

# Manual sobre técnicas informatizadas para la gestión del espectro (CAT)

Edición de 2015



# **Manual sobre técnicas informatizadas para la gestión del espectro (CAT)**

Edición de 2015

UIT-R





## Prefacio

Esta 5ª edición del Manual del UIT-R – Técnicas informatizadas para la gestión del espectro (CAT) es el resultado del intenso trabajo realizado por expertos que han puesto voluntariamente sus conocimientos y experiencia en materia de gestión del espectro al servicio de los miembros constituyentes de la UIT.

El Manual está destinado a las Administraciones de los Estados Miembros y Miembros de Sector, así como a las personas cuya función guarda relación con los procesos de gestión automática del espectro. El Manual se compone de cinco (5) Capítulos y once (11) Anexos, que contienen directrices básicas sobre el sistema de gestión automática del espectro y su aplicación.

La descripción de las técnicas informatizadas (Capítulo 2) y de los datos de gestión del espectro y de gestión de bases de datos (Capítulo 3) se complementa con los principios de intercambio electrónico de información (Capítulo 4) que incluye varios estudios de caso representativos. La parte principal del Manual concluye con ejemplos de procedimientos de gestión automática del espectro (Capítulo 5).

El Anexo 1 contiene los datos de gestión del espectro que pueden utilizarse como norma para la especificación de los datos relativos a las asignaciones de frecuencia y notificación de datos.

En los Anexos 2 a 11 se describen diversos modelos de aplicación de los procesos de comprobación técnica y gestión automáticas del espectro.

François Rancy  
Director de la Oficina de Radiocomunicaciones

## **Preámbulo**

El presente Manual de técnicas informatizadas para la gestión del espectro (CAT) debe considerarse complementario de los otros dos Manuales de la UIT que tratan de este mismo tema; es decir, el Manual sobre gestión nacional del espectro (edición de 2015) y el Manual sobre comprobación técnica del espectro (edición de 2011).

La primera edición del presente Manual fue publicada en 1983 y actualizada posteriormente en 1990, 1999 y 2005. Durante este periodo, el tema de la gestión nacional del espectro ha evolucionado y se ha convertido en un asunto de primer orden en las actividades de todas las administraciones de telecomunicaciones, especialmente en los países en desarrollo cuya utilización del espectro ha experimentado un aumento considerable en razón del avance espectacular de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y sus diversas aplicaciones.

Por consiguiente, la gestión automática y eficiente del espectro ha pasado a ser un asunto prioritario en todas las administraciones. En junio de 2011, la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones respaldó la creación por el Grupo de Trabajo 1A del Grupo de Relator con el mandato de reexaminar los textos obsoletos y preparar esta nueva versión del Manual CAT.

Dicho Grupo fue presidido por el Relator del Grupo de Relator, Sr. Sultan A. Al Balooshi de los Emiratos Árabes Unidos, así como por el Sr. Andrey Lashkevich de la Federación de Rusia y por la Sra. B. Sykes de los Estados Unidos de América durante algunas reuniones.

Los aspectos fundamentales de la gestión del espectro se han revisado y actualizado adecuadamente a fin de que esta publicación satisfaga las necesidades del usuario. En breve, se pondrá a disposición del usuario y el lector material básico y numerosos modelos que le servirán para llevar a cabo eficazmente proyectos de gestión automática del espectro.

Sultan A. Al Balooshi,  
Relator del Grupo de Relator  
CAT del GT 1A

## CAPÍTULO 1

**Introducción**

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 ¿Cuándo es necesario automatizar el proceso de gestión del espectro?.....	2
1.3 Ventajas de automatizar el proceso de gestión del espectro .....	3
1.4 Fases para automatizar la gestión del espectro .....	5
1.5 Formación y mantenimiento .....	7
1.6 Recomendaciones y Manuales del UIT-R.....	8
1.7 Estructura del Manual .....	9

## 1.1 Antecedentes

El uso de ordenadores en el proceso de gestión del espectro ha llegado a ser esencial para algunas administraciones abocadas a una utilización cada vez más intensa de las frecuencias radioeléctricas. En el establecimiento de un proceso automatizado mediante ordenador son cruciales varios aspectos como la coordinación de frecuencias, los procedimientos administrativos (registro y concesión de licencias) y notificación de asignaciones a la UIT según el Reglamento de Radiocomunicaciones. El primer aspecto a considerar es el establecimiento de un organismo nacional y las reglamentaciones asociadas.

El reconocimiento de estas necesidades por las administraciones determinó que la CAMR-79 aprobara la Recomendación N.º 31, la cual, seguida por la Decisión 27-2 del CCIR, especificaba que debía prepararse y revisarse periódicamente un Manual sobre «Gestión del espectro y técnicas de asistencia mediante computador». La primera edición de este Manual se publicó en 1983 y fue revisada por dos veces (en 1986 y 1990). Más tarde se cayó en la cuenta de que por la complejidad de ambos temas y por el hecho de que la organización de la gestión del espectro y las técnicas de asistencia mediante ordenador asociadas constituyen disciplinas diferentes, deberían éstas tratarse en dos Manuales independientes. En consecuencia, la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones adoptó decisiones al respecto. Basándose en tales decisiones y en las orientaciones establecidas por la Resolución UIT-R 12, en 1995 se publicó el Manual sobre Gestión nacional del espectro, que resaltaba los aspectos organizativos y técnicos frente a los relacionados con la informática. Dicho Manual se actualizó en 2005 y en 2014. El presente Manual sobre técnicas informatizadas para la gestión del espectro, versión revisada del publicado por primera vez en 1999, revisado en 2005, sirve de suplemento al último Manual mencionado, y ofrece ideas de vanguardia sobre las posibilidades de automatización de las diversas fases del proceso de gestión del espectro. El Manual – Gestión nacional del espectro es, por lo general, sólo una introducción a la automatización, mientras que el presente Manual es mucho más detallado y contiene consejos importantes en lo relativo a la automatización de las operaciones de gestión del espectro.

## 1.2 ¿Cuándo es necesario automatizar el proceso de gestión del espectro?

La primera cuestión a plantearse al considerar la automatización del proceso de gestión del espectro en un país debe ser: «¿es realmente necesaria?». La respuesta concluyente es «sí» en todos los casos. Ahora bien, si el sistema automatizado de gestión del espectro no está correctamente diseñado, puede suponer más bien una carga que una solución para la administración.

Para el éxito de cualquier sistema automatizado de gestión del espectro, la administración que se proponga adoptarlo habrá de atender a varios aspectos, claramente articulados entre sí. Los asuntos a considerar y las preguntas a responder son las siguientes:

- Existencia de una infraestructura de reglamentación aplicable a la gestión del espectro. Esto implica que existe una autoridad responsable de la gestión del espectro con sus unidades auxiliares, y que operan todas con plena efectividad. Entre ellas se incluyen, sin carácter limitativo, las de legislación, reglamentación, y políticas y procedimientos de explotación.
- Definición del ámbito y los objetivos del proyecto de aplicación de un sistema informatizado de gestión del espectro. ¿Por qué se está planteando la automatización? ¿Se han dado nuevas instrucciones exigiendo que los recursos se desvíen a otras funciones dentro del mandato de la administración? ¿Se ve en la automatización un instrumento capaz de atender una carga de trabajo en aumento? ¿A qué partes o tareas dentro de cada unidad de gestión del espectro debe aplicarse la automatización? ¿Hay algunos procesos manuales que sería mejor no modificar?
- Determinación de las atribuciones de los recursos internos y externos disponibles. Deben evaluarse los recursos financieros y humanos que habrán de dedicarse al proyecto. ¿Se necesitará además obtener una autorización de financiación especial?
- ¿Cómo es el sistema que ha de desarrollarse o realizarse, ya sea por recursos propios, por contrato o por una combinación de ambos? ¿Posee la administración los expertos en reglamentación y técnicas necesarios o tendrá que pedir ayuda?
- ¿Qué límites o fronteras, en su caso, han de imponerse al desarrollo de la automatización? ¿Condicionará la magnitud del proyecto su desarrollo a través de muchas fases o años?

- Desarrollo de planes y calendarios de trabajo donde se expongan las fases, las tareas y los sucesos que informan sobre el estado del proyecto. Debe considerarse el uso de gráficos, tales como los diagramas de Gantt, para la planificación y calendario de los trabajos.
- Definición de las especificaciones del usuario. Deben definirse con claridad las necesidades y requisitos de los usuarios finales para garantizar su correcta traducción a especificaciones de diseño detalladas. Asimismo, se han de definir claramente las funciones de gestión del espectro que han de automatizarse y el grado de automatización de cada una. Todo contrato que haya de concederse deberá contener una enunciación clara y completa del trabajo a realizar.
- Identificación de los requisitos operacionales. Cada tarea o actividad contiene sus propios requisitos de operación que se han de traducir con facilidad a una secuencia de etapas, tales como organigramas o seudocódigos.
- Establecimiento de especificaciones funcionales y técnicas. Estas especificaciones sirven para proyectar el desarrollo del sistema y son la base del diseño detallado.
- Disponibilidad de documentación de carácter organizativo y de procedimiento sobre los sistemas y operaciones existentes. Los que desarrollen el sistema necesitarán tener acceso a esta documentación, pues ellos mismos tendrán indefectiblemente que hacerse expertos en técnicas o reglamentaciones antes de poder iniciar la conversión de las operaciones y procedimientos existentes.
- Si se ha de recurrir a contratistas, deberá examinarse su historial de obras. ¿Cuenta el contratista con diseñadores de sistema capacitados o experimentados para abarcar el proyecto entero hasta su terminación y puesta en práctica? Deberán revisarse sus contratos anteriores para determinar o evaluar cualquier experiencia conexas que pueda aplicarse al contrato propuesto.

Los puntos enumerados deben orientar a una administración para tomar decisiones en cuanto al establecimiento, el diseño, desarrollo y realización de un sistema informatizado de gestión del espectro.

### 1.3 Ventajas de automatizar el proceso de gestión del espectro

Las técnicas informatizadas se han popularizado en las administraciones con el fin de darles capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos y realizar los necesarios estudios técnicos analíticos asociados a la gestión del espectro. Además, los avances tecnológicos han conseguido reducir el coste de los sistemas informáticos, en particular de los potentes microordenadores, con lo cual la aplicación de las técnicas informatizadas a la gestión del espectro llega a ser una solución práctica.

El primer paso para maximizar las ventajas que aporta la introducción de soluciones informatizadas en la gestión del espectro debe ser el de evaluar la aplicación de sistemas informáticos a una situación específica de gestión del espectro. Deben analizarse los diversos tipos de equipo y soporte lógico informático que existen. Su utilización debe integrarse en una estructura claramente definida, con funciones de gestión nacional del espectro bien delimitadas.

Una vez conseguido lo anterior, las administraciones podrán aprovecharse de este sistema integrado al realizar de un modo más oportuno y eficaz las tareas siguientes:

- comprobación del cumplimiento de las peticiones de asignación de frecuencia con los cuadros nacionales e internacional de asignación de frecuencias y sus notas asociadas;
- comprobación de que un conjunto de equipos (transmisor, receptor y antena) propuesto para utilizarse en un determinado radioenlace se ha sometido previamente al apropiado proceso de certificación y lo ha superado;
- respuesta más exacta y optimizada a las peticiones de asignación de frecuencias, mediante la selección de los canales apropiados teniendo en cuenta detalles concretos tales como las características del terreno;
- emisión y renovación de licencias con factura, de forma automática y descentralizada (la ley debe permitir las firmas electrónicas);
- tratamiento apropiado de los datos de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas (véase el Manual de la UIT – Comprobación técnica del espectro, (edición de 2011));

- establecimiento de un sistema más expeditivo, plenamente documentado y oportuno para la facturación de los usuarios según su utilización del espectro;
- preparación más precisa y presentación electrónica de los formularios de notificación que han de enviarse a la UIT, teniendo en cuenta el proceso automático de validación de datos que haya de realizarse;
- posibilidad de intercambio electrónico de datos entre las administraciones o entre una administración y la UIT (véase la Recomendación UIT-R SM.668);
- mayor transparencia y disponibilidad de datos para los usuarios internos y externos de la administración.

El número total de elementos de datos necesario para realizar todas estas funciones es bastante elevado. Los objetivos de la autoridad nacional influyen en gran medida en el número de elementos de datos necesarios. Por ejemplo, el volumen de datos necesario para que el cálculo de la compatibilidad electromagnética (CEM) sea fiable y válido aumenta con el estado de congestión del espectro, lo cual está a su vez relacionado con la densidad de equipos de radiocomunicaciones que se utilicen en el país y, por tanto, con la infraestructura del mismo. Es decir, pueden necesitarse cientos de campos de datos para todas las notificaciones con arreglo al Anexo 1. No obstante, en muchos casos el volumen de datos puede reducirse a un número limitado de elementos de datos básicos.

El Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D) y el Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) de la UIT colaboran desde 1998 para prestar asistencia a los países en desarrollo en lo que respecta a su gestión nacional del espectro. Esta colaboración se estableció por medio de la Resolución 9 de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones de 1998 (CMDT-98), revisada por la CMDT-02 y la CMDT-06. El UIT-D y el UIT-R crearon un Grupo Mixto de Expertos en gestión del espectro procedentes de países desarrollados y en desarrollo a fin de determinar las necesidades concretas de los países en desarrollo. Esta labor se ha realizado en varias fases mediante la distribución de cuestionarios a las administraciones con el fin de obtener información pormenorizada sobre las prácticas de gestión nacional del espectro y la utilización de éste en las gamas de frecuencias que revisten particular importancia para los países en desarrollo. Durante la CMDT-10, se revisó de nuevo la Resolución 9 para tratar los planteamientos nacionales, técnicos y económicos de la gestión del espectro y de la comprobación técnica del espectro, así como para proseguir el desarrollo de la base de datos de cánones del espectro, incorporando experiencias nacionales, y para proporcionar directrices adicionales y casos de estudio a partir de las contribuciones de las administraciones. Durante la CMDT-14, de nuevo se revisó la Resolución 9 con el fin de i) informar sobre las modalidades y dificultades técnicas, económicas y financieras de la gestión y la comprobación técnica del espectro a escala nacional teniendo en cuenta la evolución de las tendencias en la gestión del espectro, los estudios de caso sobre la reorganización del espectro, los procesos de concesión de licencias y las prácticas óptimas en materia de comprobación técnica del espectro en todo el mundo incluido el tratamiento de nuevos planteamientos de compartición del espectro; ii) proseguir el desarrollo de la base de datos de cánones del espectro, incorporando experiencias nacionales y proporcionar directrices y estudios de caso adicionales, basados en las contribuciones de las administraciones; iii) actualizar la información disponible en los cuadros nacionales de atribución de frecuencias y lograr que la Resolución 9 y los portales ICT Eye sean complementarios; iv) recopilar estudios de caso y prácticas óptimas relativas a los usos nacionales del acceso al espectro compartido, incluido el DSA, y analizar los beneficios económicos y sociales que se derivan de la compartición efectiva de los recursos del espectro y v) seguir recopilando la información necesaria sobre las actividades llevadas a cabo por las Comisiones de Estudio 1 y 2 del UIT-D, la Comisión de Estudio 1 del UIT-R y los programas pertinentes de la BDT.

El Informe sobre la primera fase fue publicado por la UIT en 2002, e incluía una base de datos. Una de las conclusiones que se sacaron del primer cuestionario fue la necesidad de asistencia técnica para configurar los sistemas informáticos de gestión y comprobación técnica, necesidad que se pretende cubrir con el presente Manual. Durante 2002 el Grupo Mixto comenzó la segunda fase del Informe con el cometido adicional de completar la base de datos de información relativa a los métodos que emplean las administraciones para calcular los cánones por utilización del espectro. Tras concluir esta tarea, se publicó el Informe en 2004. La tercera fase se llevó a cabo durante el periodo 2006-2010 y concluyó con la publicación del Informe sobre la Resolución 9 (Rev. Doha, 2006) titulado «Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en

la gestión del espectro de 2010»<sup>1</sup>. Además, también se publicaron las directrices para el establecimiento de un sistema coherente de cánones por el uso de espectro de radiofrecuencia<sup>2</sup>. La implementación de la cuarta fase se completó y se presentó durante la CMDT-14<sup>3</sup>.

Se han automatizado muchas actividades del UIT-R. La Oficina de Radiocomunicaciones (BR) emplea dos herramientas informáticas, el sistema de radiocomunicaciones terrenales (TeRaSys) y el sistema de redes espaciales (SNS), para tramitar las notificaciones de asignación/adjudicación de frecuencias que presentan las administraciones. Los sistemas también se emplean para mantener actualizado el Registro Internacional de Frecuencias y los Planes de asignación y adjudicación de frecuencias. Estos datos están disponibles en formato electrónico en la Web para que las administraciones puedan emplear directamente el formato concreto que necesitan para realizar sus consultas, o en una base de datos. Además, se publica quincenalmente la Circular Internacional de Información sobre Frecuencias de la BR (BR IFIC), en formato electrónico, que contiene un DVD con la información relativa a las asignaciones/adjudicaciones terrenales y espaciales notificadas e inscritas. La BR IFIC se publica en dos DVD separados, para los servicios terrenales y espaciales respectivamente.

Además, la BR mantiene y actualiza la base de datos sobre estaciones costeras y de barco accesible en el Sistema de Acceso y Extracción en el Servicio Móvil Marítimo (MARS), la base de datos sobre frecuencias y bandas de frecuencias para su uso en situaciones de emergencia y los resúmenes de los resultados de comprobación técnica recibidos de las administraciones en el ámbito de los programas ordinarios y especiales de comprobación técnica.

#### 1.4 Fases para automatizar la gestión del espectro

La transición desde la gestión manual o semimanual del espectro hacia la gestión automatizada implica muchas consideraciones. Antes de comenzar la transición, es preciso tener en cuenta diversos factores:

- antes de iniciar la automatización del sistema debe llevarse a cabo un análisis y planificación de la infraestructura existente. Algunas de las fases necesarias para realizar esta planificación son: estudio de los métodos que pueden emplearse para adaptar los procedimientos manuales establecidos a un sistema automatizado, incluida la posible aceptación de los nuevos procedimientos por parte de los usuarios; formación del personal especializado para que realice las tareas automatizadas; estudio de las fuentes de financiación necesarias para la automatización; y examen y análisis del nivel de datos que habrá de gestionar el sistema automático;
- en la transición del proceso manual al automático surgirán nuevos tipos de problemas y necesidades;
- el periodo inicial de desarrollo y aplicación del sistema puede ser costoso. El usuario debe ser consciente de que se requiere tiempo antes de que pueda aprovechar todas las ventajas y beneficios económicos del sistema automatizado.

Para gestionar el espectro cada administración emplea un conjunto singular de documentos (licencias, formularios de aplicación, planes de atribución, facturas, etc.). Estos documentos pueden estar en papel o en formato electrónico. Para lograr la transición eficaz hacia un sistema de gestión del espectro automático, es absolutamente esencial que se examinen cuidadosamente esos documentos existentes a fin de satisfacer las necesidades concretas de la administración a este respecto y generar los resultados en el formato solicitado. El éxito de la transición del sistema existente al nuevo sistema automatizado depende en gran medida de la planificación del periodo de transición y de los esfuerzos que se dediquen a cubrir estas necesidades concretas y a convertir los documentos necesarios, de modo que puedan utilizarse en el nuevo sistema. Estas necesidades

---

<sup>1</sup> El Informe de la UIT sobre la Resolución 9 (Rev. Doha, 2006) está disponible en: <http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09-2010>.

<sup>2</sup> Las directrices de la UIT para el establecimiento de un sistema coherente de cánones por el uso de espectro radioeléctrico están disponibles en: <http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.FEES-1-2010>.

<sup>3</sup> El Informe de la UIT sobre la Resolución 9 (Rev. Hyderabad, 2010) está disponible en: <http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014>.

deben formar parte del marco contractual en la asociación necesaria entre la administración y el contratista, que reviste una gran importancia para lograr el éxito en la implantación del sistema.

En el Anexo 1 al Manual del UIT-R – Comprobación técnica del espectro (edición de 2011), se analiza el proceso de contratación para adquirir un sistema de comprobación técnica del espectro; una buena parte de dicho análisis es también aplicable a la adquisición de sistemas automatizados de gestión del espectro. En ese Anexo se tratan los temas que hay que considerar antes de lanzar una licitación, incluida la planificación del sistema y la descripción de sus especificaciones. Incluye, además, un ejemplo de documento de licitación representativo, y sugiere las necesidades en materia de encuestas en el terreno, formación, mantenimiento, documentación y aceptación del sistema, lo cual corresponde a las fases del proceso de automatización de las actividades de gestión del espectro.

La gestión oficial del proyecto es muy importante para lograr la adquisición o desarrollo satisfactorios del sistema de automatización de la gestión del espectro de una administración. La gestión del proyecto establece una estructura desglosada en tareas, lo que sirve para descomponer el proyecto en programas de tareas y componentes de coste esenciales. Asimismo, en la gestión de proyectos se divide el proyecto en diversas fases secuenciales, que pueden incluir la creación del proyecto y la selección del director del mismo, el establecimiento del concepto del sistema, la preparación de las especificaciones del sistema, la implantación del proyecto, las pruebas de aceptación y la explotación de mismo. La gestión eficaz del proyecto maximiza las posibilidades de éxito de la adquisición o desarrollo de un sistema automatizado de gestión del espectro.

En todo proceso de licitación se recomienda que la administración informe a los contratistas potenciales de los requisitos de entrada y salida y otra información pertinente, a fin de que éstos puedan estimar adecuadamente las actividades de transición y presentar su oferta. Por otra parte, la administración también debe estimar correctamente y garantizar la disponibilidad de su propio personal que participará en las actividades de transición. Ello permitirá evaluar más rigurosamente las capacidades del contratista y se podrá exigir con mayor derecho el cumplimiento del contrato.

En este tipo de proyectos ha habido en el pasado muchos problemas contractuales. Las discusiones sobre lo dispuesto en el contrato sólo sirven para crear tensiones entre las partes. Es más adecuado diseñar un proceso de transición en el que se describan las actividades que ha de realizar cada parte para garantizar que el proceso avance con fluidez. La acusación mutua no conduce a las partes a una conclusión positiva. Por estas razones, es importante que las partes cumplan un proceso formal en el que estén documentados los procesos de recopilación de datos existentes y las fuentes de datos, del modo siguiente:

- Determinar el tipo y formato de todos los datos existentes, en particular los de funcionamiento y gestión, tales como los datos administrativos generales (departamento, códigos regionales, reglas de cobro, fases de trabajo, tipos de licencias, tipos de certificados de equipos, tipos de titulares, etc.) así como los datos técnicos generales (tipos de servicios, tipos de estaciones, tipos de equipos, tipos de móviles, planes de frecuencia, relaciones de protección, curvas de rechazo fuera del canal, etc.).
- Definir una estrategia detallada para la transición de los datos existentes al nuevo sistema, incluida una lista de los mismos, el formato y plazos en que la administración facilitará los datos, el plazo que tiene el contratista para convertir los datos y las pruebas que se emplearán para verificar que el proceso de conversión se ha llevado a buen término.

Este reparto de atribuciones debe figurar en el contrato, a fin de evitar malentendidos. Los documentos del contrato deben resumir los trabajos que se han de efectuar, los plazos y la naturaleza de las responsabilidades asignadas a cada parte. Se tendrán que definir los datos básicos y operativos, datos que recabará la administración en el formato adecuado y se los facilitará al contratista al principio del periodo de transición. Los datos que comunique la administración deben ser válidos y tienen que eliminarse las redundancias. A menudo los datos que procedan de registros manuales se transcriben en un formato electrónico intermedio. Estos datos pueden a continuación integrarse en el nuevo sistema mediante programas de procesamiento por lotes que facilite el contratista, de acuerdo con el documento de requisitos.

Durante el proceso de transición, la administración debe tomar nota rigurosamente de todas las modificaciones que haga posteriormente en los datos facilitados al contratista, dado que éste no habrá introducido estos cambios durante la transición. Una vez que los datos se hayan convertido correctamente y se hayan verificado, la administración tendrá que recurrir al nuevo sistema para introducir esas modificaciones. Esta labor será más

eficaz si la asociación entre la administración y el contratista está bien concebida y ambas partes cumplen su parte del contrato.

Aunque pueden automatizarse muchas funciones del proceso, otras muchas quizá no. Al examinar la posibilidad de automatizar sus procesos, la administración debe esperar que la automatización le proporcione las siguientes herramientas:

- un sistema que facilite la tramitación de solicitudes y licencias;
- un sistema de contabilidad para administrar la recaudación de cánones;
- herramientas de análisis de ingeniería que permitan analizar los medios de evitar la interferencia;
- mapas geográficos y un sistema de información geográfico;
- una interfaz disponible inmediatamente y sencilla con las instalaciones de comprobación técnica del espectro;
- un dispositivo de base de datos para gestionar los datos del espectro.

Para mayor información sobre los mecanismos que pueden automatizarse véase la versión más reciente de la Recomendación UIT-R SM.1370.

El organismo regulador no debe esperar que se automaticen los siguientes mecanismos:

- asignación automática de frecuencias;
- planificación automática de frecuencias - emplazamientos;
- calidad del servicio de sistemas celulares o de radiodifusión.

Existen varias maneras de plantear la automatización de la gestión del espectro. Puede automatizarse de una vez todo el proceso de gestión nacional del espectro, o bien sólo ciertas partes del mismo. La estructura modular es un aspecto muy importante a tener en cuenta. Dado que la gestión del espectro está siempre creciendo y expandiéndose, en razón del crecimiento demográfico y los adelantos tecnológicos que generan nuevos usos del espectro radioeléctrico, el sistema ha de ser ampliable, flexible y modular para que pueda crecer con el paso del tiempo.

Por otra parte, el organismo regulador también debe analizar los aspectos financieros ligados a la automatización de la gestión del espectro. Dicha automatización cuesta dinero y, por esa razón, la administración debe examinar sus necesidades y el coste que conlleva satisfacerlas. La administración sólo debe comprar lo que esté al alcance de sus medios. Si al principio sólo puede adquirir una capacidad limitada, deberá ir adquiriendo gradualmente su capacidad automática y garantizar que el sistema sea modular y pueda ampliarse fácilmente.

El organismo regulador también debe pensar en la posibilidad de que la automatización se autofinancie con la gestión del espectro; concretamente, los cánones de licencia y renovación de las mismas, así como las multas por incumplimientos son fuentes de ingresos que podrían financiar la automatización de los procedimientos de gestión del espectro. En el Capítulo 6 del Manual – Gestión nacional del espectro se describen con mayor detalle los aspectos económicos de la gestión del espectro.

## **1.5 Formación y mantenimiento**

La formación del personal que se encarga de las funciones automatizadas de gestión del espectro es esencial. Los gestores del espectro deben dominar la utilización de ordenadores o, en su defecto, deben recibir formación al respecto. Asimismo, es necesario formar a los gestores del espectro en todas las funciones que se hayan automatizado. La manera más eficaz de impartir dicha formación es mediante cursos de corta duración, para que no se tenga que absorber mucha información de una vez. La formación se complementa con las prácticas en el lugar de trabajo y con funciones de ayuda que incorporen las capacidades automatizadas. Toda capacidad automatizada debe disponer de una ayuda adaptada al contexto, de modo que cuando un gestor del espectro se encuentre en una pantalla o ventana del sistema, pueda obtener la correspondiente ayuda pulsando un botón. Para mayor información sobre formación, véase el Anexo 1 al Manual – Gestión nacional del espectro.

El mantenimiento de un sistema automatizado se simplifica en gran medida si el sistema informático dispone de un equipo de prueba incorporado y es capaz de realizar pruebas de funcionamiento de forma autónoma para

detectar fallos o averías (BITE) y presentar en el monitor del ordenador la información relativa a cualquier problema detectado. Todo sistema recién comprado debe incluir un equipo de prueba incorporado completo que simplifique el mantenimiento.

Por otra parte, debe realizarse el mantenimiento preventivo de los equipos físicos y programas informáticos de acuerdo con un programa regular. Podría ser necesario limpiar y reemplazar los filtros. El sistema operativo debe actualizarse con las últimas versiones a fin de corregir las vulnerabilidades del sistema y es necesario mantener al día los programas antivirus.

## 1.6 Recomendaciones y Manuales del UIT-R

A continuación se indica una lista de Recomendaciones, Manuales y otras referencias importantes de la UIT. Al elaborar este Manual se ha tratado de evitar la duplicación amplia o detallada de información que se encuentra fácilmente disponible en otros documentos, de modo que para obtener más información sobre los temas abarcados en este texto deben consultarse las referencias. En todo caso debe emplearse la edición más reciente de las Recomendaciones.

Las siguientes Recomendaciones y otros Manuales del UIT-R son importantes para la automatización de la gestión del espectro:

*Recomendación UIT-R SM.1370* – Directrices de diseño para la elaboración de sistemas de gestión automática del espectro. En esta Recomendación se toman en consideración las Recomendaciones UIT-R SM.1047 y UIT-R SM.1413 (DDR) e incluye orientación sobre:

- Requisitos operativos
  - Tratamiento de solicitudes
  - Plan de atribución de frecuencias/procesamiento de canales
  - Procesamiento de licencias
  - Tratamiento de tasas y facturas
  - Tratamiento de los informes
  - Tratamiento de las reclamaciones
  - Tratamiento de los cuadros de referencia
  - Tratamiento de la seguridad
  - Tratamiento de la transacción
- Requisitos para el mantenimiento del registro
- Requisitos de análisis de ingeniería
- Coordinación en zona fronteriza
- Tasas de licencias y su cobro
- Comprobación técnica de las emisiones
- Proceso de aprobación del equipo
- Elaboración de Informes
- Interfaz de usuario
- Requisitos del procesamiento de datos (incluidos el soporte lógico y físico)
- Documentación.

*Recomendación UIT-R SM.1537*                      Automatización e integración de los sistemas de comprobación técnica del espectro con la gestión automática del espectro

En esta Recomendación se observa que los sistemas integrados y automatizados pueden procesar un gran volumen de información y de mediciones y se señala a la atención de los operadores del servicio de comprobación técnica los datos que deben ser analizados más detenidamente por dichos operadores de manera que estos sistemas pueden ayudar a los mismos en sus tareas de apoyo a la gestión del espectro.

La automatización, mediante la utilización de ordenadores, modernas arquitecturas de cliente/servidor y comunicaciones a distancia, simplifica la mayoría de las tareas y responsabilidades de las administraciones del espectro radioeléctrico. Los equipos informatizados proporcionan los medios para realizar mediciones repetitivas de manera rápida y precisa, liberando al personal de servicio para que puedan efectuar tareas más exigentes. La utilización de bases de datos y la creación de modelos mediante ordenador agiliza las funciones de gestión del espectro y puede ayudar a evitar la interferencia. El acoplamiento de la gestión del espectro y la comprobación técnica del espectro hace posible el establecimiento de sistemas integrados que pueden utilizar automáticamente los datos medidos por el sistema de comprobación técnica y la información sobre licencias obtenida de la base de datos de gestión para detectar las frecuencias de transmisiones supuestamente sin licencia y otras infracciones en la concesión de licencias para un examen más detallado por parte del operador. De esta forma, el sistema integrado puede realizar una detección automática de las infracciones.

Un sistema nacional informatizado de gestión y comprobación técnica del espectro integrado se basa en uno o más servidores de datos en una red, de manera que las estaciones de trabajo o los clientes del sistema puedan acceder a la base de datos. Los servidores del sistema de gestión incluyen un servidor principal y ocasionalmente uno o más servidores para una base de datos extraída de la base de datos principal y/o una base de datos especializada en una aplicación o en un centro de control local. Cada estación de comprobación técnica, sea fija o móvil, cuenta con un servidor de medición y una o más estaciones de trabajo. Cada estación utiliza una arquitectura modular basada en ordenadores de servidor y de estación de trabajo interconectados a través de una red de área local (LAN) Ethernet. Todas las estaciones que están conectadas constituyen una red de área amplia (WAN). Esta red completamente integrada debe proporcionar a cualquier posición de operador un rápido acceso a cualquiera de las funciones del servidor disponibles en el sistema.

Además de las referencias anteriores, también pueden consultarse las versiones más recientes de las siguientes Recomendaciones del UIT-R:

Recomendación UIT-R SM.668:	Intercambio electrónico de información para la gestión del espectro.
Recomendación UIT-R SM.1047:	Gestión nacional del espectro.
Recomendación UIT-R SM.1413:	Diccionario de datos de Radiocomunicaciones para notificación y coordinación.
Recomendación UIT-R SM.1604:	Directrices para un sistema perfeccionado de gestión del espectro destinado a los países en desarrollo.
Recomendación UIT-R SM.1880:	Medición de la ocupación del espectro.

El soporte lógico y la base de datos de la UIT están disponibles en: <http://www.itu.int/pub/R-SOFT> y se puede acceder en línea al catálogo de publicaciones de la UIT en: <http://www.itu.int/pub/S-GEN>.

## 1.7 Estructura del Manual

En los siguientes Capítulos del Manual se describen detalladamente los temas de técnicas informáticas, datos de gestión del espectro, comunicaciones de ordenadores y técnicas automatizadas para la gestión del espectro. Los temas están estructurados del modo siguiente:

*Capítulo 2* – Técnicas informáticas. Este Capítulo trata de la información básica sobre soporte físico y lógico, redes de ordenadores, y realización de técnicas automáticas. Se describen además los aspectos relacionados con la seguridad y los servicios conexos tales como la gestión de proyectos, formación, mantenimiento y documentación. El Capítulo concluye con un análisis de las directrices para seleccionar un sistema de gestión informatizada del espectro.

*Capítulo 3* – Datos sobre la gestión del espectro y gestión de las bases de datos. Este Capítulo versa sobre los datos de gestión del espectro, en particular, la garantía de calidad, así como las directrices sobre bases de datos de gestión del espectro y sistemas de gestión de bases de datos.

*Capítulo 4* – Intercambio electrónico de información para la gestión del espectro. En este Capítulo se analizan los diversos métodos de transporte de datos, en formato electrónico o no electrónico, y se examinan aspectos relativos a la realización de sistemas, en particular se incluyen estudios de caso sobre intercambio de información.

*Capítulo 5* – Ejemplos de las actividades automatizadas de gestión del espectro. En este Capítulo se dan ejemplos de procedimientos de gestión del espectro que pueden automatizarse, en particular la selección de frecuencias asistida por ordenador, el análisis de propagación, las características de los equipos y los cálculos de la distancia de coordinación. Asimismo se analizan las ventajas de los sistemas integrados.

*Anexos* – El Anexo 1 contiene Cuadros detallados de elementos de datos de la gestión del espectro. En los demás Anexos figuran descripciones sucintas de sistemas automatizados de gestión del espectro disponibles en el mercado, centrándose principalmente en las funciones de gestión del espectro que pueden automatizarse. El hecho de que estos sistemas figuren en los Anexos no significa necesariamente que se recomiende su utilización.

## CAPÍTULO 2

### Técnicas informáticas

#### ÍNDICE

		<i>Página</i>
2.1	Introducción .....	12
2.2	Gestión de proyectos, formación, mantenimiento y documentación .....	12
	2.2.1 Gestión de proyectos .....	12
	2.2.2 Formación.....	12
	2.2.3 Mantenimiento.....	12
	2.2.4 Documentación.....	13
2.3	Seguridad del sistema.....	13
	2.3.1 Salvaguarda del sistema.....	13
	2.3.2 Virus .....	14
	2.3.3 Piratería informática .....	15
2.4	Directrices para elegir un sistema informatizado.....	16
	2.4.1 Consideraciones analíticas.....	16
	2.4.2 Identificación de las necesidades.....	17
	2.4.3 Diseño del sistema .....	17
	2.4.4 Selección de una empresa para la ejecución del proyecto .....	18
	2.4.5 Selección de un sistema informático .....	19
	2.4.6 Conclusiones.....	20

## **2.1 Introducción**

Este Capítulo tiene por objeto presentar a las administraciones que deseen utilizar sistemas informáticos para la gestión del espectro las diferentes posibilidades que tienen a su alcance.

Dicho Capítulo presenta información relacionada con la seguridad de los sistemas informáticos.

También ofrece algunas orientaciones que pueden ayudar a las administraciones a elegir los sistemas informáticos diseñados para llevar a cabo las tareas necesarias de gestión del espectro.

## **2.2 Gestión de proyectos, formación, mantenimiento y documentación**

### **2.2.1 Gestión de proyectos**

Las administraciones que deseen implantar un sistema automatizado para la gestión del espectro deben contemplar la utilización de un método oficial para la gestión de proyectos. A continuación se presentan algunas de las razones:

- el proyecto es técnicamente complejo;
- se deben tener en cuenta muchas limitaciones, en especial las relacionadas con los aspectos reglamentarios, que impondrían restricciones a las ampliaciones del proyecto;
- normalmente existen restricciones presupuestarias y de tiempo de ejecución;
- pueden intervenir diversas áreas y puede ser necesario llevar a cabo diferentes tareas: instalación o actualización de redes LAN/WAN, disponibilidad de los servidores, integración de las capacidades de comprobación técnica, formación, adquisición y/o digitalización de datos, etc.;
- se deben involucrar todas las áreas funcionales que se vean afectadas.

El objetivo de este punto es resaltar los principales aspectos de las diversas referencias existentes relacionadas con la gestión de proyectos. Se debe de dar gran importancia a la formación en la gestión de proyectos previo el inicio de la automatización de la gestión del espectro.

Es importante observar que la gestión de proyectos para este tipo de iniciativas de automatización no es algo que se consiga fácilmente o que se le pueda dejar a otros. Todos los directores involucrados, ya sean contratistas o administradores del espectro, deben poseer los conocimientos y capacidad necesarios para liderar estos proyectos.

### **2.2.2 Formación**

La formación es fundamental para la aplicación y funcionamiento con éxito del sistema. La formación debe abarcar todos los elementos del sistema y centrarse en la explotación y mantenimiento, en vez de en el diseño.

Debe tener componentes académicos de formación así como partes prácticas de capacitación sobre el uso cotidiano del sistema. Estas últimas pueden incluir la asistencia técnica y el apoyo profesional.

Introducir la automatización en las operaciones cotidianas de una administración, por lo general requiere la aplicación de nuevos procesos y procedimientos y tal vez sea necesario apoyar al personal administrativo en las primeras etapas de aplicación del sistema.

Se deben organizar sesiones periódicas de formación en la modalidad de cursos de actualización para los usuarios operativos del sistema para que asimilen los cambios introducidos en el mismo; mientras que el nuevo personal destinado a la explotación del sistema debe seguir una formación más detallada, y que puede ser impartida por los usuarios con experiencia. Es indudable que una persona sin formación necesita la asistencia de usuarios experimentados o, preferiblemente, una sesión de formación para que pueda hacer uso de todas las capacidades del sistema.

### **2.2.3 Mantenimiento**

Cuando se adquiere un sistema es importante asegurarse de que los componentes principales del sistema están disponibles en el mercado local y que el propio sistema cuenta con la garantía, mantenimiento y soporte apropiados. Otro criterio de selección puede ser la posibilidad de ampliación y sus costes relacionados. Igualmente importante es considerar la disponibilidad de asistencia técnica.

Por consiguiente, reviste gran importancia asegurar que los sistemas que se adquieren cuentan con un periodo de garantía adecuado (por lo general de un año) y con un contrato de mantenimiento continuo que garantice el funcionamiento del sistema mediante la corrección de errores y la aplicación de las modificaciones funcionales pertinentes como las que se derivan de los cambios reglamentarios y administrativos. Otra parte del mantenimiento continuo es la capacitación relacionada con la aparición de nuevos sistemas y versiones del mismo.

#### **2.2.4 Documentación**

La documentación es fundamental para la concepción del soporte lógico. Es habitual omitir alguna documentación ya que resulta onerosa para la organización y crearla es una tarea tediosa para el personal técnico. Debe comprenderse que la falta de documentación es la principal causa de fallo a largo plazo de cualquier sistema automatizado, ya que esto puede implicar grandes dificultades para una posterior integración y posibles ampliaciones futuras.

La documentación está por lo general compuesta por la documentación del sistema, la de funcionamiento y la de mantenimiento.

En la documentación del sistema se debe incluir una descripción detallada de todos los componentes, funciones e interfaces para así facilitar las sustituciones, cuando sean necesarias.

Para el sistema de gestión de la base de datos (SGBD) debe existir una descripción detallada del modelo de base de datos en la que se indiquen las relaciones y dependencias de todas las entidades definidas.

Los programas propios de la empresa deben estar acompañados de un proceso diario de documentación del sistema, y cada nueva función, interfaz o estructura de datos se debe registrar adecuadamente en la base de datos de documentación. Existen diversos programas informáticos especializados en el proceso de documentación que se podrían utilizar para llevar a cabo esta tarea más fácilmente.

Es razonable pensar que todos los paquetes que se adquieran en el mercado vengan acompañados por toda su documentación y que, por lo tanto, habrá una versión inicial de la documentación al comienzo de la integración del sistema. Es importante que se puedan incluir complementos tras la integración del nuevo sistema en el proceso existente.

La documentación de funcionamiento consta de los manuales de usuario necesarios para explotar el sistema. Puede estar disponible como material impreso o como ayuda contextual, textos didácticos, bases de conocimiento y manuales típicos diseñados con el fin de proporcionar al usuario final los conocimientos necesarios para utilizar adecuadamente los instrumentos disponibles. La documentación de funcionamiento normalmente está compuesta por un conjunto de Manuales de referencia y no incluye los procedimientos de gestión del espectro. Por ejemplo, la asignación de las frecuencias, que depende de los requisitos particulares de cada administración, por lo general no se describe en la documentación.

La documentación de mantenimiento es un suplemento de la documentación del sistema en la que se plasman instrucciones específicas acerca de cómo se efectúa y se lleva el registro del mantenimiento. El contenido puede variar dependiendo del contrato de mantenimiento pero por lo general debe ser suficiente como para que los operarios comprendan suficientemente cómo mantener el sistema en funcionamiento.

### **2.3 Seguridad del sistema**

Así como los instrumentos de papel corren con sus propios riesgos como el fuego, el agua o la pérdida de los documentos, los instrumentos informáticos también están sometidos a riesgos. Este punto tiene como objeto presentar los principales riesgos asociados con los instrumentos informáticos.

#### **2.3.1 Salvaguarda del sistema**

Los sistemas informáticos y las bases de datos relacionadas pueden perderse en cualquier momento por acción del fuego o de otros elementos de riesgo. El soporte físico se puede reemplazar, con el único inconveniente de que se tienen que instalar nuevamente todas las aplicaciones y se tiene que configurar adecuadamente el sistema, pero el contenido de la base de datos se puede perder irremediablemente. Una interrupción del sistema de alimentación también puede destruir las bases de datos si el medio de almacenamiento en línea no es capaz de salvaguardar los datos activos. Un método común para protegerse de estas eventualidades consiste en mantener una copia de las bases de datos en un emplazamiento diferente al de las bases de datos de trabajo. La mayoría de

los fabricantes de ordenadores y creadores de sistemas de SGBD proporcionan programas de servicio que permiten copiar las bases de datos en medios de almacenamiento fuera de línea. Se deben efectuar dichas copias a intervalos regulares, diaria o semanalmente, y hay que almacenarlas en emplazamientos diferentes. De este modo, tras una pérdida de datos, la reconstrucción de la base de datos original es sencilla y precisa y puede realizarse rápidamente. Para evitar que se pierdan los datos inscritos en la base de datos de trabajo entre el instante en que se hizo la última copia y el momento en que se produce la pérdida de la base de datos, se puede llevar un registro, bien en disco o en cinta, de todos los datos inscritos o modificados en la base de datos.

Para evitar interrupciones en el servicio se pueden utilizar diversos sistemas de redundancia de la información en disco. El más común es el sistema RAID (sistemas redundantes de discos independientes, *redundant array of independent disks*) que evita la alteración y pérdida de los datos del disco. Una característica interesante de la topología RAID es el incremento de la eficacia de acceso al disco, que puede tener un efecto positivo sobre la eficacia general del sistema. Hay diversos niveles de RAID y cada nivel tiene un perfil diferente en cuanto al tiempo de acceso a disco y a la seguridad.

Otra característica importante de las agrupaciones de discos es la capacidad de sustitución en funcionamiento, que permite reemplazar cualquier disco dañado sin que sea necesario interrumpir los servicios. Conviene contar con la función de sustitución en funcionamiento en los sistemas de alimentación y en otros componentes que pueden resultar cruciales para el funcionamiento de los sistemas informáticos.

### 2.3.2 Virus

Un «virus informático» es un conjunto malicioso de instrucciones en un programa informático y que, al ser ejecutadas, se propagan a otros programas informáticos y los modifican introduciéndoles las instrucciones del virus. Normalmente, un virus informático realiza dos funciones: la primera consiste en propagarse al mayor número posible de programas informáticos; la segunda en provocar cierta acción inesperada. Por lo general, existe un suceso activador que hace que la acción inesperada ocurra. Este activador es a menudo una fecha, y la acción inesperada no se produce antes de esa fecha. El suceso activador puede ser la ejecución de otro programa o cualquier otra función que haya determinado el programador del virus. Uno de los propósitos del activador es esconder el virus hasta que se haya propagado a otros programas. Otro propósito del activador es hacer que la acción inesperada se produzca en un momento que no guarda relación con la «infección» inicial. La acción inesperada puede ser relativamente benigna, como la aparición de un mensaje, maligna, como el daño o la supresión de programas, ficheros de datos o directorios enteros o destructivos, como hacer que el ordenador se bloquee y no haya forma de volverlo a utilizar. Dado que el virus informático permanece oculto hasta que se produce el suceso activador, puede introducirse fácilmente en otros sistemas informáticos. Es posible «infectar» otros sistemas informáticos al transferir programas entre sistemas por medios de comunicación, por redes o al intercambiar medios con ficheros infectados. Los sistemas informáticos conectados a una red de ordenadores están particularmente expuestos a contraer los virus informáticos. Algunos de éstos han sido diseñados específicamente para aprovechar las características de una red de ordenadores y propagarse al mayor número posible de sistemas informáticos conectados a esa red. También se han diseñado algunos virus de forma que se aprovechen de vulnerabilidades específicas de seguridad de los sistemas operativos informáticos para evitar ser detectados y permitir su rápida propagación. Los usuarios y operadores del sistema deben reducir al mínimo la exposición a programas desconocidos y deben realizar pruebas para detectar y eliminar cualquier programa de virus, cuando se sospeche que existe en un sistema informático. Los usuarios de los sistemas informáticos conectados a una red deben prestar especial atención a la utilización de programas desconocidos en sus sistemas.

Los «gusanos informáticos» son similares a los virus informáticos, pero no utilizan un suceso activador. Un gusano informático afecta típicamente a un sistema o a una red de sistemas informáticos consumiendo todos los recursos disponibles (memoria principal y/o memoria de masa) del sistema o de los sistemas de la red. Los gusanos informáticos pueden estar diseñados específicamente para propagarse a través de la red. No utilizan sucesos activadores y es importante reconocer la presencia de los gusanos en la red y desconectar de la misma otros sistemas informáticos antes de que los gusanos puedan propagarse a ellos. No obstante, muchos gusanos se propagan con tal rapidez que es imposible avisar a tiempo a los otros sistemas informáticos para que se desconecten de la red. Casi siempre, la primera infección con un gusano se produce mediante un correo electrónico infectado que contiene un fichero ejecutable o un fichero de instrucciones con el código del gusano. La mayoría de los gusanos son benignos y su daño se limita al consumo de los recursos del sistema, sin que se

dañen el ordenador ni la información. Sin embargo, algunos de ellos son altamente perjudiciales y pueden ser muy destructivos.

Las «bombas informáticas» son similares a los virus, salvo que no se propagan. La bomba informática modifica el sistema informático para introducir un suceso activador. Cuando se produce dicho suceso activador, el sistema ejecuta una acción inesperada, que puede ser relativamente benigna o muy maligna.

Otra amenaza es el «caballo de Troya», que es un tipo de virus relacionado con la piratería informática (véase la sección 2.3.3). Se trata de un programa informático que aparentemente realiza una función deseable pero que, en realidad, contiene un virus, un gusano o una bomba y puede abrirle las puertas del sistema a un operador exterior.

Todos estos virus tienen como fin primordial transformar cualquier programa funcional en un virus, haciendo copias de sí mismos. Los virus informáticos son especialmente perniciosos porque modifican programas y ficheros funcionales normales y se propagan a otros programas y ficheros funcionales normales hasta el momento de producirse el suceso activador. De esta manera, los virus informáticos pueden propagarse rápidamente a otros sistemas informáticos a través de programas aparentemente fiables.

Las principales medidas que pueden adoptarse para minimizar el riesgo de exposición a virus de un sistema:

- Instalar un cortafuegos para proteger el sistema informático y tener instalados programas antivirus actualizados y con la función de detección permanentemente activa.
- Ejecutar únicamente programas garantizados, obtenidos de fuentes fiables.
- No permitir a nadie que cargue o ejecute en el sistema informático programas procedentes de fuentes no fiables, a menos que el programa haya sido sometido a pruebas rigurosas diseñadas para detectar y neutralizar, o destruir, los virus informáticos. Estas pruebas se pueden realizar con el programa antivirus.
- Aislar todos los programas de origen desconocido.
- Realizar las pruebas de los programas sospechosos en ordenadores aislados. Los ordenadores utilizados a este efecto no deben ejecutar otros programas ni estar conectados a una red. Los discos utilizados para probar un programa sospechoso nunca deben utilizarse con otros fines ni tampoco deben utilizarse en otro sistema informático.
- Establecer reglamentos, procedimientos y programas de prueba rigurosos para comprobar la presencia, en programas sospechosos, de infecciones virales, y hacer cumplir los reglamentos relativos al empleo de programas de prueba y a la carga de programas de origen desconocido.
- Limitar el acceso al sistema informático únicamente a las personas que lo requieran para realizar tareas autorizadas. Estas restricciones deben incluir asimismo otras restricciones que limiten, para los usuarios autorizados, la capacidad de acceso a ficheros y ejecución de tareas a la que sea estrictamente necesaria para llevar a cabo las funciones asignadas.
- No abrir los ficheros adjuntos a correos electrónicos procedentes de fuentes no fiables.

