevado número de interferencias perjudiciales.

Se evitaron más de 200 interferencias probables, la mayoría debidas a dispositivos de corto alcance que, en otras circunstancias y eventos estudiados, estaban exentos de licencia. En consecuencia, la coordinación a nivel local fue especialmente necesaria en el caso de estos equipos y se estima que la estrategia de prevención resultó sumamente exitosa.

Etiquetas utilizadas en cada estadio en la primera y la segunda fase y en el IBC durante la Copa Mundial 2014



Report SM.2257-A8-06

<sup>6</sup> El número de equipos presentados para los procedimientos de comprobación y etiquetado no equivale (exactamente) a la cantidad de equipos licenciados. En determinados casos, no fue necesario someter algunos equipos de radiofrecuencias a los procedimientos de comprobación y etiquetado, en particular en el caso de aquellos que se empleaban fuera de los estadios (zonas para seguidores, hoteles, etc.).

<sup>7</sup> En algunos casos, se reconfiguraron correctamente los equipos y se volvieron a presentar para obtener la autorización, que se expidió en esta segunda comprobación. En la mayoría de casos no fue posible reconfigurar correctamente el equipo o se reconfiguró al momento, motivo por el cual no recibió la etiqueta roja.

Los correspondientes indicadores de prevención de la interferencia dan fe del elevado número de procedimientos de comprobación y etiquetado superados con éxito. Como consecuencia de este hecho, ya se ha previsto recurrir a estos procedimientos en otros grandes eventos en Brasil, en especial en los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Río de 2016.

#### **4.2 Identificación y preparación del equipo de vigilancia del cumplimiento de la normativa**

Uno de los principales problemas que pueden afectar el desempeño de los equipos que participan en actividades de vigilancia del cumplimiento de la normativa durante un gran evento, en particular su efectividad a la hora de resolver los casos de interferencia, radica en la capacidad para acceder a las personas que son víctimas de la interferencia y a las que la causan e interactuar con ambos grupos.

En este frente, la comunicación se convierte en un elemento fundamental. Además de las estrategias de comunicación que ya se han discutido, entre las medidas adoptadas cabe destacar:

- la utilización de carteles para señalar la oficina dedicada a cuestiones sobre el espectro y/o los lugares para los procedimientos de comprobación y etiquetado;
- la utilización de uniformes a fin de identificar claramente a los equipos sobre el terreno;
- la competencia en idiomas extranjeros de los equipos asignados a resolver las interferencias y a los que podrían tener que acudir personas que no hablaban portugués.

#### **4.3 Instrumentos de medición utilizados**

Se adquirieron específicamente varios equipos nuevos a fin de contribuir a las actividades que se llevaron a cabo durante la Copa Mundial de la FIFA 2014; estos equipos constituyen un legado importante para la infraestructura nacional de gestión del espectro.

La infraestructura de comprobación técnica del espectro utilizada en cada una de las sedes constaba de:

- un mínimo de tres sensores fijos de comprobación técnica del espectro situados en el tejado de un rascacielos, a una distancia de entre 1 a 5 km de las principales sedes del evento;
- un mínimo de un radiogoniómetro y un sensor de comprobación técnica del espectro dentro del estadio;
- una cuadrilla móvil de comprobación técnica equipada con receptores portátiles, analizadores de espectro y antenas direccionales dentro del estadio, con el apoyo adicional de hasta tres cuadrillas similares, con acceso limitado a la zona del estadio;
- un radiogoniómetro montado en un coche y una unidad de comprobación técnica situada en la zona del estadio, con el apoyo adicional de hasta dos unidades similares;
- sensores y equipo adicionales de comprobación técnica en otras zonas de interés que podrían verse afectadas negativamente por el evento, en particular aeropuertos, centros de formación y el IBC;
- 24 plataformas para el establecimiento de criterios de referencia en redes móviles para la recopilación de datos desde vehículos motorizados con capacidad para cuatro operadores cada una de ellas y, adicionalmente, dos mochilas para la recopilación de datos mediante mediciones a pie;
- una estación de comprobación técnica por satélite capaz de supervisar las radiocomunicaciones y de geolocalizar emisores terrestres activos en las bandas C y Ku durante el evento.