### 2.3.3 Piratería informática

Cuando una persona no autorizada utiliza un sistema informático, especialmente desde una ubicación distante, se dice que esa persona está pirateando el sistema informático. En los sistemas manuales es relativamente sencillo garantizar la seguridad contra el acceso no autorizado ya que ésta se puede mantener a un alto nivel mediante la utilización de cerrojos en las puertas y de ficheros para el almacenamiento de documentos. No obstante, las bases de datos informatizadas están expuestas a un problema mayor, en especial cuando se tiene en cuenta que algunas administraciones, por razones económicas o de la organización, pueden compartir un ordenador con otros usuarios. Con el fin de restringir el acceso a los datos, se pueden escribir las rutinas informáticas de manera que exijan contraseñas para autorizar el acceso a la base de datos y a los programas que utilizan esa base de datos. También se pueden utilizar contraseñas para permitir el acceso a registros particulares de la base de datos. Cada terminal de una máquina puede contar con un código único y se puede extender la seguridad de forma que únicamente terminales específicos puedan tener acceso a determinados datos y programas. Algunos terminales también pueden exigir que el usuario inserte una llave física o una

tarjeta magnética para que el sistema funcione. Estos procedimientos pueden resultar inadecuados para ciertos niveles de seguridad de manera que no sea posible compartir el recurso.

Los ordenadores conectados en red tienen el nivel de seguridad más bajo. Al tener acceso a una parte de la red, el pirata informático tendrá acceso a las demás si conoce las contraseñas requeridas. Los piratas informáticos utilizan caballos de Troya para averiguar las contraseñas que se envían por la red. La mejor manera de evitar esta brecha en la seguridad es aislar la red de ordenadores. Si se aplica esta solución nadie tendrá acceso a la red desde el exterior y únicamente los usuarios autorizados podrán tener acceso a los ordenadores y a la red.

Una solución para evitar el acceso no autorizado es incorporar a la red un programa específico (que se puede incluir en un encaminador o en un ordenador) denominado «cortafuegos». El cortafuegos filtra todas las comunicaciones y posee reglas que prohíben el acceso por parte de personas no autorizadas. También puede incluir un programa antivirus. De esta forma puede evitar la piratería y los ataques de virus.

Otra solución consiste en utilizar cifrado. Se cifra toda la información que se envía a través de la red y únicamente la aplicación podrá descifrar la información. También es posible cifrar directamente las bases de datos para así salvaguardar los discos en caso de robo.

Se pueden utilizar todas estas soluciones conjuntamente para mejorar la seguridad.

## 2.4 Directrices para elegir un sistema informatizado

En este punto se presentan los procedimientos recomendados para cambiar de un sistema de gestión manual del espectro a un sistema automatizado o informatizado.

### 2.4.1 Consideraciones analíticas

Las ventajas que presentan los sistemas informatizados normalmente compensan los costes asociados a su puesta en funcionamiento. Por lo general se pueden clasificar las ventajas en las siguientes cuatro categorías:

- Categoría 1:* Mejores resultados de las tareas repetitivas: los ordenadores pueden realizar cálculos o proporcionar una y otra vez una misma información de manera coherente y precisa.
- Categoría 2:* Un volumen mayor de tareas repetitivas: normalmente, los ordenadores realizan las tareas mucho más rápidamente que los seres humanos.
- Categoría 3:* Las personas se pueden dedicar a tareas discretionales: las personas pueden utilizar mejor su capacidad buscando soluciones a problemas únicos o tratando de solucionar problemas que exigen la aplicación de criterios.
- Categoría 4:* Método de control mejorado. Los procedimientos informatizados exigen un cierto tipo de enfoque lógico y ofrecen una fuente de información que permite mejorar las decisiones y los juicios hechos por las personas. Eso también permite mejorar la planificación de operaciones futuras.

Algunas ventajas son tangibles y cuantificables como el ahorro de recursos humanos, de espacio de trabajo y de almacenamiento, de materiales y de equipos; el menor tiempo de procesamiento y el aumento de la capacidad de trabajo, entre otros, mientras que otras son intangibles como la mejora en la gestión de la información, y el acceso a la misma, resultados de mejor calidad, un mejor servicio a los usuarios, etc.

Por lo general los costes se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Categoría 1:* Costes del soporte físico: el coste de los sistemas informatizados, los periféricos y los dispositivos de comunicación.
- Categoría 2:* Costes del soporte lógico: el coste del análisis, diseño, programación y pruebas del soporte lógico o el coste de las licencias de programas existentes.
- Categoría 3:* Costes de instalación: el coste de la instalación del sistema, el acondicionamiento del lugar, la conversión de los datos existentes y la formación.

*Categoría 4:* Costes de explotación: los costes de mantenimiento de los soportes físico y lógico, el alquiler de equipos (o el precio de la compra amortizada) y el espacio y el coste de personal adicional o más especializado.

### 2.4.2 Identificación de las necesidades

La primera fase en la transición hacia un sistema informatizado consiste en analizar las necesidades de acuerdo con los requisitos de explotación. Se debe responder a la pregunta ¿en realidad, qué queremos que haga el ordenador?

Para que este análisis sea completo se debe identificar cada una de las tareas que ejecuta la administración y señalar cada proceso. Para cada proceso se debe decidir si va a seguir ejecutándose en modo manual o si va a informatizarse. Para realizar un trabajo adecuado y eficaz se deben digitalizar todos los datos. Algunos procesos se pueden llevar a cabo sin la intervención de un usuario (como por ejemplo crear una factura en la que el ordenador efectúa todos los cálculos y envía la factura a la impresora), mientras que otros requieren la intervención del usuario para que interprete o dé la instrucción adecuada para que se inicien los cálculos, aún si estos últimos los realiza el ordenador (como por ejemplo interpretar una cobertura o ajustar los valores umbral para los cálculos de interferencia).

En muchos casos, las administraciones que desean aplicar técnicas de gestión automatizadas del espectro ya tienen cierta experiencia de trabajo con algunas técnicas manuales. Dicha experiencia por lo general da como resultado una organización estructurada por líneas de servicio; es decir, que habrá una unidad con experiencia en radiodifusión, una unidad con experiencia en servicios móviles, etc. Se debe tener en cuenta esta experiencia por disciplinas cuando la estructura operacional necesite explotar un sistema informatizado y durante el diseño del sistema. Se pueden diseñar sistemas integrados de forma que la base de datos contenga los ficheros detallados, con datos particulares para servicios específicos y de forma tal que se utilicen determinados procesos para la asignación e inscripción de frecuencias en servicios específicos. Dicho sistema también contendría ficheros de datos con elementos y procesos comunes a los servicios, necesarios para la gestión integral. Por ejemplo, un sistema dado podría contener ficheros de datos relativos a las características técnicas de las asignaciones del servicio móvil terrestre así como un proceso particular de asignación para la concesión de licencias del servicio móvil terrestre. Este sistema también podría contener ficheros generales con datos topográficos y administrativos o financieros relacionados con varios servicios, incluido el servicio móvil terrestre, así como procesos para la utilización y mantenimiento de dichos datos. Los ingenieros y el personal técnico con experiencia en el servicio móvil terrestre continuarían trabajando en la nueva organización de la misma manera que lo venían haciendo. Con ello disminuirían los costes de diseño y puesta en marcha, la reubicación y formación del personal y los riesgos asociados a la introducción de técnicas automatizadas. El objetivo es que los sistemas informatizados y el soporte lógico de aplicación asociado a éstos ayuden al personal cualificado a realizar sus tareas más rápidamente al tiempo que llevan a cabo actividades más satisfactorias de una manera automatizada, y no que sea un sistema automático que imponga soluciones o resultados sin entender realmente el verdadero razonamiento tras las rutinas que se aplican.

En esta fase se documentan los procesos y se ofrece un panorama claro sobre la forma en que se pueden utilizar los ordenadores para hacer mejoras.

En esta etapa es posible crear especificaciones y requisitos funcionales para todas las necesidades del equipo humano de gestión del espectro.

### 2.4.3 Diseño del sistema

Normalmente, el gestor del espectro no será quien realice directamente el diseño, programación o instalación del sistema informatizado, ni será quien lo mantenga. Estas funciones por lo general las realizan los especialistas informáticos. Sin embargo, sobre el gestor del espectro recae la gran responsabilidad de garantizar que las funciones se llevan a cabo de la manera adecuada. El gestor del espectro tiene la importante misión de definir los requisitos que debe satisfacer el sistema informatizado, y debe participar permanentemente en el proceso de automatización. Se debe revisar el diseño del sistema para determinar si satisface los requisitos (pueden ser necesarias varias iteraciones del diseño antes de que se llegue a un sistema aceptable). Se deben utilizar datos reales para las pruebas, supervisar la formación del personal y garantizar que haya suficiente

documentación, además, es preciso realizar revisiones periódicas del sistema operativo para determinar las áreas en que se puede mejorar.

Es importante que el diseño del sistema permita una funcionalidad flexible y adaptable para así facilitar su mantenimiento futuro.

El acceso a la Web es un instrumento importante que permite mejorar la eficacia del intercambio de datos y la transparencia en la gestión del espectro. En este sentido, se pueden utilizar el acceso a la Web e Internet para, entre otras cosas, hacer lo siguiente:

- enviar notificaciones a la UIT;
- suministrar información a los ingenieros responsables del diseño de nuevos enlaces y estaciones;
- presentar nuevas solicitudes y proyectos;
- acceder a la información relacionada con solicitudes pendientes y proyectos presentados por las administraciones para su examen;
- facturar en línea;
- emitir y renovar licencias en línea;
- facilitar el acceso público a los reglamentos e información acerca de los servicios activos, incluidos los datos de comprobación técnica y las actividades de aplicación.

#### **2.4.4 Selección de una empresa para la ejecución del proyecto**

Normalmente los gestores del espectro no tienen los recursos necesarios para lograr la automatización ni para implantar un sistema informatizado. El gestor del espectro por lo general selecciona una empresa que lleva a cabo esta tarea. Normalmente hay dos posibilidades.

La primera consiste en seleccionar una empresa que cree un sistema personalizado teniendo en cuenta los requisitos específicos del gestor del espectro. Esta solución se ajustaría perfectamente a las necesidades de dicho gestor, pero normalmente es muy costosa y su aplicación tardaría mucho tiempo, ya que la empresa contratista tiene que llevar a cabo la concepción personalizada de un sistema bastante complejo. Las fases de puesta a punto y de prueba pueden ser muy complejas y costosas.

La segunda solución es casi siempre más económica. Consiste en adquirir un sistema comercial ya desarrollado. La solución podría no ajustarse a todos los requisitos posibles del gestor del espectro, pero siempre es posible solicitar que se hagan pequeños reajustes y personalización de la solución informática para cumplir así con los requisitos fundamentales.

Si el grado de personalización que exige la administración es elevado, los costes de desarrollo y mantenimiento pueden llegar a ser mayores que los costes que supone crear un sistema personalizado.

En todo caso, es importante llegar a un acuerdo mutuo (contrato) entre las partes que contemple la puesta a punto y la personalización.

La principal ventaja de esta solución es que el soporte lógico que se adquiere ya se ha comprobado y se pueden hacer demostraciones para determinar si se cumplen los requisitos.

Existen algunos criterios que pueden ayudar en la selección del contratista.

El primero es la calidad de los servicios que ofrece. El gestor del espectro debe prestar especial atención a la calidad de los procedimientos establecidos por la empresa para garantizar que el servicio se presta de manera adecuada.

El segundo tema principal es la capacitación y formación del personal que va a utilizar el sistema informatizado. La formación debe ser lo suficientemente amplia como para que abarque todas las partes del sistema, desde el uso básico del mismo hasta las actividades más avanzadas, incluida su administración.

El tercer tema es el mantenimiento durante la garantía y tras expirar la garantía, que incluye el mantenimiento preventivo, y correctivo y los ajustes de actualización, en los que se realizan pequeñas correcciones y se proporcionan nuevas versiones. El soporte lógico debe poder evolucionar para que sea capaz de incluir nuevas tecnologías, nuevas recomendaciones y la reglamentación en vigor. Esto también debe contemplar las

actualizaciones de las plataformas informáticas, ya que los ordenadores se desactualizan rápidamente debido a los acelerados avances tecnológicos. Se recomienda escoger los elementos del sistema de manera que su mantenimiento sea inmediato y a un coste razonable en el mercado local.

El último tema es la adquisición de datos. Ésta es una parte que no se debe subvalorar. Transferir los datos de un sistema a otro puede consumir mucho tiempo y se debe prestar mucho cuidado a esta tarea delicada. Es importante poder recuperar todos los datos disponibles en el formato en que estén presentados. El elemento más importante de un sistema de gestión del espectro son sus datos y se debe analizar cuidadosamente la conversión de los datos existentes cuando se van a traspasar los datos al sistema informatizado. Hay que diseñar métodos para llevar a cabo la edición y validación durante la fase de recopilación de datos. Si los datos existentes se encuentran en documentos impresos, se debe también diseñar un método para la captura de estos datos. Una estrategia consiste en convertir los datos a una forma que puedan leer las máquinas, y que depende del formato de los documentos existentes, y utilizar luego un programa informático para convertirlos al formato deseado. Esto evita errores administrativos en la transcripción y conversión, y muy posiblemente disminuirá el tiempo y costes de la conversión. Si hay un gran volumen de datos, se podría mejorar la eficacia del registro en la nueva base de datos si antes de iniciar la operación se organizan los datos existentes según el diseño de los nuevos ficheros de datos. Una vez recopilados los datos, se debe verificar cuidadosamente que éstos están completos y corresponden con lo esperado. Puede suceder que el sistema informatizado requiera información no existente entre los datos recopilados (por pérdida de datos, porque los datos nunca se suministraron, etc.) Estos datos que faltan se deben sustituir inicialmente con valores por defecto y completarse en una etapa posterior.

#### **2.4.5 Selección de un sistema informático**

Son varios los factores que determinan la potencia que se requiere para el procesador de los sistemas de gestión de frecuencias. Entre éstos se encuentran el tamaño y la velocidad de las transacciones asociadas con los ficheros de datos, la complejidad y la frecuencia con que se aplican los modelos de ingeniería y el tiempo de respuesta deseado cuando se llevan a cabo determinados procedimientos. Las características del volumen (tamaño y velocidad) las determina por lo general el tamaño geográfico de la administración y su estado de desarrollo en el uso de las telecomunicaciones. El gestor de frecuencias debe tomar decisiones relacionadas con los tiempos de respuesta precisos para ofrecer a los usuarios y a la autoridad administrativa un nivel de servicio satisfactorio. Se debe proporcionar el nivel de servicio de acuerdo con las limitaciones presupuestarias adecuadas. A pesar de que los ordenadores potentes pueden procesar grandes cantidades de datos y llevar a cabo cálculos largos y complejos en periodos de tiempo muy breves, puede ser que, en determinadas circunstancias, un ordenador más lento y menos costoso pueda procesar la cantidad de datos exigida o llevar a cabo los cálculos solicitados dentro de unos límites de tiempo aceptables para el gestor. Un mayor tiempo de procesamiento también reducirá los costes de los soportes físico y lógico asociados a métodos complejos para el almacenamiento y acceso de datos.

Puede que el gestor de frecuencias deba utilizar un sistema informático existente que también presta servicio a otros usuarios, o que tenga que adquirir un sistema informático para realizar sus tareas específicas. En el primer caso, tendrá por lo general acceso a un gran sistema polivalente capaz de llevar a cabo procesamientos de datos a gran escala y de resolver problemas de ingeniería complejos; sin embargo, se exigirá que la aplicación de gestión de frecuencias coexista con otras aplicaciones en el sistema informático. Ello podría imponer restricciones al almacenamiento disponible y al tiempo necesario de cálculo.

Normalmente, la utilización del ordenador aumenta y se extiende una vez que se ha implantado el sistema automatizado. Estos sistemas por lo general se diseñan para solucionar un problema particular y con frecuencia se observa que este problema inicial escondía otros problemas diferentes. Los costes incrementales que supone resolver los nuevos problemas son por lo general pequeños en comparación con las ventajas que se obtienen. Los sistemas informáticos hay que diseñarlos de forma que se puedan ampliar para abarcar la automatización de otras aplicaciones y de modo que puedan asimilar el crecimiento normal esperado por parte de las aplicaciones existentes. Los sistemas se deben diseñar con capacidad de almacenamiento en exceso, del 100% para el caso de la memoria principal y el almacenamiento auxiliar, y con la capacidad de que se puedan sustituir los dispositivos de entrada/salida por modelos de mayor velocidad o de que se puedan incorporar otros dispositivos de entrada/salida sin que por ello sea necesario tener que efectuar un reacondicionamiento importante en el sistema. En lo posible, se deben elegir procesadores centrales que permitan un aumento de las capacidades del procesador mediante actualizaciones, sin que se pierda la calidad de funcionamiento del soporte lógico.

Se debe tener en cuenta la disponibilidad de repuestos para todas las partes del sistema informático, que deben poder sustituirse rápidamente en caso de fallo, pues si no se encuentran los repuestos fácilmente en el mercado local, los fallos pueden tener consecuencias graves.

También hay que tener presente los costes de las partes fungibles. Las partidas de costes de los cartuchos de tinta para las impresoras pueden ser muy diferentes de un fabricante a otro. Es importante analizar estos costes cuidadosamente antes de tomar una decisión final. Los elementos fungibles también deben poder encontrarse fácilmente en el mercado.

#### **2.4.6 Conclusiones**

A continuación figuran las directrices principales a la hora de implantar un sistema informático, que dependen del diseño del sistema y de los requisitos operacionales que se adopten:

- *Para el soporte físico:* adquirir ordenadores bastante rápidos con la memoria y espacio de almacenamiento adecuados, así como los periféricos pertinentes.
- *Para el soporte lógico:* adquirir los productos más compatibles «disponibles en el mercado», que se ajusten a la mayoría de los procesos relacionados con la administración de la gestión de frecuencias y que permitan la personalización y adaptación mediante la adecuada elección de parámetros para satisfacer necesidades más específicas tales como la interfaz del sistema de comprobación técnica.

Durante la adquisición de los sistemas se debe llegar a una solución de compromiso entre la calidad de funcionamiento, la utilización operativa y los costes relacionados; además hay que tener presente la familiaridad del personal administrativo con la tecnología que se escoja y la disponibilidad de los elementos principales en el mercado local, junto con la formación, garantía, mantenimiento y asistencia adecuados.

## CAPÍTULO 3

**Datos sobre la gestión del espectro y gestión de las bases de datos**

## ÍNDICE

	<i><b>Página</b></i>
3.1	Introducción ..... 22
3.2	Datos sobre la gestión del espectro: entidades, propiedades y relaciones..... 22
3.2.1	Frecuencias y servicios radioeléctricos (atribución de frecuencias)..... 23
3.2.2	Asignación de frecuencias y licencias ..... 23
3.2.3	Titulares de una licencia ..... 24
3.2.4	Estaciones y equipos..... 24
3.2.5	Geografía de la administración y de las zonas circundantes ..... 24
3.2.6	Niveles de emisión (comprobación técnica)..... 25
3.2.7	Tarifas de las tasas de licencia..... 25
3.2.8	Actividades de la gestión del espectro..... 25
3.2.9	Datos sobre gestión del espectro ..... 25
3.3	Calidad de los datos ..... 25
3.3.1	Calidad de los datos del contratista ..... 26
3.3.2	Calidad de la adquisición y el mantenimiento de los datos ..... 26
3.4	Bases de datos para la gestión del espectro y sistemas de gestión de las bases de datos.. 26
3.4.1	Bases de datos para la gestión del espectro ..... 26
3.4.2	Sistemas de gestión de la base de datos..... 27
3.4.3	Introducción de datos en la base de datos..... 28
3.4.4	Extracción de datos de la base de datos..... 28

### 3.1 Introducción

El objeto de utilizar técnicas informatizadas para la gestión nacional del espectro es poder responder a una serie de preguntas prácticas de interés nacional, como por ejemplo:

- ¿Cuántos transmisores operan en el territorio nacional en la banda de frecuencias de 235-267 MHz?
- ¿Qué efecto podrá tener un nuevo transmisor situado en un lugar determinado en otro transmisor existente que utiliza la misma frecuencia?
- ¿A quién deberá contactarse en caso de una posible fuente de interferencia?

La clase de preguntas a la que se debe responder determina el tipo de información sobre la gestión del espectro que debe recopilar y mantener una administración. Si sólo se han previsto tareas administrativas, puede que sea suficiente mantener actualizada la información relativa a las asignaciones de frecuencias. En este caso, solamente se requeriría una simple recuperación y manipulación de los datos (tales como selección y cómputo), operaciones que habitualmente realizan a todos los sistemas de gestión de base de datos.

No obstante, lo más probable es que una administración necesite responder a cuestiones técnicas relativas, por ejemplo, a los niveles de emisión de las posibles fuentes de interferencia. Para utilizar eficazmente las técnicas informáticas que se describen en este Manual, es preciso disponer de los medios que permitan recuperar los datos técnicos necesarios de una base de datos de gestión del espectro.

A fin de controlar los costes, las administraciones deben examinar cuidadosamente qué datos deben recopilar y conservar. En esas decisiones se tendrán en cuenta tanto las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la UIT y de los Acuerdos Regionales concertados bajo los auspicios de la UIT como las necesidades de las organizaciones regionales. Las bases de datos de gestión del espectro utilizadas por varias administraciones también pueden servir de ejemplo para las administraciones que elaboren nuevos sistemas.

La Oficina de radiocomunicaciones (BR) mantiene actualizados abundantes datos administrativos y técnicos relacionados con sus diversas actividades de gestión del espectro, entre los que figuran la coordinación, la notificación y las publicaciones anticipadas. Las fuentes en línea, como por ejemplo el registro de los seminarios y de los talleres mundiales y regionales de radiocomunicaciones sobre gestión del espectro que realiza la UIT, que figuran sobre todo en <http://www.itu.int/ITU-R/go/seminars>, proporcionan una información detallada acerca de las necesidades de la BR en materia de datos.

El presente Capítulo describe los datos administrativos y técnicos de la gestión del espectro, así como la organización y el mantenimiento de esos datos por medio de un sistema de gestión de la base de datos. El Anexo 1 a este Manual enumera y describe los tipos de datos que se requieren habitualmente para responder a las cuestiones planteadas por la gestión del espectro.

### 3.2 Datos sobre la gestión del espectro: entidades, propiedades y relaciones

Puede ser muy útil describir los datos en función de *entidades*, *relaciones* entre esas entidades y *propiedades* de dichas entidades. Las entidades relacionadas con la gestión del espectro comprenden transmisores, receptores, antenas y plataformas tangibles, así como la atribución de frecuencias, la asignación de frecuencias y muchos otros elementos intangibles.

En general, las entidades tienen diversas propiedades de interés para la gestión del espectro. Las propiedades de las entidades se pueden representar como un cuadro de datos con filas para las entidades de tipo similar y columnas para las propiedades. Las relaciones entre las entidades proporcionan información, como por ejemplo, qué tipo de transmisor se utiliza en una estación concreta. Las relaciones son tan importantes para la organización eficaz de los datos que, los cuadros de datos se conocen como *relaciones* y el tipo habitual de base de datos moderna es la *base de datos relacional*.

La cardinalidad de la relación entre dos entidades puede ser cualquiera de los tres tipos siguientes:

- *Uno a uno*: la relación entre estaciones y distintivos de llamada es una relación uno a uno, ya que una estación sólo puede tener un distintivo de llamada y un distintivo de llamada sólo se puede asignar a una estación.

- *Uno a muchos*: la relación entre una licencia y la parte responsable es una relación uno a muchos, ya que una licencia puede tener sólo una parte responsable, mientras que esa parte puede ser titular de múltiples licencias.
- *Muchos a muchos*: la relación entre bandas de frecuencia y servicios de radiocomunicación es una relación muchos a muchos, ya que las bandas de frecuencia pueden haber sido atribuidas a múltiples servicios y los servicios pueden tener atribuidas múltiples bandas.

La comprensión de las relaciones ayuda a evitar un importante problema que se plantea en el mantenimiento de los datos, que es la redundancia de datos, o la existencia del mismo dato en más de un lugar de la base de datos. Por ejemplo, si la dirección postal de una persona que es titular de numerosas licencias se almacenase como una propiedad de las licencias, la misma dirección aparecería en cada una de las licencias de las que esa persona es titular. Un cambio de dirección de la persona exigiría la actualización de cada una de las licencias afectadas, lo que significaría un esfuerzo innecesario y podría dar lugar a errores. Si, por el contrario, la dirección postal se considerase de manera más adecuada como una propiedad del *titular* de la licencia, la relación entre la licencia y su titular indicaría la dirección postal correcta para las notificaciones relativas a esa licencia.

Los siguientes puntos describen las relaciones y propiedades relativas a tipos de entidades que son de interés para la gestión del espectro. En algunos aparecen definiciones extraídas del RR junto con sus correspondientes números al margen.

### 3.2.1 Frecuencias y servicios radioeléctricos (atribución de frecuencias)

**Número 1.16 del RR atribución** (de una banda de frecuencias): *Inscripción* en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios *servicios de radiocomunicación* terrenal o espacial o por el *servicio de radioastronomía* en condiciones especificadas. Este término se aplica también a la banda de frecuencias considerada.

Según esta definición, las atribuciones de frecuencias son relaciones entre bandas de frecuencias y servicios, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 5 del RR. Organizadas por bandas de frecuencias, las atribuciones abarcan una o más de las tres Regiones del RR y pueden tener categoría primaria o secundaria. Mediante un sistema de notas se califican ciertas atribuciones, por ejemplo, limitándolas a administraciones específicas, restringiendo el nivel de emisión, etc.

Las «notas de país» en el Cuadro internacional de atribución de frecuencias del Artículo 5 del RR se rigen por las disposiciones del RR y por las resoluciones de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) pertinentes e indican las administraciones que tienen atribuciones nacionales que difieren ligeramente de las que figuran en el Artículo 5 del RR. La información sobre las atribuciones nacionales debe mantenerse actualizada de manera similar a las atribuciones internacionales, a fin de que ambas puedan compararse con facilidad.

### 3.2.2 Asignación de frecuencias y licencias

**Número 1.18 del RR asignación** (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): *Autorización* que da una administración para que una *estación* radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

**Número 1.61 del RR estación**: *Uno* o más transmisores o receptores, o una combinación de transmisores y receptores, incluyendo las instalaciones accesorias, necesarios para asegurar un *servicio de radiocomunicación*, o el *servicio de radioastronomía* en un lugar determinado.

Las definiciones indican que las asignaciones de frecuencia son relaciones uno a muchos entre estaciones y frecuencias o canales de frecuencias. Esta información es particularmente importante puesto que asignación de frecuencias significa la autorización nacional para el uso de las frecuencias.

Habida cuenta de que la asignación de frecuencias es la base de la coordinación y la notificación internacionales, el mantenimiento actualizado de los datos debe ajustarse al RR y a los requisitos del UIT-R. El Apéndice 4 del RR y el Diccionario de Datos de Radiocomunicaciones (DDR), véase la versión más reciente de la Recomendación UIT-R SM.1413, enumeran los datos de asignación de frecuencias que generalmente se necesitan para llevar a cabo estos procedimientos a nivel nacional e internacional. Los Artículos 4 y 20, así

como los Apéndices **30**, **30A** y **30B** del RR, junto con las Resoluciones de las CMR pertinentes y los planes de adjudicación regionales, proporcionan información adicional sobre los datos necesarios para la asignación de frecuencias.

En general, entre las licencias y las asignaciones de frecuencias existe una relación uno a muchos. Una licencia está relacionada con la asignación o las asignaciones de frecuencias asociadas, así como con el titular de la licencia.

### 3.2.3 Titulares de una licencia

Las propiedades de los titulares de una licencia serán exclusiva y fundamentalmente información administrativa, como por ejemplo la información de contacto. Es probable que esa información deba mantenerse protegida, posibilidad que ofrecen algunos sistemas de gestión de bases de datos.

### 3.2.4 Estaciones y equipos

La relación muchos a muchos entre las estaciones y el equipo utilizado en las estaciones (transmisores, receptores, antenas, etc.) es un elemento fundamental, con respecto al cual se debe evitar la redundancia. Si bien en muchos sistemas de registro de datos actuales se considera que las propiedades del equipo son las propiedades de la asignación de frecuencias, las entidades deben ser diferentes a fin de evitar los riesgos de redundancia. Como una administración puede utilizar un modelo particular de transmisor (con sus correspondientes propiedades) en numerosas estaciones, las propiedades que deben reconocerse son las del transmisor, a la vez que se reconoce la relación entre múltiples estaciones y ese transmisor en particular.

El manejo de los datos correspondientes a las antenas puede resultar menos evidente. Si bien ciertas propiedades, como la anchura de banda y el diagrama de antena, pueden ser comunes a todos los casos de una antena particular, otras propiedades, como la altura de antena y la marcación (para sistemas terrenales directivos) son propiedades de la estación.

Las ecuaciones del balance del enlace indican qué propiedades deben considerarse para el equipo. Empleando la base de datos y haciendo uso de técnicas informatizadas, el administrador del espectro debe ser capaz de predecir analíticamente los niveles de señal que mediría una estación de comprobación técnica. Las propiedades relacionadas con la autorización concedida a un titular de licencia para utilizar el equipo en una estación particular también se deben mantener.

### 3.2.5 Geografía de la administración y de las zonas circundantes

Para determinar los niveles de emisión en puntos distantes de un transmisor, que es necesario conocer cuando se calculan los niveles de potencia interferente, un valor aproximado que considere sólo la longitud del trayecto y la altura de antena resultará inadecuado para la mayoría de los terrenos. A fin de ajustar el análisis mediante una predicción más precisa de las pérdidas de propagación, se deben tener en cuenta otros factores, principalmente el terreno, pero también las estructuras y la vegetación. Es necesario disponer de esta información no sólo dentro del propio país, sino también en las zonas adyacentes para facilitar la coordinación de la asignación de frecuencias. Para las administraciones puede resultar difícil obtener datos del terreno, así como otros datos correspondientes a las administraciones vecinas, pero a efectos de la coordinación puede ser suficiente si los datos están fácilmente disponibles aunque sean menos detallados.

Los modelos para pérdidas de propagación que dependen del terreno requieren muestras de elevación de ese terreno en numerosos puntos a lo largo del trayecto a fin de determinar el modo dominante de propagación y el papel de la propagación multitrayecto. Las propiedades geofísicas, como la conductividad y la permitividad del suelo, también afectarán a las estadísticas de propagación en algunas frecuencias.

En lo que se refiere a los datos, la elevación y las propiedades geofísicas son propiedades del lugar (las entidades) dentro de las fronteras nacionales. La Comisión de Estudio 3<sup>4</sup> del UIT-R, que trata las cuestiones de la propagación de las ondas radioeléctricas, ha elaborado métodos para recopilar y mantener actualizados esos datos geográficos.

---

<sup>4</sup> Véase la página web de la Comisión de Estudio 3 del UIT-R en: <http://www.itu.int/ITU-R/go/rsg3>.

La atenuación producida por los edificios también puede ser un factor importante para predecir los niveles de señal, en particular en las zonas urbanas. Un criterio práctico para la inclusión de este factor es la recopilación de datos sobre la densidad de estructuras como una propiedad del lugar geográfico.

### 3.2.6 Niveles de emisión (comprobación técnica)

Numerosas administraciones realizan una comprobación técnica sistemática de los niveles de emisión por diferentes motivos, como por ejemplo, asegurarse de que los transmisores funcionan de conformidad con los reglamentos nacionales e internacionales y con las condiciones de las licencias, identificar fuentes de emisión no autorizadas y de interferencia y medir los niveles de ocupación del espectro. Las administraciones también pueden proponer estaciones de comprobación técnica para participar en el Sistema Internacional de Comprobación Técnica (véase el Artículo 16 del RR). Toda la información pertinente, incluidos los tipos de medición llevados a cabo por las citadas estaciones de los servicios de radiocomunicaciones terrenales y/o espaciales, debe notificarse para su inclusión en la lista de estaciones de comprobación técnica internacionales (Lista VIII<sup>5</sup>). Cabe destacar que estas estaciones forman un grupo cooperativo para compartir periódicamente y caso por caso los datos de comprobación técnica, por ejemplo, participando en el programa de comprobación técnica en las bandas de ondas decamétricas. El mecanismo de ese control técnico se describe de manera detallada en el Manual de la UIT–Comprobación técnica del espectro, mantenido por el Grupo de Trabajo 1C de Radiocomunicaciones.

Los datos de comprobación técnica son un registro de los niveles de emisión detectados en una estación de comprobación técnica y en un momento determinado, por lo que representan las propiedades de una estación de comprobación técnica. Por medio de técnicas informatizadas, una administración puede comparar los datos de comprobación técnica con los niveles de emisión estimados, basándose en los datos de asignación de frecuencias para verificar los datos de asignación y detectar así funcionamientos no autorizados, de conformidad con la versión más reciente de la Recomendación UIT-R SM.1537.

### 3.2.7 Tarifas de las tasas de licencia

A menudo, las administraciones tienen una tarifa para las tasas basada en las propiedades de las licencias, como por ejemplo, el número y el tipo de transmisores, el número de frecuencias utilizadas y la potencia del transmisor.

### 3.2.8 Actividades de la gestión del espectro

Las administraciones también pueden estar interesadas en registrar diferentes hechos como:

- reclamaciones de interferencias presentadas por titulares de licencias;
- violaciones de las reglamentaciones de radiocomunicación nacionales o internacionales por el titular de una licencia;
- inspección de estaciones.

### 3.2.9 Datos sobre gestión del espectro

En una base de datos de entidades, propiedades y relaciones, los propios datos son una entidad con propiedades. Las propiedades de los datos de gestión del espectro que son de interés para la UIT se describen en la versión más reciente de la Recomendación UIT-R SM.1413.

## 3.3 Calidad de los datos

La calidad de las decisiones adoptadas utilizando técnicas informatizadas requiere que los datos disponibles sean fiables, lo que significa un reto importante para las administraciones. La fiabilidad o «calidad» de los datos refleja la precisión con que éstos representan algunos aspectos del entorno electromagnético real.

Los datos pueden proceder de proveedores especializados, como organizaciones censales, empresas de cartografía, fuerzas armadas o representantes gubernamentales. Otros datos, como la información sobre una estación y los diagramas de antena, los debe recopilar y mantener actualizados la propia organización encargada de la gestión del espectro nacional.

---

<sup>5</sup> Véase la descripción de la Lista internacional de estaciones de comprobación técnica (Lista VIII) en: <http://www.itu.int/go/ITU-R/ListVIII>.

### 3.3.1 Calidad de los datos del contratista

Determinar la calidad de los datos procedentes de una fuente exterior puede resultar sumamente difícil. Para los casos en que se trate de adquirir datos procedentes de una tercera parte, se pueden establecer las siguientes directrices generales:

- especificar claramente qué datos se requieren y qué grado de precisión deben tener los datos cuantitativos;
- asegurarse de que los datos son lo suficientemente recientes para la aplicación prevista;
- examinar la posibilidad de que el contratista proporcione un servicio de mantenimiento de los datos (actualizaciones periódicas);
- recurrir a contratistas especializados en la región y en el tipo de datos solicitados;
- cuando proceda, obtener los datos directamente de quien los recopila.

### 3.3.2 Calidad de la adquisición y el mantenimiento de los datos

Como parte de sus actividades de gestión del espectro, una administración debe también asegurarse de la calidad de los datos que ella misma recopila. Existen diversas técnicas informatizadas que ayudan a garantizar la validez de los datos recopilados.

#### 3.3.2.1 Filtros de datos

Los filtros de datos aprovechan la redundancia de las informaciones existentes y utilizan otras técnicas para ayudar a impedir y detectar errores en los nuevos datos. Como ejemplos pueden citarse:

- *Cifras de control*: a menudo, se añaden a los números de identificación (por ejemplo números de tarjetas de crédito) una serie de cifras para su validación. Para identificar los errores que se producen al introducir manualmente los datos se puede recurrir a técnicas similares de validación.
- *Información geográfica redundante*: frecuentemente, las informaciones sobre la localización de estaciones y titulares de licencias contienen redundancias que se pueden utilizar para identificar errores.
- *Cuadros de selección*: cuando sea aplicable, se podrán utilizar listas desplegadas para asegurarse que las inscripciones son válidas. El contenido de esas listas se puede determinar mediante las inscripciones para otros elementos de datos.

#### 3.3.2.2 Control del acceso y datos históricos

El control del acceso – que asegura que sólo el personal autorizado puede escribir en la base de datos – es fundamental para la calidad de los datos. Una revisión no autorizada de los datos puede traer aparejadas graves consecuencias, como por ejemplo, el cobro incorrecto de tasas a los titulares de licencias.

Mantener un simple registro de todas las revisiones realizadas en la base de datos, indicando lo esencial de los cambios, la hora en que se introdujeron esos cambios y la persona que realizó la revisión, también ayudará a mejorar la calidad de los datos. Habitualmente, este método sencillo basta para la mayoría de las aplicaciones, pero su validez se ve limitada cuando se trata de una auditoría. El tipo de registro determinará cómo se puede utilizar. Por ejemplo, un simple fichero de registro no proporcionará información acerca de cómo se utilizó el espectro en el pasado.

## 3.4 Bases de datos para la gestión del espectro y sistemas de gestión de las bases de datos

### 3.4.1 Bases de datos para la gestión del espectro

Una base de datos para la gestión del espectro es un conjunto de datos que permiten realizar dicha gestión. Las primeras bases de datos de gestión del espectro eran simples cuadros con filas y columnas, en los cuales las filas representaban las asignaciones de frecuencias y las columnas contenían los datos relativos a las propiedades de dichas asignaciones. Para las administraciones interesadas en realizar únicamente las tareas administrativas más sencillas, esas bases de datos se podían elaborar utilizando sólo una aplicación de hoja de cálculo básica.

Habida cuenta de que entidades como, por ejemplo, las plataformas marítimas y las plataformas de satélites tienen relaciones y propiedades muy diferentes, es probable que las administraciones consideren que los sistemas de bases de datos basados en el modelo relacional se adaptan mejor a sus necesidades. Las bases de datos relacionales son cuadros formados por filas y columnas, conocidos también como «relaciones». Las filas de esos cuadros contienen entidades individuales y las columnas indican las propiedades de las entidades o las relaciones con otras entidades, descritas en otros cuadros.

Algunas administraciones pueden considerar que el tipo de programas de aplicación con procesadores de texto y hojas de cálculo en soportes lógicos comerciales son adecuados a sus necesidades, a pesar de que las capacidades relacionales de esas aplicaciones son en general reducidas. Es posible concebir sistemas más potentes a fin de satisfacer las necesidades particulares de una administración, si bien esos sistemas son más costosos.

### 3.4.2 Sistemas de gestión de la base de datos

El sistema de gestión de la base de datos (SGBD) es un sistema informatizado que permite mantener actualizados los datos de la gestión del espectro y los pone a disposición de diversos usuarios. Una base de datos moderna y bien diseñada permitirá introducir y modificar fácilmente los datos y proporcionará un «panorama» de estos datos a los usuarios sin que sea necesario comprender los detalles del sistema, como por ejemplo, cómo se organizan los datos solicitados en la base de datos. El SGBD también debe diseñarse de manera que reduzca al mínimo la redundancia en la base de datos, valide los datos, proporcione seguridad a los datos confidenciales y efectúe copias de seguridad a fin de evitar pérdidas catastróficas en el caso de fallo del sistema.

Cuando una administración estudie el diseño de un sistema de gestión de la base de datos, debe tener en cuenta los sistemas utilizados por las administraciones con las que tendrá que intercambiar datos frecuentemente, así como los sistemas utilizados por la BR.

El sistema diseñado debe ser modular y flexible. Un método para lograr una cierta flexibilidad consiste en utilizar una funcionalidad orientada al procesamiento de cuadros donde el funcionamiento del programa se pueda determinar mediante valores de código en la base de datos. De esta manera, el sistema se podrá, en cierta forma, adaptar al usuario sin necesidad de cambiar los códigos. Algunos ejemplos de ello son:

- Almacenamiento de mensajes de pantalla en la base de datos de manera que el lenguaje de operación del sistema se pueda cambiar fácilmente.
- Almacenamiento de todos los mensajes de usuario para facilitar la disponibilidad del sistema en múltiples lenguajes.
- Almacenamiento de parámetros y valores de tasas en cuadros a fin de permitir una fácil adaptación a las diferentes administraciones.

Un SGBD se puede aplicar de manera que los ficheros que contienen la referencia administrativa y los parámetros técnicos en un emplazamiento central se reproduzcan o «se reflejen» en los emplazamientos de los usuarios. Esta técnica, a la vez que es transparente para los usuarios disminuye el tiempo de respuesta.

#### 3.4.2.1 Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica (GIS, *geographic information systems*) se pueden integrar con los SGBD para ayudar a las administraciones a explicar los efectos del entorno (terreno, población, etc.) en la gestión del espectro. Habitualmente ofrecen una representación bidimensional de la información geográfica y a menudo también proporcionan capacidades tridimensionales.

El mapa mundial digitalizado de la UIT (IDWM), disponible en <http://www.itu.int/pub/R-SOFT-IDWM>, contiene bases de datos de información geográfica (líneas de costa, mares, islas, lagos), política (fronteras entre países y entre regiones), meteorológica (zonas hidrometeorológicas) y técnica (zonas de conductividad del suelo, zonas de ruido, zonas de adjudicación, zonas marítimas, zonas de radiodifusión CIRAF y zonas de propagación). No obstante, la resolución del IDWM es de sólo 5 km, lo que para determinados servicios de radiocomunicaciones puede no ser una precisión adecuada.

El IDWM consta de dos partes principales: la base de datos del IDWM y las bibliotecas de subrutinas y enlaces. El IDWM se puede incorporar a las aplicaciones de gestión del espectro de las administraciones y utilizar para

determinar, por ejemplo, la ubicación de un determinado punto, la distancia y el acimut entre dos puntos y la distribución del mar a lo largo de un trayecto, la distribución de áreas o zonas de un mapa técnico concreto a lo largo de un trayecto o zonas geográficas en un determinado contorno. Las aplicaciones de la gestión del espectro más avanzadas utilizan sistemas de información geográfica integrados a fin de mejorar la visualización y utilizar más eficazmente los mapas digitalizados. Otras numerosas fuentes cartográficas de diferentes capacidades, como la base de datos GTOPO30 y la base de datos de la NASA, se encuentran disponibles en línea.

Cuando se utilizan las aplicaciones de los GIS es importante que las coordenadas geográficas sean precisas y coherentes. Por consiguiente, las administraciones deben utilizar un sistema geodésico normalizado, por ejemplo un sistema nacional o un sistema de amplia difusión como el WGS84 (Sistema geodésico mundial de 1984). Es probable que las administraciones tengan que recurrir a varios proveedores para hacerse con todos los mapas requeridos.

Habitualmente, los datos utilizados por los sistemas GIS se suministran en forma cuadrangular por puntos o vectorial. Entre los datos que habitualmente se presentan en formato cuadrangular por puntos, figuran el tipo de ecos parásitos, la densidad de población, la conductividad del suelo y las capas de refractividad. Entre los datos que habitualmente se presentan en formato vectorial, figuran las fronteras geográficas y políticas, los principales ríos, las redes viarias y ferroviarias y los límites de distrito. Los medios de los sistemas GIS comprenden mecanismos para el almacenamiento y la recuperación de los datos geográficos y conexos, los instrumentos de mantenimiento de las bases de datos y los controles de las impresoras y trazadoras.

Por lo general, los datos geográficos de gestión del espectro, como los emplazamientos de las estaciones transmisoras o las zonas de cobertura, se pueden superponer a los datos geográficos en tiempo real. Los sistemas GIS manejan datos con rapidez y visualizan mapas y diagramas basados en los criterios del usuario. Han sido diseñados para que los utilicen, los operadores, tanto principiantes como experimentados, mediante un sistema de menús. Algunos utilizan paquetes modelizados sumamente perfeccionados para aplicaciones particulares, como la cobertura de red para servicios de radiodifusión, los perfiles de trayectos entre emplazamientos determinados, o la visualización del horizonte.

### **3.4.3 Introducción de datos en la base de datos**

Cuando una administración establece o mejora una base de datos nacional de gestión del espectro probablemente se debe a que ya posee una abundante cantidad de datos que desea manejar con mayor eficacia. La importante tarea de introducir los datos iniciales se puede simplificar, en cierta medida, utilizando técnicas avanzadas de introducción de datos (por ejemplo, una interfaz gráfica con el usuario) o exigiendo a los titulares de una licencia y a los proveedores de equipos que suministren los datos en forma electrónica compatible con la base de datos. Si bien las administraciones que sólo utilizan registro en papel lo más probable es que deban introducir los datos manualmente, aquellas que disponen de un sistema electrónico de almacenamiento de datos deberían poder utilizar programas informáticos para introducir los datos disponibles en los nuevos ficheros, lo que representa una economía significativa.

Es fundamental que una administración atribuya los recursos suficientes para mantener una base de datos precisa y actualizada. Si se precisan nuevas capacidades (como el mantenimiento de los datos recientemente requeridos), se necesitarán recursos suplementarios para modificar la base de datos.

Para ayudar a mantener la precisión de los datos, al introducirlos se deben incluir comprobaciones de validación. Mediante comprobaciones de validación básicas se indicarán los datos no válidos, como por ejemplo un número de aplicación de asignación de frecuencia en formato incorrecto o un parámetro de equipo que esté fuera de los márgenes aceptables, y se proporcionará un mensaje de error para la introducción de los datos. Otros sistemas más complejos podrían reconocer, por ejemplo, que el uso de un equipo especificado es incompatible con una estación.

### **3.4.4 Extracción de datos de la base de datos**

La extracción de datos de la base de datos es la información proporcionada directamente al usuario a través de una consulta a la base de datos, o la información ofrecida a una aplicación para su utilización en un análisis. En cada caso, el SGBD se debe diseñar de manera tal que proporcione al usuario o al diseñador de la aplicación potentes capacidades de consulta a través de una interfaz cuya utilización sea sencilla.

Si bien una base de datos relacional consiste en una serie de cuadros almacenados en ficheros, conocidos como cuadros «básicos», para la mayoría de los usuarios el examen directo de esos cuadros sería de poca utilidad.

En su lugar, los usuarios solicitan cuadros «virtuales», conocidos como «vistas», que el SGBD presenta al usuario en pantalla para responder a su pregunta. Por ejemplo, un usuario puede preguntar «¿Cuáles son los nombres y los números de teléfono de todos los titulares de licencias que poseen diez o más licencias de ondas decamétricas?». El SGBD identificará las licencias para los sistemas en bandas de ondas decamétricas basándose en los cuadros de asignación de frecuencias y de licencias, identificará a los titulares de esas licencias a partir del cuadro de licencias, determinará quiénes son los titulares de licencia que tienen diez o más licencias para sistemas en bandas de ondas decamétricas y leerá los nombres y los números de teléfono en el cuadro de titulares de licencias. En base a estos datos no se creará ningún cuadro real, sino que se visualizará en pantalla o se imprimirá para el usuario un cuadro virtual (vista).

El uso continuo y cada vez más amplio por parte de una administración de su base de datos de gestión del espectro implicará requisitos nuevos e imprevistos para visualizar los datos. A fin de cubrir esta necesidad adicional de visualizar los datos, el SGBD debe reconocer todas las relaciones válidas entre datos.



## CAPÍTULO 4

**Intercambio electrónico de información para la gestión del espectro**

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
4.1	Introducción ..... 32
4.2	Métodos de transporte ..... 33
4.2.1	Correo ordinario ..... 33
4.2.2	Facsímil (fax)..... 34
4.2.3	Correo electrónico (e-mail)..... 34
4.2.4	Acceso a distancia a los datos – Carteleras electrónicas, servidores Internet, direcciones FTP y «conexiones» ..... 34
4.2.5	Conformidad con las normas ..... 35
4.3	Asuntos relativos a la ejecución de los sistemas ..... 35
4.3.1	Medios informáticos existentes ..... 36
4.3.2	Necesidades de la administración en materia de intercambio electrónico de datos ..... 36
4.3.3	Compras ..... 37
4.3.4	Gestión del cambio ..... 38
4.4	Estudios de caso ..... 38

## 4.1 Introducción

Este Capítulo proporciona orientaciones para los responsables de la gestión del espectro en las organizaciones que desean implantar o mejorar el intercambio electrónico de datos. Entre otras cosas, se examinan los soportes físico y lógico, los medios de almacenamiento de datos, el formato de los ficheros de datos y el diccionario de datos, la biblioteca, la seguridad, los procedimientos, las redes de comunicaciones y el personal necesario para realizar esta tarea.

El término «información sobre gestión del espectro» incluye, aunque no exclusivamente, la información necesaria para llevar a cabo las funciones siguientes:

- a) descripción de las atribuciones de bandas de frecuencias; plan nacional de frecuencias;
- b) asignaciones y adjudicaciones de frecuencias a nivel nacional;
- c) concesión de licencias y facturación;
- d) coordinación y/o notificación de asignaciones de frecuencia o de posiciones orbitales;
- e) supervisión de la actividad en el espectro;
- f) especificación de características de equipos/sistemas;
- g) utilización y transferencia de modelos analíticos;
- h) acceso a documentos reglamentarios.

El proceso de intercambio de información por medios electrónicos o informáticos y de transformación de esa información en una forma apropiada para el tratamiento automático se denomina comúnmente intercambio electrónico de datos (EDI, *electronic data interchange*). Por otra parte, se sobreentiende que los datos intercambiados transportarán información que debe ser comprendida por la parte receptora. Para que el intercambio de información sea satisfactorio, tanto el emisor como el receptor deben ceñirse a normas acordadas para la conversión y transmisión o transporte de los datos. Estas normas pueden referirse a las personas o a la informática. Las primeras pueden entenderse como una base cultural o técnica común, y raras veces se formulan de modo explícito. Las segundas se normalizan como un conjunto de formatos aceptados.

El intercambio electrónico de datos puede facilitarse de varias maneras, que van desde la utilización de medios físicos, tales como CD-ROM, discos ópticos o memorias extraíbles, hasta la utilización de protocolos perfeccionados de transferencia electrónica de ficheros que permiten transmitir la información por líneas de hilo de cobre, cables de fibra óptica, o medios de transmisión radioeléctricos. El coste de la realización y las ventajas que obtengan las administraciones dependerán de sus instalaciones informáticas actuales, de sus necesidades y de la solución que deseen.

Al utilizar un sistema electrónico para intercambiar información sobre gestión del espectro, se espera aumentar en buena medida la eficacia. La búsqueda y la extracción de documentos o datos técnicos se hacen mucho más fáciles. Los tiempos de respuesta asociados a la evaluación de las propuestas de coordinación de frecuencias se reducen o llevan al mínimo. El tiempo que conlleva la toma y presentación de datos de notificación a la Oficina de Radiocomunicaciones se reduce también de manera importante. Estas ventajas permiten mejorar la eficiencia y pueden redundar en un ahorro de tiempo para el personal.

El intercambio electrónico de datos proporciona a la UIT, las mismas ventajas que a las administraciones, pero a mayor escala. Por consiguiente, para facilitar el intercambio de datos por medios electrónicos, la UIT ha establecido una facilidad de red denominada TIES (Servicios de intercambio de información sobre telecomunicaciones), que es un conjunto de recursos y servicios de información en la red ofrecidos por la UIT gratuitamente a los Miembros de la UIT (Estados Miembros, Miembros del Sector, Asociados e Instituciones Académicas) para contribuir a su participación en las actividades de la Unión. En la página TIES (<http://www.itu.int/TIES/>) se puede encontrar más información.

Para los servicios espaciales, de conformidad con la Resolución 55 (CMR-2000)<sup>6</sup>, la notificación electrónica es obligatoria y se recomienda a los usuarios utilizar SpaceCap para extraer la información del Apéndice 4 del RR, GIMS para obtener datos gráficos conexos y SpaceVal para validar estos elementos de datos. SpaceCap,

---

<sup>6</sup> Esta Resolución se revisó durante la CMR-12.

GIMS y SpaceVal se distribuyen en cada IFIC especial de la BR y también se puede descargar del sitio web relativo al software espacial.

En el sitio web de la UIT <http://www.itu.int/ITU-R/go/space-support/> se indica detalladamente cómo preparar las notificaciones electrónicas y la presentación de asignaciones/adjudicaciones a los servicios espaciales.

Actualmente, las notificaciones electrónicas para los servicios espaciales se deben presentar por correo electrónico a la dirección de correo de la BR: [brmail@itu.int](mailto:brmail@itu.int). Esto cambiará en el futuro, puesto que las Resoluciones 907 y 908 de la CMR-12 encargan a la BR que desarrolle un servicio web moderno y seguro para la comunicación electrónica entre las administraciones y la Oficina. Se avisará a los usuarios por carta circular cuando se establezca el nuevo método de comunicación.

Para los servicios terrenales, de conformidad con la Resolución 906 (CMR-07)<sup>6</sup>, la presentación de formularios de notificación en formato electrónico es obligatoria desde enero de 2009. La presentación se debe realizar a través de la interfaz segura de la web de la UIT WISFAT (Interfaz web para la notificación de asignaciones/adjudicaciones de frecuencias a servicios terrenales). El acceso a esta interfaz está limitado a los usuarios registrados en TIES (véase el estudio de caso 1) designados por la administración notificante como sus notificadores oficiales.

El estudio de caso 2 proporciona más detalles sobre la notificación de asignaciones/adjudicaciones de frecuencias a la Oficina.

## 4.2 Métodos de transporte

Al planificar el intercambio electrónico de información sobre gestión del espectro, pueden utilizarse varios métodos de transporte alternativos. El desafío que se plantea al encargado de la gestión del espectro consiste en seleccionar el método o la combinación de métodos mejor adaptados a las necesidades. Para efectuar esta selección es preciso tener en cuenta varios factores, entre otros los costes estimados, la oportunidad de realizar la tarea, la exactitud de la información transferida, la capacidad del medio de transferencia de información, la disponibilidad y fiabilidad del medio de comunicaciones, la disponibilidad y fiabilidad de los soportes físico/lógico necesarios y la disponibilidad de personal capacitado para la ejecución de los procedimientos y operaciones.

Desde el punto de vista del almacenamiento, la transmisión o el proceso de los datos, no hay ninguna diferencia entre los ficheros de datos que representan información sobre gestión del espectro y cualesquiera otros ficheros de datos. En consecuencia, el encargado de la gestión del espectro debería aprovecharse de la experiencia adquirida por otros responsables que hayan aplicado con éxito sistemas y procedimientos efectivos para satisfacer sus necesidades de intercambio electrónico de información.

En el examen que sigue se presentan algunos de los principales métodos de transporte, junto con algunos de los factores que deberían tenerse en cuenta para seleccionar los métodos apropiados.

### 4.2.1 Correo ordinario

El intercambio de datos por correo ordinario consiste en utilizar los servicios postales o de paquetería/mensajería. Los datos pueden estar almacenados en distintos medios (CD-ROM, discos ópticos, memorias extraíbles, etc.). Para un número limitado de intercambios, con un número limitado de destinatarios, este método puede ser muy eficaz y económico.

No obstante, al considerar este método, es preciso tener en cuenta los costes en tiempo del personal y materiales que origina la copia de los datos en el medio de transporte escogido, el embalaje y los costes del servicio postal o de paquetería/mensajería. En algunos casos, puede traer cuenta recurrir a terceros para realizar estas actividades de copia y embalaje.

Al seleccionar el proveedor del servicio, el expedidor debe cerciorarse de la fiabilidad de los servicios postales o de paquetería/mensajería y de la hora/lugar de entrega probables.

### 4.2.2 Facsímil (fax)

El facsímil (fax) es una tecnología que permite transmitir imágenes de un aparato a otro utilizando la red telefónica pública conmutada (RTPC). El aparato emisor puede ser un aparato facsímil especializado o un PC con un programa de conversión de imagen a facsímil y un módem facsímil. La máquina receptora reproduce la imagen original en una página impresa o, en el caso de un módem facsímil con computador, la almacena en un fichero de imagen. Como se transmite una imagen de la página impresa completa, el facsímil puede utilizarse para intercambiar tanto texto como información gráfica.

La conversión de imagen a facsímil se realiza de conformidad con normas establecidas y, por consiguiente, el soporte lógico del PC no puede dar una resolución mayor que un aparato facsímil especializado. Las principales ventajas del soporte lógico de PC frente a un aparato especializado son, entre otras, las siguientes:

- no hay problemas de barrido manual ni de alimentación de papel;
- la memoria de los PC es más grande que la de los aparatos facsímil especializados, por lo que pueden enviarse ficheros más grandes a un mayor número de destinatarios (esto, sin embargo, puede convertirse en desventaja si dicho proceso paraliza el PC de un usuario durante un periodo de tiempo importante);
- la información intercambiada puede almacenarse en un fichero de imagen.

### 4.2.3 Correo electrónico (e-mail)

El correo electrónico (e-mail) es una tecnología que permite transmitir mensajes entre sistemas informáticos. Esta transferencia se realiza sin necesitar ninguna intervención humana. Existen en el mercado varios sistemas de correo electrónico con múltiples características, y continuamente surgen nuevos productos. El uso de los servicios de correo electrónico ofrece algunas ventajas con relación al uso del correo ordinario o el facsímil; sin embargo, al introducir y utilizar sistemas de correo electrónico deben tenerse en cuenta las interconexiones con las redes de datos.

Un elemento crítico de cualquier servicio de correo electrónico es la capacidad del sistema para establecer los trayectos de los mensajes hasta los usuarios pertinentes. Los servicios de correo electrónico de que disponen los usuarios conectados a una LAN pueden ser idóneos para coordinar las actividades locales de gestión del espectro, pero el uso del servicio de correo electrónico para coordinar actividades regionales o internacionales exigirá acceder a servidores de comunicaciones que puedan conectarse, ya sea a través de la RTPC o a través de una red de base como Internet. Mientras que en una LAN o una red de área extensa (WAN) pueden utilizarse distintos métodos para establecer una conexión entre ordenadores, el protocolo utilizado en Internet permite transmitir los mensajes sobre la base de «almacenamiento y retransmisión».

Si bien la mayoría de los sistemas de correo electrónico permiten enviar mensajes idénticos a múltiples destinatarios, pueden utilizarse programas informáticos (los llamados servidores de lista de distribución) para gestionar los envíos por correo electrónico. Este soporte lógico de los servidores de lista no viene incluido en las instalaciones de correo electrónico normales, y la instalación de algunos servidores de lista de distribución con múltiples características puede exigir conocimientos especializados para conseguir la compatibilidad total con los sistemas de correo electrónico existentes. Sin embargo, si hay necesidad de emplear frecuentemente la distribución electrónica a una lista que contenga un gran número de destinatarios, el servidor de lista de distribución puede resultar económico.

### 4.2.4 Acceso a distancia a los datos – Carteleras electrónicas, servidores Internet, direcciones FTP y «conexiones»

El acceso a distancia a los datos es un conjunto de procedimientos y tecnologías gracias a los cuales los usuarios pueden:

- conectar sus ordenadores (locales) a otros ordenadores (remotos) y consultar, copiar, suprimir, revisar o ejecutar ficheros/programas situados en el ordenador remoto;
- transferir (cargar a distancia) ficheros entre los ordenadores locales y remotos.

Como se señalaba en el punto anterior, los servicios de correo electrónico funcionan como sistemas de «almacenamiento y retransmisión»; en consecuencia, el trayecto del mensaje entre los computadores que

envían y reciben los mensajes de correo electrónico no necesita ser una conexión continua. Los servicios de acceso a distancia a los datos funcionan como servicios «en línea», lo que implica que debe mantenerse una conexión continua (denominada «sesión») mientras el usuario utiliza el computador remoto o intercambia datos con el mismo. Debido a esta necesidad de conexión continua durante la sesión, el responsable de la gestión del espectro, al considerar el uso de estos tipos de servicios, debe examinar la disponibilidad y fiabilidad de las facilidades de comunicación (LAN, WAN, RTPC, Internet, etc.).

Pueden establecerse varias formas de servicios de acceso a distancia a los datos utilizando lo que comúnmente se denomina «servidores». Estos servidores comprenden computadores y soporte lógico de aplicaciones especializadas que ofrecen diversos tipos de servicios (carteleras electrónicas, Gophers, Internet, FTP) a los usuarios.

#### 4.2.5 Conformidad con las normas

Para que un producto fabricado en un país sea compatible con un equipo similar de otro país, se requieren normas. En la esfera de las telecomunicaciones existen numerosas normas, a veces muy complejas. Estas normas, relativas tanto al soporte físico como al soporte lógico, son necesarias para la utilización y el crecimiento de redes complejas. Sin tales normas, no podrían transferirse los datos entre los miles de nodos de las redes cuyos distintos segmentos pueden estar controlados por diferentes organizaciones en todo el mundo.

En junio de 1992, se aprobó la nueva norma de correo Internet denominada MIME, que es el acrónimo de Multipurpose Internet Mail Extensions (extensiones del correo Internet multi-propósito). Esta norma, basada en la de 1982, prevé campos adicionales para encabezamientos de mensajes que permiten nuevos tipos de contenido y organización de los mensajes. Los mensajes conformes a la norma MIME pueden contener:

- múltiples objetos en un solo mensaje;
- texto de longitud de línea o longitud total ilimitadas;
- juegos de caracteres distintos del ASCII;
- mensajes con múltiples tipos de caracteres;
- ficheros binarios o específicos de aplicación;
- mensajes de imágenes, audio, vídeo y multimedios.

Para utilizar con eficacia y efectividad los métodos de intercambio electrónico de información descritos, es preciso ceñirse de un modo estricto a normas aceptadas. Cuando los intercambios de información atraviesan fronteras nacionales, se necesitan normas de ámbito internacional. Cuando se intercambian ficheros de datos especializados, es preciso establecer acuerdos entre todos los usuarios para asegurar la recuperación fiable de la información. Si no se utilizan normas aceptadas, la transferencia electrónica de datos prevista no será fiable.

### 4.3 Asuntos relativos a la ejecución de los sistemas

La introducción del intercambio de datos por medios electrónicos puede tener repercusiones importantes sobre las operaciones de compras y de los sistemas informáticos de una administración. El alcance de las repercusiones depende del nivel de informatización existente, del tipo de intercambio electrónico de datos necesario, del nivel de capacitación del personal y de los requisitos de seguridad de la administración. Es necesario tener en cuenta todos esos factores, ya que determinan la relación coste-eficacia de un determinado mecanismo de intercambio de datos, así como el nivel de beneficios que puede obtener la administración.

El punto de partida para la introducción del intercambio electrónico de datos debe ser la evaluación, tanto del sistema informático existente como de lo que desea conseguir la administración en cuanto a intercambio electrónico de datos. El resultado de la evaluación, sumado a consideraciones sobre la infraestructura, dará a la administración una visión global acerca de lo que costará el paso al intercambio electrónico de datos, sus ventajas potenciales y el margen de tiempo requerido. Del análisis puede desprenderse que el método de intercambio de datos propuesto no sea realizable a corto plazo y que, en su lugar, un programa de cambio controlado durante un periodo de, por ejemplo, 1 a 2 años resulte más práctico, rentable y fácil de gestionar.

### 4.3.1 Medios informáticos existentes

Los medios informáticos existentes de una administración pueden comprender computadores autónomos, computadores en red o ambos tipos de medios. Los computadores pueden tener un sistema operativo simple, en el que las características disponibles dependan en gran medida del soporte lógico de aplicación, o bien un sistema operativo más potente con numerosas características intrínsecas. Los computadores de una administración pueden tener sistemas operativos diferentes, o pueden estar repartidos en diversos sitios del país. Ni la simplicidad o la complejidad de los computadores de una administración, ni tampoco la diversidad de su ubicación, constituyen una barrera para el intercambio electrónico de datos.

### 4.3.2 Necesidades de la administración en materia de intercambio electrónico de datos

La pregunta esencial que debe plantearse cualquier administración que introduzca el intercambio electrónico de datos es: «¿Qué queremos conseguir?». ¿Desea la administración intercambiar datos únicamente con la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) o, además, con otras administraciones? ¿Es necesario intercambiar datos con otros sitios del país o de otros países? ¿Desea la administración vincular la introducción del intercambio electrónico de datos sobre gestión del espectro con el desarrollo de una instalación informática configurada en red que utilice una LAN o una WAN? ¿Cambiarán con el tiempo las necesidades de la administración?

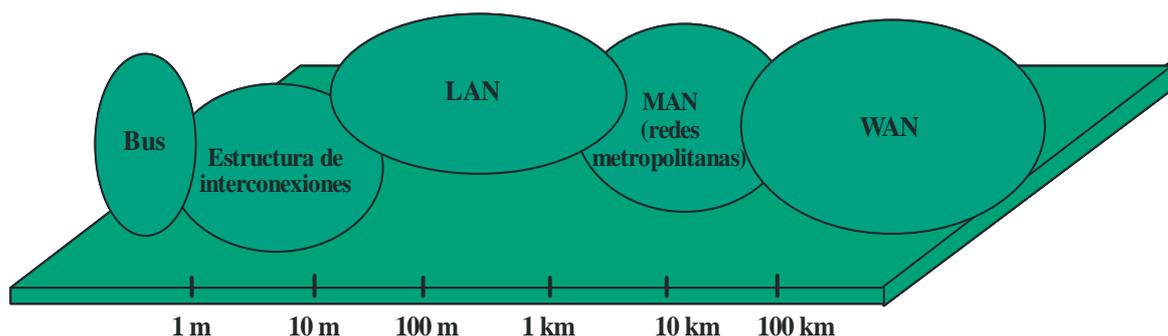
La infraestructura informática de una administración tendrá repercusiones sobre la realización y la operación del intercambio electrónico de datos, repercusiones que dependerán de las necesidades de la administración.

Para el intercambio electrónico de datos es necesario implementar en la estructura nacional una red de información que permita la transferencia de ficheros entre computadores a fin de enlazar los terminales distantes al emplazamiento central, los ordenadores entre sí y los terminales tales como los puestos de trabajo con los servidores.

Por lo general, se establecen cinco tipos de red informática, dependiendo de la distancia mínima entre los puntos más alejados:

FIGURA 4.1

#### Tipos distintos de redes informáticas



Cat-04-1

En la lista siguiente se enumeran factores típicos que es necesario considerar: la disposición del edificio influirá en los costes de la red; el número de sitios que han de conectarse en un país, así como la topografía y el sistema nacional de comunicaciones de ese país, determinarán el tipo de red de comunicaciones utilizado; el coste de las comunicaciones a través de la RTPC o/e Internet varía considerablemente de un país a otro y, por consiguiente, puede ser de importancia primordial para una administración e insignificante para otra; para realizar cualquier solución de red es esencial disponer de personal calificado en materia de comunicaciones y redes.

El paso al intercambio electrónico de datos no requiere necesariamente conocimientos importantes en el campo de la informática. No obstante, es fundamental aplicar medidas de seguridad pertinentes al valor de los datos y del sistema (por ejemplo, protección contra los virus).

Las directrices indicadas a continuación contribuirán a aumentar la seguridad de la red de datos del espectro:

- El gestor del sistema debe controlar los derechos de acceso de los usuarios en relación con todos los elementos diferentes del sistema: gestión a nivel de la red de computadores y de acceso al sistema. Este tipo de gestión debe permitir definir los diversos niveles de acceso conforme a las tareas del usuario, así como los privilegios del usuario en cuanto a creación, modificación y supresión.
- El gestor debe contar con la capacidad de verificar la utilización de la red por cada usuario autorizado. Ha de implementarse un sistema de control del almacenamiento de información y del acceso a la red que permita realizar esta tarea de supervisión.
- A nivel de red, es necesario implementar técnicas actuales de control de las intrusiones desde el exterior por medio de útiles informáticos, tales como cortafuegos y dispositivos antivirus, etc. Estos útiles deben impedir los accesos no autorizados.
- A nivel de sistema, se han de proteger los datos de cara a los operadores. El usuario autorizado, conforme a sus derechos, tendrá acceso únicamente a una parte de los datos totales, según sus privilegios. El gestor del sistema debe disponer de los instrumentos para definir el nivel de acreditación y de la capacidad para conceder o retirar estos derechos.
- Los servidores de datos deben incluir métodos de salvaguardia física de los datos (tales como redundancias de discos utilizando técnicas RAID) así como una reserva periódica en medios externos (reserva cada noche o cada semana). También debe disponerse de instrumentos de restitución de datos encaminados al restablecimiento del sistema.
- Por último, debe garantizarse el acceso a la red WAN y se ha de considerar la posibilidad de cifrado de los datos.

Con el perfeccionamiento del mecanismo de intercambio electrónico de datos, aumentan potencialmente las ventajas a disposición de la administración. No obstante, a esta mayor sofisticación y acrecentadas ventajas corresponde también un aumento de la complejidad de la instalación y del coste, tanto de la realización como del mantenimiento.

En un ordenador autónomo y con el soporte lógico perfeccionado de hoy en día, la mayoría de los usuarios no necesitan adquirir conocimientos informáticos distintos de los que se requieren para utilizar el soporte lógico de aplicación. Por consiguiente, el apoyo necesario para mantener esos computadores pueden prestarlo los propios usuarios o personal especializado en informática. Es más probable que las administraciones cuenten con servicios de apoyo especializados si ya disponen de sistemas de red de área local o área extensa, o si algunos de sus sistemas informáticos utilizan sistemas operativos más potentes, tales como el UNIX. Asimismo, es probable que las instalaciones informáticas más importantes incorporen dispositivos más avanzados de seguridad del sistema. Una administración que disponga ya de estos medios, podrá realizar con mayor facilidad sistemas de intercambio electrónico de datos más sofisticados, dado que entonces podrán tener menos importancia las repercusiones sobre las operaciones de sus sistemas informáticos existentes.

### 4.3.3 Compras

Cada administración tendrá su propio enfoque en materia de adquisición de equipos y programas, tanto si la selección del soporte físico y lógico corre a cargo de personal de apoyo especializado como si la deciden los usuarios. Las adquisiciones pueden basarse en la normalización en torno a un determinado tipo de soporte lógico o físico, o en el deseo de hallar la mejor solución posible a las necesidades de trabajo individuales. Cuanto más sofisticado sea el sistema de intercambio electrónico de datos, mayor será la oferta de soporte lógico y físico que en potencia pueda satisfacer las necesidades de la administración. Sin embargo, hay que tener cuidado al seleccionar el soporte lógico o físico, dado que no todo el soporte lógico de red o de comunicaciones es forzosamente compatible con otros programas y equipos. Pueden presentarse también problemas adicionales con algunos soportes lógicos de aplicación y sistemas operativos. Por lo tanto, para identificar los problemas potenciales y realizar satisfactoriamente el intercambio electrónico de datos, la administración puede tener que adoptar un enfoque pragmático en materia de adquisiciones, seleccionando el

soporte físico y lógico que mejor responda a sus necesidades. Una ejecución satisfactoria puede conllevar también la adquisición de experiencia en el ámbito de las comunicaciones.

#### 4.3.4 Gestión del cambio

Las administraciones deben plantearse cómo van a gestionar la transición a la norma de intercambio electrónico de datos que requieren. Si la transición se considera importante, se recomienda vivamente realizar uno o varios esquemas piloto (posiblemente con más de un tipo de soporte lógico) para adquirir experiencia. Este método permite también que el personal de la administración adquiera nuevas competencias y experiencia en condiciones controladas, sin la presión que representa trabajar en un sistema operacional.

El criterio de selección de los sistemas informáticos es muy importante, especialmente con respecto al soporte lógico (tanto el sistema operativo como los programas de aplicaciones). Un soporte lógico gana popularidad por múltiples razones: velocidad, interfaz convivial para el programador y el usuario final, apoyo a los clientes, etc. Si el soporte lógico es muy utilizado, puede suponerse, por lo general, que funciona razonablemente bien. También es muy probable que, en caso de necesitar personal adicional, pueda encontrarse fácilmente el personal calificado necesario.

#### 4.4 Estudios de caso

Los seis estudios de caso siguientes son ejemplos de la utilización actual y prevista del intercambio electrónico de datos por la UIT y varias administraciones. Su finalidad consiste en mostrar tanto la variedad de la información que las administraciones desean intercambiar como las ventajas potenciales para las administraciones y la BR.

Estos estudios de caso van desde el intercambio de documentos, que es probablemente la forma más simple pero la más común de intercambio electrónico de datos, hasta el intercambio, más elaborado y complejo, de las necesidades de coordinación.

El ejemplo relativo a la comprobación técnica es quizás el que mejor caracteriza la necesidad del intercambio electrónico de datos, así como la necesidad de un acuerdo internacional sobre el formato. Este ejemplo muestra cómo, a medida que aumenta la cantidad de datos de comprobación técnica recopilados, el método más adecuado para tratarlos consiste en cargarlos directamente en un computador para su análisis. También constituye una indicación de cómo, en el futuro, podría accederse desde otros sitios distantes a los equipos de comprobación técnica automáticos remotos.

*Estudio de caso 1:* Intercambio de documentos a través del sistema TIES de la UIT para las reuniones del UIT-R

##### a) Servicios TIES

El Servicio de Intercambio de Información de Telecomunicaciones de la UIT (TIES, véase en <http://www.itu.int/TIES/>) es un conjunto de servicios y recursos de información interconectados que ofrece la UIT gratuitamente a sus Miembros (Estados Miembros, Miembros del Sector, Asociados e Instituciones Académicas, véase <http://www.itu.int/en/membership>) para su participación en las actividades de la Unión. La mayoría de estos servicios están disponibles por Internet. Uno de los objetivos principales del sistema TIES es contribuir a aumentar la rapidez y la eficacia de las actividades de la UIT, tales como la de normalización de las telecomunicaciones y las radiocomunicaciones. Otro objetivo es facilitar una amplia gama de informaciones de la UIT a todas las partes interesadas. En general, la información de la UIT es pública sin que se exija un abono previo. Las publicaciones electrónicas de la UIT pueden adquirirse en línea, mediante abono anual o en línea gratuitamente, según los casos.

##### b) Información para los usuarios abonados al sistema TIES

Ser miembro de TIES permite acceder, a través de Internet, a la información del UIT-R, en particular a los documentos restringidos de las Comisiones de Estudio (contribuciones, documentos temporales, etc.). Los «usuarios registrados en TIES» también pueden acceder a las listas de correos electrónicos establecidas en páginas web de servidor FTP y/o a los sitios compartidos con archivos compartidos para el intercambio de documentos de trabajo informales entre reuniones y durante las reuniones.

La página web de TIES relativa a las preguntas más frecuentes (<http://www.itu.int/TIES/faq.html>) ofrece más información.

c) *Intercambio electrónico de documentos para las reuniones del UIT-R*

El intercambio electrónico de documentos tiene gran importancia para la BR, dado que ofrece una solución posible ante el creciente coste de la elaboración y distribución de los documentos. Permite enviar rápida y fácilmente las contribuciones a la BR, reduciendo así el trabajo de los autores y dando más tiempo a la BR para tratar los documentos (véase la Resolución 1 del UIT-R en <http://www.itu.int/pub/R-RES-R.1/en>, así como las directrices para la preparación de propuestas a las Conferencias en <http://www.itu.int/en/ITU-R/conferences/wrc/2015/Pages/default.aspx>). Para las administraciones, el intercambio electrónico de documentos, además de tener un coste inferior al de la distribución manual de ejemplares en papel, supone un ahorro en cuanto al espacio de almacenamiento necesario.

*Estudio de caso 2:* Notificación de asignaciones/adjudicaciones de frecuencias a la Oficina

En las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, los Estados Miembros elaboran y adoptan las modificaciones del RR que es un conjunto de reglas y procedimientos constituyentes de un tratado internacional el cual rige la utilización del espectro de radiofrecuencias (unos 40 servicios distintos) en las tres Regiones del mundo definidas en el RR.

La BR es la secretaria del Sector de Radiocomunicaciones y se responsabiliza de la aplicación de las disposiciones del RR y de los diversos Acuerdos Regionales. Mantiene los planes de asignaciones/adjudicaciones de frecuencias y el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR). Además de la base de datos del MIFR y del Plan, la BR desarrolla programas informáticos especializados con el fin de facilitar las tareas inherentes a la aplicación del RR. Dos Departamentos específicos de la BR se encargan de la aplicación de las disposiciones del RR: El Departamento de Servicios Terrenales (TSD) y el Departamento de Servicios Espaciales (SSD).

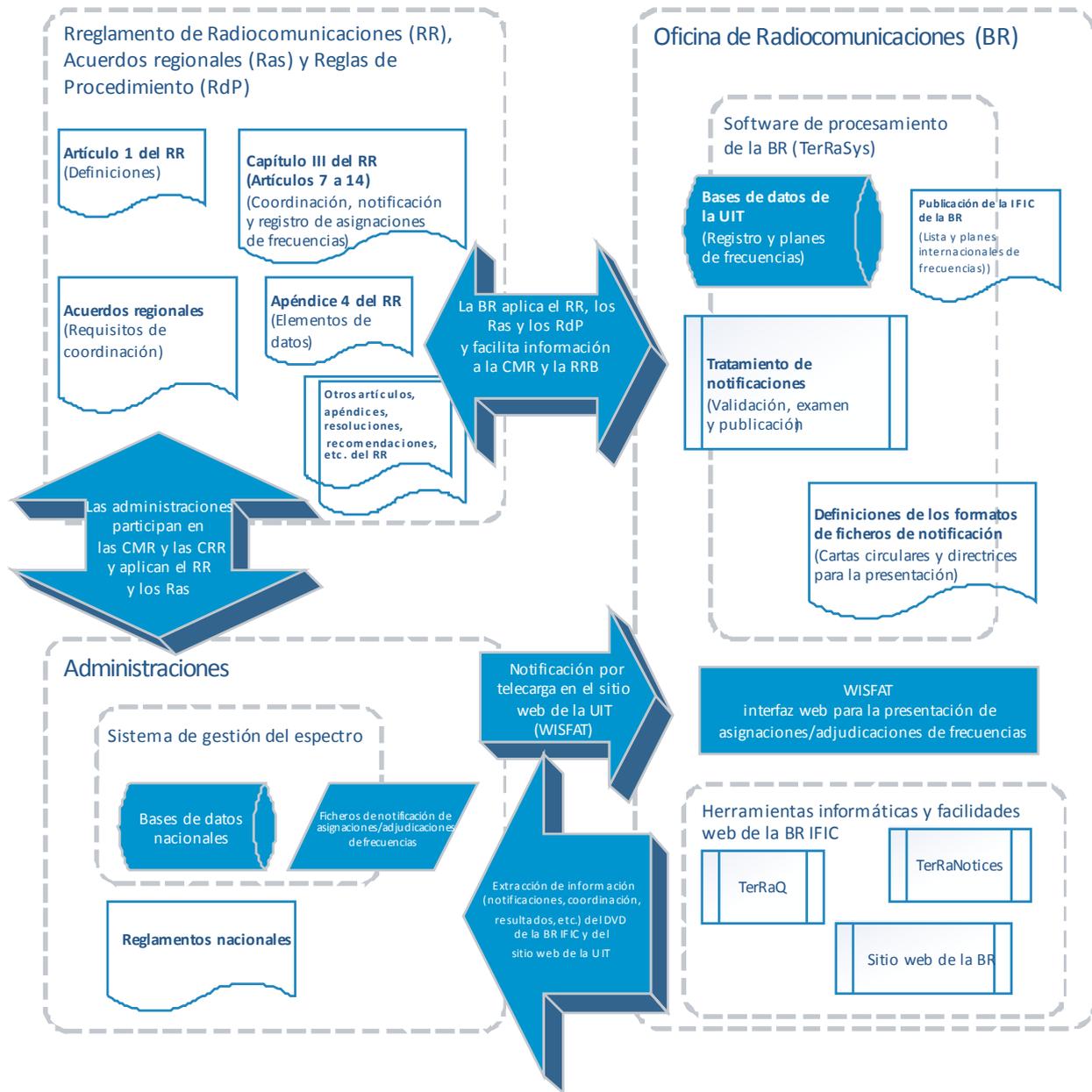
### **Notificación de asignaciones/adjudicaciones a los servicios terrenales**

Las Cartas Circulares y las directrices para la presentación de asignaciones/adjudicaciones de frecuencias para los servicios terrenales están disponibles en el sitio web de la UIT en: <http://www.itu.int/ITU-R/go/terrestrial-notice-forms>. Incluyen instrucciones a los Estados Miembros sobre la notificación de asignaciones/adjudicaciones en formato electrónico.

Cuando una administración deba o desee efectuar una notificación después de identificar y seleccionar las asignaciones de su sistema de gestión nacional de frecuencias, debe crear una notificación electrónica como se explicó en la carta circular correspondiente o en las directrices facilitadas en el sitio web mencionado anteriormente. La Oficina proporciona en su DVD de la BR IFIC quincenal (terrenal) una aplicación informática denominada TerRaNotices que facilita la creación y la validación de ficheros de notificación electrónicos (véase la Figura 4.2).

FIGURA 4.2

Esquema de notificación terrenal del UIT-R



Cat-04-02

**Notificación de asignaciones a los servicios espaciales**

Para fines de presentación de todas las notificaciones de redes de satélites, estaciones terrenas y estaciones de radioastronomía a la BR, con arreglo a los Artículos 9 y 11 del RR, los Apéndices 30, 30A y 30B del RR, la Resolución 49 (Rev.CMR-12) y la Resolución 552 (CRM-12), así como para la presentación de comentarios/objeciones a una sección especial publicada en una BR IFIC para los servicios espaciales, la BR dispone de un paquete de programas informáticos accesible gratuitamente a todas las administraciones en el DVD de la BR IFIC y en la página web de la BR (véase el Estudio de caso 3).

En el sitio web de la UIT <http://www.itu.int/ITU-R/go/space-support/> están disponibles las directrices para la notificación electrónica de asignaciones/adjudicaciones a los servicios espaciales.

*Estudio de caso 3:* Programa/herramientas de la BR para la notificación y consulta de las bases de datos de la BR.

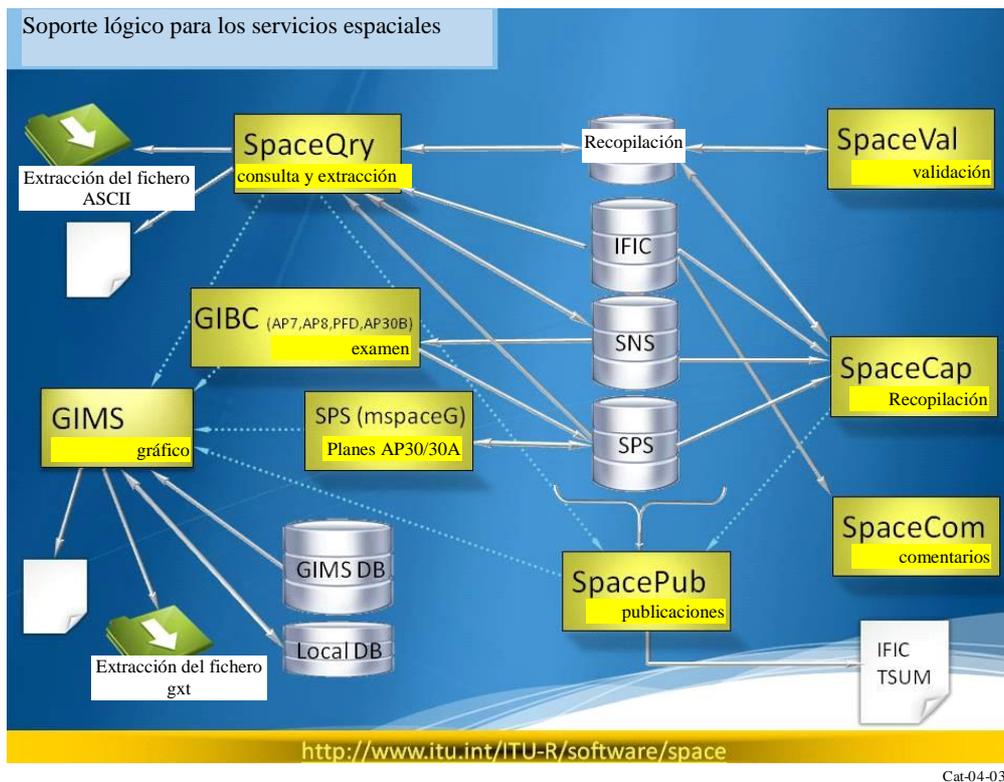
### **Paquete de programas informáticos para los servicios espaciales**

La versión más actualizada del paquete de programas informáticos de la BR para los servicios espaciales está disponible para las administraciones y otros usuarios en el sitio web de programas espaciales (<http://www.itu.int/ITU-R/software/space/index.html>) y se distribuye en el DVD-ROM de la BR IFIC (servicios espaciales).

Para ayudar a los usuarios a preparar sus notificaciones electrónicas, la BR ha elaborado los programas informáticos que se enumeran a continuación y que se muestran en la Figura 4.3:

- **SpaceCap** – recopila y modifica datos alfanuméricos relativos a la notificación electrónica de redes de satélites,
- **GIMS** – recopila y modifica datos gráficos relativos a la notificación electrónica de redes de satélites,
- **SpaceVal** – valida notificaciones electrónicas para redes de satélites,
- **SpaceCom** – recopila observaciones/objeciones en respuesta a la publicación de secciones especiales relativas a redes de satélites,
- **GIBC** – realiza un análisis técnico,
- **SPS** – programa sobre planes espaciales para determinar los requisitos de coordinación para los planes de redes espaciales de los Apéndices **30** y **30A** del Reglamento de Radiocomunicaciones,
- **Space Pub** – imprime datos relativos a las notificaciones de redes de satélites,
- **SpaceQry** – solicita datos relativos a notificaciones de redes de satélites.
- **SNS Online** – es una aplicación web que se puede utilizar para consultar la base de datos de sistemas de redes de satélites de la BR. Con SNS Online, también se pueden visualizar los datos gráficos tanto para redes de satélites como para estaciones terrenas (<http://www.itu.int/sns/>).
- **SNL (lista de redes de satélites)** – es una aplicación web que ofrece una lista de información básica sobre notificaciones de redes de satélites (<http://www.itu.int/ITU-R/go/space/snl>).

FIGURA 4.3



La mayor parte de los programas se facilitan con información de ayuda e instrucciones. La página web BR Space Support (<http://www.itu.int/ITU-R/go/space-support>) incluye más información sobre cómo preparar las notificaciones electrónicas.

### Paquete de programas informáticos para los servicios terrenales

La Circular Internacional de Información sobre Frecuencias de la BR (Servicios Terrenales) es un documento de servicio en formato CD-ROM que publica la Oficina de Radiocomunicaciones cada dos semanas conforme a las disposiciones de los números 20.2 a 20.6 y 20.15 del RR.

La BR IFIC (Servicios Terrenales) consta de lo siguiente:

- la Lista Internacional de Frecuencias (IFL) (incluye todas las frecuencias de utilización común);
- los Planes terrenales en anexo a los Acuerdos Regionales;
- las Secciones Especiales asociadas a los Planes;
- las notificaciones que se están tramitando, conforme al Artículo 11 del RR;
- las notificaciones que se están tramitando para la modificación de una asignación de frecuencia o de Planes de adjudicación de frecuencias;
- el programa TerRaQ, utilizado para consulta, visualización, exportación de los datos, etc.;
- el programa TerRaNotices que ayuda a las administraciones a crear y validar los ficheros de notificación electrónica, antes de su presentación a la Oficina;
- el Prefacio.

*Estudio de caso 4:* Banco de datos de cánones de espectro del UIT-D (SFDB)

La Resolución 9, adoptada por primera vez en la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT-98) y revisada por la CMDT-02, pide a los Directores del UIT-D y del UIT-R que elaboren un Informe, en varias fases, sobre las utilidades actuales y previstas nacionales del espectro

de radiofrecuencias. En 1999 se creó un Grupo Mixto entre el Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones y el Sector de Radiocomunicaciones para elaborar los Informes que solicitaba la Resolución 9. En el sitio del UIT-D en la Red figuran los Informes de la primera y segunda fases. Además del programa de trabajo de elaboración de la segunda etapa del Informe, la CMDT-02 solicitó que el Grupo Mixto incluyera en su mandato la preparación de un Informe de respuesta a la Cuestión 21/2 – Cálculo de las tasas de frecuencia.

La elaboración de un modelo de cálculo a nivel nacional de los cánones de frecuencia es un tema muy complejo y crea dificultades importantes a numerosos países en desarrollo y en particular a los PMA en los que la necesidad es extremadamente urgente. La Cuestión 21/2 solicitaba la creación, en formato electrónico, de una estructura de documento que reúna las fórmulas de cálculo y los cánones de frecuencia aplicados en los distintos países a las distintas utilidades de las radiocomunicaciones, en las diversas bandas de frecuencia. En dicha Cuestión se pide también un Informe sobre las diversas fórmulas de cálculo del canon de frecuencias aplicados actualmente en los diferentes países.

Mediante la Parte III de un cuestionario (preguntas 1 a 9) que se distribuyó con las Circulares Administrativas CR/12 (UIT-D) y CR/10 (UIT-R), de 11 de septiembre de 2002, se obtuvo amplia información de las administraciones sobre esta parte del Informe. Al almacenar los resultados en formato electrónico, tal como solicita la Cuestión 21/2, la Secretaría de la BDT elaboró un banco de datos conveniente, el «banco de datos de cánones de espectro» (SFDB).

Puede accederse al SFDB en modo de lectura únicamente a través de la dirección del UIT-D en la Red, indicada a continuación. No se precisa ninguna contraseña para leer el banco de datos:

<http://www.itu.int/net4/ITU-D/CDS/SF-Database/index.asp>

Para que sea un instrumento útil, las administraciones deben mantener actualizado el SFDB con toda modificación de la información de sus cánones nacionales de espectro. Las administraciones se responsabilizan de la utilización de procedimientos indicados a continuación para actualizar el banco de datos con esta información:

- Únicamente una persona estará autorizada para entrar en el banco de datos para modificar dichos datos. La autoridad pertinente debe notificar a la Secretaría de la BDT todo posible cambio que la administración decida en cuanto a la persona ya nombrada.
- Una vez designada una persona, la Secretaría de la BDT comunicará a ésta la contraseña para entrar en el banco de datos del país en cuestión o para modificar dichos datos.

La estructura del SFDB se basa en la estructura del cuestionario siguiente:

- Preguntas 1 a 9 denominadas **Q1-Q9**
- TABLAS A – E (que han de cumplimentarse indicando sí o no) denominadas **CHARTS**
- TABLAS A – E (a cumplimentar con texto libre) denominadas **SCALES**.

En la dirección en la Red del sistema TIES se ofrece una versión del cuestionario:

Versión en inglés: [http://www.itu.int/ITU-D/study\\_groups/SGP\\_2002-2006/circular/12-E.doc](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/circular/12-E.doc)

Versión en francés: [http://www.itu.int/ITU-D/study\\_groups/SGP\\_2002-2006/circular/12-F.doc](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/circular/12-F.doc)

Versión en español: [http://www.itu.int/ITU-D/study\\_groups/SGP\\_2002-2006/circular/12-S.doc](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/circular/12-S.doc)

El Documento JGRES 09/043(Rev.1) del UIT-D indica la guía de usuario del SFDB, véase [http://www.itu.int/ITU-D/pdf/2002-JGRES09\\_043REV1-en.doc](http://www.itu.int/ITU-D/pdf/2002-JGRES09_043REV1-en.doc).

*Estudio de caso 5:* G-REX, Herramienta virtual para los reguladores en la dirección de la UIT en la Red

El Intercambio Mundial para Organismos Reguladores (G-REX, *Global Regulators' Exchange*) es un sitio en la Red, protegido con una clave, reservado únicamente a organismos de reglamentación, de las comunicaciones y encargados de formular políticas. Esta iniciativa, lanzada por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en mayo de 2001, permite compartir información, puntos de vista y experiencias sobre cuestiones reglamentarias urgentes. La BDT

estima que un regulador bien informado es un regulador eficaz y que un regulador eficaz es esencial para luchar contra la brecha digital.

La característica más popular del G-REX es la línea directa a la que reguladores y encargados de formular políticas pueden hacer las preguntas que deseen para obtener información procedente de sus colegas reguladores en el mundo. Desde el lanzamiento de G-REX, se han planteado más de 120 preguntas por la línea directa. En 2001, se formularon 20, en 2002, 23 y en 2003, 51. A lo largo de 2004 y hasta junio de 2004 se han planteado 27 preguntas. Dicho de otra manera, el sistema de intercambio G-REX recibe actualmente más de una pregunta cada semana. Aun así, G-REX es algo más que preguntas. También ofrece respuestas. En 2003, por ejemplo, se ofrecieron unas 220 respuestas por la línea directa.

La BDT contribuye a estimular un mayor intercambio de información a través de sus consejeros G-REX, expertos bilingües que traducen todas las preguntas al español, francés e inglés y buscan también en las direcciones de los reguladores en la Red para hallar informaciones adicionales que den respuesta a las preguntas de la línea directa. Los consejeros G-REX responden con enlaces y documentos pertinentes que aportan un elemento fundamental al debate en línea sobre reglamentación.

Además de la línea directa de los reguladores, G-REX ofrece también un sistema de texto y conferencias virtuales. La iniciativa G-REX ha dado acogida a conferencias por texto sobre temas tales como la resolución de conflictos de interconexión. El sistema G-REX también dio acogida a la «sala de emergencia de interconexión» en la que el Relator para la Cuestión 6-1/1 de la Comisión de Estudio 1 del UIT-D se prestaba a responder las preguntas sobre interconexión que planteaban los países.

Las conferencias virtuales del G-REX son la combinación de dos técnicas: una llamada telefónica a varios usuarios (teleconferencia) y el acceso a un sitio Internet en el que los participantes pueden compartir, en tiempo real, presentaciones realizadas en PowerPoint y mantener charlas en línea. El sistema G-REX ha dado acogida a conferencias virtuales en Wi-Fi sobre el acceso rural y público, la resolución de conflictos de interconexión y el correo basura. Las conferencias virtuales constituyen un medio rentable de organizar conferencias en directo sobre temas específicos entre un pequeño grupo de participantes, evitando con ello la necesidad de los viajes. Las conferencias virtuales G-REX han reunido a participantes de las cinco Regiones de la UIT, de países en desarrollo e industrializados.

La gestión de G-REX corre a cargo de la Unidad de Reforma Reglamentaria (RRU) de la BDT. Todo regulador o ente de formulación de políticas interesado por la inscripción en G-REX puede hacerlo en <http://www.itu.int/ITU-D/grex/register.asp>.

*Estudio de caso 6:* Acuerdo en la CEPT para la utilización común de radiogoniómetros de ondas decamétricas

## **Introducción**

Este acuerdo (septiembre de 2003) ofrece a toda administración de la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) la posibilidad de acceder a radiogoniómetros de ondas decamétricas (HF-DF) en una gama inferior a 30 MHz pertenecientes a otras administraciones y de realizar medidas con ellos.

Debido a las características físicas de la onda corta y al elevado coste de los equipos de radiogoniometría en ondas decamétricas, se acordó la conveniencia de establecer un enfoque común europeo para compartir los radiogoniómetros de ondas métricas entre las administraciones de la CEPT signatarias del acuerdo. El objetivo de éste es crear una filosofía común y favorecer la cooperación entre los signatarios para la utilización de radiogoniómetros en ondas métricas de otras administraciones, a los fines de la comprobación técnica del espectro y la eliminación de interferencias radioeléctricas.

Este acuerdo establece los procedimientos para una utilización común sin fines comerciales en la CEPT de los radiogoniómetros en ondas decamétricas. El soporte lógico de control universal permite el acceso a los radiogoniómetros en ondas decamétricas.

Los radiogoniómetros en ondas decamétricas suelen utilizarse para:

- localizar transmisores de ondas decamétricas desconocidos;
- comprobación técnica regular y sistemática del espectro radioeléctrico;
- apoyo a las campañas de mediciones de la UIT y la CEPT;

- investigación de la interferencia perjudicial;
- comprobación técnica de los parámetros de las emisiones de ondas decamétricas.

Existe una página en Internet que contiene la información general y técnicas necesarias, y en la que se puede verificar la situación de los distintos radiogoniómetros de ondas decamétricas, o actualizar la versión del soporte lógico de aplicación «UCS». El acceso a esta página se limita a los signatarios (zona de miembros).

La administración coordinadora se encarga de actualizar la información general, así como la información técnica de los radiogoniómetros de ondas decamétricas indicadas en la página Internet. Los signatarios y los operadores deben facilitar la información, así como todos los cambios, de forma inmediata a la administración coordinadora.

La información técnica sobre los radiogoniómetros de ondas decamétricas disponible en la página es:

- Puntos de contacto operativo de los signatarios
- Puntos de contacto técnico de los operadores
- Nombre del emplazamiento
- Identificación de la estación
- País
- Latitud (sistema geodésico «WGS 84»)
- Longitud (sistema geodésico «WGS 84»)
- Gama de frecuencia
- Horas de acceso al radiogoniómetro de ondas decamétricas
- Fabricante
- Tipo de radiogoniómetro de ondas decamétricas
- Precisión de apuntamiento
- Demodulación
- Anchura de banda (D/F)
- Anchura de banda (audio)
- Anchura de banda (espectro)
- Atenuación.

Esta información se almacena en un fichero de configuración denominado «Config\_file\_siteID.ini».

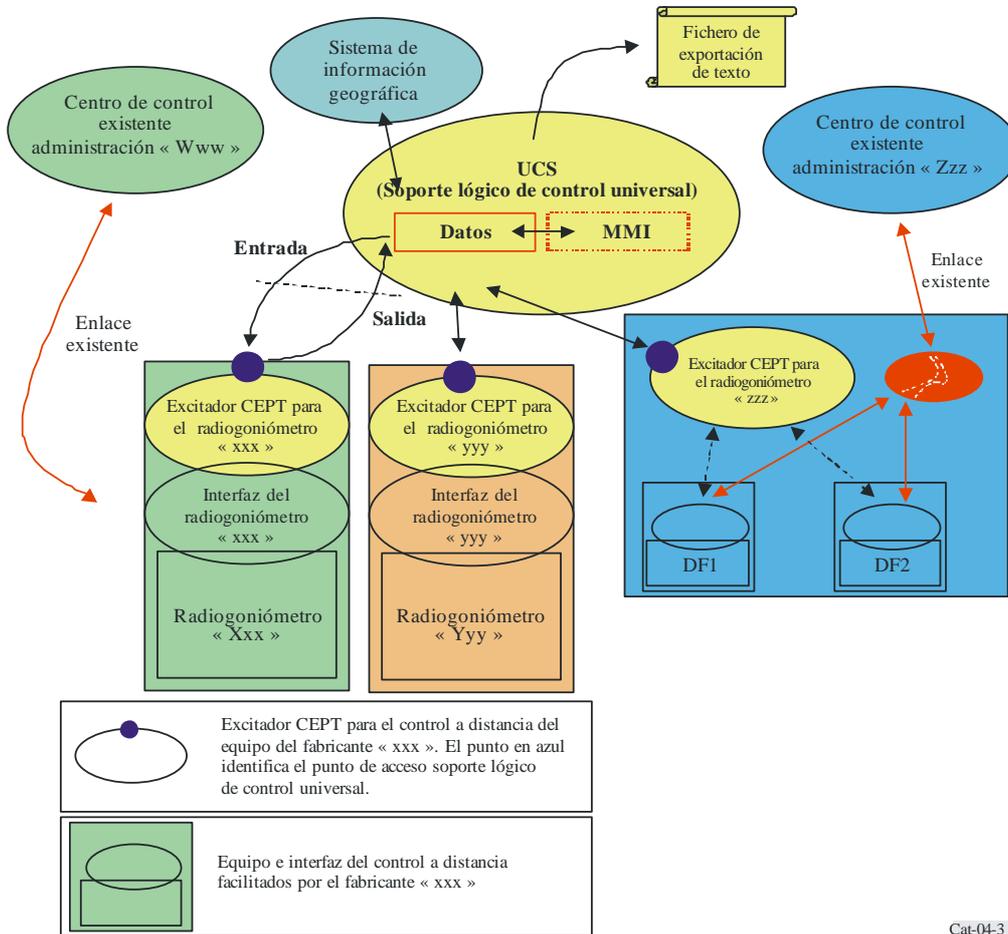
### **Arquitectura y descripción de las interfaces**

El concepto de interconexión de los radiogoniómetros de ondas decamétricas se basa en una «*estructura común de intercambio de datos*» (desarrollada por la CEPT) para la información técnica (instrucciones de medición de resultados). Todo el equipo entiende de la misma manera, con independencia del fabricante, estas instrucciones y funciones. Ello se realiza mediante «activadores de dispositivos de la CEPT» y un «soporte lógico de control universal (UCS)».

La arquitectura se presenta en la Figura 4.4:

FIGURA 4.4

## Estructura de la interconexión de los radiogoniómetros en ondas decamétricas



Cat-04-3

- Los *centros de control existentes*, son el conjunto de equipo y aplicaciones de soporte lógico (que funciona en las administraciones y que facilitan los fabricantes o que se han desarrollado para requisitos de especificación) utilizados para el control de los radiogoniómetros en la situación actual (sin interconexión).
- Los *radiogoniómetros*, existentes vienen de los fabricantes con una interfaz de control a distancia cuyas instrucciones y resultados son específicos del equipo.