#### 4.4 Actividades de comprobación técnica del espectro y de resolución de interferencias

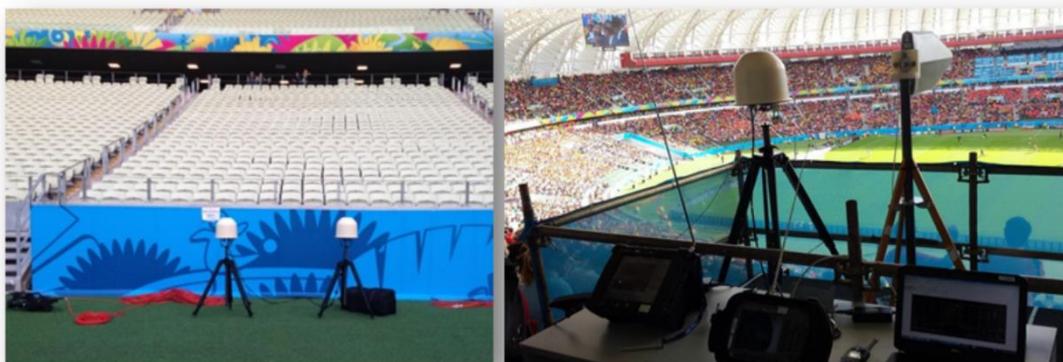
A fin de identificar emisiones irregulares y posibles interferencias, se llevaron a cabo tres tipos de actividades de comprobación técnica proactivas, en particular en las ubicaciones y las bandas de frecuencias pertinentes del evento. Estas actividades se llevaron a cabo en la fase preparatoria, en la etapa previa al evento y durante el evento.

La *comprobación técnica* durante la fase preparatoria se llevó a cabo en los tres meses previos al inicio del evento y en ella se emplearon estaciones fijas, móviles y portátiles con el objetivo de obtener información sobre el terreno acerca de las condiciones reales del espectro en las bandas de frecuencias pertinentes y adoptar medidas preventivas. Esta actividad permitió comprobar la existencia de emisiones procedentes de usuarios del espectro no autorizados y suprimirlas, y comprobar si las estaciones de radiocomunicaciones a las que se había concedido una licencia reunían los requisitos técnicos y reglamentarios y funcionaban de acuerdo con su licencia.

La *comprobación técnica* en la etapa previa al evento se llevó a cabo durante la semana previa al inicio del evento. En esta fase se examinó la información generada durante la fase preparatoria, pese a que en esta ocasión también se incluyó a las entidades a las que se había concedido una licencia temporal para operar específicamente durante el evento.

La *comprobación técnica* durante el evento se llevó a cabo en las horas inmediatamente anteriores al evento y durante este. La finalidad de esta intervención era identificar rápidamente y localizar las emisiones potencialmente interferentes que aparecían durante el evento a fin de ayudar a resolver la interferencia perjudicial, antes incluso de que se notificara.

Estaciones de comprobación técnica del espectro de Anatel instaladas en los estadios de la Copa Mundial 2014

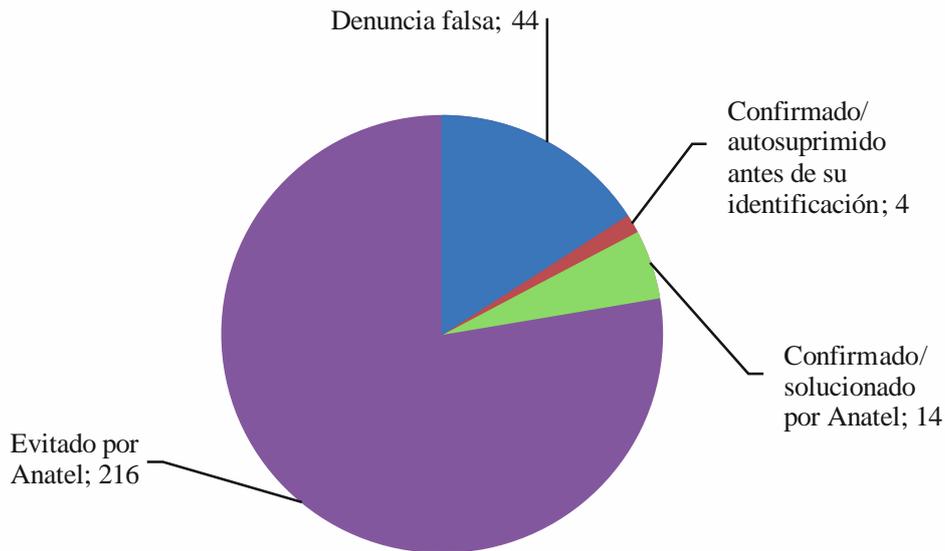


Report SM.2257-A8-07

Además de las actividades proactivas de comprobación técnica y de los canales de comunicación tradicionales de Anatel, durante todo el evento, los usuarios del espectro pudieron notificar casos de interferencia directamente al personal de Anatel en las oficinas de control del espectro habilitadas en todos los estadios, en el IBC o por teléfono (línea de atención telefónica de emergencia para interferencias).

En los gráficos siguientes se presenta una breve descripción de las actividades que se llevaron a cabo en relación con los casos de interferencia durante la Copa Mundial de la FIFA 2014:

Casos de interferencia durante la Copa Mundial 2014



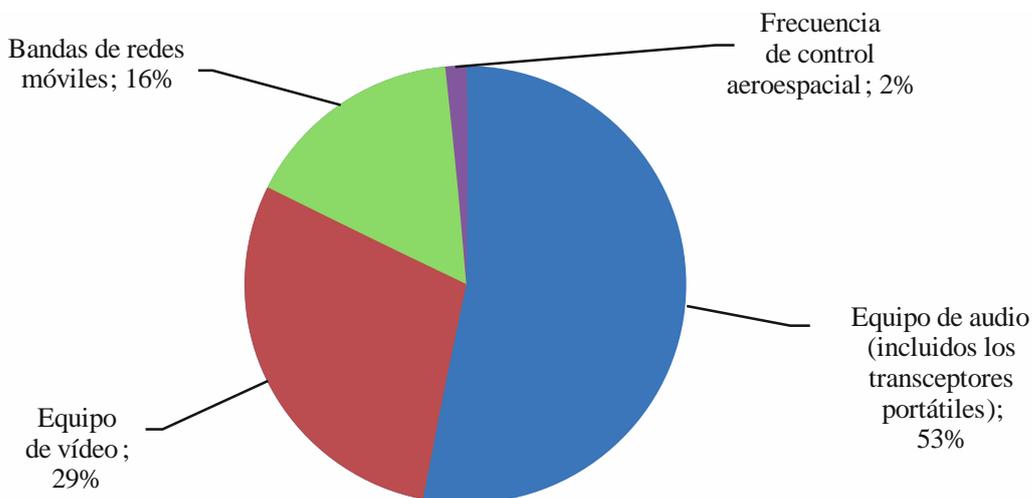
Report SM.2257-A8-08

Del gráfico anterior se desprende, en primer lugar, que procedimientos como los de comprobación y etiquetado y las actividades de vigilancia del cumplimiento de la normativa realizadas en los accesos y otras zonas importantes de los recintos permitieron identificar y corregir 216 posibles fuentes de interferencia, como emisores configurados incorrectamente o no autorizados, antes de que se produjera la interferencia y motivara una denuncia.

En total, se identificaron (o notificaron) 62 casos de interferencia en relación con el evento y según el criterio de Anatel. De estos, solamente 18 eran efectivamente casos de interferencia (29%); los 44 restantes se consideraron problemas relacionados con la instalación, la configuración o el funcionamiento de los equipos. Catorce casos se resolvieron mediante la intervención directa de los funcionarios de Anatel; el resto cesaron durante la investigación. En 30 casos de interferencia notificados estaba implicado el radiodifusor anfitrión o el comité organizador local.

En el siguiente gráfico se presenta la distribución de los casos de interferencia detectados según la banda y el equipo afectado.

Banda y equipo afectado por la interferencia



Report SM.2257-A8-09

En proporción al número de partidos, el número de casos de interferencia durante la Copa Mundial 2014 fue inferior al registrado durante la Copa FIFA Confederaciones 2013, cuando se notificaron 36 en 16 encuentros. Estas cifras dan fe de la mejora debida a medidas preventivas como los procedimientos de comprobación y etiquetado o a las actividades proactivas de comprobación técnica.

En lo referente a las redes de satélite, las transmisiones no se vieron afectadas por interferencias y Anatel no recibió ninguna queja formal durante todo el evento. El enfoque preventivo adoptado por el personal sobre el terreno y los operadores de satélite también fue un factor importante para el éxito del funcionamiento de los satélites.

#### **4.5 Integración con las fuerzas de seguridad nacionales y de protección pública**

Durante el evento, los funcionarios de Anatel estuvieron presentes en el Centro Nacional Integrado de Mando y Control (CICCN), en Brasilia, y en los Centros Regionales Integrados de Mando y Control (CICCR) habilitados en las 12 ciudades que eran sede a fin de prestar apoyo a las Fuerzas de Seguridad Pública en cuestiones relativas a las telecomunicaciones y recibir ayuda para identificar emisiones no autorizadas que podían repercutir negativamente en el evento o poner en peligro la seguridad. En este contexto, el apoyo de Anatel era necesario para identificar y capturar aeronaves no tripuladas, también conocidas como drones, que carecían de licencia o certificación de equipo de telecomunicaciones (aprobación tipo).