*Estudio de caso 7:* Intercambio de datos en el marco del Acuerdo HCM para la coordinación transfronteriza de frecuencias

El Acuerdo HCM (método de cálculo armonizado) es un acuerdo entre los representantes de las Administraciones de Austria, Bélgica, República Checa, Alemania, Francia, Hungría, Países Bajos, Croacia, Italia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia y Suiza (17 países europeos) según el Artículo 6 del RR sobre coordinación de frecuencias comprendidas entre 29,7 MHz y 43,5 GHz con el fin de evitar la interferencia perjudicial causada a los servicios fijo y móvil terrestre, y de optimizar la utilización del espectro de frecuencias, principalmente sobre la base de acuerdos mutuos.

La primera versión de este Acuerdo fue el Acuerdo de Viena (VA) firmado en 1986. Posteriormente se editaron versiones actualizadas que están disponibles en línea (véase [http://www.hcm-agreement.eu/http/englisch/verwaltung/index\\_berliner\\_vereinbarung.htm](http://www.hcm-agreement.eu/http/englisch/verwaltung/index_berliner_vereinbarung.htm)).

## Principios

El principio general de este Acuerdo es facilitar la coordinación mediante una distribución equitativa de las frecuencias en las fronteras sobre una base bilateral o multilateral y con «frecuencias preferentes»; se definen éstas como frecuencias utilizables que no han seguido a priori el procedimiento de coordinación, siempre que se respeten criterios técnicos predefinidos (acuerdos, anexos).

## Bandas de frecuencias

Para las bandas de frecuencias, son aplicables dos tipos de coordinación:

– *Primera lista: Servicio móvil terrestre*

Para el servicio móvil terrestre en las bandas de frecuencias distintas de las que se definen en el Artículo 1.2.1 y para todos los demás servicios en estas bandas de frecuencias, puede utilizarse el procedimiento de coordinación que establece el Acuerdo y, si es necesario, los parámetros técnicos serán motivo de acuerdo por separado.

– *Segunda lista: Servicios fijos*

El procedimiento de coordinación establecido en el Acuerdo para el servicio fijo sólo es válido si en ambos países participantes en el proceso de coordinación, la banda de frecuencias respectiva está atribuida al servicio fijo y las frecuencias respectivas son de responsabilidad de las administraciones.

Para el servicio móvil terrestre en bandas de frecuencias distintas de las que se definen en el Artículo 1.2.1 y para las frecuencias superiores a 1 GHz empleadas en los países interesados en el servicio fijo en bandas de frecuencias distintas de las enumeradas en el cuadro de frecuencias del párrafo 1.2.3 se puede utilizar el Acuerdo y, si es necesario, los parámetros técnicos serán motivo de acuerdo por separado.

## Registro de frecuencias

El registro de frecuencias está constituido por listas que establece cada administración en las que se indican sus frecuencias coordinadas, sus frecuencias asignadas preferentes, sus frecuencias compartidas, sus frecuencias coordinadas para las redes de radiocomunicación planificadas y sus frecuencias utilizadas sobre la base de los planes de red geográficos y las frecuencias que utilizan códigos preferenciales. Todas las asignaciones de frecuencia de este registro se protegerán, conforme a su situación de coordinación.

## Disposiciones técnicas

- En el caso del servicio móvil terrestre, la potencia radiada equivalente y la altura equivalente de la antena de las estaciones se elegirán de forma que su alcance se limite a la zona a la que ha de darse cobertura. Deben evitarse las alturas de antena y las potencias de transmisor excesivas, utilizando la diversidad de emplazamientos y alturas equivalentes de antena reducidas. Se emplearán antenas direccionales a fin de minimizar el potencial de interferencia causada en el país vecino.
- Una frecuencia de transmisión deberá coordinarse si el transmisor produce una intensidad de campo en la frontera del país de la administración afectada que, a una altura de 10 m sobre el nivel del suelo, rebase la intensidad de campo de interferencia máxima admisible definida en el Anexo 1 del Acuerdo. Deberá coordinarse una frecuencia de recepción si el receptor requiere protección.
- En el caso del servicio fijo, la potencia radiada equivalente y la altura de la antena de las estaciones se elegirán conforme a las longitudes de los enlaces radioeléctricos y a la calidad de servicio exigida. Deben evitarse las alturas excesivas de antena, las potencias excesivas del transmisor y unas directividades de antena reducidas a fin de minimizar el potencial de interferencia en el país afectado. El Anexo 9 da el umbral máximo admisible, calculando las pérdidas de transmisión conforme al Anexo 10.

## Realización del Acuerdo

La realización del Acuerdo se efectúa conforme a los principios siguientes:

- Un método común de cálculo, basado en los modelos de propagación definidos por el UIT-R y en un HCM (método de cálculo homogéneo) normalizado, utilizado con el mapa digitalizado del terreno y las líneas fronterizas acordadas sobre una base lateral o multilateral.

El Programa HCM es un programa elaborado para la aplicación homogénea de los métodos de cálculo que figuran en los Anexos del Acuerdo.

Todas las administraciones deben implementar las nuevas versiones del Programa HCM en el mismo momento, a fin de evitar la aplicación de versiones distintas para países vecinos diferentes. Como el Programa HCM es únicamente una subrutina, ésta ha de implementarse en los programas nacionales de contorno. En el Acuerdo figura una metodología para adoptar nuevas versiones.

- Intercambio de datos

### a) *Procedimientos*

#### **Lista general**

Conforme al Acuerdo, se han de intercambiar registros de frecuencia (lista general) dos veces al año, utilizando un CD-ROM u otro medio mutuamente convenido.

#### **Coordinación y notificación**

Las peticiones de coordinación así como las respuestas a dichas peticiones de coordinación o a las notificaciones pueden intercambiarse en disco o en CD-ROM o en otro medio mutuamente convenido.

Los datos que se intercambian durante el proceso de coordinación pueden ser del tipo siguiente:

- nuevos datos
- modificaciones
- supresiones
- respuestas.

Cada administración elaborará un registro de frecuencias actualizado que facilitará a cada administración con la que lleve a cabo la coordinación. Estos registros de frecuencias se intercambiarán bilateralmente al menos una vez cada seis meses.

### b) *Medios de transmisión*

Se recomiendan los medios de transmisión indicados a continuación aunque se pueden acordar bilateralmente otros medios:

- correo electrónico
- medios de discos comunes

El papel impreso solo se utiliza durante el proceso de coordinación aunque en general debería evitarse.

Al utilizar discos o correo electrónico se han de cumplir las especificaciones adicionales para el intercambio de datos que figuran en los Anexos pertinentes al Acuerdo.

## CAPÍTULO 5

**Ejemplos de automatización de las actividades de gestión del espectro**

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
5.1	Introducción ..... 50
5.2	Tratamiento de datos en sistemas informáticos ..... 50
5.2.1	Base de datos de atribución ..... 50
5.3	Selección de frecuencias informatizada ..... 51
5.3.1	Descripción del problema ..... 51
5.3.2	Procedimiento básico de selección ..... 52
5.3.3	Ejemplo de aplicación del procedimiento de selección básico ..... 53
5.3.4	Selección de frecuencias utilizando criterios de compartición más detallados ..... 56
5.3.5	Asignación de radiofrecuencias en el servicio móvil terrestre ..... 57
5.4	Análisis de la propagación ..... 59
5.5	Características del equipo ..... 60
5.5.1	Diagramas de antena ..... 60
5.5.2	Espectros de emisión del transmisor ..... 61
5.5.3	Selectividad del receptor ..... 62
5.6	Rechazo dependiente de la frecuencia ..... 62
5.7	Cálculos de la zona de coordinación de estaciones terrenas ..... 62
5.7.1	Capacidad y procedimientos del programa ..... 63
5.7.2	Otras ayudas a la coordinación y la notificación ..... 64
5.8	Servicios de cálculo en línea de la BR para fines de pruebas y para la asistencia en la coordinación ..... 64
5.8.1	Examen de coordinación de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06 ..... 65
5.8.2	Examen de compatibilidad de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06 ..... 65
5.8.3	Presentación detallada de los resultados de examen de compatibilidad en el marco del Acuerdo GE06 ..... 65
5.8.4	Examen de conformidad de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06 ..... 65
5.8.5	Cálculos de predicción de la propagación utilizando la Recomendación UIT-R P.1812 ..... 65
5.9	Sistemas integrados de gestión del espectro y de comprobación técnica ..... 66
5.9.1	Definición de un sistema integrado de gestión y comprobación técnica ..... 66
5.9.2	Importancia de un sistema integrado ..... 69

## 5.1 Introducción

En este Capítulo se ilustra la aplicación de los métodos descritos en el Manual de Gestión nacional del espectro y en los Capítulos anteriores del presente Manual como ayudas prácticas en el proceso de gestión del espectro. Las técnicas informáticas pueden ayudar de dos modos por lo menos: gestión y examen de grandes volúmenes de datos y realización de cálculos complejos, o sencillos pero repetitivos.

Los ejemplos dados ilustran las dos características. Sin embargo, estos ejemplos son sólo ilustrativos y no representan necesariamente procedimientos recomendados. Cada administración puede establecer sus propios procedimientos, que tal vez difieran de un servicio a otro. El criterio auténtico para determinar el éxito de un sistema automatizado es el grado en que libera al encargado de la gestión de las frecuencias de engorrosas tareas manuales tales como buscar en ficheros de datos, efectuar cálculos repetitivos y presentar resultados en un formato claro y conciso.

Cada uno de los ejemplos siguientes emplea distintos procedimientos informáticos, que pueden ser muy útiles en la gestión del espectro y utilizarse independientemente. No es preciso combinarlos en un sistema plenamente automatizado de gestión del espectro. Sin embargo, se alcanzan los máximos beneficios cuando tal integración es posible.

Algunos ejemplos muestran cómo pueden aplicarse los datos en cálculos más complejos. En muchos casos, las administraciones u otras entidades han elaborado programas normalizados para la manipulación de datos y la realización de cálculos automatizados de coordinación.

Al final de este capítulo y en los Anexos 2 a 11 pueden hallarse breves descripciones de sistemas automatizados y ejemplos de técnicas informatizadas para la gestión y la comprobación técnica del espectro. Nuevos ejemplos de utilización de ordenadores en la comprobación técnica figuran en el Manual del UIT-R – Comprobación técnica del espectro (edición de 2011).

## 5.2 Tratamiento de datos en sistemas informáticos

Aunque los sistemas de gestión de bases de datos intenten desligar los programas de aplicaciones de los datos subyacentes, la deseada independencia de los datos nunca es perfecta, y las aplicaciones guardan inevitablemente algún tipo de vínculo con la estructura elegida para los datos. Esta vinculación impide la fácil reutilización masiva de aplicaciones en situaciones en las que difieren las estructuras fundamentales. Se advierte, pues, a las administraciones que la adaptación de los programas de elaboración ajena para funcionar con sus particulares estructuras de datos puede a veces ser tan laborioso como volver a desarrollar estos programas desde el principio.

Ciertas administraciones pueden desear tener acceso a los datos que hayan notificado previamente a la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) de la UIT (véase el estudio de caso 2 en la sección 4.4 del capítulo 4) dentro de su gestión interna del espectro o a datos notificados por administraciones vecinas. La BR publica estos datos, así como los programas lógicos de extracción (véase el caso de estudio 3 en la sección 4.4 del capítulo 4) con la BR IFIC.

Las bases de datos de la BR están disponibles en <http://www.itu.int/ITU-R/go/space> para los servicios espaciales y en <http://www.itu.int/ITU-R/go/terrestrial> para los servicios terrenales.

### 5.2.1 Base de datos de atribución

Con objeto de efectuar una gestión eficaz del uso del espectro de radiofrecuencias, es preciso saber cómo se atribuye el espectro entre los distintos servicios, así como conocer el modo de utilización del espectro atribuido por los diferentes servicios. Para responder a estas cuestiones puede utilizarse una base de datos automatizada de atribución de bandas de frecuencias. La base de datos de atribución debe estructurarse de modo que pueda hallarse la porción total del espectro utilizada por un servicio dado o una combinación de servicios determinada. Esta información puede servir para mostrar cómo se divide el espectro entre los diversos servicios.

La base de datos de atribución debe estructurarse también de forma que cada registro de atribución pueda ser el «propietario» de uno o más registros de asignaciones de frecuencias. La referencia recíproca entre la base de datos de atribución y la base de datos de asignaciones de frecuencias permite realizar estimaciones sobre la

utilización real del espectro por parte de servicios específicos. Esta información puede emplearse para determinar en los distintos servicios dónde está congestionado el espectro y dónde está infrautilizado.

### **Contenido de la base de datos de atribución**

La base de datos de atribución será más útil si puede establecer referencias recíprocas con la base de datos de asignaciones de frecuencias. El método más eficaz para obtener estas referencias recíprocas consiste en incluir las clases de estación autorizadas como parte del registro de la atribución; dichas clases deben limitarse a las que figuran realmente autorizadas en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias. Al seleccionar las clases de estación permitidas, debe incluirse el efecto de cualquier restricción al servicio indicada mediante notas al pie de página en el mencionado Cuadro de atribución.

Algunas Administraciones han creado bases de datos a partir del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias del Artículo 5 del RR que a veces se utilizan también para subdividir las bandas con finalidades nacionales. Estas atribuciones subdivididas limitan todavía más la gama de frecuencias disponibles para la asignación a cualquier propósito específico y trasladan parte de la carga de trabajo de las asignaciones de frecuencias al contexto de la planificación del espectro.

## **5.3 Selección de frecuencias informatizada**

### **5.3.1 Descripción del problema**

Para ilustrar la aplicación de técnicas informáticas sencillas se efectuará una asignación de frecuencias para una nueva estación transmisora perteneciente al servicio móvil.

Dado que los servicios móviles terrestres suelen estar estructurados en canales, sólo tiene que tomarse en cuenta una serie de frecuencias discretas. Se utilizará como ejemplo el fichero de datos que aparece en el Cuadro 5-1, en el supuesto de que este fichero contiene datos descriptivos de todas las posibles emisiones que pueden afectar a la elección de frecuencias. En la práctica es probable que exista un fichero mucho mayor.

CUADRO 5-1

## Ejemplo de fichero de datos para las asignaciones de frecuencias

Frecuencia (MHz)	Canal Nº	Organismo de explotación (Nombre de la empresa)	Potencia (kW)	Latitud	Longitud	Emplazamiento	Distintivo de llamada
160,005	1	Areawide Courier Delivery	0,075	38 58 33 N	077 06 01 W	Bethesda, MD	KED427
160,020	2	W.T. Cowan	0,12	38 56 54 N	076 50 22 W	Hyattsville, MD	DEX523
160,035	3	H.j. Kane Delivery Service	0,12	38 58 57 N	077 05 36 W	Bethesda, MD	KTZ830
165,050	4	Joseph M. Dignanson	0,12	38 55 15 N	076 54 10 W	Ardwick, MD	KDX790
160,065	5	Central Delivery Service	0,12	38 59 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,080	6	Hemingway Transportation	0,075	37 30 25 N	077 29 54 W	Richmond, VA	KES899
160,095	7	Halls Motor Transit Company	0,06	39 45 05 N	075 33 39 W	Wilmington, DEL	KQG594
160,095	7	Halls Motor Transit Company	0,12	39 41 47 N	077 30 46 W	Mont Quirauk, MD	KWT696
160,110	8	Jones Express Trash Removal	0,12	38 56 54 N	076 59 49 W	Washington, DC	KJB937
160,125	9	Central delivery Service	0,075	38 57 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,140	10	Purolator Services	0,12	38 57 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,155	11	Preston Trucking Company	0,075	38 56 15 N	076 51 42 W	Ardmore, MD	KEQ762
160,170	12	Hemingway Transport	0,075	39 19 53 N	076 39 28 W	Baltimore, MD	KGG997
160,185	13	Metro Messenger and Delivery	0,12	38 56 50 N	077 04 46 W	Washington, DC	KGX548
160,185	13	A.J. Trucking	0,12	39 19 35 N	076 30 04 W	Baltimore, MD	KVN353
160,200	14	Clarence Wyatt transfer	0,12	37 30 46 N	077 36 06 W	Richmond, VA	KVZ573

La elección de los criterios de compartición de frecuencias (Recomendación UIT-R SM.337) incumbe al encargado de la gestión de las frecuencias. Una elección que implica elevadas relaciones de protección puede ser de análisis sencillo, pero en definitiva significa un desperdicio de partes del espectro. Una vez elegidos los criterios, el sistema informático puede efectuar el análisis de los datos para determinar (en este caso) si puede introducirse una nueva frecuencia satisfaciendo a la vez los criterios de compartición. El responsable de la gestión de frecuencias no tiene que realizar cálculos manuales engorrosos ni repetitivos. La selección de una frecuencia se efectuará en los ejemplos siguientes en dos niveles de complejidad.

### 5.3.2 Procedimiento básico de selección

Un criterio de compartición de frecuencias muy simple puede definirse del siguiente modo: «Una frecuencia dada no puede ser utilizada simultáneamente por dos transmisores separados por una distancia inferior a  $\langle R \rangle$  km». A esto puede añadirse, si corresponde, el siguiente texto: «Las frecuencias adyacentes (radiocanales, en el presente ejemplo) no pueden ser utilizadas simultáneamente por dos transmisores separados por una

distancia inferior a « $D$ » km. Para las situaciones de compartición de frecuencias no debe utilizarse el criterio cocanal».

Los criterios de este tipo son de aplicación muy simple y típicos de los criterios empleados en ciertos diseños de sistemas «celulares» de radiocomunicación del servicio móvil. La simplicidad del criterio es muy útil para el diseño de redes del servicio móvil con cientos de transmisores fijos.

Se pueden efectuar de numerosas formas los procedimientos de selección informatizados. En la Figura 5.1 se ilustra un método como ejemplo. Se examina cada una de las frecuencias (radiocanales) disponibles en la banda de frecuencias atribuida, comenzando por la frecuencia más baja. El programa extrae secuencialmente los registros del fichero. Si la frecuencia hallada en el registro es igual a la examinada, o adyacente a la misma, el programa calculará la distancia entre el transmisor propuesto y los transmisores existentes que ya recibieron su asignación. Si esta distancia es superior a  $R$  (para el cocanal) y  $D$  km (canal adyacente), entonces se asigna la frecuencia. Si no es así, el programa sigue leyendo otros registros hasta que llega al final del fichero («end of file»). El programa vuelve a continuación al comienzo del fichero de datos, y examina la frecuencia siguiente si es preciso.

El programa mostrado se detiene tan pronto como se halla una frecuencia (radiocanal) aceptable, pero también puede prepararse para hallar todas las frecuencias aceptables, y se puede después aplicar manualmente un nuevo criterio para elegir entre ellas.

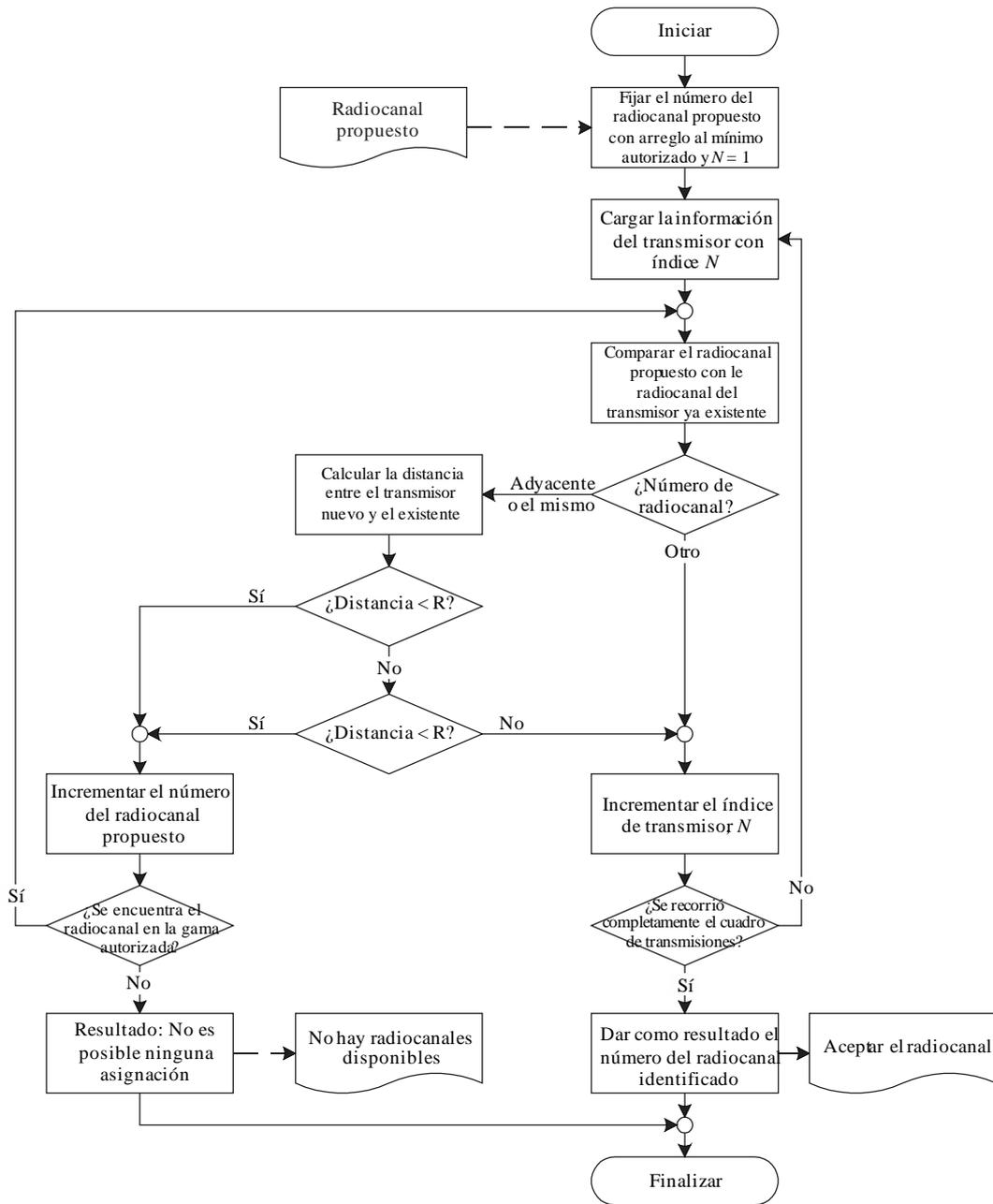
El ejemplo es sencillo; el único cálculo efectuado determina la distancia entre dos transmisores. Sin embargo, el empleo de una técnica informática permite realizar todo el procedimiento con gran rapidez. El planificador de frecuencias se libera de la engorrosa tarea de efectuar cientos de cálculos de distancia (en los casos reales) y de la necesidad de extraer información de documentos impresos, tarea muy propensa a errores.

### 5.3.3 Ejemplo de aplicación del procedimiento de selección básico

La Comunidad de Maryland, en Estados Unidos de América, desea una asignación de radiocanal para un transmisor emplazado a  $39^{\circ} 10'45''$  de latitud Norte y  $76^{\circ} 40'07''$  de longitud Oeste, utilizando las asignaciones existentes enunciadas en el Cuadro 5-1. Las normas de frecuencia-distancia (supuestas para este ejemplo) requieren 100 km de separación cocanal y 40 km de separación con los radiocanales adyacentes. La solución es una asignación en el radiocanal 6, que satisface todos los requisitos. La nueva lista de asignaciones aparece en el Cuadro 5-2. Esta lista puede proporcionar al encargado de la gestión de frecuencias información adicional útil, si se incluye una indicación de la distancia de cada transmisor existente al emplazamiento propuesto. Los cálculos pueden ser efectuados fácilmente por el computador. Los resultados permiten que el encargado de la gestión de frecuencias estudie las distintas alternativas y aplique su experiencia y juicio en el proceso de selección.

FIGURA 5.1

Rutina básica de asignación de frecuencias



Cat-05-1

Nota 1 – Considérese  $R \leq D$ ; es decir, la distancia entre transmisores que utilizan canales adyacentes es igual o menor a la distancia entre transmisores que utilizan el mismo canal.

Nota 2 – Cuando se selecciona un canal, para identificar todos los canales posibles debe incrementarse el número del canal como se explica en la sección 5.3.2 anterior.

CUADRO 5-2

## Ejemplo de fichero de datos sobre asignaciones

Frecuencia (MHz)	Canal N°.	Organismo de explotación (Nombre de la empresa)	Potencia (kW)	Latitud	Longitud	Emplazamiento	Distintivo de llamada
160,005	1	Areawide Courier Delivery	0,075	38 58 33 N	077 06 01 W	Bethesda, MD	KED427
160,020	2	W.T. Cowan	0,12	38 56 54 N	076 50 22 W	Hyattsville, MD	DEX523
160,035	3	H.j. Kane Delivery Service	0,12	38 58 57 N	077 05 36 W	Bethesda, MD	KTZ830
165,050	4	Joseph M. Dignanson	0,12	38 55 15 N	076 54 10 W	Ardwick, MD	KDX790
160,065	5	Central Delivery Service	0,12	38 59 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,080	6	Commonwealth of Maryland	0,12	39 10 45 N	076 40 07 W	Anne Arundel, MD	KAS454
160,080	6	Hemingway Transportation	0,075	37 30 25 N	077 29 54 W	Richmond, VA	KES899
160,095	7	Halls Motor Transit Company	0,06	39 45 05 N	075 33 39 W	Wilmington, DEL	KQG594
160,095	7	Halls Motor Transit Company	0,12	39 41 47 N	077 30 46 W	Mont Quirauk, MD	KWT696
160,110	8	Jones Express Trash Removal	0,12	38 56 54 N	076 59 49 W	Washington, DC	KJB937
160,125	9	Central delivery Service	0,075	38 57 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,140	10	Purolator Services	0,12	38 57 49 N	077 06 18 W	Bethesda, MD	KFB424
160,155	11	Preston Trucking Company	0,075	38 56 15 N	076 51 42 W	Ardmore, MD	KEQ762
160,170	12	Hemingway Transport	0,075	39 19 53 N	076 39 28 W	Baltimore, MD	KGG997
160,185	13	Metro Messenger and Delivery	0,12	38 56 50 N	077 04 46 W	Washington, DC	KGX548
160,185	13	A.J. Trucking	0,12	39 19 35 N	076 30 04 W	Baltimore, MD	KVN353
160,200	14	Clarence Wyatt transfer	0,12	37 30 46 N	077 36 06 W	Richmond, VA	KVZ573

### 5.3.4 Selección de frecuencias utilizando criterios de compartición más detallados

El Cuadro de datos sobre asignaciones de frecuencias utilizado en el ejemplo precedente contiene la potencia radiada total de cada transmisor, que en el ejemplo no se utiliza. Algunos criterios de compartición harían uso de esta información. Considérese, por ejemplo, el siguiente: «No puede introducirse ninguna asignación para un transmisor en el Cuadro de asignaciones existentes, en una frecuencia dada, si éste produce una densidad de flujo de potencia (dfp) superior a determinado valor en algún otro transmisor que utilice dicha frecuencia». (Ésta es una versión simplificada de un procedimiento más general en el que el encargado de la gestión de frecuencias podría definir un cierto número de puntos de prueba, quizás varios cientos y exigir que en cada punto de prueba la dfp procedente de un transmisor deseado supere en una determinada proporción la suma de todas las procedentes de los transmisores indeseados, incluida la de la nueva asignación propuesta.)

Para seleccionar una frecuencia conforme a este criterio debe tenerse en cuenta la potencia radiada de cada transmisor; igualmente se necesita conocer cómo varía la atenuación de la densidad de flujo de potencia radiada en función de la distancia a partir del transmisor (esto es, información sobre la propagación). Para este ejemplo, se supondrá que se utiliza un modelo de propagación única para describir cualquier trayecto considerado. Por consiguiente, los datos sobre propagación almacenados en el computador siguen una función simple que da la atenuación en función de los incrementos de distancia. Para las distancias que no figuran en la lista, se utiliza la interpolación para calcular la pérdida.

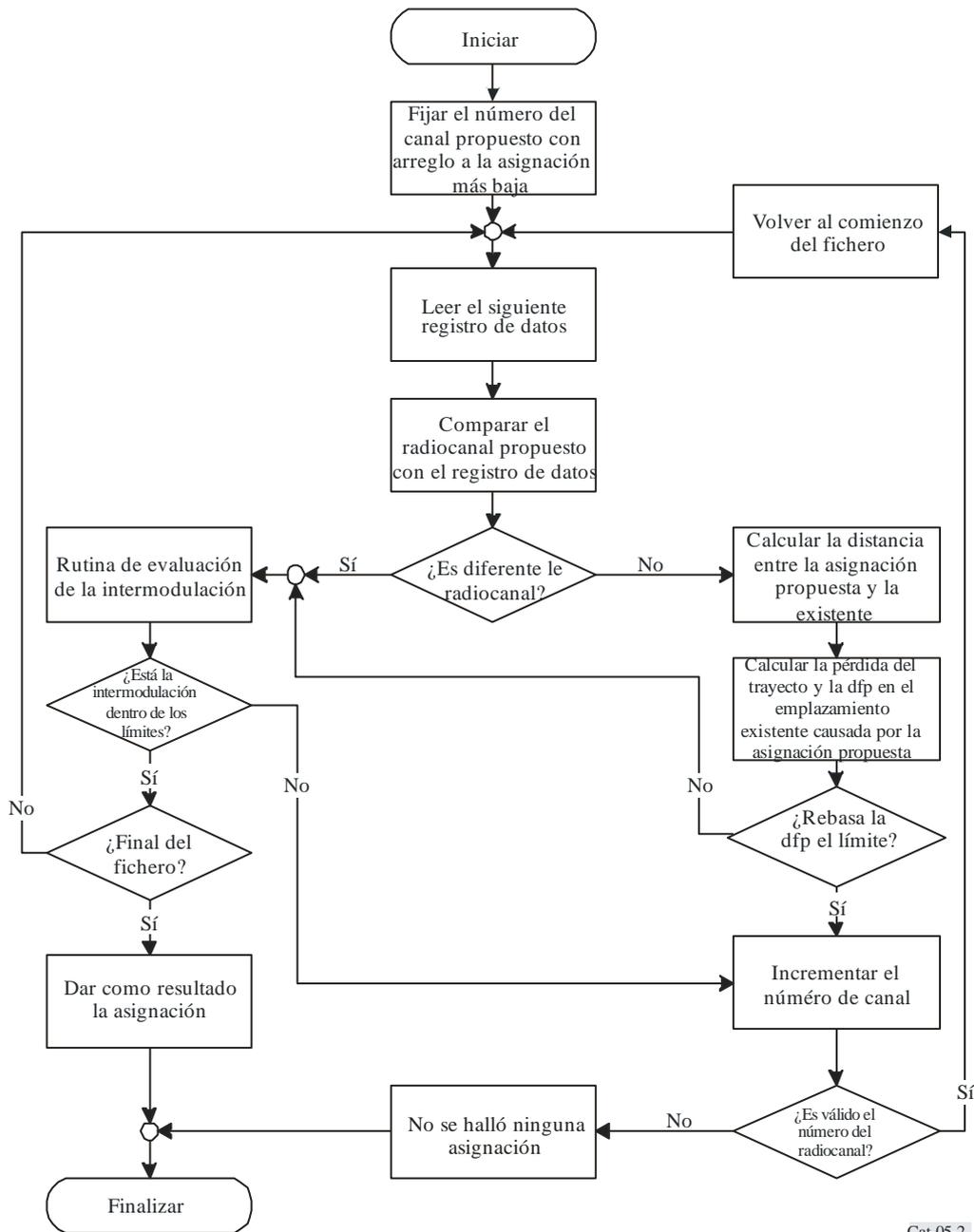
Al considerar los efectos de la intermodulación se introduce un nuevo grado de complejidad. En un único emplazamiento pueden ubicarse varios «transmisores», que incluso pueden emplear una antena y un amplificador de radiofrecuencia comunes. El Plan de frecuencias existente asigna frecuencias portadoras a los transmisores en un emplazamiento dado, pero además habrá irradiación en nuevas frecuencias formadas por los productos de intermodulación entre las principales frecuencias portadoras. Es probable que tales productos sean insignificantes al recibirlos en otros emplazamientos, pero pueden ser muy perjudiciales en la región del lugar de transmisión. El tratamiento de la intermodulación es en general bastante complejo, de modo que en el presente ejemplo se simplificará el problema mediante la adición del siguiente criterio de selección: «No podrá asignarse ninguna frecuencia propuesta a un nuevo transmisor en un emplazamiento dado si hay algún producto de la intermodulación de tercer orden formado a partir de cualesquiera frecuencias ya asignadas a ese emplazamiento cuya frecuencia sea igual a la propuesta».

Para simplificar aún más el ejemplo, se examinarán solamente las señales de intermodulación cocanal; no se tomará en cuenta la densidad de flujo de potencia en radiocanales adyacentes.

En la Figura 5.2 se muestra un posible método de automatización del procedimiento de selección utilizado en el presente ejemplo. En este caso, es evidente que el esfuerzo necesario para efectuar manualmente la tarea es prohibitivo, pero incluso con un sistema informático modesto los procedimientos empleados resultan de fácil ejecución, rápidos y no propensos a errores en la manipulación de los datos.

FIGURA 5.2

**Rutina avanzada de asignación de frecuencias**



Cat-05-2

NOTA – La DFP o la intensidad de campo se calculan en las lindes de la zona de servicio.

**5.3.5 Asignación de radiofrecuencias en el servicio móvil terrestre**

Para los sistemas informatizados de asignación de frecuencias radioeléctricas al servicio móvil terrestre, es preciso considerar ciertos aspectos operacionales además de la rutina básica de asignación de frecuencias presentada en la Figura 5.1. Por ejemplo, a fin de proporcionar la protección cocanal requerida por los servicios móviles de radiocomunicaciones de alta calidad, se necesita un modelo informático que asigne radiocanales conforme a la superposición admisible de la zona de cobertura entre las zonas de servicio adyacentes con operación cocanal. Si hay servicios móviles de radiocomunicaciones de baja calidad, que no requieren protección cocanal, funcionando en la misma zona, entonces el modelo informático debe calcular la ocupación

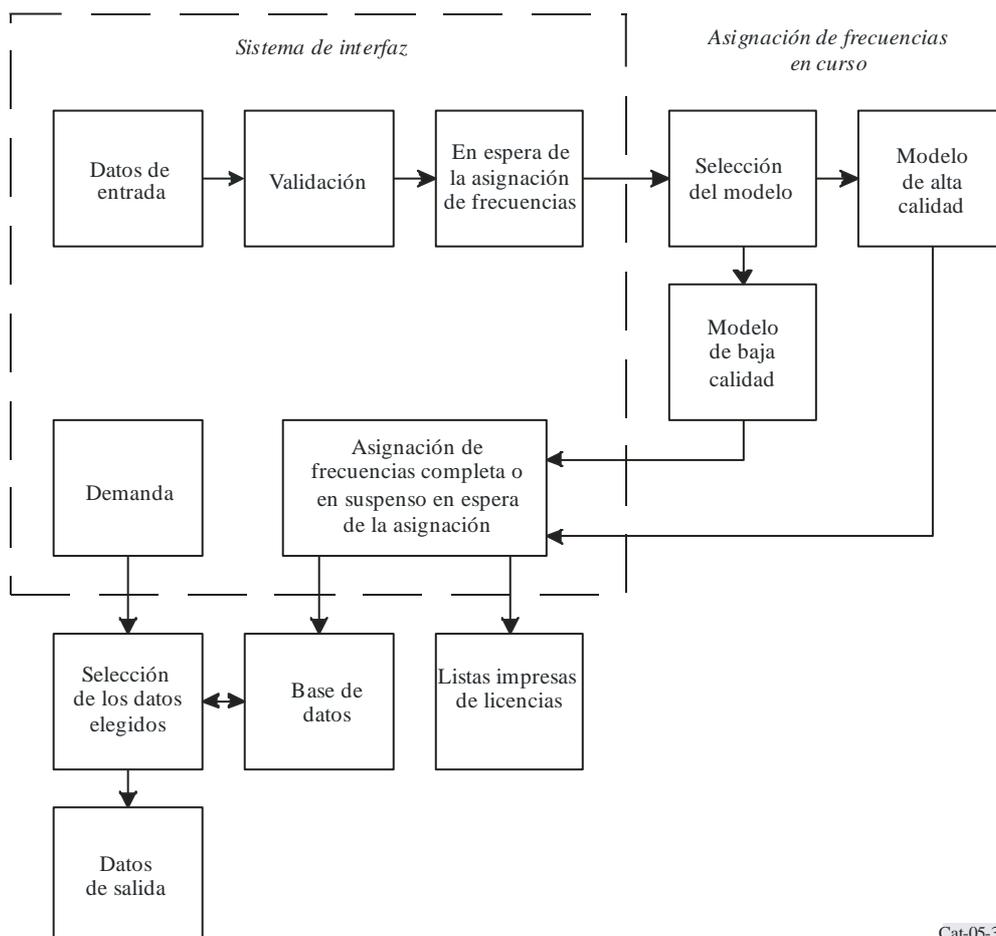
en tiempo del radiocanal y verificar que esta ocupación sea inferior a los límites almacenados en los cuadros de «consulta». Los dos modelos forman segmentos del sistema simplificado de asignación de radiofrecuencias al servicio móvil terrestre que aparece en la Figura 5.3.

El grado de complejidad y de precisión del modelo de asignación de radiofrecuencias al servicio móvil determina la reutilización de frecuencias factible en una zona y, por tanto, la eficacia en la utilización del espectro. Por ejemplo, puede utilizarse un modelo simple de propagación en el «espacio libre» para obtener la predicción del caso más desfavorable, con resultados razonables, en las zonas donde los servicios móviles de radiocomunicación por ondas métricas y decimétricas están dispersos y los radiocanales se hallan infrautilizados. En las zonas que contienen servicios móviles de radiocomunicaciones congestionados, es necesario emplear un modelo de propagación más preciso, que tenga en cuenta las características del terreno a fin de calcular la pérdida de difracción.

Los sistemas funcionales deben contener una base de datos que sea fácilmente accesible para la actualización y que proporcione información para la gestión del espectro y la concesión de licencias. Entre los requisitos de gestión del espectro figura la existencia de listas de registros o grupos de registros para diversas características. La función de concesión de licencias consiste fundamentalmente en la impresión de planes de asignaciones o de registros de frecuencias para fines contables.

FIGURA 5.3

**Sistema simplificado informatizado de asignación de frecuencias al servicio móvil terrestre**



Un sistema informatizado funcional de asignación de frecuencias para los servicios móviles de radiocomunicaciones basado en la Figura 5.3 incorpora las siguientes características:

- contiene una base de datos de usuarios del servicio, parámetros técnicos y detalles administrativos. La base de datos puede modificarse fácilmente con datos de nuevos usuarios e incorporar cambios de los registros existentes;
- se efectúan comprobaciones de validación para tener la seguridad de que los datos son aceptables con respecto al sistema de asignación de frecuencias;
- la asignación de frecuencias a un nuevo usuario privado (que requiere protección) se basa en el cálculo de los contornos de la intensidad de campo de la zona de servicio de la estación de base, y en garantizar que la superposición de los contornos con las estaciones de base existentes se limite a un nivel aceptable. El programa de asignación de frecuencias tiene acceso a un fichero de datos relativos al terreno;
- se evalúa la ocupación de tiempo para los radiocanales que se hallan compartidos en la misma zona. También se efectúan comprobaciones sobre la clase de negocio del usuario para garantizar la selección de un radiocanal apropiado: por ejemplo, a los usuarios que tienen la misma clase de negocio no se les permite necesariamente compartir el mismo radiocanal;
- si no puede hallarse un radiocanal adecuado, la asignación fallida quedará en espera hasta que pueda recibir la atención de un funcionario de asignación de frecuencias que adoptará las decisiones oportunas;
- al terminar un lote de asignaciones automáticas de frecuencias, se generan automáticamente o de forma manual las listas técnicas que proporcionan detalles de la asignación, con destino a los usuarios del servicio;
- un sistema de información de gestión permite examinar los ficheros de asignación de frecuencias y producir representaciones gráficas del perfil del terreno y de los contornos de la intensidad de campo;
- el programa de asignación de frecuencias consulta un fichero de fuentes de interferencia que enumera los radiocanales que no están disponibles en ciertas zonas del país debido a la posible interferencia entre los servicios de radiocomunicaciones existentes y los servicios móviles de radiocomunicaciones.

El programa de asignación de frecuencias calcula la superposición de la señal de una estación de base propuesta (EBP) sobre las zonas de servicio de las estaciones de base existentes (EBE). Esta rutina de superposición se aplica a las asignaciones privadas (protegidas), y se repite para todos los radiocanales enunciados en una rutina de «preexploración» que elige los posibles canales apropiados basándose en una versión simplificada de la rutina de superposición. Se selecciona automáticamente el radiocanal con la superposición mínima dada por EBP/EBE.

El programa de asignación de frecuencias, que incluye el cálculo de superposición en la zona de servicio y de la ocupación en tiempo del radiocanal, se ha diseñado para aumentar al máximo la reutilización de frecuencias de radiocanal a fin de utilizar con más eficacia el espectro de frecuencias. El sistema automático de asignación de frecuencias permite efectuar asignaciones rápidas, de permanente alta calidad, para los servicios móviles de radiocomunicaciones, y lo seguirá haciendo a medida que el número de usuarios continúe aumentando en el porvenir.

El problema con este sistema simplificado es que si bien da reglas para eliminar ciertos canales de la selección, no permite elegir entre los radiocanales posibles, los que pueden ser numerosos. En otros términos, señala qué radiocanales son imposibles de asignar, pero no indica cuáles son los mejores.

#### **5.4 Análisis de la propagación**

Las técnicas automatizadas de determinación de pérdidas basadas en condiciones reales (curvatura de la Tierra, obstrucciones, variada naturaleza del suelo) permiten establecer rutinariamente predicciones precisas de la propagación, lo que aumenta la precisión de los análisis de CEM y finalmente mejora la eficacia de utilización del espectro.

## 5.5 Características del equipo

Numerosos problemas de CEM exigen la utilización repetida de las características técnicas de los transmisores, los receptores y sus antenas asociadas. Algunas de estas características no consisten en valores fijos, sino que más bien varían en función de la frecuencia, o de la dirección de las antenas.

La conversión de la forma de la función en puntos de datos incrementales y el almacenamiento de los mismos en un banco de datos proporciona una entrada para los cálculos de numerosos problemas de CEM. Los ficheros de datos explicados en el presente Capítulo pueden utilizarse en el análisis indicado en la sección 5.6.

Además, muchas administraciones exigen que el equipo importado o utilizado dentro de sus fronteras cumpla normas específicas que se actualizan de tiempo en tiempo. A tal efecto suelen publicar los requisitos que han de satisfacer los transmisores (y en algunos casos los receptores) y documentan los métodos de prueba que han de aplicarse para cerciorarse del cumplimiento de estos criterios. A continuación, la administración prueba muestras de cada tipo de equipo, o bien permite que laboratorios reconocidos prueben los equipos con sujeción a esas normas, y mantiene una lista de marcas y modelos de uso aprobado, a los que se puede otorgar licencia. Esta lista a menudo forma parte de la base de datos de gestión del espectro.

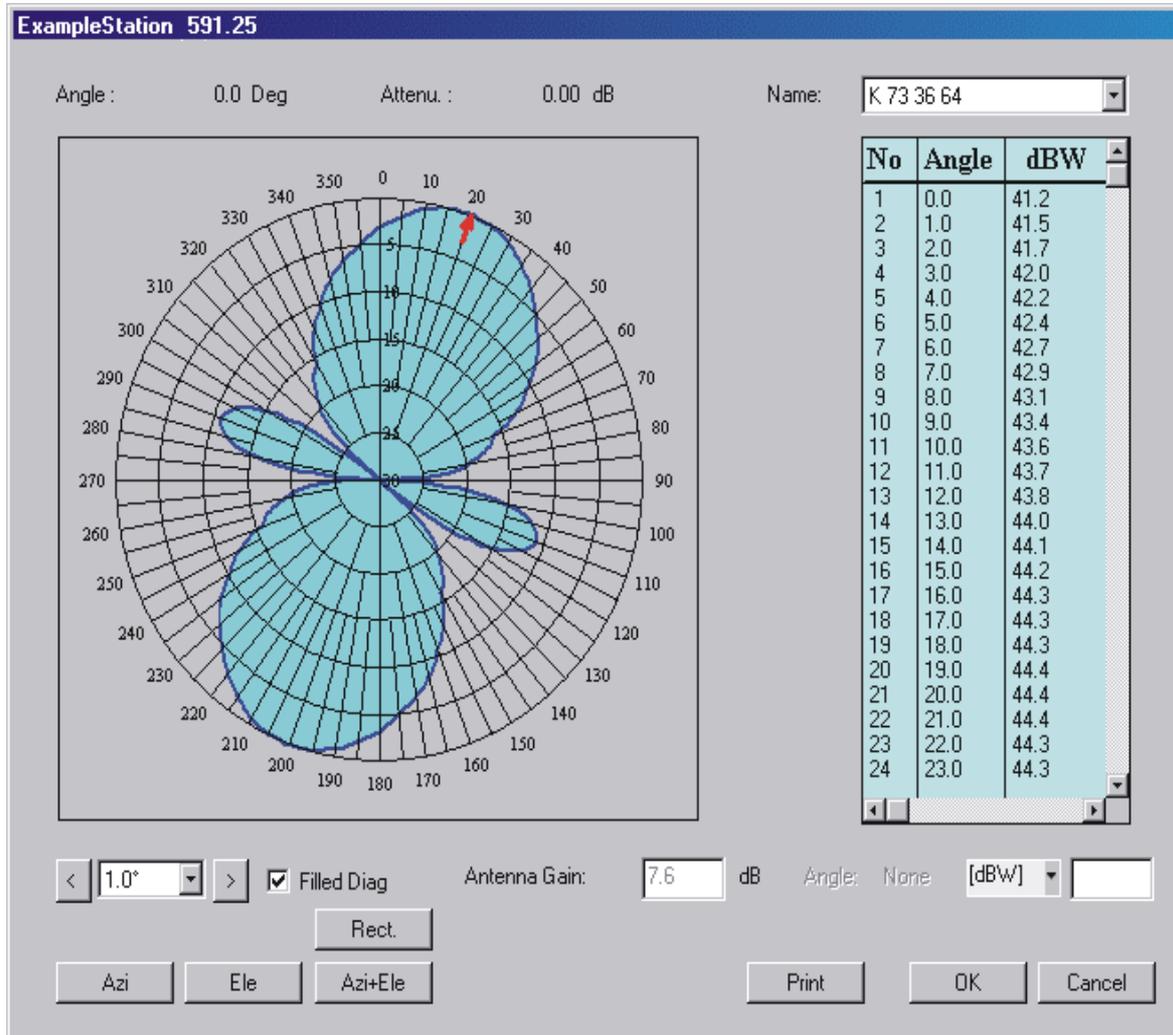
Las características mínimas aceptables del equipo, establecidas para el proceso de homologación descrito anteriormente, pueden después utilizarse a efectos de análisis de interferencias en vez de los parámetros reales del equipo específico, lo que facilitará en cierta medida la tarea.

### 5.5.1 Diagramas de antena

Salvo por el caso de las antenas omnidireccionales, la ganancia de una antena depende de la dirección relativa. En los cálculos de la CEM conviene conocer la ganancia de la antena en dirección de una estación potencialmente interferida o interferente. Los ficheros de asignación de frecuencias podrían incluir el tipo de antena y la dirección del haz principal. Si se conoce el tipo de antena, puede tenerse acceso automático al fichero de datos de la antena para introducir la correspondiente cifra de ganancia de antena a fines de computación. Los datos se inscriben como ganancia en función de la dirección con respecto a la dirección del haz principal (ganancia máxima) (véase la Figura 5.4).

FIGURA 5.4

Ganancia en función de la dirección con respecto a la dirección del haz principal (máxima ganancia), (plano horizontal)



Cat-05-6

Este es un ejemplo de un procedimiento de simulación con modelos basado en la consulta de un cuadro. Cuando se necesita un valor para la ganancia, se especifica un valor para la dirección, que seguidamente utiliza el computador para interpolar el valor correcto entre dos de los valores tabulados. El diagrama de antena también puede representarse mediante una función analítica que corresponda aproximadamente a los datos (por ejemplo,  $G = 32 - 25 \log \phi$ ).

Las aplicaciones informáticas de la BR accesibles mediante los hipervínculos mencionados en la sección 5.2 incluyen diagramas de antena realizados de conformidad con las partes pertinentes del RR y/o de las Recomendaciones del UIT-R (por ejemplo, Recomendación UIT-R F.699).

### 5.5.2 Espectros de emisión del transmisor

La descripción del espectro de emisión de un transmisor en términos matemáticos es a menudo compleja y difícil de aplicar a los problemas de CEM. Sin embargo, la descripción de la amplitud del espectro en función de la frecuencia es relativamente sencilla y puede ilustrarse gráficamente. Mediante la conversión de los puntos de la curva del espectro en puntos de datos puede establecerse un cuadro de datos; éstos pueden ser utilizados luego por programas informáticos que exigen información sobre el espectro.

### 5.5.3 Selectividad del receptor

En forma análoga a la indicada en la subsección 5.5.2, la envolvente de una banda de paso del receptor puede convertirse en puntos de datos y almacenarse para su uso en los cálculos de la CEM.

### 5.6 Rechazo dependiente de la frecuencia

Para los cálculos de la CEM conviene conocer el efecto que ejercen en los receptores los transmisores que no operan en la misma frecuencia, pero que se hallan en la misma banda de frecuencias. Cuanto mayor sea la separación de frecuencias del transmisor y el receptor, menos energía transmitida se acopla al receptor. El grado exacto del acoplamiento depende del espectro de emisión del transmisor, de la selectividad del receptor y de la separación de frecuencias (véase la Recomendación UIT-R SM.377).

Si se conoce la potencia de la señal no deseada a la cual se degrada la calidad del receptor, pueden efectuarse cálculos para determinar, en función de la separación de frecuencias, la distancia que ha de establecerse entre el transmisor interferente y el receptor para evitar la interferencia. Se obtiene así una serie de puntos de separación de distancia y frecuencia que, cuando se unen, forman una curva de frecuencia-distancia. Los datos de propagación calculados previamente pueden almacenarse como valores de distancia/pérdida, o pueden utilizarse rutinas de cálculo de la propagación. Los cálculos automatizados permiten la aplicación práctica de esta técnica. Las entradas al programa son las siguientes:

- frecuencia;
- espectro de la emisión;
- sensibilidad y selectividad del receptor;
- p.i.r.e. (potencia del transmisor multiplicada por la ganancia de antena en dirección del receptor) o p.r.a del transmisor.

### 5.7 Cálculos de la zona de coordinación de estaciones terrenas

Pueden aplicarse métodos automatizados al procedimiento reseñado en el Apéndice 7 del RR para determinar la zona de coordinación alrededor de una estación terrena en las bandas de frecuencias comprendidas entre 100 MHz y 105 GHz, compartidas por los servicios espaciales y terrenales. En las aplicaciones informáticas de la BR, accesibles a partir de los hipervínculos mencionados en la sección 5.2, se encuentran aplicaciones informáticas elaboradas por la BR y otras administraciones, que se utilizan para calcular las distancias de coordinación durante el examen técnico de las notificaciones de asignación de frecuencia, como seguidamente se expone. Se ha dibujado automáticamente un diagrama de coordinación sobre un mapa producido por computador (véase la Figura 5.5).

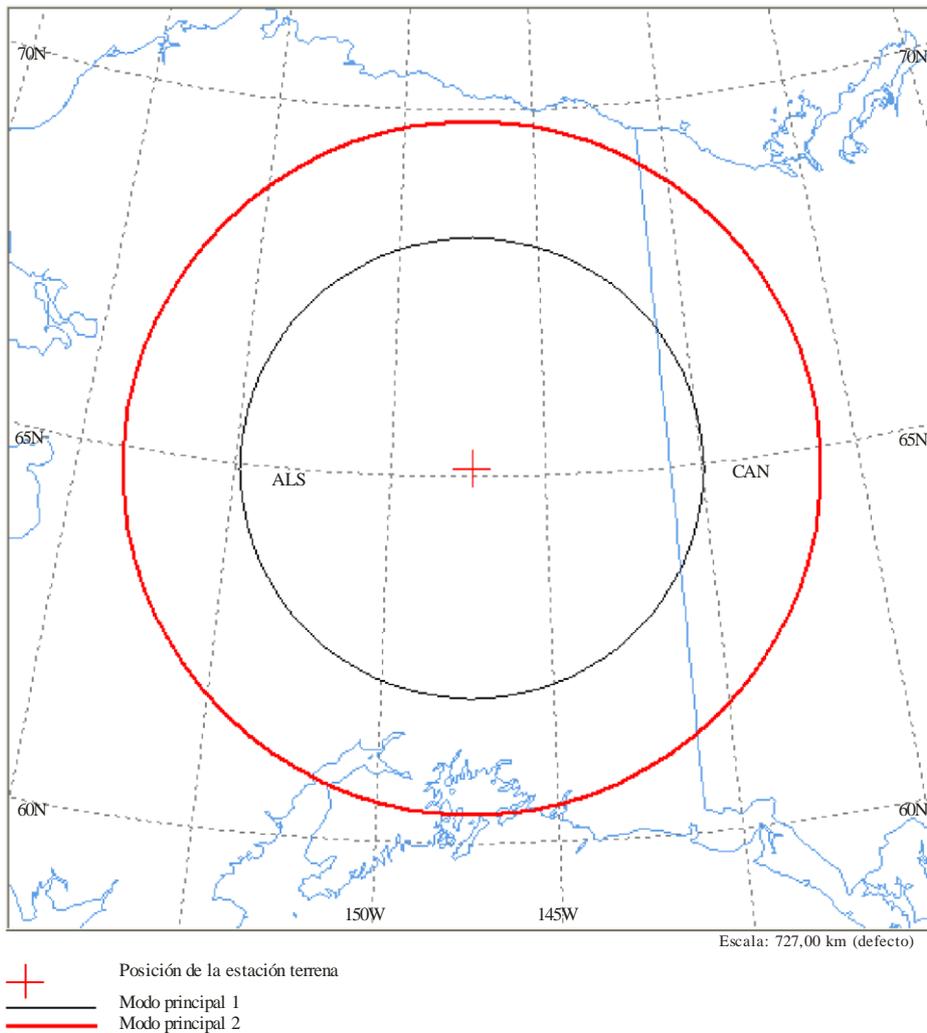
FIGURA 5.5

**Diagrama de coordinación para una estación terrena transmisora**

Station terrienne d'émission de réseau à satellite non géostationnaire par rapport aux stations terre de réception.

Identité de la fiche de notification: 100500002  
 Administración/zona geográfica USA/USA  
 Posición orbital del satélite:  
 Banda de frecuencias: 2040,00-2040,00 MHz

Nombre de la estación terrena: Foker Flat Alaska  
 Posición de la estación terrena: 147W230065N0 700  
 Nombre del satélite: ICESAT



Cat-05-05

El contorno en trazo negro corresponde al modo principal (1) y el contorno en trazo rojo al modo (2).

**5.7.1 Capacidad y procedimientos del programa**

Este programa calcula la distancia de coordinación en función del ángulo de acimut a partir del Norte verdadero, en incrementos de 5°, y traza el contorno de coordinación utilizando los cálculos del siguiente modo:

- con ayuda de la herramienta Ap7Capture, el usuario introduce en el programa los parámetros de la estación terrena que se requieren para los cálculos y los almacena en un fichero de la base de datos;
- el usuario especifica en el programa GIBC la ubicación del fichero de la base de datos y el identificador de la notificación de la estación terrena;
- el programa calcula para cada diagrama la potencia de interferencia admisible (dBW) en la anchura de banda de referencia, a la entrada del receptor de una estación sujeta a interferencia, que no ha de excederse en más del  $p\%$  del tiempo, para cada una de las fuentes de interferencia;

- el programa calcula entonces la ganancia de la antena fuera del eje en función del acimut, del ángulo de elevación de la antena y del ángulo de elevación respecto al horizonte;
- el programa calcula una pérdida de transmisión mínima admisible en un acimut dado a partir de la estación terrena;
- con el fin de determinar la distancia final de coordinación para el modo de propagación 1, el programa efectúa un análisis de los trayectos mixtos tal como se requiera, verificando automáticamente los límites de la zona radioclimática mediante datos tomados del mapa mundial digitalizado del UIT-R (IDWM);
- el programa calcula las distancias de coordinación para la propagación en caso de dispersión por la lluvia (modo 2);
- a lo largo de cada acimut se comparan los valores de las distancias de coordinación para los modos de propagación 1 y 2, y se toma el mayor valor para establecer el contorno final de coordinación alrededor de la estación terrena;
- el programa calcula (si es preciso) los contornos auxiliares para los mecanismos de propagación a lo largo del arco de círculo máximo;
- el programa genera un fichero de la base de datos que incluye cada uno de los diagramas de coordinación resultantes para la estación terrena;
- el programa genera (si es preciso) un informe en formato rtf que muestra, para cada diagrama, las distancias de coordinación en forma de tabla y un mapa que incluye las fronteras políticas de la parte de la superficie terrestre que interesa. El mapa se dibuja en proyección acimutal equidistante. Se utilizan los valores calculados de la distancia final de coordinación para trazar sobre el mapa los contornos nominales y auxiliares de coordinación;
- el informe incluye también la lista de países posiblemente afectados;
- el programa puede utilizarse para determinar los contornos de coordinación de estaciones terrenas que funcionan con satélites geoestacionarios y no geoestacionarios.

### 5.7.2 Otras ayudas a la coordinación y la notificación

En numerosos casos, las administraciones han utilizado el intercambio electrónico de datos para facilitar los procesos de coordinación y notificación. El Diccionario de datos de Radiocomunicaciones (DDR) especifica los elementos de datos de los tipos exigidos para la coordinación con los países vecinos. La aplicación informática del Apéndice 7 del RR determina la lista de países con los que ha de efectuar coordinación utilizando las rutinas IDWM del UIT-R.

## 5.8 Servicios de cálculo en línea de la BR para fines de pruebas y para la asistencia en la coordinación

La BR ha implantado un sistema totalmente automatizado que permite a los usuarios de TIES realizar cálculos bajo demanda para fines de prueba y para ayudar en la coordinación de la radiodifusión. El sistema está compuesto por un portal web frontal (para introducir datos y visualizar o descargar los resultados de los cálculos) y un sistema secundario compuesto de servicios (para gestionar la carga de trabajo de los cálculos) y una base de datos (para organizar las peticiones y almacenar los datos de entrada y los resultados de los cálculos). El sistema frontal y el secundario son componentes desacoplados. Cuando se ha completado el cálculo y están disponibles los resultados para su consulta se informa al usuario por correo electrónico. La mayoría de los resultados de cálculo se visualizan en el extremo frontal mediante un servidor de internet GIS.

El sistema es fácilmente escalable para afrontar una carga de trabajo creciente: el proyecto piloto de la UIT de computación en la nube de 2012 ha demostrado que se pueden añadir los recursos de la nube a los recursos locales en una infraestructura integrada.

El sistema es accesible desde la URL:

<http://www.itu.int/ITU-R/eBCD/MemberPages/eCalculations.aspx>.

En los párrafos siguientes se realiza una descripción detallada de los tipos de cálculos disponibles en la URL citada, en el momento de elaborar este manual.

### **5.8.1 Examen de coordinación de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06**

El usuario presenta ficheros electrónicos de entrada de prueba (que se han tenido que validar previamente mediante TerRaNotices) a través del portal web citado anteriormente. Los servicios de cálculo realizan el examen de coordinación teniendo en cuenta el estado último del Plan.

Los contornos de coordinación se visualizan utilizando el servidor de internet GIS junto con la lista de administraciones potencialmente afectadas. El usuario puede entonces iniciar las actividades de coordinación con el fin de obtener todos los acuerdos necesarios antes de presentar oficialmente las notificaciones a la BR mediante WISFAT, simplificando el proceso global y reduciendo el tiempo necesario para su registro en el Plan.

### **5.8.2 Examen de compatibilidad de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06**

El usuario presenta ficheros electrónicos de entrada de prueba (que se han tenido que validar previamente mediante TerRaNotices) a través del portal web citado anteriormente. Los servicios de cálculo realizan el análisis de compatibilidad teniendo en cuenta el estado último del plan.

Para cada notificación introducida se realiza una evaluación de compatibilidad determinando las interferencias en relación con las notificaciones existentes del Plan y con las asignaciones/adjudicaciones registradas. Los resultados del cálculo se ponen a disposición para su descarga en el portal web como un fichero de la base de datos.

### **5.8.3 Presentación detallada de los resultados de examen de compatibilidad en el marco del Acuerdo GE06**

La BR ofrece la aplicación GE06Calc para visualizar los resultados de los exámenes de compatibilidad. GE06Calc está instalado en el sitio web de la UIT y funciona en el ordenador del usuario aunque mantiene la posibilidad de recibir actualizaciones automáticas cuando esté conectado a Internet, como si fuera una aplicación basada en el navegador. El usuario descarga el fichero de la base de datos con los resultados de los exámenes de compatibilidad y visualiza estos resultados utilizando GE06Calc en su PC local. La herramienta GE06Calc permite al usuario realizar cálculos detallados para análisis de compatibilidad más precisos. No obstante, si no se dispone de conectividad con Internet, o si está bloqueada por razones de seguridad, GE06Calc sigue siendo totalmente funcional.

### **5.8.4 Examen de conformidad de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06**

Los mismos beneficios que proporcionan las actualizaciones automáticas por Internet y el funcionamiento autónomo son válidos para la otra funcionalidad de GE06Calc: exámenes de conformidad de prueba en el ámbito del Acuerdo GE06. El usuario prepara ficheros de entrada electrónicos de prueba (validados previamente mediante TerRaNotices) y los prueba para su conformidad con el Plan GE06 utilizando GE06Calc en un PC local junto con el DVD de la BR IFIC. La herramienta proporciona la visualización GIS completa de los resultados de los cálculos detallados de los exámenes de conformidad.

### **5.8.5 Cálculos de predicción de la propagación utilizando la Recomendación UIT-R P.1812**

El usuario presenta una solicitud de cálculo rellenando un formulario en el portal web en el que se especifican los parámetros técnicos necesarios para la evaluación de la propagación. Este cálculo utiliza información sobre el perfil del terreno y puede ser una herramienta útil durante las actividades de coordinación.

Se pueden realizar cálculos tanto punto a punto (perfil) como punto a zona (cobertura) (véase la Figura 5.6). El cálculo utiliza actualmente las bases de datos del terreno SRTM3 (con una resolución de 3 segundos de arco); se está investigando la posibilidad de utilizar modelos DEM de mayor resolución.

FIGURA 5.6-a

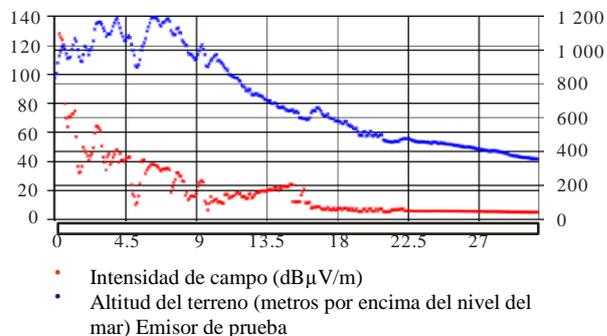
**Intensidad de campo y perfil del terreno**

FIGURA 5.6-b

**Contorno de cobertura**

Cat-05-06

**5.9 Sistemas integrados de gestión del espectro y de comprobación técnica**

Los ordenadores y el soporte lógico deben soportar cuantas más técnicas de gestión del espectro posible con el fin de reducir el tiempo de procesamiento y la ocupación del personal.

En la Recomendación UIT-R SM.1537 la UIT recomienda que las administraciones tomen en consideración el uso de los sistemas automatizados e integrados de gestión del espectro y de comprobación técnica para que las partes correspondientes a la gestión y a la comprobación técnica de los sistemas compartan la información de la base de datos y funcionen conjuntamente de manera fluida para llevar a cabo las funciones que requiere el gestor del espectro. La integración de la gestión del espectro con la comprobación técnica también se trata en los Manuales de la UIT, en particular en el Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro, que suministra información sobre equipos y presenta diagramas de bloques de sistemas típicos, y en el Manual de la UIT sobre gestión nacional del espectro que presenta un ejemplo de un sistema integrado.

**5.9.1 Definición de un sistema integrado de gestión y comprobación técnica**

Un sistema automatizado de gestión del espectro y comprobación técnica integrado está compuesto por lo general por un centro nacional de gestión del espectro y varias estaciones fijas o móviles de comprobación técnica. Las estaciones se interconectan mediante una red para la comunicación de voz y datos. Todas las estaciones de la red, incluidas tanto las de gestión del espectro como las de comprobación técnica del espectro, intercambian información electrónicamente y/o comparten bases de datos comunes. Las estaciones de comprobación técnica se pueden controlar a distancia.

En la Figura 5.8 se ilustra un diagrama de sistema integrado típico. La configuración (número de estaciones, número de estaciones de trabajo en cada estación, etc.), los métodos de comunicación (protocolo de control de transmisión/protocolo de Internet (TCP/IP) u otro protocolo; el empleo de una red de área extensa (WAN), el empleo de la red telefónica pública conmutada (RTPC); el uso de sistemas de radiocomunicaciones o por satélite y otros detalles, varían dependiendo de la aplicación y de la infraestructura disponible. En algunas configuraciones, se puede tener un centro de comprobación técnica conectado directamente a las estaciones de comprobación técnica y a su vez al centro de gestión.

El sistema de gestión del espectro está compuesto por un servidor de bases de datos con una o varias estaciones de trabajo y los programas informáticos que permiten:

- 1) gestionar la base de datos de asignaciones de frecuencia;
- 2) utilizar varias herramientas de análisis de ingeniería para efectuar el análisis de propagación y determinar si un trayecto y un equipo de comunicaciones determinados están capacitados para ofrecer las comunicaciones requeridas;

- 3) mostrar mapas geográficos en los que se superponen los resultados de los análisis, y
- 4) interactuar mediante interfaces con sistemas de comprobación técnica del espectro para realizar diversas funciones que incluyen la detección automática de infracciones a las licencias.

El sistema de gestión del espectro incluye una gran base de datos relacional, acepta una gran diversidad de entradas, incluidas solicitudes de licencias, emite una variedad de notificaciones e informes y se comunica con las estaciones de comprobación técnica.

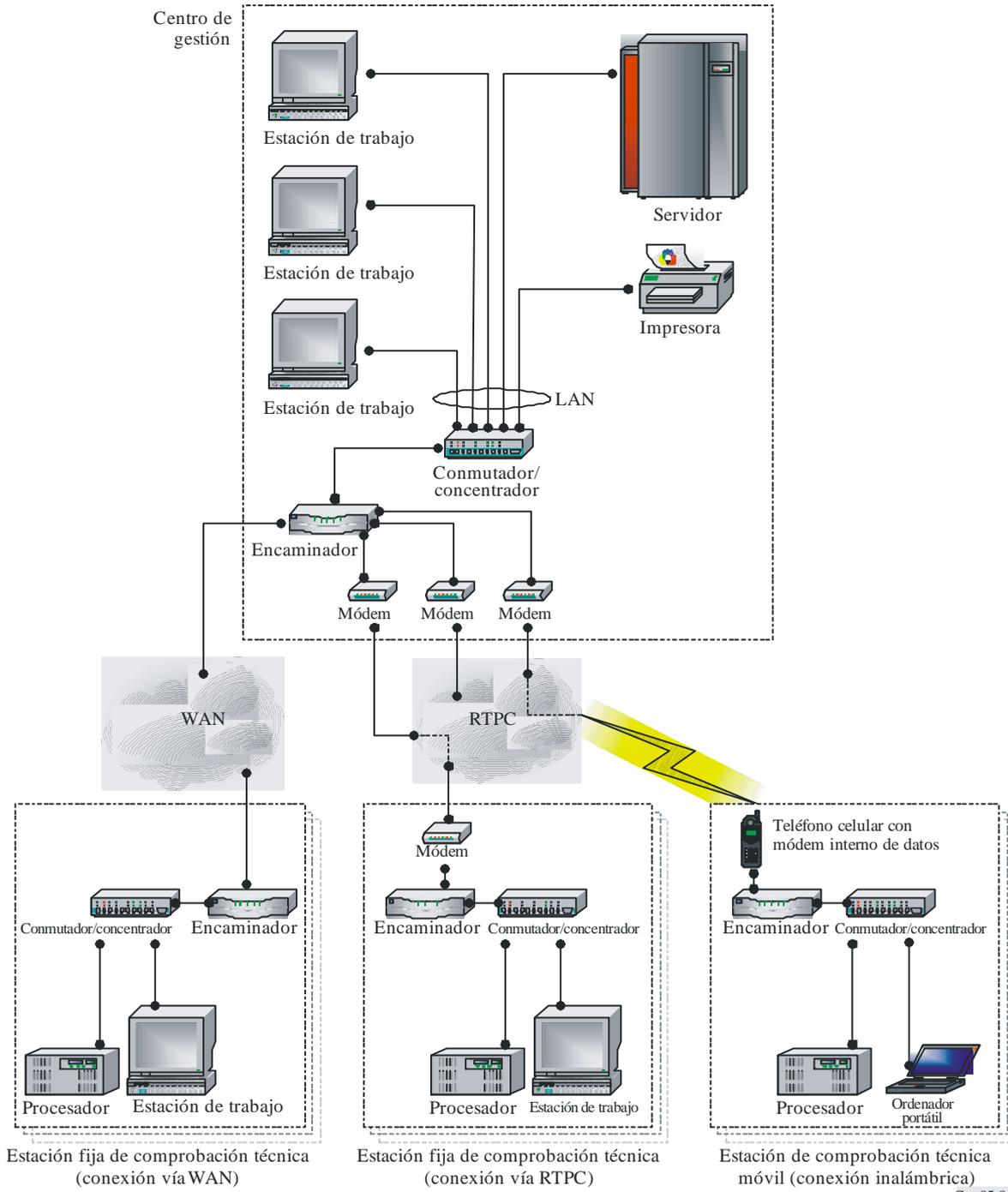
Mediante los sistemas de comprobación técnica se automatiza los procesos de análisis de ocupación del espectro, medición de parámetros y radiogoniometría (DF) que tiene como fin comprobar los canales liberados e identificar y ubicar las fuentes de interferencia. Anteriormente, los sistemas de comprobación técnica incluían una gran cantidad de equipos de prueba y medición para determinar la ocupación del espectro y realizar las mediciones específicas de parámetros de señales.

La revolución que se dio recientemente en el procesamiento de señales digitales (PSD) ha llevado a que los sistemas de comprobación técnica deban incluir sólo dos elementos:

- 1) un pequeño grupo de módulos de equipos de medición sofisticados, que incluye antenas y receptores controlados por un ordenador, que con frecuencia se denomina el servidor de mediciones; y
- 2) estaciones de trabajo del ordenador o clientes que funcionan como interfaz del operador y contienen los programas informáticos que facilitan la utilización y el mantenimiento del sistema.

FIGURA 5.7

Sistema típico de gestión y comprobación técnica integrado



### 5.9.2 Importancia de un sistema integrado

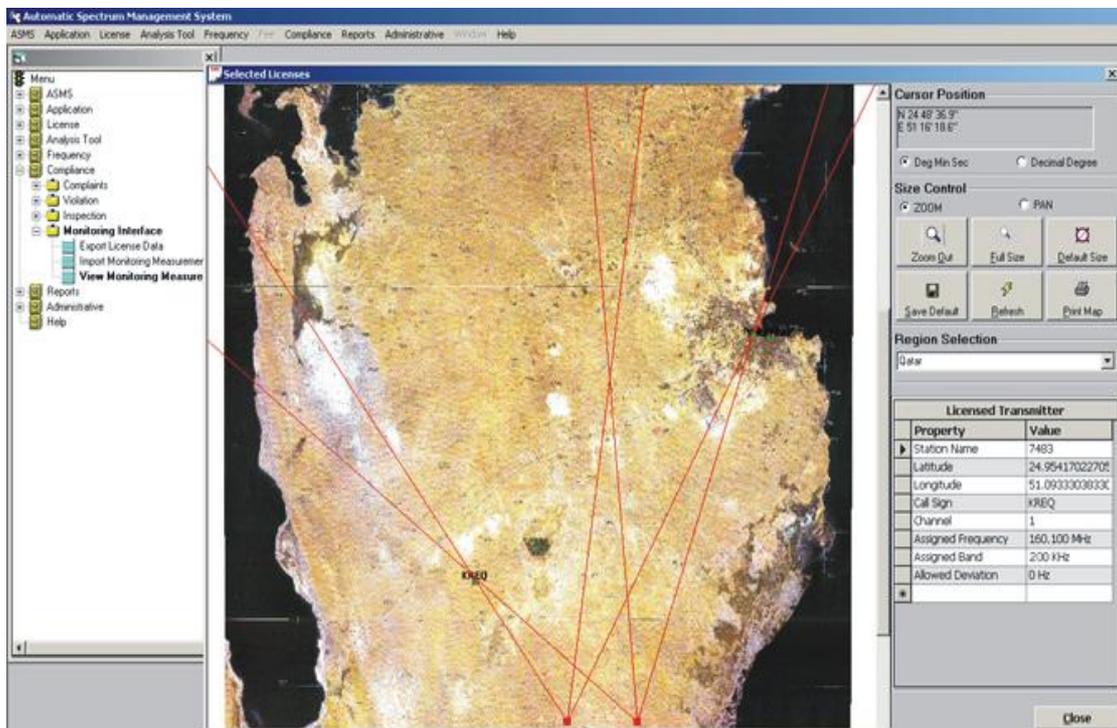
Una característica de un sistema automatizado e integrado para la gestión y comprobación técnica del espectro puede ser que éste puede acceder y comparar la información procedente de las bases de datos de gestión y comprobación técnica para detectar automáticamente las estaciones que podrían estar funcionando sin licencia o rebasando los parámetros establecidos en su licencia.

El operador especifica la banda de frecuencias de su interés, y el sistema lleva a cabo las mediciones de ocupación del espectro, de los parámetros y de la radiogoniometría para luego compararlas con la información almacenada en la base de datos de licencias. El sistema indica las frecuencias en las que encuentra señales sin su correspondiente licencia y las frecuencias en las que las mediciones de los parámetros no concuerdan con los autorizados. A esta función se le denomina detección automática de infracciones (AVD, *automatic violation detection*) y constituye una función muy importante de los sistemas integrados automáticos y modernos.

Los resultados de la función AVD se pueden representar en forma tabular o gráfica. En el formato tabular se muestra, para cada radiocanal, si se encuentra alguna señal, y en ese caso, si hay alguna estación con licencia de funcionamiento en esa frecuencia y si la señal medida cumple o no con los parámetros indicados en la licencia. Los emplazamientos de las señales medidas y de las estaciones con la licencia correspondiente se pueden representar en un mapa geográfico, como el de la Figura 5.9, para que el operador visualice los resultados. En la Figura se indican los emplazamientos de dos estaciones de comprobación técnica (los cuadrados rojos en la parte baja de la Figura) y de tres estaciones con licencia (los cuadrados verdes), y se muestra el emplazamiento calculado (en la intersección de las líneas de marcación) de las dos estaciones que estaban transmitiendo. La Figura muestra una estación con licencia que no estaba transmitiendo (un cuadrado verde sin líneas de marcación), y el emplazamiento de un transmisor sin licencia (en la intersección de dos líneas de marcación en la que no hay ningún cuadrado verde).

FIGURA 5.8

Mapa típico que muestra información de la función AVD



Otra característica importante de los sistemas completamente integrados es que permiten que un operador con el nivel de autoridad adecuado pueda, desde cualquier estación de trabajo de gestión o de comprobación técnica, tener acceso y utilizar los recursos de todo el sistema, entre los que se cuentan:

- el uso de la base de datos de licencias;
- la asignación de tareas y control a distancia de las estaciones de comprobación técnica;
- la elaboración y examen de informes con información combinada de las bases de datos de gestión y de comprobación técnica;
- la ejecución de otras funciones que requiere el operador para gestionar de manera eficaz el espectro electromagnético.

Un sistema de gestión y comprobación técnica completamente integrado presenta en todo el sistema interfaces comunes para la interacción con el operador y con el ordenador, lo cual facilita la formación y la utilización del sistema.

## ANEXO 1

**Cuadros de datos para la gestión del espectro**

**1** Los Cuadros A1-1 a A1-6 se prepararon a modo de inventarios de los elementos de datos que deben utilizarse en la fase de análisis de datos para el diseño y la realización de un sistema automatizado de gestión del espectro dentro de una administración y entre administraciones. Estos inventarios se elaboraron por primera vez en el curso de los estudios efectuados por el Grupo Interino de Trabajo (GIT) 1/2 del CCIR junto con la IFRB, y han sido actualizados por la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones. La fuente definitiva con los requisitos de datos para la coordinación y la notificación sigue siendo el Apéndice 4 del RR con las descripciones y formateo adicionales que se indican en el Diccionario de datos de Radiocomunicaciones (véase la versión más reciente de la Recomendación UIT-R SM.1413) y, por lo tanto, estos requisitos no se repiten en este Anexo.

**2** Es fundamental que los datos para la gestión del espectro dentro de una administración cumplan los siguientes requisitos:

**2.1** Deben comprender, como mínimo, los datos requeridos para la gestión nacional del espectro y las notificaciones a la UIT-BR. La Recomendación UIT-R SM.667 recomendaba el uso de los campos de datos especificados en las versiones anteriores del presente Anexo.

**2.2** El subconjunto de datos utilizado para fines de notificación a la UIT-BR debe ser compatible con las especificaciones de la UIT-BR para el registro de datos y el elemento de datos. Con el objeto de asegurar este punto, se invita a las Administraciones a que revisen periódicamente todas las Cartas Circulares pertinentes que figuran en la dirección de la Red de la UIT.

**3** En los Cuadros se utilizan las siguientes abreviaturas:

BC:	radiodifusión
RR:	Reglamento de Radiocomunicaciones
TX:	transmisión
BR/IFIC:	Circular Internacional de Información sobre frecuencias de la UIT que incluye el PIFL (Prefacio a la Lista Internacional de Frecuencias)
GE75:	Acuerdo sobre radiodifusión en ondas kilométricas/hectométricas (Región 1 y Región 3), Ginebra, 1975
GE84:	Acuerdo regional sobre radiodifusión en MF (Región 1 y parte de la Región 3), Ginebra, 1984
RJ81:	Acuerdo regional sobre radiodifusión en ondas hectométricas (Región 2), Río de Janeiro, 1981.

CUADRO A1-1

## Datos básicos nacionales sobre atribución de frecuencias

N.º	Elementos de datos	Número de caracteres (A o B,C)(1)		Definiciones
		A	B,C	
1	Límite inferior de la banda		12,6	Límite inferior de la banda en atribución
2	Unidad de frecuencia	1		H = Hz; k = kHz; M = MHz; G = GHz
3	Naturaleza del límite de frecuencia	1		I = internacional (UIT); N = nacional
4	Límite superior de la banda		12,6	Límite superior de la banda que se va a atribuir
5	Servicio	30		Nombre del servicio al que se va a atribuir la banda. (Código por establecer) (RR 20-57)
6	Categoría de servicio según el RR	1		Categoría del servicio al que se va a atribuir la banda según el RR (P = Primario, S = Secundario)
7	Categoría nacional del servicio	1		Si es diferente de la categoría del RR
8	Función	40		Nombre de la función dentro del servicio al que se atribuye la banda (ej.: radiobaliza, socorro y llamada)
9	Nota de atribución de banda	7		Número de la nota que atribuye la banda al servicio (cuando sea apropiado)
10	Nota de servicio	7		Número de la nota que limita la utilización del servicio
11	Nota de banda	7		Número de la nota que limita la utilización de la banda
12	Clase de estación	30		Indica la clase de estación autorizada por la atribución utilizando los símbolos mostrados en el Cuadro 6A1 del PIFL o el Apéndice 10 del RR. Puede inscribirse más de una clase de estación separando cada clase de estación por un espacio
13	Organismo o Ministerio de gestión nacional del espectro	10		Organismo o Ministerio de gestión nacional del espectro que administra las asignaciones en una banda dada y para un servicio determinado
14	Región UIT	1		Indica la Región UIT en la que se atribuye la banda al servicio

- (1) A: Número de caracteres alfanuméricos.  
 B: Número total de caracteres numéricos.  
 C: Número de caracteres decimales.

CUADRO A1-2

## Titular de licencia: lista de datos indicativa

N.º	Elemento de datos	Número de caracteres (indicativo)	Definiciones
1	Número de referencia para los datos de la asignación/propuesta	7	Código que ha de especificar la administración nacional
2	Autoridad regional de asignación	2	
3	Tipo de inscripción	1	N: nueva inscripción; M: modificación; D: supresión
4	Nombre del titular de la licencia	30	Si es preciso, pueden utilizarse adicionalmente los mismos elementos de datos para el punto de contacto
5	Código postal	(6)	
6	Localidad	30	
7	Calle	24	
8	Nombre abreviado	12	
9	Nombre para facturación	30	Queda por definir
10	Dirección de facturación	60	
11	Tasa de la licencia		
12	Fecha de vencimiento de la tasa de licencia		Si es preciso, 3 caracteres más para los distintivos de país
13	Fecha de pago de la tasa de licencia		
14	Número de teléfono	12	
15	Número de telefax	12	
16	Dirección de correo electrónico	20	
17	Dirección X-400	40	
18	Código télex	12	

NOTA – ( ) Indica que el número depende del tamaño del código que se utilice.

CUADRO A1-3

## Datos sobre las características del equipo: lista indicativa

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
1.	<i>Datos generales</i>					
1.1	Medida adoptada y fecha de la operación					
1.1.1	Clase de operación	x		1		Código, por ej.: N: nueva inscripción M: modificación D: supresión
1.1.2	Fecha de la operación	x			4,0	Indica el mes y el año de la medida
1.2	Origen de los datos			1		Código, por ej. T: descripción técnica del equipo R: informe de pruebas con mediciones; etc.
1.3	Clasificación respecto al secreto de su difusión		X	1		Código, por ej.: U: no secreta R: restringida C: confidencial S: secreta T: muy secreta
1.4	Tipo del equipo	x		1		Código, por ej. S: sistema complejo C: instalación combinada TX/RX T: transmisor independiente R: receptor independiente A: antena etc.
1.5	Nomenclatura del sistema o equipo	x		16		Indica la designación codificada del sistema o equipo
1.6	Fabricante y país de origen					
1.6.1	Fabricante	x		12		
1.6.2	País de origen		X	3		Código, por ej.: abreviaturas conforme al PIFL

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
1.7	Utilización y función del equipo					
1.7.1	Utilización				1,0	Código, por ej.: 1: civil 2: militar 3: civil/militar
1.7.2	Función			1		Código, por ej.: A: radiotelefonía B: radiodifusión sonora C: radiodifusión de televisión D: radioenlace; etc. El segundo carácter indica características suplementarias
1.8	Plataforma y movilidad del equipo					
1.8.1	Plataforma del equipo		X	1		Código, por ej.: A: aerotransportado L: en tierra R: en ríos, canales, lagos S: espacial; etc.
1.8.2	Movilidad					Código, por ej.: F: fijo, instalación permanente T: fijo durante el funcionamiento, pero transportable M: móvil, pero no portátil, es posible el funcionamiento durante el desplazamiento P: portátil
1.9	Homologación					
1.9.1	Oficina encargada		X	1		El código se establecerá en función de los requisitos
1.9.2	Número de homologación		X		8,0	
1.9.3	Año de la certificación		X		2,0	
1.10	Número de equipos		X		5,0	Indica el número de equipos utilizados en el territorio de un estado

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
1.11	Número de transmisores, receptores y antenas incorporados en el sistema					
1.11.1	Número de transmisores		X		1,0	
1.11.2	Número de receptores				1,0	
1.11.3	Número de antenas				1,0	
2.	<i>Datos del transmisor</i>					
2.1	Nomenclatura del transmisor	x		1,5		Indica la designación del tipo del transmisor utilizada por el fabricante
2.2	Gama de frecuencias sintonizable					Código, por ej.: F: transmisor de frecuencia fija S: transmisor de frecuencia conmutable por pasos T: transmisor de frecuencia sintonizable de modo continuo  Código: H: Hz k: kHz M: MHz G: GHz
2.2.1	Posibilidad de sintonía	x		1		
2.2.2	Límite inferior de la gama de frecuencias	x			9,4	
2.2.3	Límite superior de la gama de frecuencias	x			9,4	
2.2.4	Unidad	x		1		
2.3	Tipos de modulación conmutables					Código según el RR, Apéndice 1 Código según el RR, Apéndice 1. Estos registros se proporcionan varias veces a fin de dar cabida a diferentes clases de emisión si éstas son conmutables
2.3.1	Anchura de banda necesaria	x		4		
2.3.2	Clase de emisión	x		5		

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
2.4	Número de canales preajustados	x			4,0s	
2.5	Separación de canales					
2.5.1	Unidad	x		1		Código: H: Hz k: kHz M: MHz
2.5.2	Valor de la separación de canales				9,4	Separación de canales
2.6	Potencia del transmisor					
2.6.1	Posibilidad de ajuste	x		1		Código, por ej.: T: potencia del transmisor ajustable F: potencia del transmisor fija
2.6.2	Tipo de potencia					Código, por ej.: C: potencia de la portadora D: potencia radiada aparente de la portadora M: potencia media N: potencia radiada aparente media P: potencia de cresta de la envolvente Q: potencia aparente radiada en la cresta de la envolvente R: potencia isótropa radiada equivalente S: máxima potencia, promediada en cualquier banda de 4 kHz suministrada a la antena T: máxima potencia, promediada en cualquier banda de 1 MHz suministrada a la antena
2.6.3	Límite inferior de la gama de ajuste de la potencia	x			4,1	Valor
2.6.4	Límite superior de la gama de ajuste de la potencia	x			4,1	Valor
2.6.5	Unidad	x		1		Código: U: microvatio L: milivatio W: vatio K: kilovatio M: megavatio G: gigavatio

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
2.7	Tipo de salida del transmisor		X		2,0	Código, por ej.: 01: transistor 02: magnetrón 03: klistrón; etc.
2.8	Descripción de una modulación de impulsos especial		X		2,0	Código, por ej.: 01: impulsos de onda continua 02: impulsos MF/onda continua 03: compresión de impulsos; etc.
2.9	Anchura de los impulsos					
2.9.1	Posibilidad de ajuste		X	1		Código, por ej.: F: anchura de impulso fija T: anchura de impulso ajustable
2.9.2	Límite inferior de la gama de anchura de impulsos		X		3,0	
2.9.3	Límite superior de la gama de anchura de impulsos		X		3,0	
2.9.4	Unidad		X	1		Código, por ej.: N: nanosegundos U: microsegundos L: milisegundos
2.10	Frecuencia de repetición de los impulsos (PRF)					
2.10.1	Posibilidad de ajuste		X	1		Código, por ej.: F: PRF fija T: PRF ajustable
2.10.2	Límite inferior de la PRF		X		4,0	PRF (kHz)
2.10.3	Límite superior de la PRF		X		4,0	PRF (kHz)
2.11	Tiempo de establecimiento y de extinción de los impulsos					
2.11.1	Tiempo de establecimiento		X		3,1	
2.11.2	Unidad		X	1		Código: véase la sección 2.9.4
2.11.3	Tiempo de extinción		X		3,1	
2.11.4	Unidad		X	1		Código: véase la sección 2.9.4

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
2.12	Excursión relativa en MF, onda continua					
2.12.1	Posibilidad de ajuste		X	1		Código, por ej.: F: fija T: ajustable
2.12.2	Límite inferior de la excursión relativa en MF, onda continua				4,0	
2.12.3	Límite superior de la excursión relativa en MF, onda continua		X		4,0	
2.12.4	Unidad		X	1		Código: H: Hz k: kHz
2.13	Atenuación de los armónicos					
2.13.1	Atenuación del segundo armónico	x			3,0	Atenuación (dB)
2.13.2	Atenuación del tercer armónico	x			3,0	Atenuación (dB)
3.	<i>Datos del receptor</i>					
3.1	Nomenclatura del receptor	x		15		Indica la designación del tipo del receptor utilizada por el fabricante
3.2	Gama de frecuencias sintonizables					
3.2.1	Posibilidad de sintonía	x		1		Código, por ej.: F: receptor de frecuencia fija S: sintonizable por pasos T: sintonizable de modo continuo
3.2.2	Límite inferior de la gama de frecuencias	x			9,4	
3.2.3	Límite superior de la gama de frecuencias				9,4	
3.2.4	Unidad	x		1		Código: H: Hz k: kHz M: MHz G: GHz
3.3	Tipos de modulación conmutables					
3.3.1	Anchura de banda	x		4		Código según el RR, Apéndice 1

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
3.3.2	Clase de emisión	x		5		Código según el RR, Apéndice 1. Estos registros se proporcionan varias veces a fin de dar cabida a diferentes clases de emisión, si éstas son conmutables.
3.4	Tipo de receptor		X	1		Código, por ej.: A: detector B: superheterodino simple C: superheterodino múltiple; etc.
3.5	Sensibilidad del receptor				3,0	Sensibilidad (dBm)
3.6	Número de canales preajustados				4,0	
3.7	Separación de canales					
3.7.1	Valor de la separación de canales				9,4	
3.7.2	Unidad					Código: H: Hz k: kHz M: MHz
3.8	Selectividad del receptor					
	Anchura de la banda de paso					
3.8.1	Entre puntos a 3 dB	x			9,4	
3.8.2	Entre puntos a 20 dB	x			9,4	
3.8.3	Entre puntos a 40 dB	x			9,4	
3.8.4	Entre puntos a 60 dB	x			9,4	
3.8.5	Unidad	x		1		Código: véase el § 3.7.2
3.9	Mezclador y etapas de FI					
3.9.1	Tipo de mezclador		X	1		Código, por ej.: A: mezcla aditiva B: mezcla en anillo de banda ancha con conformador de impulsos M: mezcla multiplicativa S: mezclador autoheterodino
3.9.2	Valor de frecuencia intermedia	x			9,4	
3.9.3	Unidad	x		1		Código: véase el § 3.2.4
3.9.4	Anchura de banda en FI	x			9,4	
3.9.5	Unidad	x		1		Código: véase el § 3.2.4

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
3.9.6	Posición del oscilador local		X	1		Código, por ej.: A: conversión ascendente en posición normal B: conversión ascendente en posición invertida C: conversión descendente en posición normal D: conversión descendente en posición invertida Estos registros se proporcionan tres veces a fin de dar cabida a los datos relativos a la segunda y tercera etapa de FI, si procede.
3.10	Rechazo de la frecuencia imagen	x			3,0	Indica el rechazo de la frecuencia imagen (dB)
3.11	Circuitos especiales		X		3,0	Se establecerá el código en función de los requisitos
4.	<i>Datos de la antena</i>					
4.1	Nomenclatura de la antena	x		15		Indica la designación del tipo de la antena dada por el fabricante
4.2	Gama de frecuencias					
4.2.1	Posibilidad de ajuste	x		1		Código, por ej.: F: gama de frecuencias de la antena no ajustable T: gama de frecuencias de la antena ajustable
4.2.2	Límite inferior de la gama de frecuencias	x			9,4	
4.2.3	Límite superior de la gama de frecuencias	x			9,4	
4.2.4	Unidad	x		1		Código: k: kHz M: MHz G: GHz
4.3	Clase de antena	x		1		Código, por ej.: T: antena transmisora R: antena receptora C: antena transmisora y receptora

CUADRO A1-3 (continuación)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
4.4	Tipo de antena	x			2,0	Código, por ej.: 01: dipolo 02: dipolo de media onda 03: dipolo de onda completa; etc.
4.5	Características de la antena	x		1		Código, por ej.: N: no directiva D: directiva (unidirectiva) X: directiva (giratoria)
4.6	Polarización de la antena		X	1		Código, por ej.: H: horizontal V: vertical C: circular, etc.
4.7	Ganancia isótropa de la antena					
4.7.1	En caso de polarización horizontal	x			3,1	Ganancia (dB)
4.7.2	En caso de polarización vertical	x			3,1	Ganancia (dB)
4.8	Tipo de alimentador y atenuación de la línea					
4.8.1	Alimentador de antena		X	1		Código, por ej.: A: línea de hilos paralelos B: línea coaxial C: guías de onda rectangular; etc.
4.8.2	Atenuación de la línea de transmisión		X		3,1	Atenuación de la línea (dB)
4.9	Ciclos de exploración de la antena					
4.9.1	Posibilidad de ajuste					Código, por ej.: F: velocidad de exploración fija T: velocidad de exploración variable o ajustable
4.9.2	Límite inferior de los ciclos de exploración		X		4,0	Ciclos de exploración por minuto
4.9.3	Límite superior de los ciclos de exploración				4,0	Ciclos de exploración por minuto
4.10	Revoluciones de la antena					
4.10.1	Posibilidad de ajuste		X	1		Código, por ej.: F: velocidad de revolución fija T: velocidad de revolución variable o ajustable

CUADRO A1-3 (fin)

N.º	Elemento de datos	Estado		Número de caracteres (A o B,C)		Definiciones
		Básico	Optativo	A	B,C	
4.10.2	Límite inferior de los ciclos de revolución		X		4,0	Ciclos de revolución por minuto
4.10.3	Límite superior de los ciclos de revolución		X		4,0	Ciclos de revolución por minuto
4.11	Dimensiones de la antena					
4.11.1	Dimensiones		X	1		Código, por ej.: L: longitud efectiva de la antena D: superficie efectiva de la antena; etc.
4.11.2	Valor				3,0	Valor (m)
4.12	Método de exploración de la antena		X	1		Código, por ej.: E: exploración giratoria dentro de un sector limitado R: exploración giratoria de 360° V: exploración sectorial vertical N: exploraciones sectoriales verticales y horizontales; etc.
4.13	Anchura del haz a potencia mitad					
4.13.1	Horizontal		X		4,1	Anchura del haz (grados)
4.13.2	Vertical		X		4,1	Anchura del haz (grados)
4.14	Diagrama de radiación horizontal de la antena		X		36,0	Indica la ganancia isótropa de la antena a intervalos de 20°, a partir de 0° (cresta del diagrama directivo) en el sentido dextrógiro (dos caracteres para cada valor).
4.15	Diagrama de radiación vertical de la antena					
4.15.1	Factor de multiplicación		X		2,0	Indica el valor del factor (grados) por el que deben multiplicarse los 9 valores: + 2,0, + 1,5, + 1,0, + 0,5, 0, -0,5, -1,0, -1,5, -2,0, para obtener los 9 valores angulares deseados.
4.15.2	Valores de la ganancia isótropa para 9 valores angulares deseados		X		18,0	(2 caracteres para cada valor)

CUADRO A1-4

## Datos sobre comprobación técnica de las frecuencias: lista indicativa

N.º	Elemento de datos	Número de caracteres	Volumen de información		
			BR IFIC		Administración
			Reducido	Amplia	
1	Estación de comprobación técnica	4	x	x	x
2	Fecha de la observación	6	x	x	x
3	Hora de la observación	8	x	x	x
4	Frecuencia medida	8	x	x	x
5	Límites inferior y superior de la gama de frecuencias medida	16			
6	Denominación de la emisión (Apéndice 1 del RR)	5	x	x	x
7	Tipo de sistema	6	x	x	x
8	Tipo de usuario y función del equipo en explotación	4			x
9	Clase de estación	2	x	x	x
10	Naturaleza del servicio	2			x
11	País en que está emplazado el transmisor	3			x
12	Nombre o distintivo de llamada	20	x	x	x
13	Información sobre el emplazamiento	15		x	x
14	Estación correspondiente	20		x	x
15	Observaciones	18		x	x
16	Frecuencia asignada	11		x	x
17	Notificación de inscripción para la UIT-BR	1			
	Total	149	8	12	15

CUADRO A1-5

## Elementos de datos relativos a la comprobación técnica: lista indicativa

N.º	Elemento de datos	(1)	N.º de caracteres	
			(A o B,C) <sup>(2)</sup>	
			A	B,C
1	Estación de comprobación técnica: nombre o distintivo de llamada	1	20	
	Emplazamiento <sup>(3)</sup>	1	15	
2	Fecha de la medición	10		6,0
3	Hora de la medición (UTC)	10		6,0
4	Frecuencia <sup>(4)</sup>	1	1	10,5
5	Desplazamiento de frecuencia <sup>(4)</sup>	10	1	6,1
6	Intensidad de campo <sup>(5)</sup>	10		4,1
7	Armónico <sup>(5)</sup>	10		4,1
8	Armónico <sup>(5)</sup>	10		4,1
9	Subarmónico <sup>(5)</sup>	10		4,1
10	Subarmónico <sup>(5)</sup>	10		4,1
11	Acimut de la emisión <sup>(6)</sup>	10		5,0
12	Nombre de las otras estaciones de comprobación técnica y su evaluación del acimut <sup>(3), (6), (7)</sup>			
	1. Estación: nombre o distintivo de llamada Emplazamiento Acimut	1 1 10	20 15	5,0
	2. Estación: nombre o distintivo de llamada Emplazamiento Acimut	1 1 10	20 15	5,0
	3. Estación: nombre o distintivo de llamada Emplazamiento Acimut	1 1 10	20 15	5,0
	4. Estación: nombre o distintivo de llamada Emplazamiento Acimut	1 1 10	20 15	5,0
13	Emplazamiento de la emisión <sup>(3), (8)</sup>	10	15+1	
14	Clase de emisión	1	5	
15	Máxima excursión de la modulación en frecuencia <sup>(4)</sup>	10	1	4,1
16	Máxima profundidad de modulación <sup>(9)</sup>	10		4,1
17	Máxima frecuencia de modulación <sup>(4)</sup>	10	1	4,1
18	Código (teletipo)	10	16	4,1
19	Velocidad de transmisión en baudios (teletipo) <sup>(10)</sup>	10		5,0
20	Desplazamiento (teletipo) <sup>(11)</sup>	10		4,0
21	Anchura de banda <sup>(4), (12)</sup>	1/10	1	4,1
22	Información de audiofrecuencia (comentario) <sup>(13)</sup>	1	80	
23	Facilidad de lectura <sup>(14)</sup>	1	2	
24	Ajustes del receptor y analizador. Descripción del sistema de prueba <sup>(15)</sup>	1	x	

CUADRO A1-5 (fin)

N.º	Elemento de datos	(1)	N.º de caracteres		
			(A o B,C) <sup>(2)</sup>		
			A	B,C	
25	Lista de actividades (eventos concluidos)	<sup>(16)</sup>	x	26	
26	Clase de estación		1	2	
27	Nombre o distintivo de llamada		1	20	
28	País en que está emplazado el transmisor		1	3	
29	Estación correspondiente		1	20	
30	Comentarios del operador			80	

Notas del Cuadro A1-5:

- (1) Número de campos de datos (algunos parámetros se miden y almacenan con más frecuencia para conseguir una fiabilidad mayor de los datos).
- (2) A o B y C  
 A: número de caracteres alfanuméricos;  
 B: número total de caracteres numéricos;  
 C: número de caracteres decimales.
- (3) Las coordenadas de los emplazamientos están definidas por la longitud y la latitud del modo siguiente:  
 3 caracteres: grados de longitud;  
 1 carácter, E (Este) o W (Oeste);  
 2 caracteres: minutos de longitud;  
 2 caracteres: segundos de longitud;  
 2 caracteres: grados de latitud;  
 1 carácter, N (Norte) o S (Sur);  
 2 caracteres: minutos de latitud;  
 2 caracteres: segundos de latitud.
- Las coordenadas del emplazamiento de las estaciones móviles de comprobación técnica han de almacenarse para la evaluación de los datos recopilados.
- (4) El primer carácter indica la unidad: H (Hz), k (kHz), M (MHz), G (GHz).
- (5) Valores (dB(µV/m)).
- (6) Los acimuts se almacenan como un valor que va desde 0 (=Norte) a 359 en sentido dextrógiro, con una desviación típica (2 cifras).
- (7) Los acimuts obtenidos de otras estaciones de comprobación técnica pueden indicarse en un mapa (de preferencia en una pantalla de vídeo en color).
- (8) Además del emplazamiento, se almacena un factor de calidad.
- (9) Valores (%).
- (10) Valores (Bd).
- (11) Valores (Hz).
- (12) Si se mide la anchura de banda manualmente, un campo de datos debe ser suficiente.
- (13) Puede almacenarse aquí un número de cinta, si se ha grabado la audiofrecuencia.
- (14) La facilidad de lectura se almacena en valores numéricos desde 0 hasta 5. Es posible almacenar dos valores, si la calidad de la señal fluctúa manifiestamente.
- (15) La cantidad de datos depende del equipo utilizado.
- (16) Un evento concluido puede contener la información siguiente:
- hora de aparición y de desaparición (12 caracteres);
  - nivel mínimo y máximo medido (4 caracteres);
  - separación mínima y máxima de la frecuencia (10 caracteres).