Adicionalmente, se celebraron negociaciones con otros organismos, en particular el Ministerio de Relaciones Exteriores, para informar a las delegaciones extranjeras oficiales de las restricciones relativas a la utilización de bloqueadores de señal de radiofrecuencia (conocidos como equipos interferentes), prohibidos en Brasil salvo en recintos penitenciarios.

#### **4.6 IMT – Supervisión del comportamiento de las redes móviles**

A fin de evaluar el comportamiento de las redes móviles en las 12 (doce) sedes, Anatel llevó a cabo, a partir de mayo de 2014, pruebas semanales desde vehículos motorizados empleando a tal efecto plataformas para el establecimiento de criterios de referencia en redes móviles.

Esta medida tenía por fin identificar cualquier disconformidad respecto de los requisitos reglamentarios, en particular los establecidos específicamente para los partidos, que incluían la cobertura y la calidad de las obligaciones de servicio. Gracias a estas medidas preventivas, Anatel pudo colaborar proactivamente con los operadores móviles para mitigar esas disconformidades, evitando de este modo problemas futuros y un descenso de la calidad en la distribución del servicio móvil durante el evento.

Las rutas de medición estaban diseñadas para abarcar zonas con una elevada concentración de personas, como los alrededores de los estadios, zonas con un gran número de hoteles, aeropuertos o estaciones de autobús y las zonas para los aficionados.

Durante los partidos de la Copa Mundial también se llevaron a cabo mediciones peatonales a través de plataformas portátiles para el establecimiento de criterios de referencia en redes móviles y de teléfonos inteligentes. Se analizó la tasa media de carga y descarga de datos, así como la de llamadas completadas. Estas pruebas se llevaron a cabo en los estadios 2 (dos) horas antes del partido y durante el encuentro. Adicionalmente, y a fin de garantizar el comportamiento del servicio móvil, al día siguiente de cada partido, los operadores móviles facilitaron a Anatel los indicadores radioeléctricos de la interfaz aérea del día del partido.

Anatel también tuvo acceso remoto a los sistemas de desempeño de la red de operadores móviles, lo que le permitió hacerse una idea de los indicadores de tráfico y de procesamiento de los elementos de red y del tráfico telefónico. Antes y durante el evento se recopilaban alertas de fallo de red así como

información sobre el desempeño, en particular en relación con el grupo de estaciones de base que abarcaba las ciudades sede del evento; esta información se segmentó en informes periódicos por zonas relevantes (p. ej.: estadio y principales vías de transporte). De este modo, la información pertinente sobre la red de comunicaciones podía trasladarse fácilmente a las autoridades que podían tener que intervenir en una situación de crisis.

Durante los partidos, la atribución del canal de tráfico superó a menudo el 90% de la capacidad instalada, y en algunos casos llegó al 100%, con una tasa de supresión de llamadas de voz y de datos y una tasa de bloqueo de llamada inferior al 5% en la mayoría de partidos.

Una vez analizados los datos, se observó una evidente mejora general en los indicadores correspondientes al canal de voz y a la conexión de datos durante la Copa Mundial 2014 en comparación con los indicadores correspondientes a la Copa FIFA Confederaciones de 2013, cuando se adoptó un procedimiento similar. El volumen de tráfico registrado durante la Copa Mundial 2014 en los estadios y los alrededores relevantes fue muy superior: unos 12,2 millones de llamadas de voz y unos 704 millones de conexiones de datos.

Según los datos facilitados por los operadores móviles nacionales, considerando solamente el tráfico relacionado con los estadios de la Copa Mundial 2014, el volumen total fue de 4,4 millones de llamadas de voz, 48,5 millones de conexiones de datos (0,55 Mb de media en cada conexión) y un volumen total de tráfico de datos de 26,7 TB.