Para la lista de eventos concluidos se necesita alguna información adicional.

El número de eventos concluidos depende del periodo de observación, de la resolución de los datos (tiempo de pausa) y de la estabilidad del estado de actividad.

CUADRO A1-6

## Datos para la comprobación automática de las frecuencias autorizadas: lista indicativa

N.º	Elemento de datos	(1)	N.º de caracteres (A o B,C) <sup>(2)</sup>	
			A	B,C
1	Estación de comprobación técnica: nombre o distintivo de llamada	1	20	
4	Frecuencia <sup>(3)</sup>	1	1	10,5
5	Desplazamiento de frecuencia <sup>(3)</sup>	2	1	6,1
6	Intensidad de campo <sup>(4)</sup>	2		4,1
7	Armónico <sup>(4)</sup>	2		4,1
8	Armónico <sup>(4)</sup>	2		4,1
11	Acimut de la emisión <sup>(5)</sup>	2		3,0
12	Nombre de otras estaciones de comprobación técnica y su evaluación del acimut <sup>(5)</sup>			
	1. Estación: nombre o distintivo de llamada Acimut	1 2	20	3,0
	2. Estación: nombre o distintivo de llamada Acimut	1 2	20	3,0
	3. Estación: nombre o distintivo de llamada Acimut	1 2	20	3,0
	4. Estación: nombre o distintivo de llamada Acimut	1 2	20	3,0
15	Excursión de la modulación <sup>(3)</sup>	2	1	4,1
16	Profundidad de modulación <sup>(6)</sup>	2		4,1
17	Frecuencia de modulación <sup>(3)</sup>	2	1	4,1
18	Código (teletipo)	1	16	4,1
19	Velocidad de transmisión en baudios (teletipo) <sup>(7)</sup>	2		5,0
20	Desplazamiento (teletipo) <sup>(8)</sup>	2		4,0
21	Anchura de banda <sup>(9)</sup>	2	1	4,1
24	Ajustes del receptor y analizador; descripción del sistema de prueba <sup>(10)</sup>	1	x	
25	Horario de transmisión <sup>(11)</sup>	x		8,0

Debe almacenarse un número de referencia para acceder a los datos correspondientes del fichero de asignación de frecuencias.

*Notas del Cuadro A1-6:*

- (1) Número de campos de datos:
  - 1: el parámetro medido debe ser exactamente igual al parámetro almacenado en el campo de datos;
  - 2: el parámetro medido debe estar dentro de los límites almacenados en los campos de datos.
- (2) A o B o C
  - A: número de caracteres alfanuméricos;
  - B: número total de caracteres numéricos;
  - C: número de caracteres decimales.
- (3) El primer carácter indica la unidad: H (Hz), k (kHz), M (MHz), G (GHz).
- (4) Valores (dB( $\mu$ V/m)).
- (5) Los límites de una sección de aceptación quedan definidos por dos valores numéricos que van desde 0 (=Norte) a 359 (en sentido dextrógiro). La rotación al primer valor seguida de una rotación dextrógira al segundo valor define la gama angular de aceptación. Un acimut que se encuentre fuera de la sección de aceptación puede implicar un deterioro de la calidad de la señal.
- (6) Valores (%).
- (7) Valores (Bd).
- (8) Valores (Hz).
- (9) Este campo de datos sólo es necesario si la anchura de banda de emisión se mide automáticamente.
- (10) La cantidad de datos depende del equipo utilizado.
- (11) Un horario de transmisión autorizada puede constar de bloques individuales que contienen la hora de aparición y desaparición (8 caracteres).

## ANEXO 2

### Sistema de gestión del espectro para países en desarrollo (SMS4DC)

#### Introducción

La Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones puede facilitar un programa de ordenador para ayudar a las administraciones de los países en desarrollo a cumplir sus compromisos de gestión del espectro con mayor eficacia. Este programa se conoce como Sistema de gestión del espectro para países en desarrollo (SMS4DC). El SMS4DC pretende ser un sistema de gestión del espectro básico de bajo costo; sin embargo, se trata de una herramienta informática muy compleja con muchas características y funciones técnicas.

En 2002, la Comisión de Estudio 1 del UIT-R aprobó la nueva Recomendación UIT-R SM.1604 que requería mejoras y actualizaciones del Sistema básico de gestión automática del espectro para Windows (WinBASMS). Además, la CMDT-02 decidió que se siguiera desarrollando el sistema de gestión del espectro informatizado. El SMS4DC, sucesor de WinBASMS, se ha elaborado de acuerdo con las especificaciones de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (BDT) y de la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) y se basa en la Recomendación UIT-R SM.1048.

Un grupo voluntario de expertos se reunió en varias ocasiones informalmente con el fin de elaborar un borrador de especificaciones para esa actualización; el SMS4DC se ha desarrollado a partir de esas especificaciones con el fin de gestionar asignaciones de frecuencias para los servicios móvil terrestre, fijo y de radiodifusión y para la coordinación de frecuencias de estaciones terrenas (procedimientos del Apéndice 7 del RR). El SMS4DC se puede utilizar para soportar la mayoría de los requisitos funcionales definidos en el Manual de la UIT sobre gestión nacional del espectro.

Hay que destacar que, para una instalación y funcionamiento adecuados del SMS4DC, la administración debe disponer de mecanismos legales, reglamentarios y técnicos para la gestión nacional del espectro. Asimismo, aunque el sistema automatiza muchos de los procesos técnicos, la elección y decisión finales para la asignación de frecuencias sigue estando en manos del ingeniero. Por lo tanto, el personal encargado debe tener conocimientos suficientes para comprender los procesos reglamentarios y técnicos que constituyen el núcleo operativo del SMS4DC y para interpretar correctamente los resultados de los algoritmos a fin de tomar decisiones adecuadas.

Las principales características del SMS4DC son:

- 1 GUI de fácil utilización;
- 2 incorpora el IDWM de la UIT;
- 3 se puede instalar en entornos de red;
- 4 dispone de diferentes niveles de acceso de usuario;
- 5 utiliza un modelo de terreno digital (DTM) sobre servidor o estaciones de trabajo;
- 6 gestiona una base de datos administrativa jerárquica compartida;
- 7 integra varios modelos de propagación;
- 8 muestra los resultados de los cálculos en el DTM;
- 9 genera formularios de notificación electrónicos de la BR;
- 10 calcula interferencias;
- 11 asigna frecuencias;
- 12 considera los cuadros de asignación de frecuencias regionales y nacionales;
- 13 considera los acuerdos regionales en los cálculos técnicos;
- 14 puede planificar frecuencias;
- 15 interactúa con las bases de datos de la BR-IFIC;

- 16 genera informes informativos;
- 17 emplea módulos de la UIT para el cálculo de los contornos de coordinación en torno a las estaciones terrenas;
- 18 gestiona la facturación del espectro radioeléctrico;
- 19 enlaza con el cálculo de presupuesto;
- 20 dispone de un catálogo de usuarios para el control de auditorías;
- 21 dispone de una interfaz informática en inglés y francés (pronto también en español);
- 22 vincula los programas de comprobación técnica Argus (R&S) y Esmeralda (Thales);
- 23 interactúa con los mapas de Google™ Earth.

## **1 Funciones principales del SMS4DC**

I Servicios y funciones administrativas

II Funciones técnicas

III Interfaz gráfica de usuario

I Servicios y funciones administrativas

- a) mapa geográfico basado en la utilización de funciones administrativas,
- b) empleo de un sistema de gestión de bases de datos racional,
- c) generación de notificaciones electrónicas,
- d) interfaz de importación de la base de datos BR IFIC,
- e) características de seguridad para acceder a la base de datos,
- f) registro de aplicaciones de frecuencias, planes de frecuencias, asignaciones de frecuencias, etc.
- g) identificación de prioridades y necesidad de elementos de datos,
- h) consideración de los cuadros de atribución de frecuencias regionales e internacionales para la asignación de frecuencias,
- i) consideración de los planes de frecuencias (nacionales) establecidos para cada banda de frecuencias,
- j) capacidad multi-usuario del uso de la informática en una red de área local,
- k) máscaras de introducción de datos con mecanismos de validación de datos en línea, cuando sea necesario,
- l) base de datos técnica administrativa local y mundial,
- m) inclusión de una biblioteca electrónica de diagramas de antena y de especificaciones de equipos para realizar cálculos técnicos, biblioteca electrónica de planes de frecuencias,
- n) base de datos electrónica para enlaces de microondas,
- o) base de datos de cánones del espectro y capacidad de proporcionar modelos adaptados de cálculo de tasas,
- p) capacidad de integrar formatos personalizados para informes y licencias,
- q) capacidad de cambiar la interfaz de idioma de usuario del inglés, francés y español,
- r) capacidad de rastrear las solicitudes de coordinación o las respuestas recibidas a las solicitudes de coordinación,
- s) capacidad de extraer los resultados de los cálculos del SMS4DC en GoogleEarth™
- t) capacidad de comunicar en ambos sentidos con los programas de comprobación técnica ARGUS (R&S) y ESMERALDA (Thales),
- u) capacidad de exportar datos de ficheros con cifras separadas por comas.

## II Características técnicas

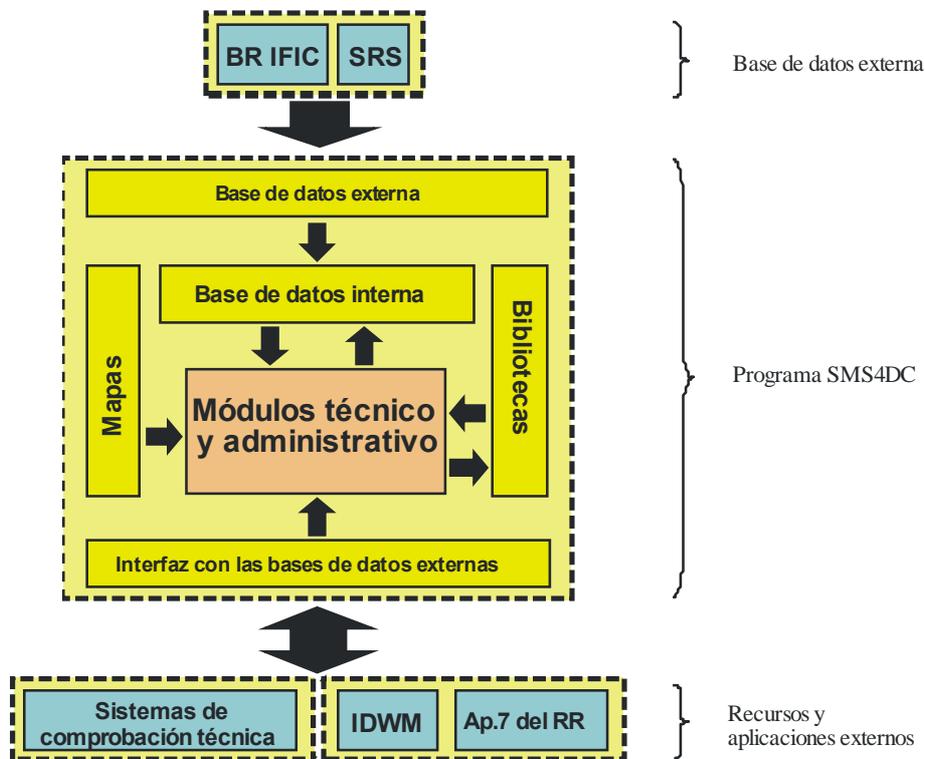
- a) implementación de modelos de propagación del UIT-R así como de otras Recomendaciones del UIT-R pertinentes para los diversos tipos de servicios radioeléctricos instalados,
  - b) implementación de los planes regionales GE84, GE89, GE06 y ST61,
  - c) utilización de un mapa digital del terreno en tres dimensiones (GLOBE-DEM con una resolución de 30 segundos) en la ejecución del modelo de propagación,
  - d) utilización de mapas de ecos parásitos disponibles en IDWM,
  - e) capacidad de integrar mapas digitales del terreno en tres dimensiones con otros de mayor resolución,
  - f) capacidad de integrar mapas de cuadrículas de puntos y mapas vectoriales,
  - g) cálculos de coordinación de frecuencias,
  - h) visualización por Internet de coordenadas geográficas mediante el ratón y variables activas tales como altura, valor de la intensidad de campo, etc.
  - i) cálculo de la intensidad de campo mediante diferentes modelos de propagación en una zona seleccionada (zona de cobertura), en un perfil, en un polígono o en determinados puntos y generación de contornos.
  - j) cálculo de la cobertura de red y del mejor servidor,
  - k) cálculos de interferencia en torno a transmisores terrenales seleccionados y a receptores interferidos,
  - l) cálculos de interferencia entre estaciones terrenas que funcionan con satélites geoestacionarios y estaciones de microondas,
  - m) análisis de interferencia para asignar frecuencias a estaciones en determinadas ubicaciones,
  - n) posibilidad de rastrear y personalizar la cuestión de las licencias para la utilización de frecuencias,
  - o) determinación de los países afectados para llevar a cabo la coordinación internacional,
- ## III Interfaz gráfica de usuario
- p) interfaz de uso sencillo, visualización de DTM, capacidad de importar formatos de correspondencia incluido un mapa mundial y la visualización de mapas geográficos,
  - q) presentación por Internet de coordenadas de latitud, longitud y altitud, superposición, deslizamiento y reducción/ampliación, capacidad de manejar vectores,
  - r) suministro de múltiples funciones de entrada, elementos de menú, asignación de nuevas estaciones y búsqueda y visualizan de una estación o de un grupo de estaciones en los mapas.

## 2 Estructura del programa informático SMS4DC

El programa SMS4DC, que funciona con el sistema operativo Windows de Microsoft, se ha desarrollado como un único paquete que utiliza el lenguaje C++6.0 visual y está constituido por un núcleo, una envolvente y partes externas (véase la Figura A2-1).

FIGURA A2-1

## Estructura del programa SMS4DC



Cat-A02-01

## 2.1 Núcleo del programa SMS4DC

El núcleo de SMS4DC proporciona una interfaz de uso sencillo con la máquina que aporta todas las herramientas necesarias para realizar o administrar las tareas técnicas y administrativas necesarias del programa SMS4DC. El núcleo central del programa puede emplear los módulos desarrollados y autorizados por la UIT, IDWM y Apéndice 7 del RR, para obtener resultados técnicos reconocidos internacionalmente. Es más, también es posible introducir registros provenientes de la BR IFIC terrenal, la BR IFIC espacial y de las bases de datos del SRS.

## 2.2 Envoltente y elementos externos del programa SMS4DC

La envoltente del programa SMS4C está constituida por: mapas geográficos de cuadrículas de puntos y vectoriales, una base de datos administrativos/técnicos de estaciones, diversas bibliotecas e interfaces para utilizar recursos y bases de datos externos. Se han extraído varios mapas vectoriales del módulo más reciente del mapa mundial digitalizado de la UIT (IDWM), junto con el GLOBE DEM, y se han integrado en el programa informático como mapa de cuadrículas de puntos, como exige la especificación de la BDT para el SMS4DC.

## 3 Sistema de información geográfica del programa SMS4DC

El programa informático SMS4DC permite a cualquier usuario disponer de la instalación de mapas vectoriales y por puntos en los diferentes módulos técnicos y administrativos, independientemente del nivel de acceso del usuario.

SMS4DC tiene dos formas de presentar mapas: el Mapa mundial digital internacional (IDWM) y el Mapa digital de elevación (DEM), que a su vez disponen de una interfaz, mediante barras de herramientas de tipo Windows, a otras funciones entre las que se encuentra Google™ Earth.

– **Mapas vectoriales**

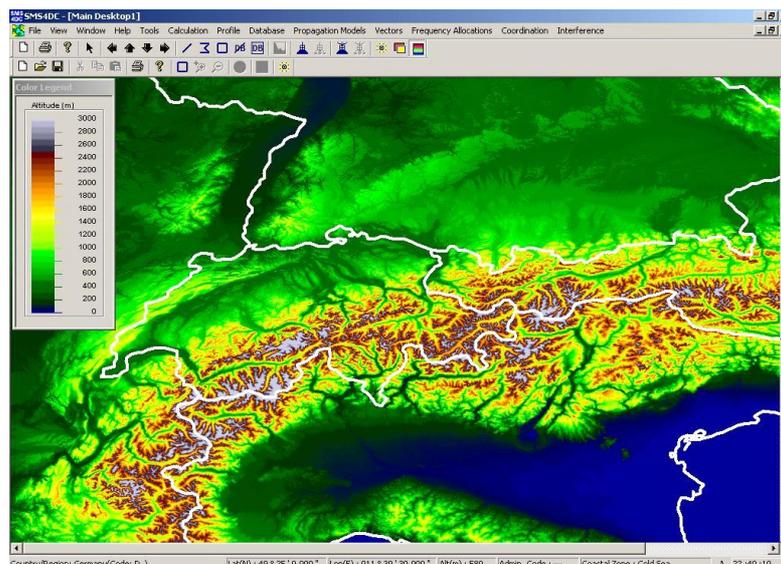
- El programa SMS4DC emplea la última versión del Mapa mundial digital internacional (IDWM) de la UIT para proporcionar los siguientes mapas vectoriales: líneas fronterizas políticas, líneas costeras, regiones de radiocomunicaciones de la UIT, zonas geográficas para los planes ST61, GE84, GE89 y GE06.

– **Mapas de cuadrículas de puntos**

- El programa SMS4DC utiliza un modelo de elevación digital (DEM), denominado GLOBE (Global Land One-kilometre Base Elevation). El DEM de GLOBE es un conjunto de datos mundial que cubre de 180 grados oeste a 180 grados este en longitud y de 90 grados norte a 90 grados sur en latitud. La resolución es de 30 segundos de arco (0,008333... grados) en latitud y longitud. Los sistemas de proyección soportados son Lambert y UTM y el punto de referencia será el Sistema Geodésico Mundial 84 (WGS84) (véase la Figura A2-2).

FIGURA A2-2

**Mapa de Elevación Digital (DEM)**



Cat-A02-02

Esta visualización de la pantalla tiene una escala de colores topográfica y muestra la frontera suiza y los países vecinos. En la leyenda se muestra la altitud en forma de escala de color.

Los menús DEM y las barras de herramienta dan acceso a las principales herramientas de ingeniería, asignación y coordinación.

- **El SMS4DC también puede leer otros mapas DEM con una resolución superior a un kilómetro.**

Obviamente el mapa debería tener el mismo sistema de proyección geográfica y de referencia.

#### 4 Base de datos de información técnica

El programa SMS4DC utiliza diversos cuadros de referencia técnicos internos durante el proceso de asignación, como la disposición de canales, equipos y bibliotecas de antenas, etc.

#### 5 Herramientas de ingeniería (menús de cálculo, perfiles y vectores)

Además de las herramientas de análisis de asignación de frecuencias y propias del servicio, el ingeniero puede utilizar algunas herramientas de ingeniería. Se puede acceder a estas herramientas mediante los menús de cálculo, de perfiles y de vectores del DEM. En el DEM se pueden dibujar líneas y líneas quebradas (dos o más líneas unidas).

Una vez dibujada una línea o una línea quebrada, se pueden realizar los siguientes cálculos: distancia, área, azimut, elevación, perfil, zona de Fresnel (sólo para una línea). En el menú de vectores el usuario puede trazar un círculo, trazar a partir de un fichero, quitar de una pantalla o manejar vectores.

El SMS4DC puede realizar los siguientes cálculos adicionales: horizonte radioeléctrico, intermodulación, conversión de unidades, reproducción de antenas o altura efectiva de una antena.

El SMS4DC facilita una interfaz para la conversión de muchos de sus resultados de cálculo (contornos de intensidad de campo, enlaces punto a punto y otro tipo de vectores y de resultados por puntos) en ficheros en formato KML de forma que se puedan visualizar y superponer en el sistema de mapas Google™ Earth.

#### 6 Herramientas de propagación

Se incluyen dos tipos principales de modelos para calcular la propagación: los utilizados para los sistemas punto a punto (por ejemplo, servicios fijos) y los utilizados para los sistemas punto a zona (por ejemplo, servicios móvil terrestre o de radiodifusión). Algunos modelos se pueden utilizar para ambos tipos. Todos los modelos de propagación están diseñados para permitir el uso de diferentes valores de parámetros a fin de tener en cuenta diferencias en el trayecto o zona que se está analizando.

El Cuadro A2-1 muestra los modelos de propagación implementados en SMS4DC y las combinaciones válidas de modelos y tipos de análisis y la Figura A2-3 es un ejemplo para el análisis de balances de enlace.

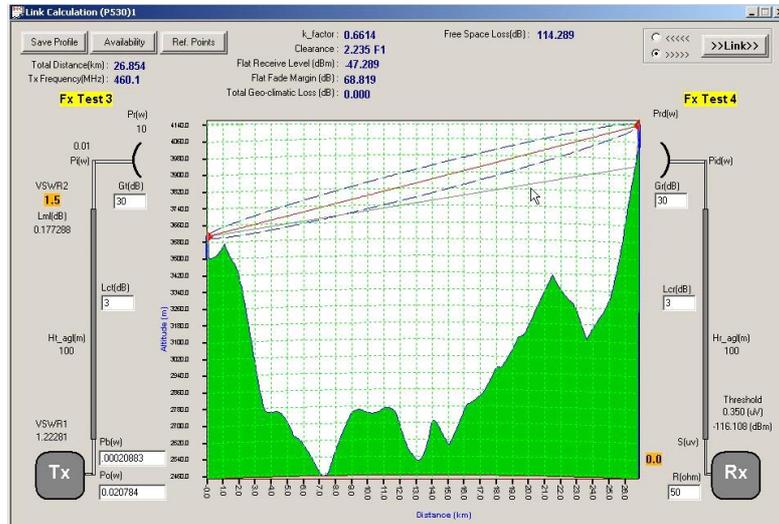
CUADRO A2-1

Modelos de propagación implementados

Modelos de propagación	Tipo de análisis					Procesador de red	
	Línea	Línea quebrada	Zona	Enlace	Contorno	Intensidad de campo máxima	Mejor servidor
Espacio libre	Y	Y	Y	N	N	Y	Y
Línea de visión	Y	Y	Y	N	N	N	N
UIT-R P.370	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
UIT-R P.1546	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Okumura-Hata	N	N	Y	N	N	Y	Y
UIT-R P.526 (por difracción)	N	N	N	Y	N	N	N
UIT-R P.526 (Tierra lisa)	N	N	N	Y	N	N	N
UIT-R P.452	N	N	N	Y	N	N	N
UIT-R P.530	N	N	N	Y	N	N	N

FIGURA A2-3

## Análisis del balance de enlace utilizando la Recomendación UIT-R P.452



Cat-A-02-03

## 7 Base de datos administrativa y sistema de concesión de licencias

La estructura de la base de datos, el control de acceso de usuario y las capacidades de red permiten al programa SMS4DC funcionar en diversas configuraciones en función de las necesidades (tamaño y recursos) de la administración (o de la autoridad de gestión del espectro). Además, SMS4DC facilita un sistema de contabilidad sencillo para registrar los pagos y la facturación de las tasas.

La información sobre licencias se presenta en un «árbol» o formato jerárquico. Hay tres secciones principales: estaciones anónimas que son estaciones que (todavía) no disponen de licencia pero que se pueden añadir únicamente con fines de prueba y se pueden suprimir una vez que se ha completado el análisis; licencias activas y licencias archivadas. Las licencias y las facturas se pueden personalizar y preparar a partir de la base de datos.

## 8 Asignación de frecuencias e interferencias

El programa SMS4DC ofrece una gama de funciones que se pueden utilizar para proporcionar asistencia técnica y administrativa detallada en la asignación de frecuencias para los servicios móvil terrestre, fijo y de radiodifusión.

Entre ellos se incluyen:

- proporcionar una estructura de base de datos que contiene toda la información necesaria técnica y administrativa;
- capacidad para especificar qué canales están disponibles;
- evaluación automática de todos los canales disponibles en una determinada gama de frecuencias;
- herramientas de propagación para estimar zonas de servicio/cobertura/interferencia;
- herramientas para la coordinación internacional de frecuencias.

El SMS4DC realiza automáticamente el análisis técnico utilizado en el proceso de asignación pero no decide qué frecuencias deberían asignarse. El ingeniero debe tener un conocimiento profundo de los principios de la

asignación de frecuencias, con el fin de interpretar los resultados y, si es preciso, llevar a cabo un análisis más detallado.

Se pueden realizar los cálculos siguientes mediante el programa SMS4DC:

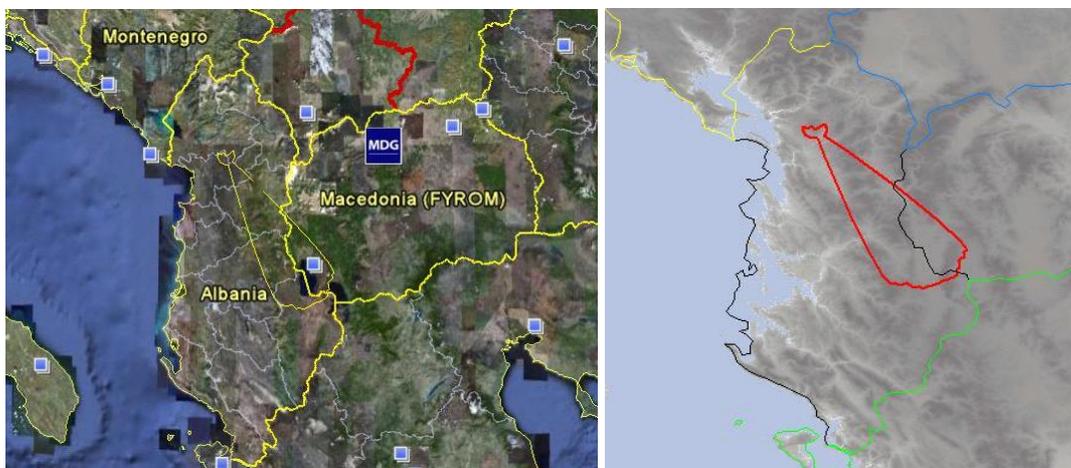
- canales disponibles a partir de las tablas de disposición de canales;
- análisis inicial de los canales disponibles para las estaciones existentes;
- servicio móvil terrestre;
- servicio fijo;
- servicio de radiodifusión;
- estaciones terrenas en los servicios espaciales.

## 9 Menú de coordinación de frecuencias

El programa SMS4DC incluye las herramientas de coordinación necesarias para:

- el servicio de radiodifusión (acuerdos regionales): ST61, GE89, GE84, GE06 (véase la Figura A2-4);
- los servicios fijo y móvil terrestre: permite almacenar en la base de datos los datos técnicos de los acuerdos de coordinación, mientras (*Border*) proporciona funciones para evaluar si una estación cumple las condiciones técnicas del acuerdo;
- la coordinación de estaciones terrenas (procedimiento del Apéndice 7 del **RR**): calcula los contornos de coordinación y determina los países afectados. También calcula las interferencias producidas o recibidas en una estación terrena seleccionada sobre o desde otras estaciones terrenas o fijas ubicadas dentro del contorno de coordinación.

FIGURA A2-4

**FXLM2BCBT del Acuerdo GE06 (administraciones afectadas)**

Identificación de las administraciones cuyos servicios de radiodifusión es posible que se vean afectados por una estación deseada de los servicios fijo o móvil terrestre dentro de otro país. A la derecha se muestra el contorno de coordinación de la estación del servicio fijo deseada que cruza la frontera de una administración cuyo servicio de radiodifusión es probable que se vea afectado. A la izquierda se muestra el mismo resultado en un mapa de Google Earth.

Cat- A02-04

## 10 Generación de notificaciones de asignaciones de frecuencias para su presentación electrónica a la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT (BR)

- El SMS4DC puede generar, almacenar y presentar notificaciones electrónicas para presentar a la BR de la UIT las frecuencias asignadas o las modificaciones administrativas para las asignaciones de estaciones de los servicios móvil, terrestre, fijo y de radiodifusión.
- Asimismo, para estaciones terrenas, se crearán ficheros de notificaciones electrónicas en forma de ficheros de base de datos de acceso de Microsoft.

## 11 Importación de datos de los DVD-ROMs de las BR IFIC (servicios terrenales y servicios espaciales)

El SMS4DC facilita un dispositivo de importación de forma que los datos importantes, en particular los relativos a asignaciones de frecuencias en los países seleccionados, se puedan importar desde las BR IFIC a la base de datos del SMS4DC.

## 12 Seguridad del sistema y de la base de datos

### • Copias de seguridad y restauración de la base de datos

El SMS4DC facilita un dispositivo para hacer copias de seguridad de la base de datos que puede almacenar en una ubicación segura separada del servidor del SMS4DC.

### • Fichero histórico

El SMS4DC genera un fichero histórico de las actividades realizadas por los usuarios al modificar los datos. Por tanto, el administrador del sistema será capaz de rastrear acciones destructivas a partir de sus fichas y reestablecer la versión adecuada de la copia de seguridad.

- **Niveles de seguridad del acceso del usuario**

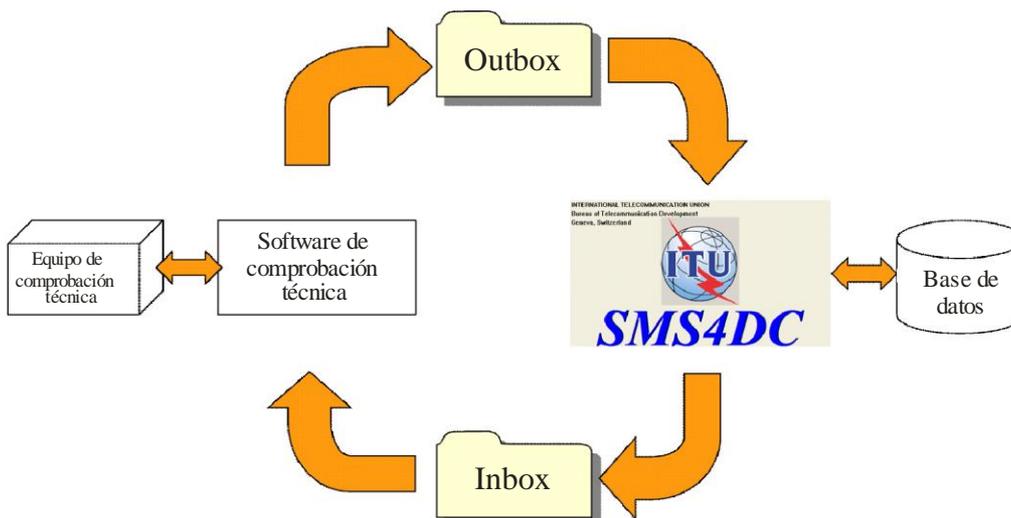
El SMS4DC tiene seis (6) niveles de seguridad para evitar que personas sin autorización accedan al usuario utilizando el sistema, modificando registros de licencias o tablas de referencia.

### 13 Menú de comprobación técnica

Una de las partes más importantes de un sistema de gestión del espectro es el subsistema de comprobación técnica que actúa como los ojos del sistema total. Con la cooperación de las empresas Rohde & Schwarz (R&S) y THALES, es posible actualmente que el SMS4DC interactúe con ARGUS (programa informático de comprobación técnica de R&S) y ESMERALDA (programa informático de comprobación técnica de THALES) y se comunique en ambos sentidos. Además, el Grupo de Trabajo 1C del UIT-R elaboró los requisitos para una interfaz general (véase el Anexo 6 al Documento 1C/122 de 18 de octubre de 2010), con el fin de especificar la conexión entre dos sistemas informáticos mediante dos carpetas compartidas denominadas «Inbox» y «Outbox». La información se debe facilitar en formato XML (véase la Figura A2-5).

FIGURA A2-5

#### Interfaz general entre el SMS4DC y el programa de comprobación técnica



Cat-A02-05

Para más información véase <http://www.itu.int/pub/D-STG-SPEC-2012-V4.0> o póngase en contacto con: [SMS4DC@itu.int](mailto:SMS4DC@itu.int)

## ANEXO 3

### SMIs – Sistema inteligente de gestión del espectro

#### 1 Información general

El SMIs (Sistema inteligente de gestión del espectro), desarrollado por la National Radio Research Agency (en lo sucesivo RRA) de la República de Corea, cubre la gama de funcionalidades técnicas para el análisis de compatibilidad y compartición de todos los servicios radioeléctricos. El sistema ha sido continuamente actualizado y seguirá evolucionando en términos de funcionalidades y de tecnologías TIC modernas.

##### 1.1 Objeto del SMIs

Llevar a cabo todas las actividades necesarias de los análisis de compatibilidad y de interferencia relativas a la gestión de frecuencias en un país a nivel tanto estratégico como operativo. El SMIs abarca el proceso de gestión del espectro identificando y analizando la compatibilidad y la compartición entre el servicio de radiodifusión, el servicio terrenal y los servicios espaciales.

##### 1.2 Procedimientos

Todos los procedimientos y los cálculos del SMIs son estrictamente conformes con las últimas Recomendaciones de la UIT y con la reglamentación de la República de Corea. Normalmente se introducen modificaciones en los procedimientos del sistema SMIs mediante mejoras modulares en sistemas que ya se encuentran en funcionamiento.

Además, se pueden personalizar todos los formatos de todos los documentos resultantes en el sistema con el fin de satisfacer las necesidades concretas del cliente o de la administración.

##### 1.3 Sistema de subcomponentes

El SMIs se basa en una arquitectura cliente servidor muy modular que permite la separación funcional y geográfica entre el servidor de la base de datos y los diversos módulos de aplicación. Esta arquitectura escalable, permite que los proyectos de modificación del sistema se inicien con configuraciones básicas del sistema que se pueden ampliar cuando es preciso a configuraciones más complejas y completas en fases posteriores. El SMIs está constituido por el sistema de análisis de redes de radiodifusión, el sistema de análisis de redes terrenales, el sistema de análisis de redes de satélites y el sistema de análisis de compartición de frecuencias que lleva a cabo el estudio de compatibilidad, interferencia y compartición entre diferentes servicios radioeléctricos.

##### 1.4 Mapas digitalizados

En el SMIs se utilizan mapas digitalizados del terreno (DTM) para realizar los análisis radioeléctricos mediante procedimientos administrativos y técnicos con el fin de facilitar información geográfica real. Los formatos de datos comerciales GIS (Sistema de información geográfica) utilizados en el mercado se pueden transferir a formatos internos para un acceso eficiente de los datos en el SMIs. El sistema puede manejar diferentes tipos de capas en la simulación, entre otros mapas topográficos, uso de la tierra y datos de población.

#### 2 Descripción del SMIs

El SMIs de la RRA proporciona una solución integrada completa para la tramitación de licencias de todos los servicios radioeléctricos. Las principales características del SMIs se pueden resumir como sigue:

- Portal SMIs para acceso del usuario

- Subsistema del sistema inteligente de gestión del espectro
  - Análisis del servicio de radiodifusión
  - Análisis de los servicios terrenales (fijo y móvil terrestre)
  - Análisis de los servicios espaciales
  - Análisis de la compartición y la compatibilidad de frecuencias
- Procedimientos de asignación de frecuencias basados en cálculos (modelos de propagación) y en los datos técnicos especificados para un determinado servicio radioeléctrico.

La Figura A3-1 muestra una visión general que incluye módulos para la tramitación de licencias, el análisis técnico y la coordinación para todos los servicios de radiocomunicaciones, la administración de los planes de frecuencia y la interfaz para la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas a partir de los datos de medición. En la sección siguiente se describen los módulos.

FIGURA A3-1

### Sistema de gestión del espectro de la RRA – SMIs



Cat-A03-01

## 2.1 Breve descripción de los módulos

### 2.1.1 Portal Web

El portal web del SMIs dispone de la función de búsqueda del subsistema e incluye mucha información importante sobre legislación, reglamentación relativa a las ondas radioeléctricas y cuadros de atribución de frecuencias, etc. La Figura A3-2 muestra una función de gestión de usuario y permite datos de aplicación de información operativa radioeléctrica mediante cualquier navegador.

FIGURA A3-2  
Portal Web del SMIS



Cat-A03-02

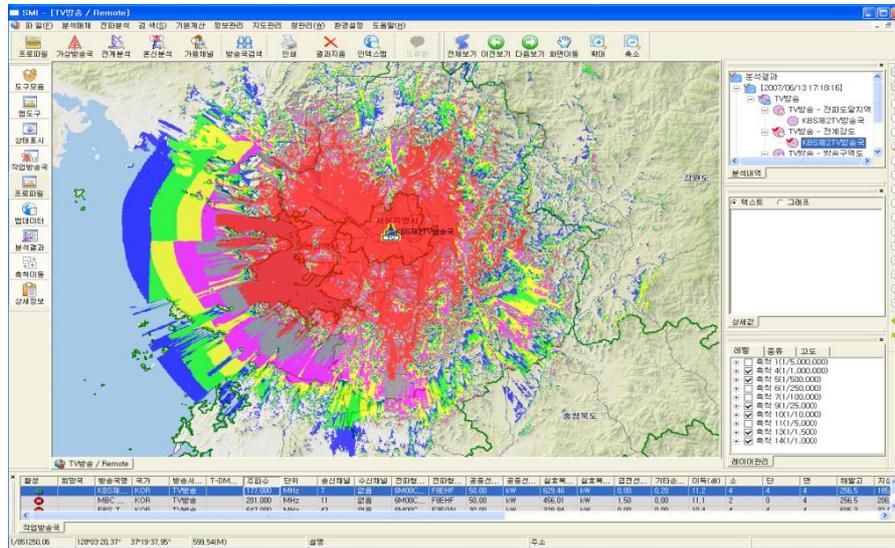
### 2.1.2 Sistema de análisis de redes de radiodifusión

El sistema de análisis de redes de radiodifusión realiza el análisis (planificación) y la coordinación de servicios de radiodifusión analógicos y digitales.

El sistema dispone de las funciones siguientes:

- función de análisis en el ámbito de la radiodifusión para estaciones de radiodifusión;
- función de análisis de señales/interferencias de radiodifusión;
- función de análisis de los canales disponibles;
- registro internacional de frecuencias de radiodifusión.

FIGURA A3-3  
Análisis del servicio de radiodifusión



Cat-A03-03

Para analizar posibles zonas de radiodifusión, se utiliza la información sobre frecuencias, características de la radiodifusión, la altura de las antenas y la potencia de salida para verificar las zonas en las que están disponibles los servicios de radiodifusión. Para realizar el análisis se tienen en cuenta la altura del terreno y el tipo de terreno, así como la altura de los edificios.

**2.1.3 Sistema de análisis de redes terrenales**

El sistema de análisis de redes terrenales se utiliza para el estudio (la planificación) y la coordinación entre servicios terrenales, servicios fijos (enlaces de microondas) y servicios móviles terrestres.

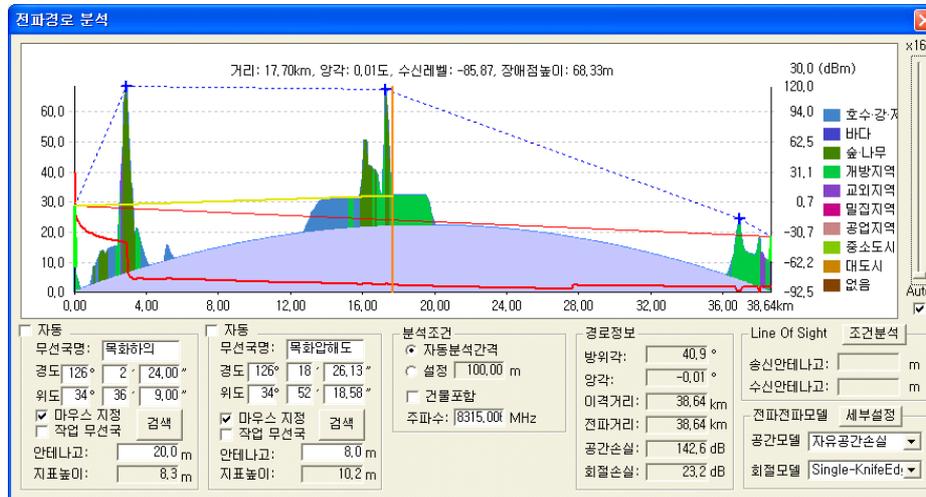
El sistema permite el análisis de servicios móviles de telecomunicaciones, tales como AMDC, LTE y TRS (sistema con concentración de enlaces), y servicios fijos. La red de comunicaciones de banda ancha inalámbrica incluye información para la construcción de la instalación radioeléctrica.

El sistema está constituido por las siguientes funciones:

- función de análisis de sistemas terrenales para estaciones fijas y móviles terrestres;
- función de análisis de intermodulación/interferencia de sistemas terrenales;
- función de análisis de los canales disponibles para los servicios terrenales;
- registro internacional para las frecuencias de sistemas terrenales.

FIGURA A3-4

**Diseño del enlace del servicio fijo**



Cat-A03-04

**2.1.4 Sistema de análisis de redes de satélites**

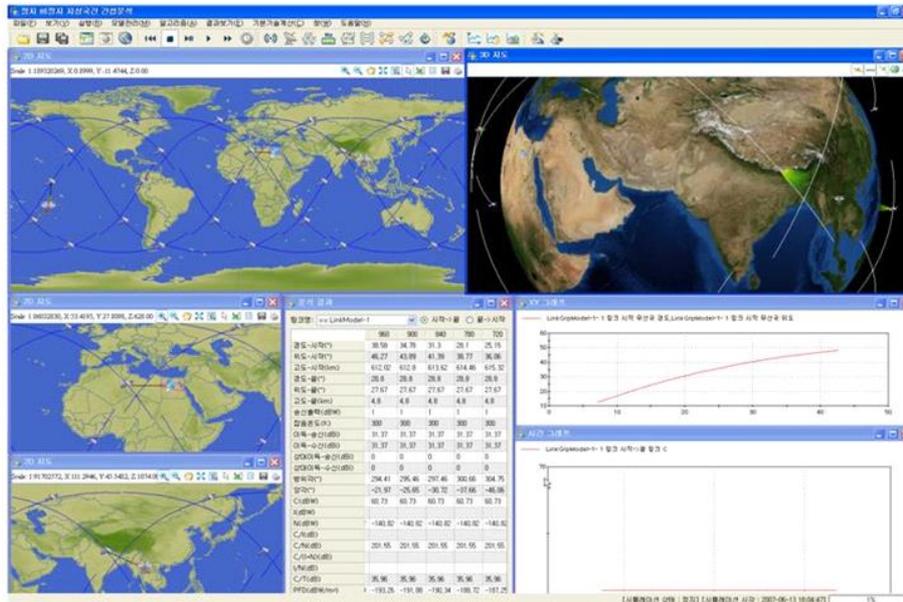
El sistema de análisis de redes de satélites se utiliza para el estudio y la coordinación de los servicios espaciales. Las redes de satélites se refieren a satélites en órbita y a estaciones terrenas para la conexión de estaciones entre satélites y estaciones terrenas.

El sistema comprende las siguientes funciones:

- función de análisis para estaciones de satélites OSG/NO OSG y estaciones terrenas/terrenales;
- función de análisis de intermodulación/interferencia entre redes de satélites (estaciones orbitales no geostacionarias, estaciones orbitales geostacionarias) y estaciones terrestres;
- registro internacional y coordinación de redes de satélites

FIGURA A3-5

**Análisis del servicio espacial**



Cat-A03-05

**2.1.5 Sistema de análisis de compartición de frecuencias**

El sistema de análisis de compartición de frecuencias utiliza métodos de análisis similares a los utilizados en las redes de radiodifusión y en las redes terrenales para examinar los parámetros de funcionamiento para la compartición de frecuencias cuando se utilizan diferentes equipos inalámbricos en la misma banda de frecuencias.

El sistema tiene las funciones siguientes:

- función de análisis de compatibilidad de los servicios terrenales y de radiodifusión;
- función de análisis de intermodulación/interferencia de sistemas terrenales;
- función de análisis de los canales disponibles para el servicio terrenal.

## ANEXO 4

### SIRIUS – Sistema nacional para la gestión del espectro

#### 1 Introducción

En la República Kirguisa se creó un sistema nacional automatizado para la gestión del espectro, denominado SIRIUS, que ha estado funcionando desde 2003. El sistema se diseñó para que fuese sencillo e intuitivo en su concepción y funcionamiento y pudiera ser utilizado con efectividad bajo las condiciones típicas existentes en los países en desarrollo; es decir, escasos recursos de personal y sin ninguna formación especializada aparte de la tecnología básica de radiocomunicaciones. El sistema se ajusta completamente a la Recomendación UIT-R SM.1604 – Directrices para un sistema perfeccionado de gestión del espectro destinado a los países en desarrollo. Su diseño se amplió para que llevara a cabo todas las funciones principales que por lo general realizan sistemas complejos más poderosos, incluidos el acceso multiusuario y las simulaciones utilizando datos digitales del terreno. Se ha demostrado que SIRIUS es de fácil utilización en entornos en los que la cantidad de asignaciones de frecuencia no es muy grande (hasta 50 000-100 000), lo cual es también una situación típica en los países en desarrollo.

#### 2 El sistema SIRIUS

El sistema de gestión del espectro automatizado SIRIUS se desarrolló utilizando plataformas tecnológicas, topologías y arquitectura de las tecnologías de la información modernas, lo cual garantiza un alto nivel de seguridad, fiabilidad, integridad, salvaguarda de la información y rapidez de respuesta. El procesamiento de datos con enfoque multiusuario, utilizando la tecnología cliente-servidor, ofrece muchas ventajas para la organización de una base de datos central, interfaz de usuario única, sistemas de seguridad y de auditoría y estrategias para la salvaguarda, restauración, registro e importación y exportación de datos.

SIRIUS se desarrolló con arreglo a lo siguiente:

- Recomendaciones UIT-R SM.1370, UIT-R SM.1604, UIT-R SM.1048, UIT-R SM.1413, UIT-R SM.667.
- Métodos de evaluación y modelos para el análisis de la CEM y los procedimientos de cálculo indicados en las Recomendaciones pertinentes del UIT-R y en los acuerdos regionales e interregionales.

SIRIUS puede llevar a cabo las siguientes funciones principales:

- Módulo administrativo:
  - aprobación de asignaciones de frecuencia;
  - coordinación y notificación nacional e internacional;
  - facturación y multas.
- Módulo de análisis de ingeniería:
  - planificación del uso del espectro;
  - varios métodos analíticos para calcular la  $S/N$  y la CEM de las estaciones;
  - ofrece herramientas de análisis de ingeniería polivalentes para el cálculo de la interferencia y de las zonas de cobertura de las estaciones, el análisis de trayectos, etc. utilizando datos digitales del terreno.
- Módulo de comprobación técnica:
  - registro de reclamaciones sobre interferencia, investigación y eliminación de la interferencia;
  - preparación de las tareas de comprobación técnica del espectro para las estaciones de comprobación técnica;

- recopilación y análisis de los datos de comprobación técnica del espectro;
- análisis de las mediciones de emisión para fines de comparación con la base de datos.

SIRIUS recibe los siguientes datos de entrada:

- datos administrativos y técnicos de las asignaciones de frecuencia;
- datos de cuadros nacionales e internacionales de adjudicación de frecuencias;
- catálogos de los equipos y las antenas;
- datos de los cuadros de distancia para la coordinación;
- datos de servicio necesarios para el funcionamiento de SIRIUS;
- datos del terreno.

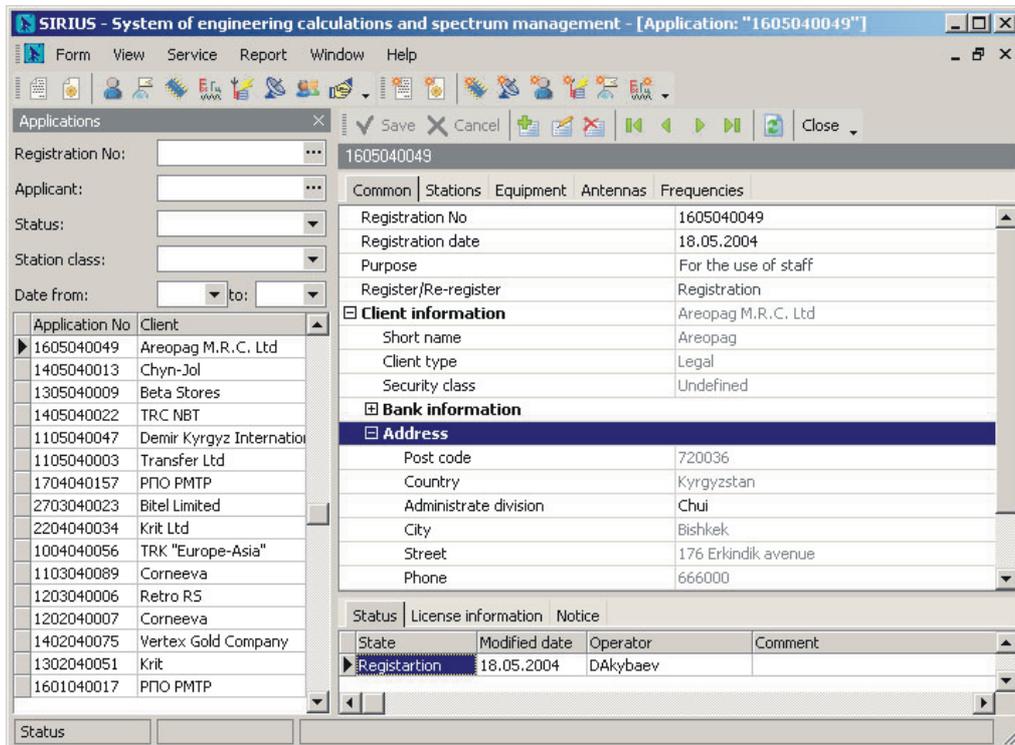
### **3 Módulo administrativo**

En el módulo administrativo se incluyen las siguientes funciones:

- Registro de las notificaciones de asignación de frecuencias del sistema. Verifica que la información que se suministra está completa y es correcta.
- Verificación de que las asignaciones de frecuencia notificadas se ajusten a los cuadros nacionales e internacionales de adjudicación de frecuencias.
- Registro de licencias para la asignación de frecuencias del sistema.
- Introducción de datos para la certificación y aprobación de las antenas del sistema.
- Elaboración de notificaciones para coordinar las asignaciones de frecuencia (coordinación nacional e internacional).
- Un sistema adaptable para el cálculo de cánones y multas por la utilización del espectro.
- Informes administrativos y técnicos.
- Almacenamiento de los datos de cuadros nacionales e internacionales de adjudicación de frecuencias.
- Importación y exportación de datos.
- Salvaguarda y restauración de datos.
- Registro de los usuarios del sistema, auditorías.

FIGURA A4.1

Módulo administrativo

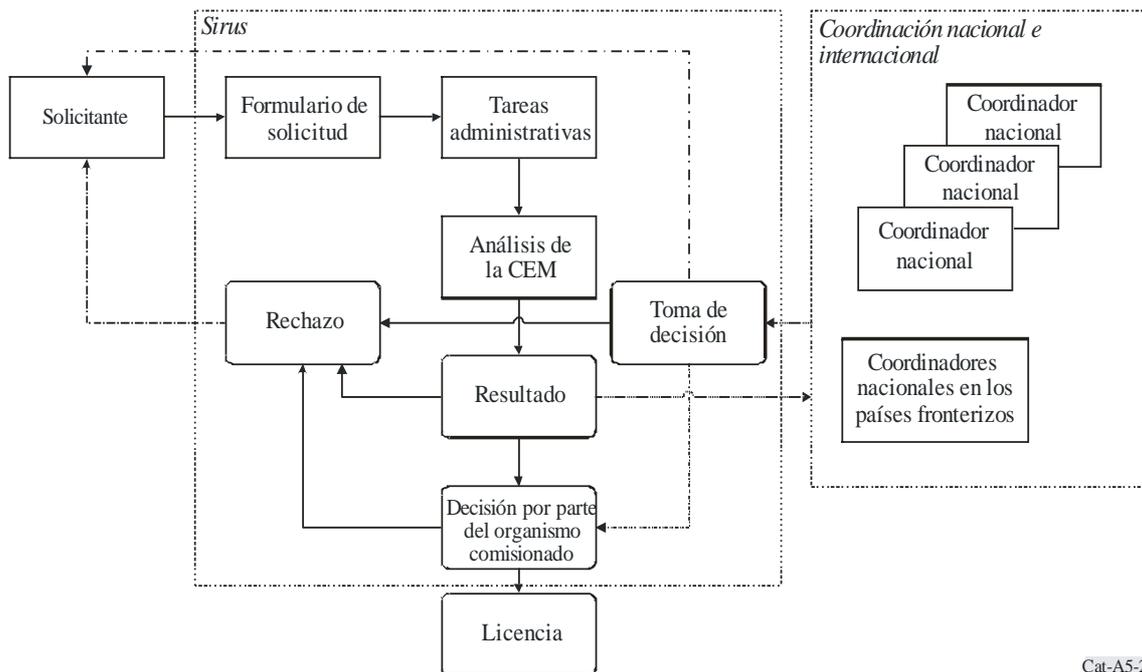


Cat-A5-1

### 3.1 Asignación de frecuencias para licencias

El cliente rellena un formulario para la notificación de una asignación de frecuencia y lo presenta a la administración nacional, bien sea en papel o en formato electrónico. El diagrama de flujo de la Fig. A4.2 muestra la secuencia de actividades que se desarrollan en SIRIUS dentro del proceso de concesión de licencias.

FIGURA A4.2

**Diagrama de flujo**

Cat-A5-2

El operador introduce en el sistema la solicitud de asignación de frecuencias. Tras verificar que la información suministrada es correcta y está completa, el sistema asigna a la solicitud el estado de «en estudio». Si el solicitante no proporciona toda la información necesaria, se asigna el estado de «en registro». En caso de ser positivos los resultados del análisis de la CEM, la solicitud se remite para fines de coordinación a nivel nacional e internacional. La asignación de frecuencias sólo se realiza si los resultados de todas las etapas son positivos. Si no es satisfactorio el resultado en alguna de las etapas, el operador modifica los parámetros de la notificación tras consultar con el cliente. El sistema es capaz de extraer automáticamente los datos de las notificaciones presentadas en formato electrónico.

#### 4 Coordinación nacional e internacional, notificación al UIT-R

SIRIUS puede elaborar las solicitudes de coordinación internacional e interorganizaciones utilizando los formularios de notificación apropiados del UIT-R exigidos para la categoría de la estación que va a coordinarse. El proceso de coordinación se realiza conforme a las regulaciones y acuerdos existentes y que hayan sido alcanzados entre las partes que realizan la coordinación o en forma de acuerdos regionales. Con este fin, en SIRIUS se incluyen los métodos de coordinación y los procedimientos contemplados en Acuerdos Regionales tales como Ginebra 1984, Ginebra 1989, Estocolmo 1961 y Berlín 2003, entre otros.

SIRIUS trata las solicitudes de coordinación de la misma manera en que cualquier otra solicitud de asignación de frecuencia, salvo por el hecho de que las asigna estados particulares.

Una vez preparados, los formularios se pueden enviar al UIT-R a fines de notificación, bien sea en formato electrónico o en papel, con indicación de los países que realizan la coordinación.

#### 5 Informes

El sistema puede presentar los siguientes informes:

- *Informes básicos:* informes estadísticos, administrativos, técnicos y financieros. Ejemplos: número de solicitudes recibidas, solicitudes con resultados positivos, solicitudes rechazadas, resultados de los exámenes de las solicitudes, resultados de la coordinación, etc.

- *Generador de informes:* se trata de un sistema flexible que puede utilizarse para generar diversos informes, basándose en plantillas y ficheros de instrucciones.

El generador de informes los crea haciendo uso de un asistente para informes, que elige los datos (de entrada) necesarios y los criterios de selección, y realiza la consulta en la base de datos. También es posible crear informes utilizando macroficheros de instrucciones.

## **6 Base de datos técnica y administrativa**

La estructura de la base de datos es conforme a la Recomendación UIT-R SM.667 que trata sobre la calidad de funcionamiento de las principales funciones del sistema.

SIRIUS tiene una interfaz adaptable que permite al usuario personalizar las plantillas que utiliza para introducir y modificar los datos, dependiendo de las características técnicas y de los requisitos administrativos.

En el caso de los objetos principales, el sistema realiza un seguimiento de todos los cambios de estado, registra la fecha y el operador y ofrece una explicación de la modificación. El registro de las modificaciones de estado hace posible determinar los retrasos en el procesamiento administrativo de las solicitudes recibidas, así como formular consultas administrativas para determinar la eficacia en la utilización del espectro.

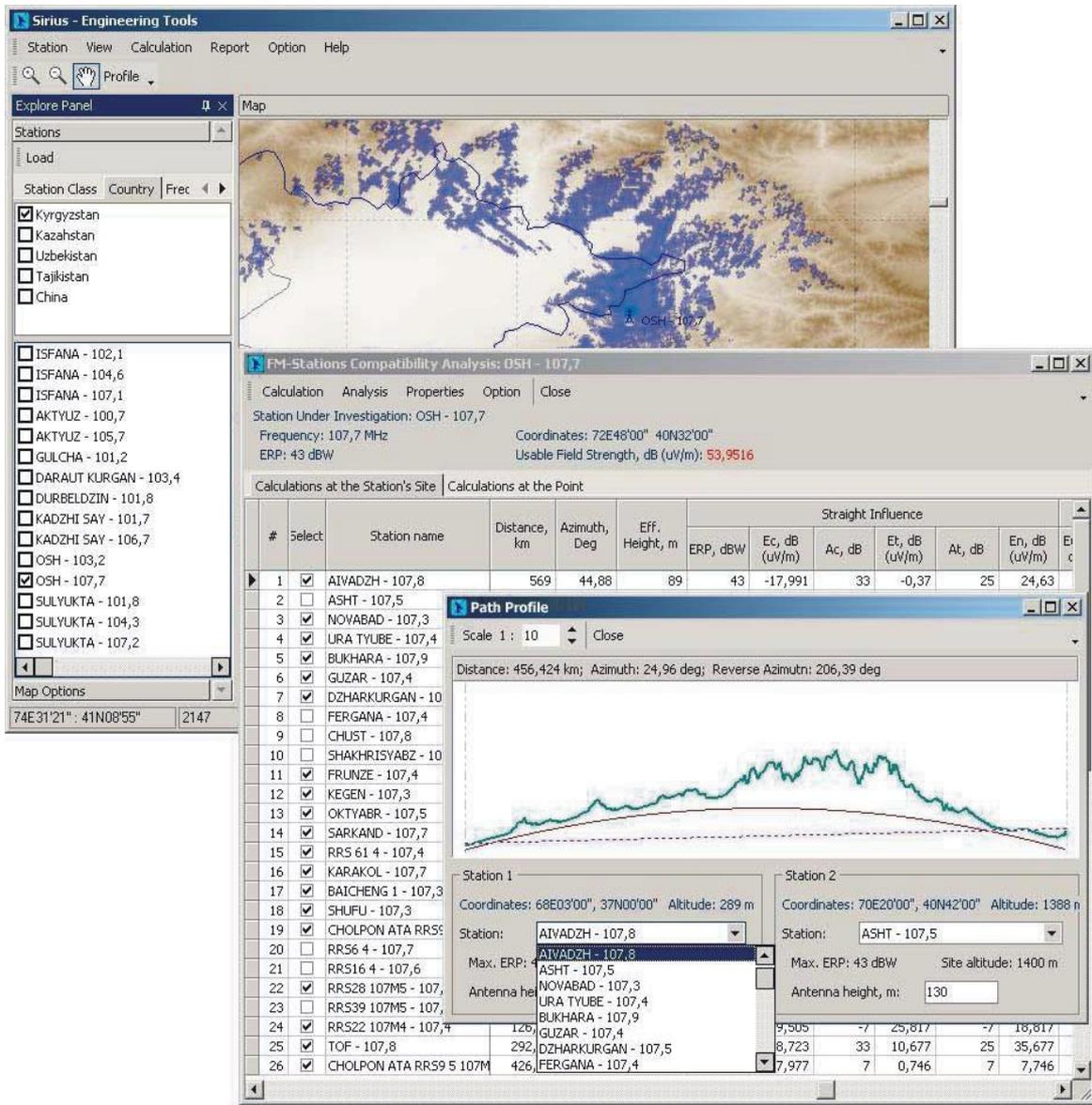
## **7 Módulo de análisis de ingeniería**

En el módulo de ingeniería se incluyen las siguientes funciones:

- Herramientas para la planificación del espectro.
- Herramientas analíticas para los servicios de radiodifusión, móvil y fijo.
- Herramientas analíticas para evaluar la CEM entre estaciones de servicios diferentes.
- Herramientas de ingeniería polivalentes para el análisis del espectro.
- Modelos para predecir la propagación de ondas radioeléctricas en SIRIUS.

FIGURA A4.3

Ventanas del módulo de análisis de ingeniería



## 7.1 Herramientas para la planificación del espectro

SIRIUS posee las siguientes capacidades para la planificación del espectro:

- Admite cuadros de adjudicación de frecuencias nacionales e internacionales, que incluyen servicios y notas.
- Introducción y modificación de cuadros nuevos o existentes de adjudicación de frecuencias.
- Modificación de radiocanales y planes de adjudicación.
- Sistema de informes flexible con los cuadros de adjudicación de frecuencias (se presenta en formato gráfico o de cuadro).
- Funciones que permiten verificar si las asignaciones de frecuencia son conformes a los cuadros de adjudicación de frecuencias.

## 7.2 Herramientas analíticas para los servicios de radiodifusión, móvil y fijo

Estas herramientas permiten que los usuarios de SIRIUS hagan lo siguiente:

- Analizar y evaluar los efectos que las estaciones existentes y planificadas tienen sobre una estación determinada (efectos individual y en conjunto) en cualquier ubicación geográfica dentro de la zona de servicio de la estación (por servicio), utilizando cálculos basados en los datos digitales del terreno.
- Llevar a cabo un cálculo rápido o un análisis detallado del efecto que una estación concreta tendrá sobre las estaciones existentes y planificadas (por servicio).
- Un análisis de la interferencia, canal por canal, en una ubicación dada (a fines de la asignación de frecuencias).
- Análisis de los productos de intermodulación.

## 7.3 Herramientas analíticas para evaluar la CEM entre estaciones de servicios diferentes

Con estas herramientas los ingenieros pueden llevar a cabo un análisis de la CEM de estaciones que funcionan en servicios diferentes.

- Se han puesto en práctica los métodos de cálculo descritos en la Recomendación UIT-R IS.851-1, con las siguientes características:
  - protección del servicio de radiodifusión contra sistemas del servicio móvil fijo y terrestre;
  - protección del servicio móvil terrestre contra el servicio de radiodifusión;
  - protección del servicio fijo contra el servicio de radiodifusión.
- Análisis de compatibilidad entre los sistemas del servicio de radiodifusión sonora (banda de 87-108 MHz) y los servicios aeronáuticos (banda de 108-137 MHz) utilizando los métodos descritos en la Recomendación UIT-R IS.1009-1.

## 7.4 Herramienta de ingeniería de propósito general para el análisis del espectro

- Búsqueda indexada de estaciones en la base de datos. Los resultados se muestran geográficamente utilizando capas seleccionadas por el usuario (fronteras nacionales, zonas urbanas, relieve, datos morfológicos, etc.).
- Cálculo y representación gráfica de las zonas de cobertura y de las zonas de interferencia de una estación determinada, utilizando modelos diferentes de propagación de ondas radioeléctricas.
- Presentación de perfiles de trayecto y valores de atenuación de la propagación (que dependen del modelo de propagación seleccionado) entre cualquier par de estaciones, y parámetros del trayecto (acimut, coordenadas geográficas, altitud) entre cualquier par de ubicaciones.
- Distribución de canales entre estaciones de acuerdo con la separación frecuencia-espacio.

## 7.5 Modelos para la predicción de la propagación de ondas radioeléctricas en SIRIUS

SIRIUS contiene un gran conjunto de modelos de predicción de ondas radioeléctricas que abarca una amplia gama de frecuencias y diferentes tipos de aplicaciones, desde las elementales como el modelo de propagación de ondas en el espacio abierto hasta los modelos complejos que tienen en cuenta el terreno, el clima, el suelo y la morfología en el perfil del trayecto. Entre estos modelos se encuentran:

- el modelo de propagación de ondas en el espacio libre;
- el modelo de tierra lisa;
- el modelo Okumura-Hata;
- el modelo NSM;
- el modelo de la Recomendación UIT-R P.370;
- el modelo de la Recomendación UIT-R P.1546;
- el modelo de la Recomendación UIT-R P.530.

## 8 Módulo de comprobación técnica

### *Reclamaciones, investigación y supresión de interferencias*

SIRIUS registra las reclamaciones y los clasifica por tipo de interferencia. Se registran de manera sistemática la investigación y supresión de los orígenes de interferencia así como las medidas que se llevan a cabo; esta información se utiliza en futuros casos de interferencia de la misma naturaleza. Si se determina que el origen es una estación con licencia, entonces se inicia un procedimiento interno que reexamina los parámetros de las asignaciones de frecuencia de las estaciones implicadas. Si el origen no es una estación con licencia, se toman las medidas necesarias para poner fin a las emisiones interferentes.

### *Preparación de las tareas de comprobación técnica del espectro de las estaciones de comprobación técnica*

SIRIUS ofrece una lista de tareas básicas para las diferentes estaciones de comprobación técnica, junto con los conjuntos de datos necesarios para realizar la tarea correspondiente. A continuación, las estaciones elaboran y presentan los resultados de cada tarea, los cuales se pueden almacenar en el sistema.

### *Recopilación y análisis de los datos de comprobación técnica del espectro*

El sistema hace posible la recopilación y almacenamiento de los datos de comprobación técnica, de manera que pueda hacerse un seguimiento a las modificaciones de las características de emisión. La base de datos de comprobación técnica del espectro se configura de acuerdo con [Touré y otros, 2002].

## 9 Funcionamiento multiusuario

SIRIUS tolera el funcionamiento simultáneo de hasta 20 estaciones de trabajo. Es posible incrementar aún más el número de sesiones paralelas de usuario actualizando ciertas partes del sistema.

## 10 Observaciones finales

A pesar de que últimamente el sistema se utiliza principalmente para resolver problemas de compatibilidad electromagnética y para fines de formación, la experiencia de la República Kirguisa en esta materia sigue siendo interesante para otras entidades y para los especialistas en la gestión del espectro.

## Referencias Bibliográficas

- [1] TOURÉ, H., MAYHER, R., NURMATOV, B. y PAVLIOUK, A. [junio de 2002] Development and Implementation of Computerized Spectrum Management Systems by the International Telecommunication Union. Proc. of the Sixteenth International Wroclaw Symposium and Exhibition on EMC. Wroclaw, Polonia.



## ANEXO 5

### **Aplicación informática para la planificación y optimización de redes de comprobación del espectro por ángulo de llegada**

La aplicación informática pretende la planificación y optimización de redes de comprobación técnica del espectro o de grupos de estaciones de comprobación basándose en la tecnología tradicional de ángulo de llegada (AOA) de conformidad con las secciones 6.8 y 4.7.3.1.4 del Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro (edición del 2011). Dado que la inversión que se hace en el subsistema de comprobación técnica es una parte importante de la inversión total en el sistema de gestión del espectro, la optimización y la planificación eficaz de las redes de comprobación técnica tienen una gran importancia desde los puntos de vista técnico y económico como se indica concretamente en la Recomendación UIT-R SM.1392-2. Este programa informático también se puede utilizar para visualizar zonas de cobertura de estaciones de comprobación del espectro en ondas métricas y decamétricas – especialmente las móviles – durante sus operaciones sobre el terreno, así como para determinar las condiciones de interacción de estaciones de comprobación técnicas fijas y móviles al realizar diversas funciones de comprobación, de conformidad con la sección 3.6.2.2.7 del Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro (edición de 2011).

Estos programas informáticos permiten que las administraciones y los operadores puedan:

- hacer uso de todas las funciones de comprobación para recoger información exacta y cuantitativa sobre la situación real incluidas las capacidades de sus redes nacionales de comprobación técnica o de grupos de estaciones fijas de comprobación técnica. Estas funciones son la medición de los parámetros de emisión (incluida la escucha), la radiogoniometría y la localización mediante triangulación. También se pueden crear mapas detallados sobre la cobertura de la comprobación técnica a diversas frecuencias (en la gama de 30 a 3 000 MHz) y con varios parámetros del transmisor de prueba (potencia y altura de la antena);
- realizar evaluaciones considerando diversas opciones, lo que se puede lograr actualizando los parámetros del equipo de comprobación técnica (principalmente verificando la sensibilidad en recepción para las diversas funciones de comprobación y la exactitud de los sistemas o instrumentos de radiogoniometría) y comprobando las alturas y ganancias de las antenas de estaciones fijas de comprobación técnica;
- identificar zonas en las que no se cumple o se cumple con baja calidad alguna de las funciones de comprobación técnica en las estaciones fijas de comprobación existentes; se podría pensar en la instalación optimizada de nuevas estaciones de comprobación en estas zonas;
- identificar aquellas estaciones fijas de comprobación que no contribuyen significativamente a la cobertura global de la comprobación técnica y que podrían, por lo tanto, suprimirse o transferirse a otros lugares para obtener así una mejor cobertura;
- crear planes técnica y económicamente sólidos para la actualización y extensión de las redes de comprobación técnica existentes o de los grupos de estaciones fijas de comprobación;
- elaborar, de la manera más eficaz posible, planes para la creación de nuevas redes de comprobación técnica o de grupos de estaciones fijas de comprobación;
- optimizar, durante sus misiones, el funcionamiento de estaciones móviles de comprobación técnica/radiogoniométricas, calculando previamente las zonas de servicio pertinentes en diferentes puntos a lo largo de la ruta.

El programa calcula, como función adicional, las zonas de cobertura de los radiotransmisores que funcionan en el modo «punto a zona» (en especial para los servicios de radiodifusión y móvil terrestre) usando valores umbral de intensidad de campo mínima utilizable (véase la Recomendación UIT-R BS.638).

El programa informático aplica una metodología que fue inicialmente propuesta por [Kogan y Pavliouk, 2004a y b] y posteriormente se presentó en [Krutova and Pavlyuk, 2011]. Calcula las zonas reales de cobertura de la comprobación técnica para cada una de las funciones de comprobación (escucha, medición, radiogoniometría y localización) basándose en la determinación de la intensidad del campo, teniendo en cuenta las características

del terreno de la zona en cuestión, y utilizando las disposiciones de las Recomendaciones UIT-R P.1546 y P.2012-2. En la Figura A5.1 se describe a grandes rasgos la rutina de cálculo.

Debido al hecho de que para determinar el emplazamiento mediante triangulación se requiere una cobertura de por lo menos dos estaciones de radiogoniometría en el punto de prueba considerado, no es posible utilizar, en este caso, la metodología de cálculo de intensidades de campo a lo largo de las trayectorias de propagación, dadas mediante varios acimuts desde cada estación, como normalmente se hace para los cálculos de la cobertura en comunicaciones móviles y de radiodifusión. Es necesario aplicar una metodología más sofisticada (y que lleva más tiempo) para calcular los valores de la intensidad de campo en las estaciones fijas de comprobación técnica, creados por un transmisor de pruebas ubicado en cada punto de prueba (véase la parte superior y la secuencia de operaciones A de la Figura A5.1).

Al hacer uso de una matriz de datos de intensidad de campo para cada píxel de la pantalla, se pueden calcular y mostrar los bordes de las zonas de cobertura para la escucha, las mediciones y la radiogoniometría. A partir de los datos del perfil de elevación del terreno a lo largo de cualquier trayectoria seleccionada, y de las intensidades de campo asociadas, se pueden calcular y mostrar los datos de distribución (presentación 4 de la Figura A5.1). En la Figura A5.2 se representa un ejemplo del cálculo de la zona de cobertura de una de las tres estaciones de comprobación perteneciente a un grupo de tres estaciones.

La matriz de datos de intensidad de campo se usa como base para el cálculo de la zona global de cobertura de localización y de subzonas con diferentes niveles de precisión de ubicación y con probabilidad conocida (plantillas de cobertura de localización), tal y como se muestra en la parte inferior y en la secuencia de operaciones A de la Figura A5.1. En cada uno de los píxeles de la pantalla de presentación se determinan las estaciones de radiogoniometría del grupo en las que la intensidad del campo rebasa el nivel umbral necesario para un funcionamiento radiogoniométrico fiable, y luego se vuelven a calcular los errores instrumentales (del sistema) de estas estaciones radiogoniométricas para determinar la imprecisión a la que se llega dada una probabilidad conocida, durante la operación de triangulación. Es evidente que para determinar el emplazamiento mediante triangulación debe haber un mínimo de dos estaciones radiogoniométricas en las que la intensidad de campo sobrepase el nivel umbral. La localización es la operación de comprobación técnica más restrictiva y de mayor sensibilidad y, por lo tanto, se deben llevar a cabo cálculos de cobertura de localización para la planificación y optimización de la red de comprobación cuando se exige una cobertura suficiente en una determinada zona.

En la Figura A5.3a) se ilustra un ejemplo del cálculo de la zona de cobertura de localización para el mismo grupo de tres estaciones de comprobación técnica/radiogoniométricas (como las de la Figura A5.2). La línea roja (gruesa en una presentación en blanco y negro) indica las zonas de cobertura radiogoniométrica total de estas tres estaciones de comprobación técnica/radiogoniométricas. Tal y como se deduce de la gama de colores que aparece al lado derecho de dicha Figura, el programa puede mostrar hasta 16 tonalidades de coloración para indicar la precisión de la localización, que contemplan distancias desde 10 m hasta 10 km (para la opción de las bandas de ondas métricas y decimétricas). Se pueden combinar algunas de estas tonalidades para obtener una cantidad menor de niveles (Figura A5-3) y así lograr una mayor nitidez en monitores de blanco y negro.

A fines de comparación, el programa permite calcular plantillas de cobertura de localización sin tener en cuenta las características exactas del terreno en la zona en cuestión, con radios fijos de zonas de cobertura radiogoniométricas circulares (secuencia de operaciones B de la Figura A5.1). Se utiliza el mismo procedimiento para determinar la cobertura en la banda de frecuencias de las ondas decamétricas. Se calculan las plantillas y las zonas de cobertura de localización más grandes posibles, bajo condiciones de Tierra lisa en las bandas de frecuencias de ondas métricas y decimétricas y en condiciones perfectas de propagación de ondas decamétricas, es decir, propagación uniforme en todas las direcciones desde las estaciones radiogoniométricas de ondas decamétricas en las zonas de cobertura radiogoniométricas.

En la Figura A5.3b) se muestra un ejemplo de estos cálculos de cobertura de localización en la banda de frecuencias de las ondas métricas y decimétricas para el mismo grupo de tres estaciones de comprobación técnica/radiogoniométricas (como las de la Figura A5.2). Mediante comparación de las Figuras A5.3a) y A5.3b) se puede hacer una mejor evaluación de las características del terreno que influyen en las plantillas de cobertura de localización.

FIGURA A5-1

**Sistema para la planificación y diseño óptimos de las redes AOA de comprobación técnica del espectro**

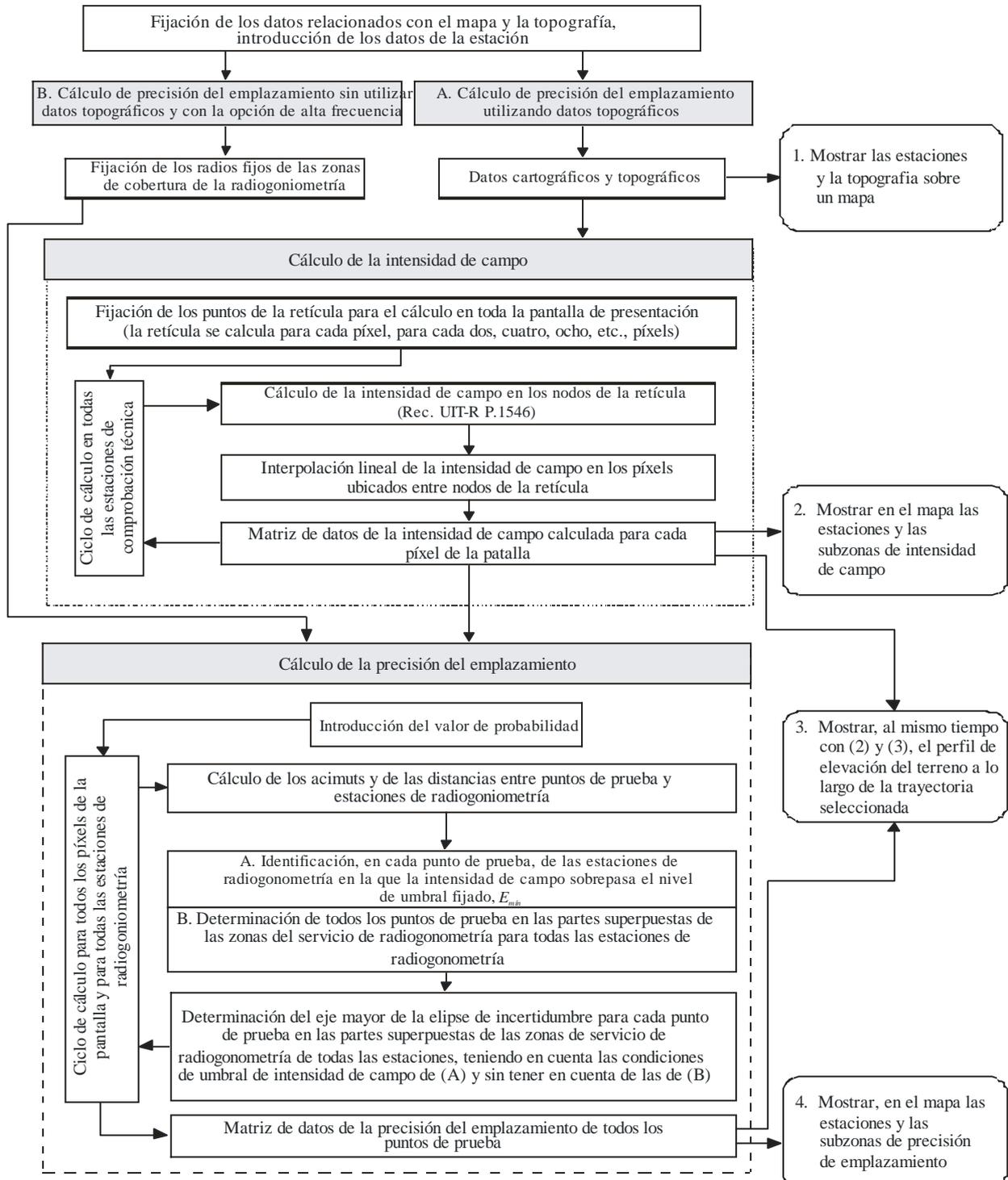


FIGURA A5-2

## Zonas de cobertura de comprobación técnica

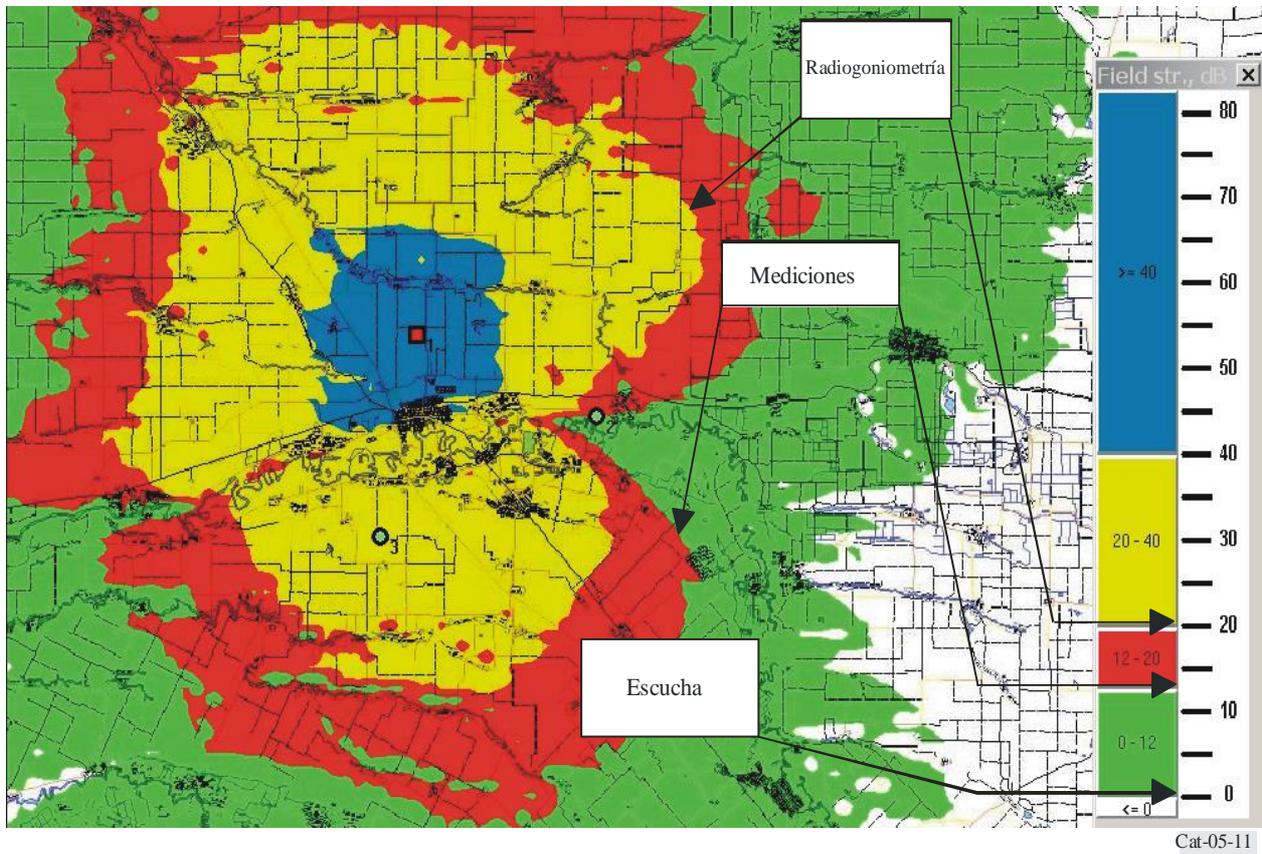
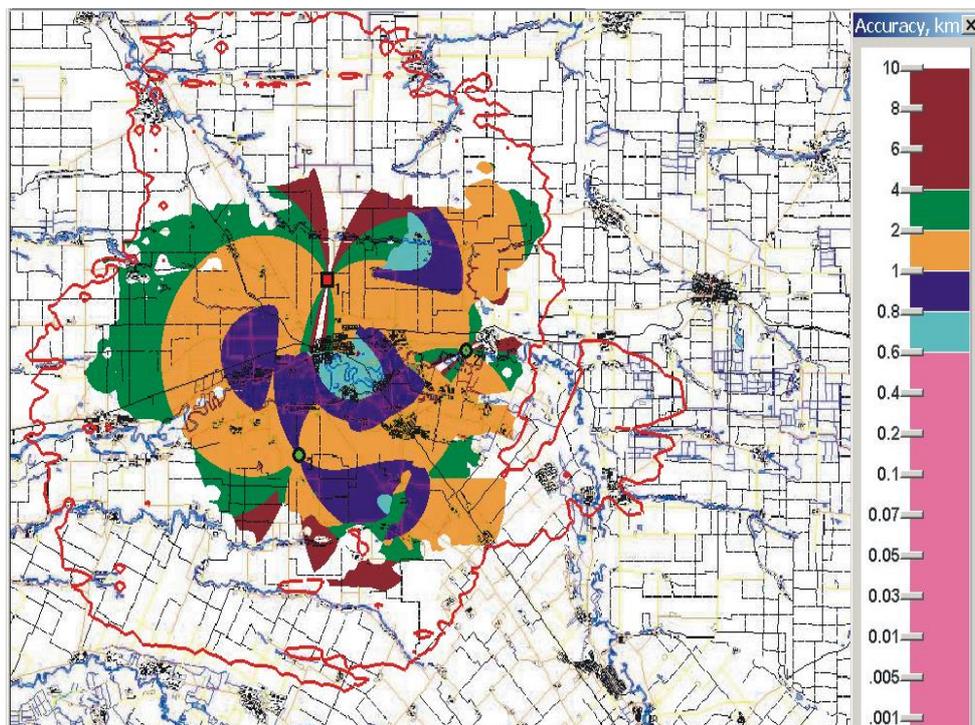


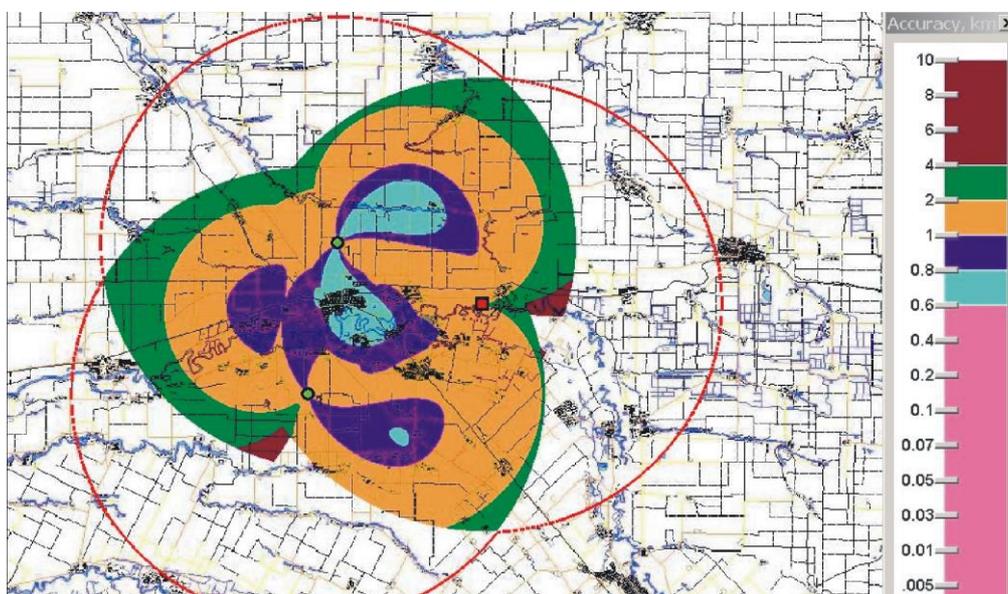
FIGURA A5-3

Plantillas de cobertura de localización



a)

Cat-A05-03a



b)

Cat-A05-03b

## Referencias Bibliográficas

- [1] KOGAN, V. V. and PAVLIOUK, A. P. [Junio 2004a] Methodology of spectrum monitoring networks planning. Proc. of the Seventeenth International Wroclaw Symposium on EMC. Wroclaw, Poland. <https://getinfo.de/app/Methodology-of-Spectrum-Monitoring-Network-Planning/id/BLCP%3ACN055271032>
- [2] KOGAN, V. V. and PAVLIOUK, A. P. [Junio 2004b] Analysis of location coverage templates in spectrum monitoring. Proc. of the Seventeenth International Wroclaw Symposium on EMC. Wroclaw, Poland. <https://getinfo.de/app/Analysis-of-Location-Coverage-Templates-in-Spectrum/id/BLCP%3ACN055271044>
- [3] KRUTOVA, O. E. and PAVLYUK, A. P. [Septiembre 2012] Planning procedures for spectrum monitoring networks in the VHF/UHF frequency range – Proc. of the International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC Europe 2012. Rome, Italy. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6396919>

## ANEXO 6

### **RAKURS – Herramienta informática para la gestión del espectro en el servicio de radiodifusión**

#### **1 Introducción**

La herramienta informática RAKURS (aplicaciones de cálculo y análisis para la gestión del espectro) se diseñó en el Centro de Análisis de Compatibilidad Electromagnética del Instituto de Investigación y Desarrollo Radioeléctrico de la Federal State Unitary Enterprise Radio Research and Development Institute, Rusia (CAEMC FSUE NIIR) [1].

La versión actual de RAKURS es la quinta generación del sistema automatizado nacional de gestión del espectro de Rusia, para examinar, diseñar y registrar las asignaciones de frecuencia de las estaciones de radiodifusión de televisión y de MF en ondas métricas y las correspondientes adjudicaciones de frecuencias. La primera versión se desarrolló a finales de los años 70 por un grupo de especialistas de FSUE NIIR y desde entonces se actualiza periódicamente y se amplía siguiendo los últimos desarrollos de la UIT y los logros de las TIC.

RAKURS está diseñado para automatizar las funciones de gestión del espectro para beneficio del servicio nacional de radiodifusión (radiodifusión sonora y de televisión analógica y digital en las bandas de frecuencias de ondas métricas y decimétricas) y, durante los últimos años, los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha. La herramienta se aplica para llevar a cabo un examen completo de las asignaciones de frecuencias (tanto analógicas como digitales) y de las adjudicaciones de frecuencias, elaborando recomendaciones para la selección de canales de frecuencias y emplazamientos para nuevas o modificadas asignaciones y adjudicaciones de frecuencia y para la notificación de estas asignaciones y adjudicaciones. También se utiliza ampliamente para fines de coordinación bilateral y multilateral de asignaciones y adjudicaciones de frecuencias en regiones fronterizas y para su registro en la UIT. La arquitectura del RAKURS se presenta en la Figura A6-1.

Con ayuda de la herramienta informática RAKURS, se han desarrollado y coordinado planes de frecuencias para los miembros de la CRC y para algunos países vecinos, en particular se conformaron contornos de adjudicación de frecuencias y también se atribuyeron canales para numerosos lugares teniendo en cuenta un acceso equitativo. Durante la preparación de la CRR-06 se elaboraron cinco borradores de planes de frecuencias para la región de la CRC y países vecinos. Durante esa Conferencia, se calcularon seis borradores de planes de frecuencias para la región de la CRC y para países vecinos con ayuda de RAKURS. No obstante, esto no significa que el desarrollo de los planes se realizara totalmente con la herramienta. Durante las negociaciones con los países de la CRC y con otros países vecinos se llevó a cabo una amplia gama de tareas para comprobar y corregir datos sobre incompatibilidad mutua de las asignaciones y las adjudicaciones a la radiodifusión digital terrenal, que hubo que incluir en el plan.

La herramienta informática permite coordinar con facilidad actividades de muchos ingenieros y administradores de bases de datos; también automatiza todos los aspectos de las operaciones de planificación de frecuencias mediante una interfaz sencilla de utilizar. Esta herramienta realiza una amplia gama de tareas que surgen durante el proceso de planificación de emplazamientos y frecuencias.

RAKURS se ha actualizado continuamente y se ha aplicado durante más de 35 años y es una herramienta básica del NIIR para la planificación de la televisión digital rusa y para calcular datos para la protección internacional de las asignaciones de frecuencias. Puesto que el sistema junto con las correspondientes bases de datos se comprobaron y actualizaron continuamente, el sistema y la base de datos tienen una corrección y fiabilidad extremadamente alta. También se utiliza en el servicio de frecuencias radioeléctricas de Rusia para llevar a cabo comprobaciones de compatibilidad electromagnética al instalar equipos de radiodifusión y para la coordinación internacional. Su implementación amplió la funcionalidad de la gestión del espectro y de la protección internacional, así como de la capacidad de respuesta, idoneidad y precisión en el proceso de toma de decisiones.

Otras administraciones de telecomunicaciones tales como Belarus, Armenia, Moldova y Uzbekistán utilizan continuamente el programa RAKURS.

## 2 Filosofía de diseño del sistema

Durante el desarrollo del programa informático el objetivo fue de hacerlo lo más flexible posible, para que no fuera necesario cambiar la programación cuando se modificaran datos iniciales de planificación de frecuencias tales como, por ejemplo, las tablas de curvas de propagación, la distribución de los servicios por bandas de frecuencias, las normas y las bandas de frecuencias atribuidas a la radiodifusión analógica y digital, los valores mínimos utilizados de intensidad de campo, las relaciones de protección y las distancias de coordinación. Por lo tanto, además de los registros de estaciones transmisoras y las asignaciones analógicas y digitales de frecuencias y adjudicaciones de frecuencias, la base de datos incluye una gran cantidad de tablas de valores con parámetros de planificación de frecuencias. Si es preciso, se pueden modificar con facilidad los datos en esas tablas.

La herramienta informática incluye el cálculo automatizado de las condiciones de propagación de las ondas radioeléctricas basado en mapas topográficos digitales. El sistema se aplica también a la televisión y radiodifusión digitales y, por tanto, el sistema incluye todos los nuevos criterios y procedimientos de la planificación de frecuencias y emplazamientos en relación con esas aplicaciones.

La herramienta informática RAKURS se basa en muchas Recomendaciones del UIT-R y en acuerdos internacionales que reglamentan los criterios y métodos técnicos para la planificación de frecuencias y la coordinación multilateral (véase el Cuadro A6-1).

CUADRO A6-1

### Recomendaciones del UIT-R utilizadas para el desarrollo del programa

Categoría	Recomendaciones del UIT-R
Términos y definiciones	SM.1413-2, BS.638, V.431-7, V.573-5
Planteamiento general	SM.337-6, SM.668-1, SM.1049-1, SM.1370-1
Normas de transmisión y requisitos técnicos para la radiodifusión	BS.450-3, BS.707-5, BS.774-3, BT.470-7, BT.1700, BT.1701, BT.804, BT.1206
Propagación de ondas radioeléctricas	P.1546-4, P.1812-2, P.525-2, P.1147-4, P.368-9, P.2001-1
Intensidades de campo, relaciones de protección y separaciones territoriales mínimas	BS.412-9, BS.599, BS.773, BT.417-5, BT.419-3, BT.565, BT.655-7, SM.851-1

## 3 Capacidades básicas de RAKURS

- Evaluación por expertos de las características de las asignaciones de frecuencias; elaboración de Recomendaciones sobre selección de canales de frecuencia para nuevas o modificadas asignaciones de frecuencias.
- Coordinación internacional fronteriza (bilateral, multilateral) de las asignaciones de frecuencias a tenor del GE06 y de los acuerdos de frecuencias entre diferentes países (véanse las Figuras A6-1 a A6-3).
- Cálculo de las zonas de servicio para estaciones únicas y para redes con una única frecuencia en las bandas atribuidas para la radiodifusión sonora y de televisión analógicas y digitales con normas DVB-T, DVB-T2, DVB-H y T-DAB;
- Cálculo de la interferencia perjudicial proveniente de redes LTE (Figura A6-3);

- Cálculo de las zonas de servicio de asignación de frecuencias en las bandas DW/MW;
- Determinación de interferencias mutuas entre diversas estaciones;
- Cálculo estimado del coste de los componentes para la red diseñada en precios transferibles;
- Optimización de proyectos para reducir los costes de las redes y ampliar la cobertura;
- Generación automatizada de redes para la cobertura óptima de una determinada región.

#### **4 Informes e intercambio de datos**

El programa soporta los formatos siguientes:

- MS Excel y MS Word para generar informes sobre información analítica del proyecto;
- KML para recopilar datos relativos a las zonas de cobertura, estaciones y objetos geográficos en Google Earth;
- SHP para importar objetos;
- BRIFIC para importar aplicaciones de frecuencias internacionales;
- carga y descarga de estaciones en los formatos del UIT-R (T01, T02, G02, GT1, etc.).

#### **5 Estructura del programa informático RAKURS**

Los elementos del programa se pueden agrupar en 5 bloques principales:

- 1) base de datos;
- 2) núcleo;
- 3) proyecto;
- 4) productos;
- 5) visualización.

##### **5.1 Base de datos**

Una de las partes más importantes del programa RAKURS es un subsistema para la recopilación, almacenamiento, búsqueda y tratamiento de un gran volumen de información relativa a las asignaciones de frecuencias. El programa RAKURS dispone de una base de datos y de una utilidad para mantener la integridad, administrar, introducir y corregir información en la base de datos, así como para buscar y organizar información. La base de datos contiene información sobre contabilidad y características técnicas de las asignaciones de frecuencias (de dos tipos: estado internacional/interno de las necesidades de frecuencias o estaciones), tipos y características técnicas de los equipos, redes síncronas de radiodifusión digital, etc. El volumen de la base de datos no está limitado por el software, estando únicamente limitado por la capacidad del servidor.

RAKURS es capaz de funcionar con dos tipos DBMS: Informix MySQL.

Los recursos de cálculo de la red se administran mediante la base de datos. Toda la potencia de cálculo disponible se puede concentrar instantáneamente en resolver una única tarea compleja. La Figura A6-1 muestra la estructura principal del programa RAKURS.

##### **5.2 Núcleo**

El programa RAKURS permite la planificación de frecuencias-emplazamientos de las redes de radiodifusión. Todos los datos iniciales para la planificación de frecuencias, es decir, las normas de transmisión y las bandas de frecuencias para radiodifusión, los valores mínimos utilizados de intensidad de campo, las relaciones de protección y las separaciones espaciales, se han tomado de las Recomendaciones del UIT-R y de técnicas de cálculo contrastadas para la determinación de compatibilidad entre los servicios de radiodifusión terrenal.

Todos los cálculos se basan en la determinación de la intensidad de campo de una estación transmisora en un determinado punto geográfico. En el programa RAKURS se han incluido varias técnicas de estos cálculos como se indica en el Cuadro A6-1, junto con los modelos Bullingtons y Okumura-Hata.

RAKURS incluye diversos módulos para el cálculo y análisis de la compatibilidad electromagnética (CEM). Todos los cálculos se basan en la determinación de la interferencia de la estación considerada. La interferencia se obtiene a partir de estaciones situadas en canales adyacentes, solapados, imagen y heterodinos o en el mismo canal, así como a partir de estaciones cuya segunda o tercera frecuencia armónica coincide con la frecuencia de la estación considerada. En el proceso de cálculo el usuario opta por un cierto conjunto de interferencias; por esta razón, el programa facilita diversas funciones útiles para operar este dispositivo, entre las que se incluye una clasificación versátil y la capacidad de excluir interferencias de los cálculos tanto manualmente como mediante filtros.

En el cálculo de la CEM se dispone de muchas opciones de cálculo:

- capacidad de clasificar interferencias para una estación en función de las diferentes bases de datos;
- consideración de trayectos sobre mar;
- consideración del ángulo libre de obstáculos;
- capacidad de elección del tipo de cálculo: efecto directo (hacia la estación)/efecto inverso (desde la estación);
- capacidad de activar o desactivar la posibilidad de canales de imagen;
- selección de métodos de combinación de interferencias.

El control del módulo núcleo de cálculo se lleva a cabo mediante una única interfaz en todos los modos de cálculo – ventanas de parámetros de cálculo.

Se puede elegir el modelo de propagación, los parámetros de altitud y de superficie de agua, la definición de los requisitos de radiodifusión de televisión y sonora y también se pueden asignar los datos de ecos parásitos.

### **5.3 Proyecto**

Sistema operativo de usuario. Similar al término «documento» en productos informáticos conocidos, tales como MS Office.

El proyecto está constituido por:

- el número de estaciones definidas por el usuario que están interconectadas de alguna forma lógica entre ellas. Como norma estas estaciones están ubicadas en alguna región geográfica, es decir, en una red de radiodifusión local;
- la fijación de los parámetros del núcleo de cálculo;
- los resultados del cálculo.

### **5.4 Productos**

Los resultados de las operaciones de usuario son:

- zona de cobertura de radiodifusión;
- diversos informes;
- resultados del cálculo en determinados puntos;
- resultados del análisis de coordinación internacional;
- resultado de la selección de canales;
- plan de frecuencias, etc.