## 5 Lecciones aprendidas

A la vista del éxito y de los problemas que surgieron durante el evento, cabe destacar algunos aspectos clave que pueden ser pertinentes para futuras actividades relacionadas con grandes eventos:

- La colaboración con los organizadores del evento es fundamental. Habría que hacer hincapié en asegurarse de que la organización responsable del evento coopera plenamente a fin de minimizar los problemas relacionados con las credenciales y los pases de acceso a las zonas del evento y en garantizar asimismo que se dispone de zonas en las que puedan llevarse a cabo actividades como los procedimientos de comprobación y etiquetado, incluidas, si fuere posible, zonas situadas fuera de los lugares de acceso restringido de modo que cualquiera pueda acceder a los equipos de gestión del espectro.
- La disponibilidad de información en línea en distintos idiomas es fundamental para que las organizaciones internacionales entiendan, de antemano, el marco reglamentario nacional, incluidos los procedimientos específicos para la concesión de licencias temporales de radiofrecuencias.
- Una comunicación clara y transparente con todas las partes interesadas es clave para el éxito del evento.
- Es vital dotarse de un procedimiento de asignación temporal eficiente, y las solicitudes deberían presentarse con varios meses de antelación. Aun así, hay que contemplar la posibilidad de que lleguen solicitudes a última hora o durante el evento. El procedimiento permite atribuir canales de frecuencia en número suficiente para dar respuesta a las necesidades previstas, ya que durante el evento es prácticamente imposible reatribuirlos.
- Habría que emplear procedimientos de planificación estructural, incluidos planes tácticos, estratégicos y operacionales, y aplicarlos con antelación suficiente para integrar de manera amplia todas las iniciativas, en particular la comunicación, la selección y la formación de equipos, la especificación, las compras, la formación y la utilización sobre el terreno de nuevos equipos y programas informáticos.

- En caso de necesidad, habría que poner a disposición de los equipos sobre el terreno los equipos nuevos con suficiente antelación para que los técnicos se familiaricen con su uso en distintas situaciones reales. La formación podría no bastar por sí sola para que los usuarios comprendan totalmente todas las funciones que ofrecen estos nuevos equipos y, por extensión, les saquen todo el partido.
- La portabilidad de los equipos es una consideración fundamental a la vista de las restricciones sobre el uso de automóviles en las zonas del evento por motivos de seguridad. Toda nueva adquisición debería tener muy en cuenta este detalle.
- La calidad de los adhesivos que se emplean en los procedimientos de comprobación y etiquetado podría constituir un problema, ya que puede variar considerablemente de un fabricante a otro.
- Habría que prestar atención a todas las esferas afectadas por el evento que requerirán la utilización de espectro. Esto puede incluir varias ubicaciones fuera de las zonas del evento principal, como estudios y centros de medios de difusión situados fuera del IBC, zonas de entrenamiento o aeropuertos. Estas ubicaciones pueden experimentar un aumento de las interferencias y los equipos deberían estar preparados para responder a estas situaciones.
- La información a los equipos sobre el terreno y unas herramientas para la presentación automática de informes son elementos fundamentales para permitir un acceso rápido a información importante asociada al acontecimiento, en particular el acceso a la base de datos de equipos y a los informes procedentes de las distintas sedes.

## 6 Conclusión

El marco de planificación de Anatel para la Copa Mundial de la FIFA 2014 fue un elemento clave para el éxito de las actividades de gestión del espectro y de comprobación técnica de la calidad de las redes móviles durante el evento y permitió elaborar distintos proyectos, en particular los relativos a inversiones para renovar la infraestructura nacional de gestión del espectro.

El compromiso y el elevado grado de implicación de las partes interesadas internas y externas, como organizaciones gubernamentales, reguladores extranjeros, el comité organizador del evento, operadores nacionales e internacionales y usuarios del espectro, fue fundamental para el éxito del evento, pues permitió prever un gran número de exigencias y aventurar posibles soluciones.

A la vista de los complejos objetivos fijados, puede afirmarse de manera general que, durante la Copa Mundial 2014, la gestión del espectro y la distribución de servicios de telecomunicaciones por los operadores nacionales resultaron satisfactorias y contribuyeron al éxito del evento, tanto desde el punto de vista organizativo como de las retransmisiones.

## Referencias

- [1] D. Alexeev, A. Ashikhmin, S. Kobelev, V. Kozmin, A. Rembovskiy, D. Sysoev, L. Tsarev. Features and Application of Automated Spectrum Management System at 27-th Summer Universiade in Kazan City//Electrosvyaz, 2014 – No. 4 – pp. 9-16 (en ruso). (La traducción al inglés del artículo está disponible en la dirección web: <http://www.ircos.ru/en/articles.html>).
- [2] <http://rspectr.com/article/radiokontrol/kazan>
- [3] A. Rembovsky, A. Ashikhmin, V. Kozmin, S. Smolskiy. Radio Monitoring. Problems, Methods, and Equipment. Volume 43 in the Science and Technology series. ISBN 978-0-387-98099-7, Springer Dordrecht Heidelberg Londres Nueva York, 2009 – p. 530.