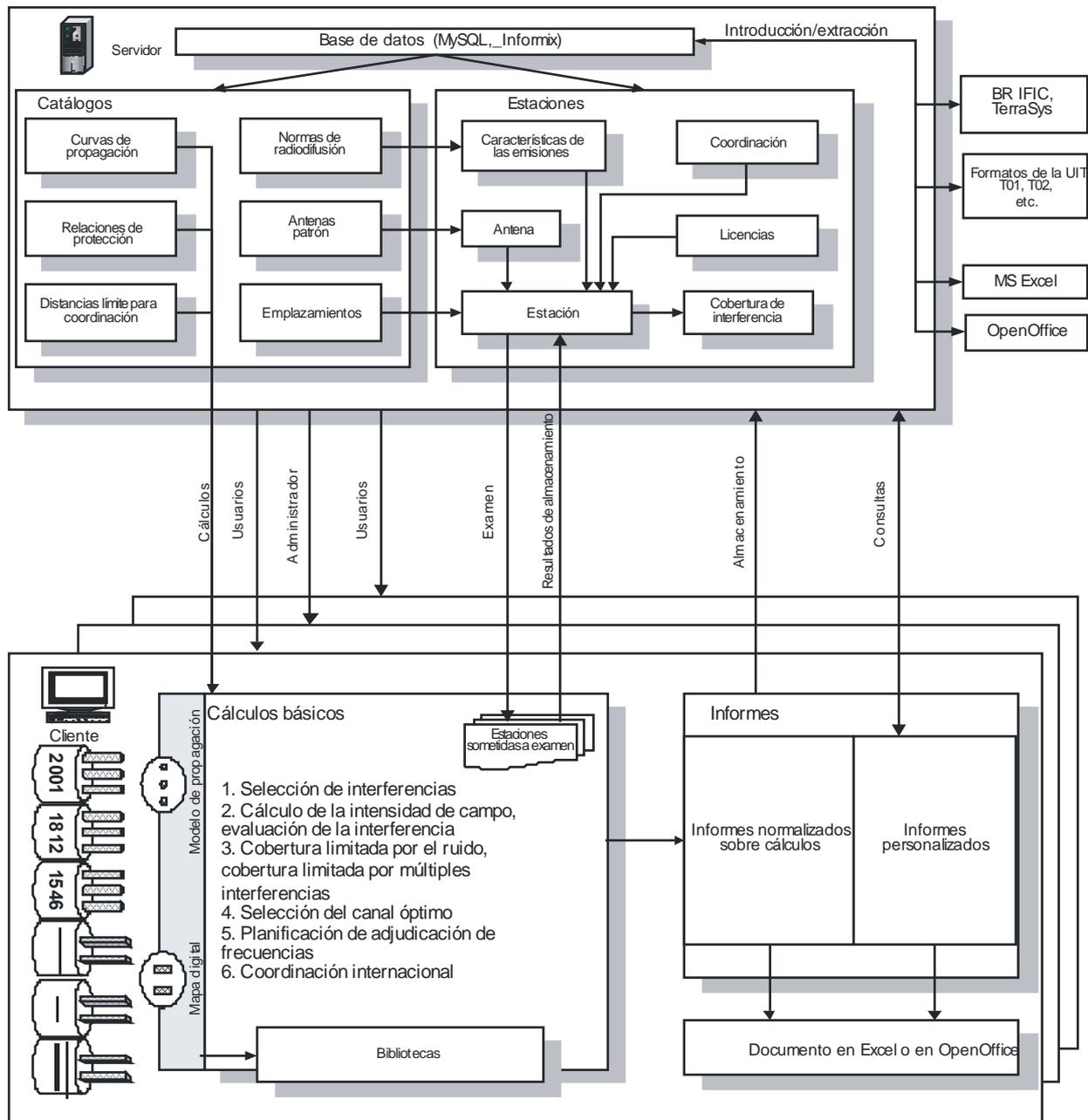
### 5.5 Visualización

Cualquier información textual o numérica se entiende con mayor facilidad cuando se muestra gráficamente. Para este fin existe un módulo de visualización a disposición del usuario constituido por un módulo de presentación en un mapa bidimensional y la exportación de los datos a medios tridimensionales de Google Earth.

Al suministrar los datos GIS, se puede utilizar el módulo Panorama; asimismo, se puede descargar cualquier imagen por puntos o vectorial. La Figura A6-1 resume los cinco módulos descritos.

FIGURA A6-1

Diagrama de bloques general del programa RAKURS



## 6 Características de funcionamiento

Los cálculos de CEM de gran precisión para una amplia cantidad de estaciones requieren una gran potencia de cálculo. RAKURS se diseñó de tal forma que, cuando es preciso, puede activar todos los ordenadores o superordenadores disponibles en la red local.

Gracias a esta capacidad, el Centro de análisis de CEM del NIIR es capaz de realizar cálculos con una velocidad cientos de veces superior a la de un único ordenador. Además, cada vez es más realista el objetivo de optimizar grandes redes de acceso inalámbrico de banda ancha y de radiodifusión.

## 7 Información geográfica

El programa RAKURS dispone de un sistema cartográfico completo y flexible. Sus características básicas son:

- uso de matrices de datos de altitud (ASTER GDEM, SRTM, GLOBE), así como datos proporcionados por el usuario;
- uso de mapas IDWM de las zonas costeras y de la conductividad del suelo;
- uso de datos cartográficos OpenStreet;
- creación de mapas de usuario a partir de cualquier imagen de puntos o vectorial;
- uso de datos gratuitos de la flora (GlobeCover), así como de datos definidos por el usuario;
- uso de datos sobre las características de la zona (Figura A6-1);
- uso de información sobre límites de ciudades para la evaluación de la población en la zona de cobertura.

FIGURA A6-1

**Análisis de todas las estaciones analógicas protegidas a la hora de implantar la televisión digital con sus zonas de cobertura en una pequeña zona fronteriza entre dos países**

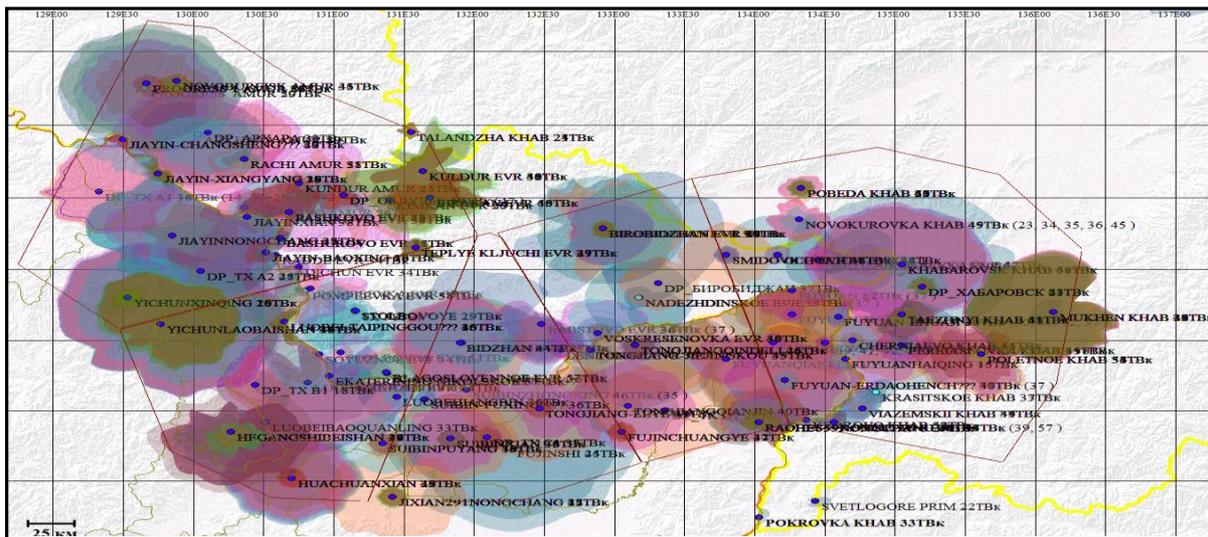
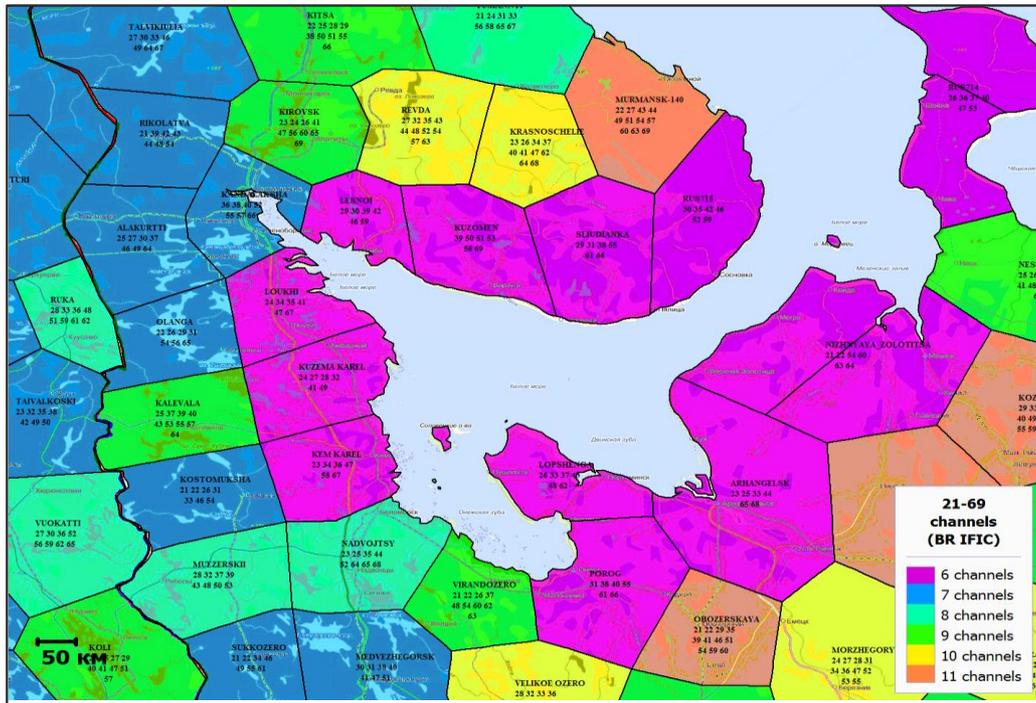


FIGURA A6-2

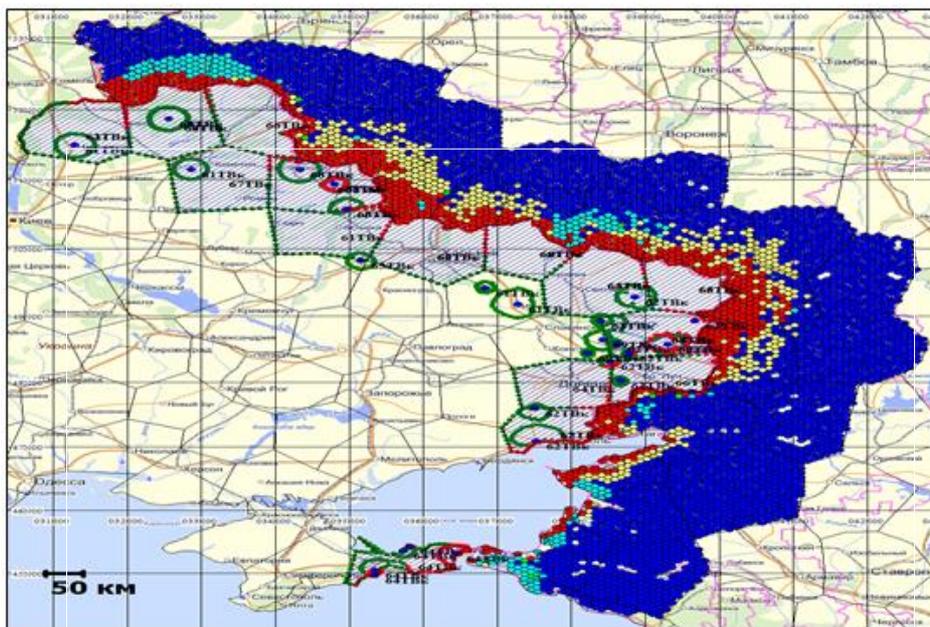
**Análisis de una región problemática en la zona fronteriza**



Cat-A06-02

FIGURA A6-3

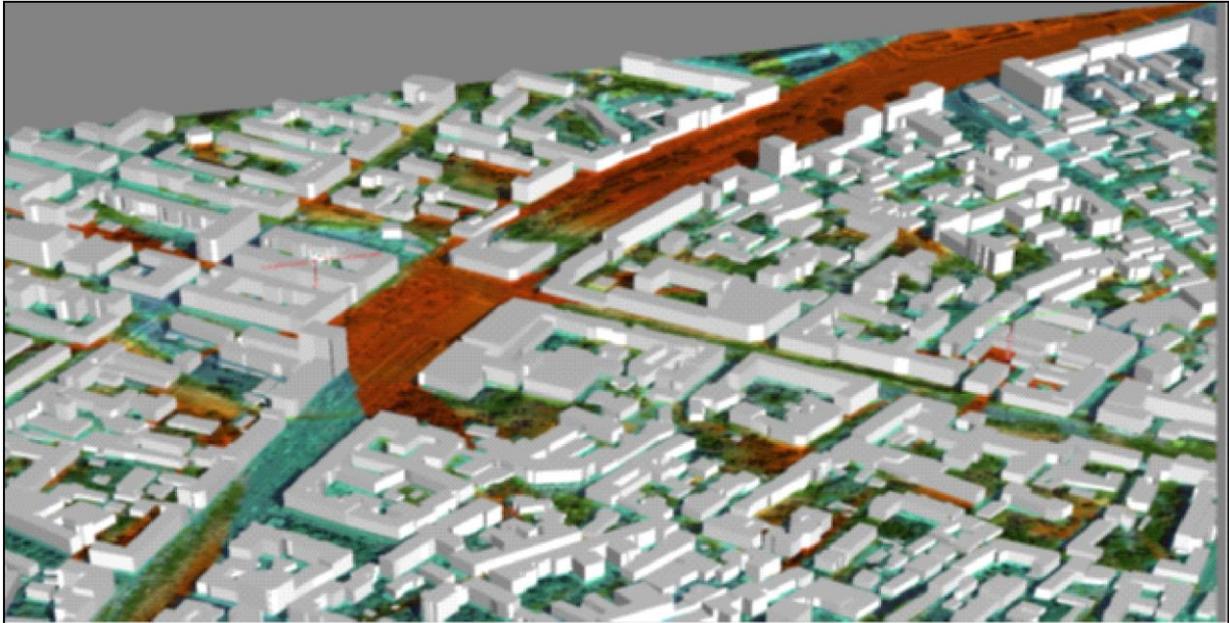
**Red LTE virtual. Análisis del efecto de las interferencias en las adjudicaciones de frecuencia de un país vecino. Las estaciones LTE compatibles con adjudicaciones de frecuencias de un país limítrofe están coloradas en azul**



Cat-A06-03

FIGURA A6-4

**Cálculo de la zona de cobertura de una estación DVB-H en un entorno urbano**



Cat-A06-04

### **Referencias bibliográficas**

- [1] Dotolev V.G., Krutova O.E., Smolitch L.I. Software package for spectrum management in the broadcasting service. *Electrosviaz*, 2003, No 7 (en ruso).

## ANEXO 7

### ICS suite, sistema automatizado de gestión del espectro

#### 1 Introducción

El ICS suite, sistema automatizado de gestión del espectro desarrollado por ATDI S.A., Francia, ya está instalado y operativo en un gran número de organismos reguladores.

Los principales objetivos de esta solución radican en ayudar a los reguladores en la gestión de los procedimientos administrativos, optimizar el espectro (para todos los servicios radioeléctricos), validar los nuevos servicios y evitar las interferencias con los sistemas existentes y almacenar de forma segura los datos administrativos y técnicos.

Las herramientas de regulación de ATDI tienen tres vertientes: un conjunto de herramientas informáticas que funcionan con una arquitectura cliente-servidor; una gama de herramientas para integrarlas en otros sistemas y una gama de productos basados en la web para facilitar servicios de gestión del espectro concretos.

El despliegue de ICS suite no consiste sólo en la entrega de estas herramientas. También se prestan numerosos servicios como la migración de datos, la personalización del software y su integración, la formación, el soporte técnico y las actualizaciones de los programas.

#### 2 Soporte lógico

El Sistema automatizado de gestión del espectro desarrollado por ATDI está constituido por tres aplicaciones principales:

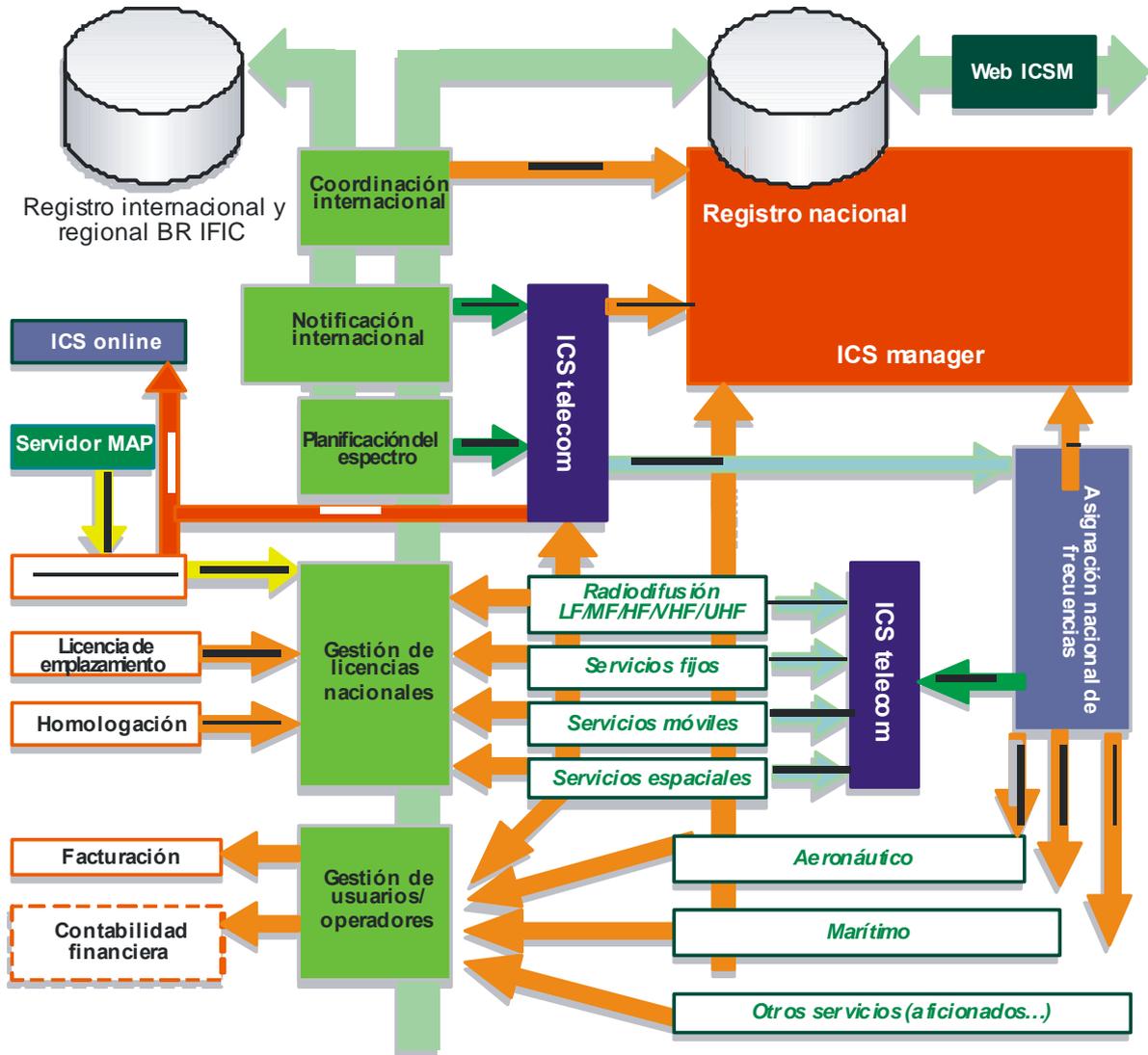
**ICS manager**, soporte lógico de gestión del espectro;

**ICS telecom**, soporte lógico de gestión del espectro para la planificación radioeléctrica y técnica;

**ICS online**, herramienta de publicación que permite compartir los informes de red y los mapas de planificación del espectro en línea.

FIGURA A7-1

**ICS Suite: Sistema automatizado de gestión del espectro de ATDI**



Cat-A07-01

**2.1 ICS manager**

ICS manager es una plataforma flexible desarrollada para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los reguladores en todos los ámbitos relacionados con la gestión y el control del espectro.

ICS manager es la piedra angular de la sección de gestión del espectro del regulador.

Su gestor de datos gestiona todos los datos relativos a la gestión del espectro, comprobando permanentemente la coherencia de los datos.

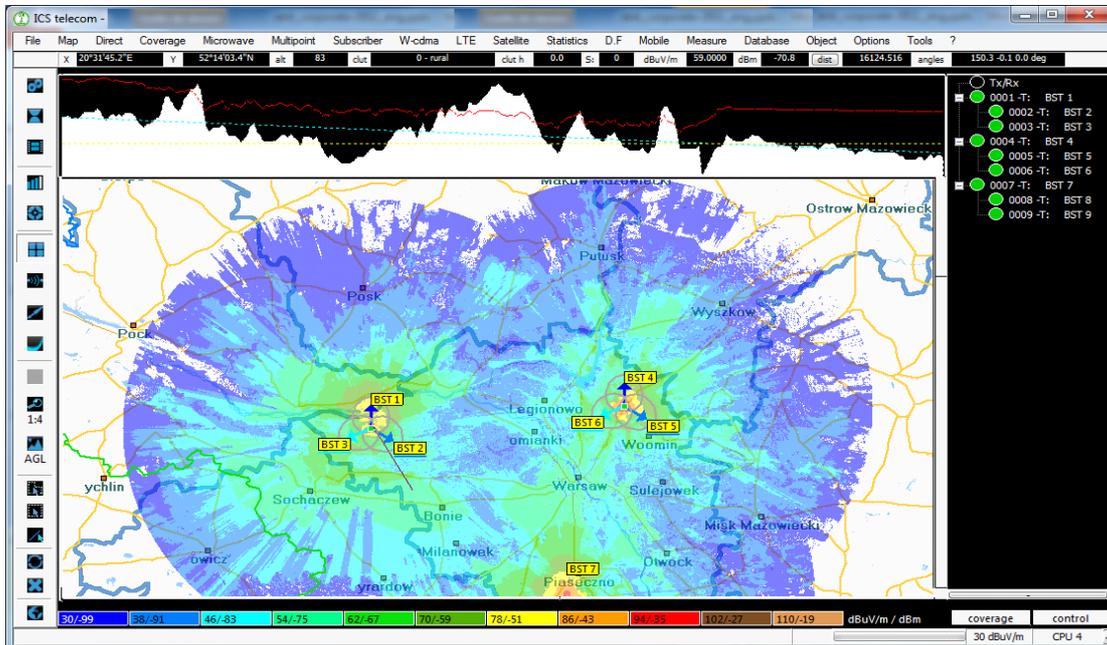
Su motor de control de procesos permite la implementación de procesos automatizados. Las principales características de ICS manager son:

- gestión de los procedimientos administrativos (gestión de licencias, gestión operativa) de conformidad con las reglas y procedimientos nacionales, regionales e internacionales en vigor;



FIGURA A7-3

## Ejemplo de cálculo de cobertura en ICS telecom



Cat-A07-03

ICS telecom es capaz de realizar modelos de cualquier sistema radioeléctrico desde una zona local a todo un país.

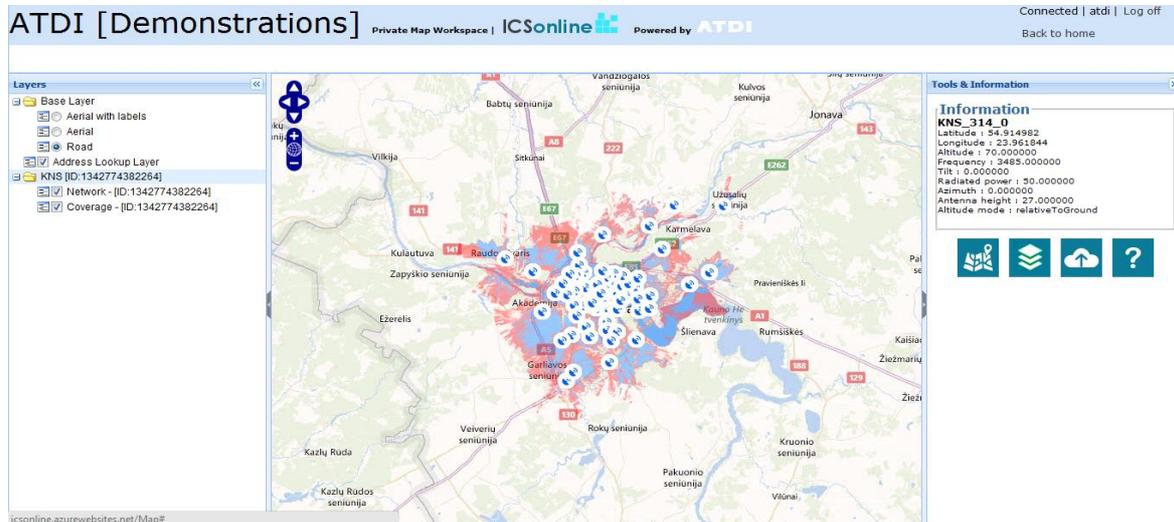
ICS telecom es utilizada por propietarios de redes y órganos de regulación. La lista de características de ICS telecom está disponible en el enlace [www.atdi.com](http://www.atdi.com) pero, en lo que se refiere a la gestión del espectro, el cálculo se utiliza principalmente para evaluar una nueva tecnología (por ejemplo, la compatibilidad entre LTE y DTT), para la optimización y comprobación técnica del espectro, la regulación y las limitaciones medioambientales y la coordinación internacional, bilateral y nacional. Asimismo, el cálculo de riesgos para el ser humano es una característica útil para los reguladores nacionales.

ICS telecom tiene aplicaciones en todas las redes radioeléctricas modernas, tanto fijas como móviles, y en un agama de frecuencias de 10 kHz a 450 GHz, incluidas la radio y televisión analógica y digital, la PMR analógica y digital, los sistemas móviles 2G/3G/4G, WIFI, WIMAX, radar, satélites, enlaces de microondas, acceso inalámbrico de banda ancha, AMR, redes inteligentes, punto a punto, punto a multipunto, HF, aeronáutico, UAV.



FIGURA A7-5

## Ventana principal de ICS online



Cat-A07-05

ICS online es un servicio en la nube que permite utilizar una cuenta única y su URL asociada para acceder a los datos que se tienen que compartir. Esos datos están disponibles al público en modo restringido (sólo los usuarios que disponen de una clave son capaces de ver los datos) o en un modo privado (protegido con registro de acceso/contraseña).

### 3 Ejemplo de control de procesos en ICS manager: completión y almacenamiento de solicitudes de licencias y emisión de licencias

#### 3.1 Completión y almacenamiento de licencias

Todas estas acciones se realizan en diferentes fases que dependen de cada administración y que pueden implicar diferentes departamentos (departamento financiero, técnico, de homologación, de comprobación técnica).

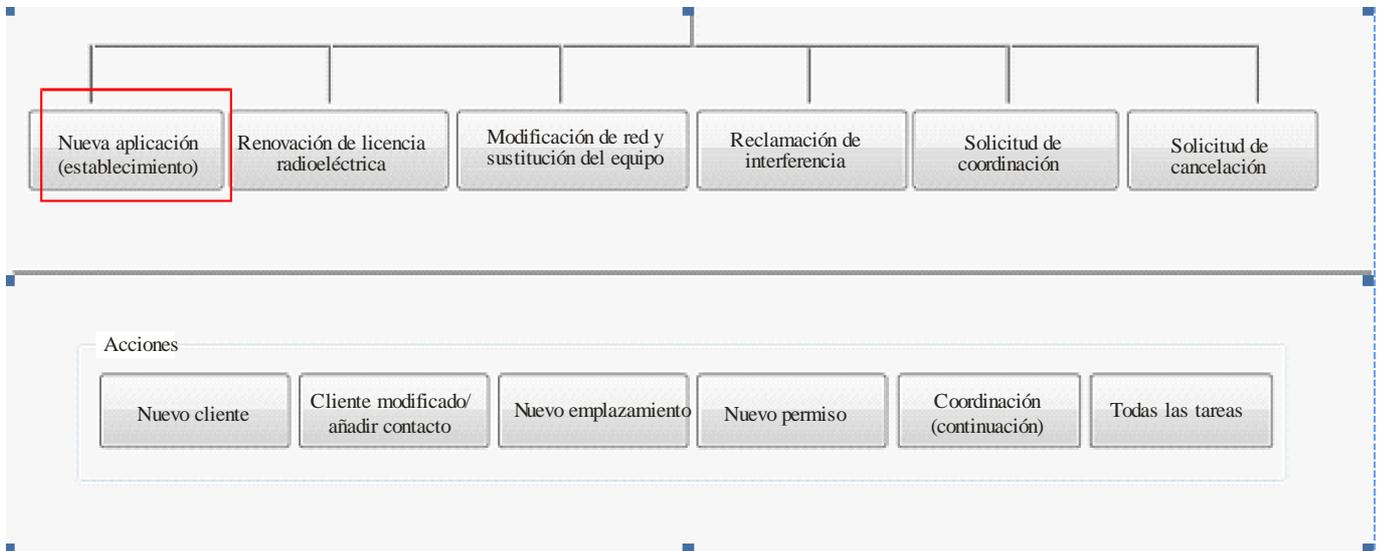
Por consiguiente, las diferentes fases que se ofrecen a continuación sólo deben considerarse como un ejemplo.

En ICS manager el proceso del flujo de trabajo se puede crear a partir de los diferentes formularios de solicitud de aplicación.

Este proceso se puede iniciar desde una pantalla de inicio e incluye todos los atajos necesarios para manejar los procesos principales.

FIGURA A7-6

### Pantalla de inicio personalizada para los procesos de gestión del espectro en ICS manager



Cat-A07-06

En ICS manager se pueden implementar todo tipo de formularios; esta es la razón por la que la noción de formulario de aplicación descrito más adelante se ofrece como un ejemplo que puede modificarse si es preciso.

Un formulario de solicitud para una licencia puede consistir en tres formularios diferentes: el formulario de identificación del solicitante, el formulario de identificación del emplazamiento y el formulario principal.

#### Formulario de identificación del solicitante:

Esta solicitud se requiere en 3 casos diferentes: para solicitar un nuevo cliente/operador, para modificar la información del solicitante y para añadir un nuevo contacto perteneciente al mismo cliente/operador.

#### Formulario de identificación de emplazamiento:

Este formulario de solicitud se precisa normalmente cuando el emplazamiento mencionado en el formulario de solicitud principal no se encuentra en la base de datos. Aunque este formulario no sea obligatorio para el análisis técnico, se requiere para completar la base de datos.

#### Formulario principal:

Este formulario podría diferir dependiendo del tipo de solicitud, por ejemplo, estaciones planificadas de radiodifusión sonora en ondas métricas, estaciones planificadas de radiodifusión de televisión en ondas métricas/decimétricas, estaciones de radiodifusión sonora en ondas kilométricas/hectométricas, sistemas fijos punto a punto y punto a multipunto.

Este formulario es obligatorio para poder iniciar la tramitación de cualquier tipo de solicitud ya sea una nueva «adición», modificación, supresión o renovación.

Incluye la información mínima necesaria, principalmente información técnica, que permite realizar el análisis técnico mientras ofrece al usuario la posibilidad de completar los requisitos de solicitud de licencia para los formularios previos en paralelo, evitando así los retrasos sin afectar al análisis técnico.

Una vez completado el formulario de solicitud, se crea automáticamente un registro de licencia que se almacena en la base de datos con los parámetros de entrada asociados.

FIGURA A7-7

## Vista del registro de licencia en ICS manager

Network Licence n°751

General | Process | Contents | Custom | Appears in | Monitoring | Attachments

Description

Licence identifier: ref0000111

Telecom system: DVBT

LIC\_Type: [dropdown]

First start date: 22 Jan 2008

LIC\_Category: [dropdown]

LIC\_Family: [dropdown]

LIC\_Adm unit: [dropdown]

LIC\_State: [dropdown]

LIC\_Service area: [text]

Remark: [text]

Type: [dropdown]

ID= 49

Name= BROADCAST

Description= Broadcast Radio and television broadcast

Applicant: [text]

Contact: [text]

Name= (400) Siemens

Representative=

City= Ruwii (PO.BOX 1206)

Last extension

Type of extension: C - Creation

Signing date: 22 Jan 2008

Start date: 22 Jan 2008

Stop date: 21 Jan 2009

Termination date: [dropdown]

Number of equipments: [text]

Number of frequencies: 1

Number of subscribers: [text]

Fee: 836.00 \$

Exempted

Created by ADMIN (22 Jan 2008 07:23:47)

Modified by ADMIN (22 Jan 2008 13:49:03)

Save and exit | Cancel and exit | Save changes

Cat-A07-07

Toda la información de la licencia se puede recuperar simplemente editando el registro de licencia:

- tipo, familia, categoría, solicitud de frecuencia;
- datos del solicitante;
- parámetros de la estación o red;
- parámetros de la frecuencia;
- parámetros de las antenas;
- parámetros de la ubicación.

### 3.2 Concesión de licencias

Una vez completada la solicitud o solicitudes, ICS manager genera directamente los parámetros necesarios para instaurar una licencia, despliega la pantalla de licencia de red y se puede iniciar la concesión de nuevas licencias.

ICS manager organiza la secuencia de las gestiones y la distribución por departamentos de cada gestión.

Para gestiones con condiciones, se otorgará a los usuarios las opciones disponibles para proceder según el flujo de trabajo. El sistema analiza automáticamente la compleción de los datos y el tratamiento de errores para lograr las mejores prestaciones y la mayor corrección de los datos.

Algunos de estos datos se describen a continuación.

*Paso 1: Petición de tasa de solicitud gestionada por el departamento financiero:*

El usuario puede imprimir el formulario que hay que enviar al solicitante pulsando en el botón Process Action.

ICS manager detecta automáticamente qué informe debe imprimirse.

El usuario puede comprobar si se ha pagado en su totalidad o parcialmente la tasa comprobando la factura del cliente.

*Paso 2: Inclusión de estaciones, redes y/o equipos:*

El usuario puede incluir todas las estaciones y equipos vinculados a la estación.

Después de incluir todas las estaciones y equipos necesarios a la licencia, ICS manager comprueba que los datos estén completos.

Si faltan algunos datos, se envía un mensaje detallado sobre los datos que faltan de forma que el usuario tiene la posibilidad de añadir toda la información que falte.

Pulsando dos veces en el error se abre automáticamente la página correspondiente para corregir la información que falta.

*Paso 3: Investigación de homologaciones (realizada por el departamento de homologación):*

El departamento comprueba si es necesaria o no una homologación, así como si se necesita o no un permiso de importación.

*Paso 4: Comprobación nacional/internacional de frecuencias para la disponibilidad del espectro:*

Tras completar los datos, se pueden iniciar las gestiones relativas a la coordinación nacional e internacional y todas las gestiones necesarias proseguirán hasta que se hayan completado las acciones de coordinación: análisis de interferencia, análisis de coordinación (zonas, países, etc.).

Los análisis técnicos se realizarán en ICS telecom.

Una vez validados técnicamente los equipos y estaciones, podrá continuar la tramitación de la concesión de licencias.

Las gestiones finales se refieren principalmente el cálculo de las tasas (tasa radioeléctrica, tasa de registro y uso).

La emisión de facturas (cálculos de tasas) no se detalla en este documento.

Las secuencias de pasos aparecerán hasta el paso final en el que el sistema concederá las licencias pertinentes y registrará todos los equipos con licencias válidas/concedidas.

El estado de la licencia se actualiza automáticamente.

Todas las licencias se consideran como licencias válidas hasta la fecha de caducidad o cuando se haya realizado una renovación, modificación o cancelación con un nuevo flujo de trabajo para ello.

## **4 Servicios**

La entrega de un sistema automatizado de gestión del espectro a un regulador es mucho más que el suministro de herramientas. En particular, se deben tener en cuenta las actividades que se muestran a continuación.

- Conversión de las bases de datos existentes a un nuevo formato de base de datos.  
Esta tarea en apariencia sencilla puede llevar mucho tiempo puesto que los clientes a menudo tienen varias bases de datos (por ejemplo para diversos servicios) y la importación de los datos puede encontrar incoherencias y errores (por ejemplo nombres distintos para un único emplazamiento con diferentes coordenadas en algunos casos, etc.).
- Personalización de la plataforma a los procesos y necesidades del cliente (incluidos los servicios de internet).  
Esto incluye la preparación de plantillas de formulario, la introducción de todas las fórmulas para calcular las tasas, la introducción de controles de procesos específicos, la preparación de informes, la definición de perfiles de usuarios con los derechos adecuados, etc.
- Integración de la plataforma con aplicaciones de cliente existentes.
- Instalación del sistema, formación y capacitación práctica.
- Asistencia in situ durante la puesta en marcha del sistema.
- Formación.



## ANEXO 8

### **Rohde & Schwarz – Solución integrada de sistemas automatizados de gestión y de comprobación técnica del espectro**

#### **1 Necesidad**

La Recomendación UIT-R SM.1537 recomienda que las administraciones que llevan a cabo la gestión del espectro y la comprobación técnica del espectro consideren la utilización de un sistema integrado y automatizado que emplee una base de datos común con las siguientes funcionalidades.

- Acceso remoto a los recursos del sistema.
- Detección automática de infracción.
- Asignación de frecuencia y concesión de licencias.
- Herramientas para apoyar la ingeniería del espectro.
- Medición automática de los parámetros de la señal.
- Medición automática de la ocupación junto con mediciones opcionales de radiogoniometría.
- Calendario de mediciones para realización inmediata o futura.
- Moderna interfaz gráfica de usuario.

El sistema de gestión y de comprobación técnica del espectro puede proporcionar esta funcionalidad sólo si se dispone de un intercambio de datos bidireccional bien definido entre la parte de gestión y la parte de comprobación técnica del sistema.

Para conseguir la mejor solución para las administraciones se recomienda la implantación de una interfaz abierta plenamente definida entre los sistemas de gestión del espectro y los sistemas de comprobación técnica del espectro. De esta forma, cada administración tendrá la oportunidad de seleccionar la solución que mejor satisfaga sus necesidades a partir de ambos sistemas – comprobación técnica del espectro y gestión del espectro – y no se ve obligada a ningún compromiso. Asimismo, si surge la necesidad de una modificación debida a la innovación tecnológica o a un cambio en el flujo de trabajo, no será necesario modificar la totalidad del sistema.

#### **2 Solución**

Para permitir una utilización óptima del espectro de frecuencias y para proporcionar el intercambio bidireccional de datos entre la gestión del espectro y la comprobación técnica del espectro, Rohde & Schwarz ha desarrollado, gracias a una experiencia de más de 25 años en la realización de sistemas de comprobación técnica del espectro, una interfaz abierta que permite la integración de cualquier sistema de gestión del espectro.

Se han realizado con éxito los proyectos de referencia con las siguientes empresas de gestión del espectro.

- **LS telcom** (incluidos Spectrocan y CTS)  
Por ejemplo, el sistema nacional de gestión y de comprobación técnica del espectro (NSMMS) de la Oficina de Telecomunicaciones checa (CTO)
- **ATDI**  
Por ejemplo, el sistema nacional de comprobación técnica del espectro para la Superintendencia de Telecomunicaciones de Ecuador.
- **Aplicación SMS4DC de la UIT**

Esta aplicación está también totalmente integrada (véase el Anexo 6 al Informe del Presidente de la Comisión de Estudio 1, Grupo de Trabajo 1C de fecha 18.10.2010) y están en funcionamiento implementaciones tales como la «Gestión nacional del espectro» de Mónaco.

- **Soluciones propias del cliente**

Debido a la arquitectura abierta de R&S®ARGUS, resulta inmediata la integración de aplicaciones de bases de datos propias del cliente adicionales, independientemente del sistema operativo o de la base de datos. Un buen ejemplo de ello es una integración y un intercambio de datos sencillos que permite una aplicación desarrollada en el Centro de investigación de comunicaciones y gestión del espectro de la Universidad Bilkent.

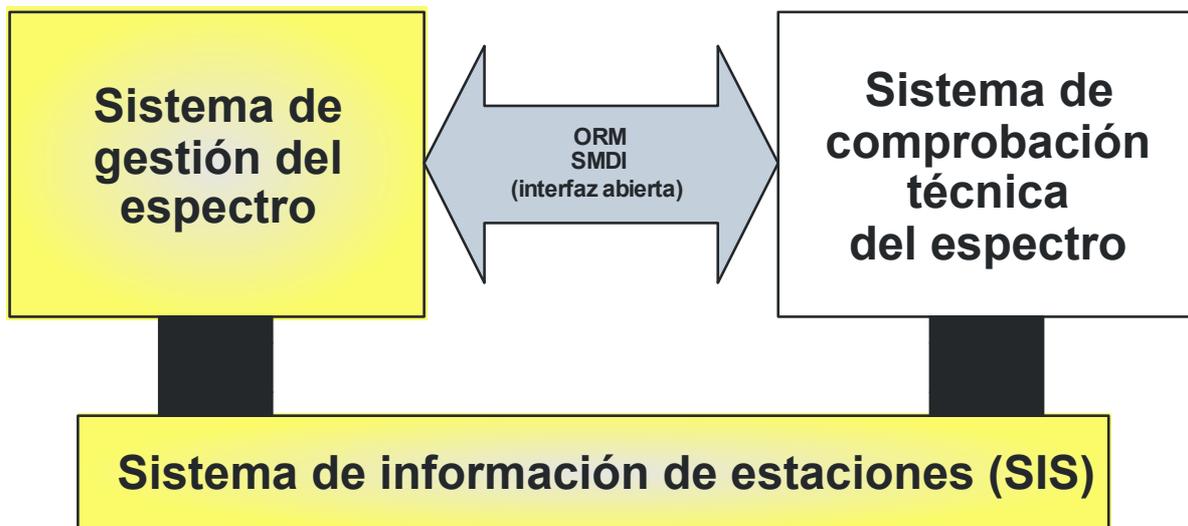
Sistema de referencia: Comprobación técnica nacional del espectro «SIMON» para la autoridad nacional de comunicaciones de Hungría.

La interfaz abierta para la integración de sistemas de gestión del espectro también ofrece todas las funcionalidades que permiten integrar plenamente el sistema de comprobación técnica ARGUS en los sistemas de gestión del espectro chinos basados en el protocolo normalizado chino «RMTP».

### 3 Integración del sistema

FIGURA A8-1

Esquema de un sistema integrado



Cat-A08-01

La interfaz abierta permite el intercambio bidireccional de datos entre el sistema de gestión del espectro y el sistema de comprobación técnica del espectro.

#### **ORM (Order Report Module)**

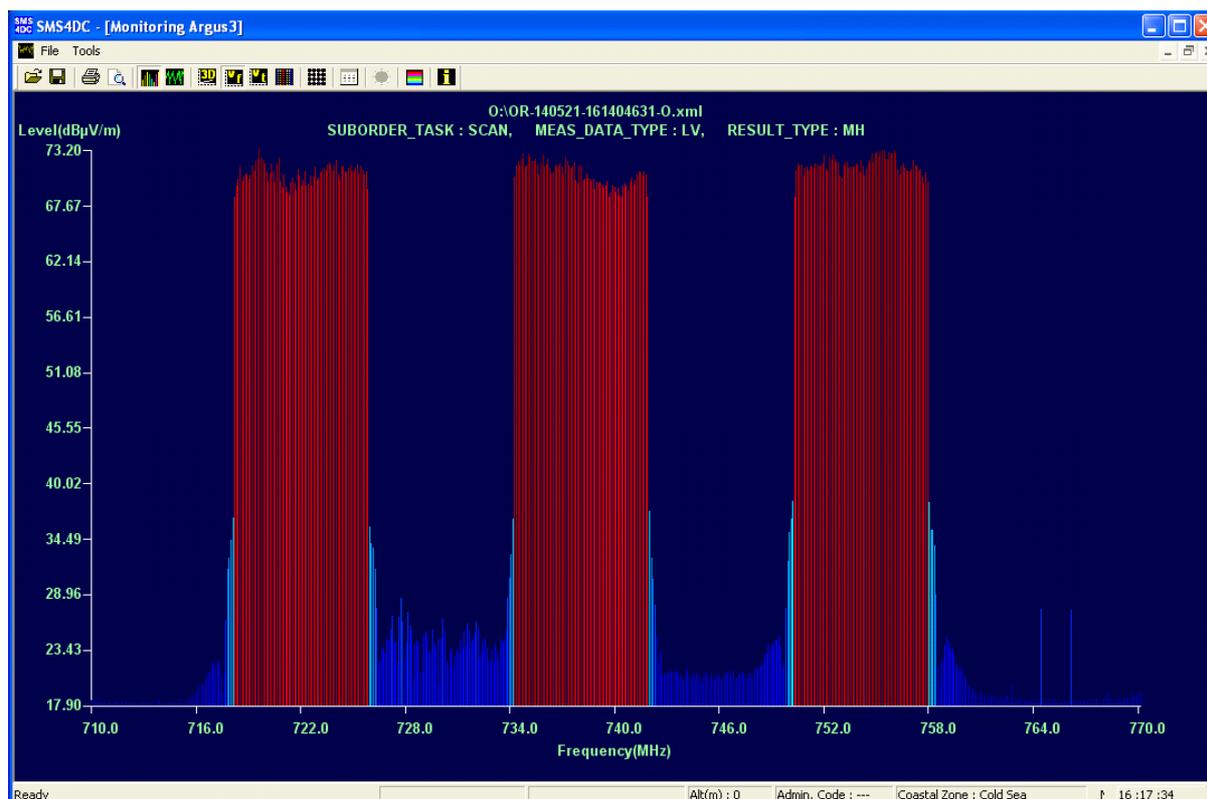
Este módulo define toda la estructura de datos y todas las instrucciones para acreditar el sistema de comprobación técnica mediante el sistema de gestión del espectro. Se puede utilizar para indicar las tareas de medición que se realizarán automáticamente mediante el sistema de comprobación o, si se solicita, un operador del sistema de comprobación puede procesar la tarea. Los resultados de las mediciones se transfieren automáticamente al sistema de gestión.

**SMDI (Interfaz de datos de gestión del espectro)**

Proporciona toda la estructura de los datos y todas las instrucciones para permitir al sistema de comprobación del espectro acceder a los datos almacenados en la base de datos del sistema de gestión del espectro.

FIGURA A8-2

**Resultados de mediciones de comprobación técnica recopilados mediante R&S®ARGUS y visualizados en el sistema de gestión del espectro SMS4DC**



Cat-A08-02

**Sistema de gestión del espectro**

Gracias a la interfaz abierta plenamente definida se puede conectar cualquier sistema de gestión del espectro al sistema de comprobación técnica del espectro para constituir un sistema global integrado. Sigue estando disponible la automatización de cada uno de los sistemas.

El sistema de gestión del espectro atiende, basándose en la información almacenada en su base de datos, las solicitudes del sistema de comprobación técnica del espectro sobre, por ejemplo, parámetros técnicos o estado de las licencias.

El sistema de comprobación técnica del espectro realiza todas las tareas de medición necesarias para el sistema de gestión del espectro con el fin de garantizar una utilización óptima de los recursos limitados del espectro de frecuencias.

La Figura A8-2 muestra un ejemplo de los resultados de mediciones realizadas.

Esta tarea de medición se puede realizar automáticamente o mediante un operador del sistema de comprobación técnica dependiendo de la solicitud proveniente del sistema de gestión del espectro y de la propia tarea de medición.

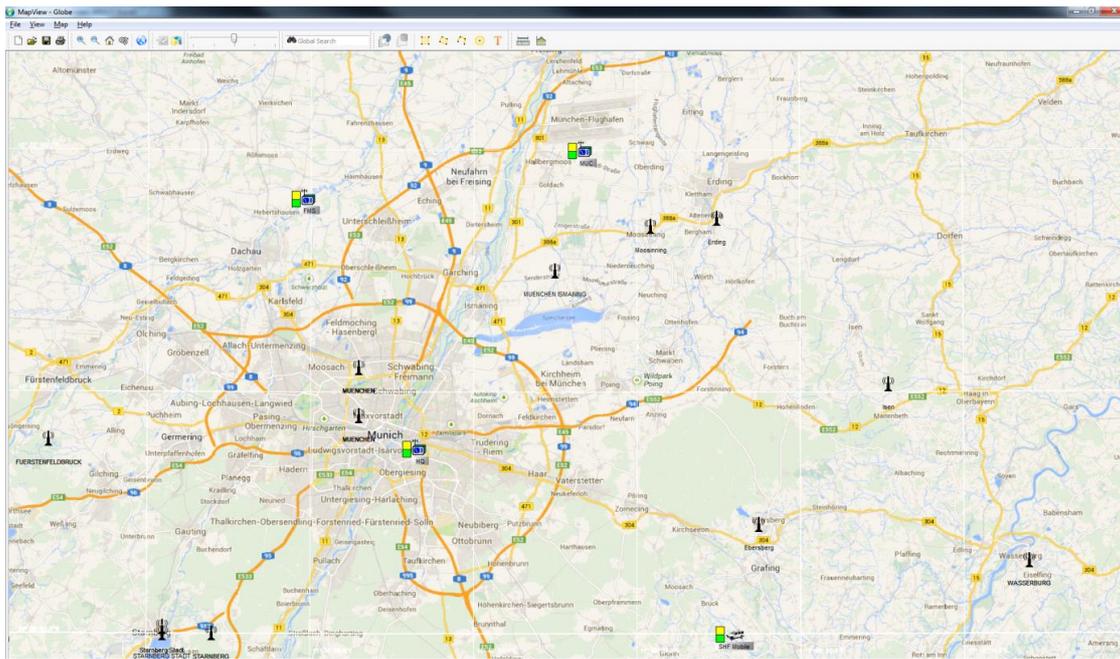
### **Sistema de información de estaciones (SIS)**

Un componente muy importante para un sistema integrado es el sistema de información de estaciones que proporciona información sobre el estado vigente de las estaciones de comprobación técnica, de los equipos instalados y de su disponibilidad y utilización. Esta información es imprescindible para fines de gestión y se puede obtener mediante el sistema de información de estaciones (SIS) de R&S®ARGUS.

El SIS facilita siempre información actualizada sobre todas las estaciones de comprobación técnica de la red. Todas las estaciones de medición de la totalidad de la red de comprobación técnica se presentan en un mapa con toda la información pertinente sobre el estado real de la estación (por ejemplo, tipo, usuarios inscritos, mediciones en curso, estado de los dispositivos, etc.). Además se muestran todos los transmisores conocidos (véase la Figura A8-3).

FIGURA A8-3

### **Visualización de las estaciones de comprobación técnica con su estado y los transmisores conocidos**



Cat-A08-03

### **Sistema de comprobación técnica del espectro**

R&S®ARGUS cubre perfectamente la parte del sistema de comprobación técnica que es el fundamento de la gestión de espectro.

Los sistemas de comprobación técnica del espectro de R&S®ARGUS ofrecen todas las funcionalidades para satisfacer las necesidades de la gestión del espectro y cumplir las recomendaciones del Manual sobre comprobación técnica del espectro del UIT-R (Edición 2011) y las correspondientes Recomendaciones del UIT-R. En particular se cumplen totalmente los requisitos definidos en la Recomendación UIT-R SM.1537-1 (08/2013).

FIGURA A8-4

Estación de comprobación técnica móvil típica



Cat-A08-04

FIGURA A8-5

Estación de comprobación técnica para condiciones difíciles



Cat-A08-05

A continuación se resumen algunas funciones y funcionalidades adicionales que ofrecen los sistemas de comprobación técnica de Rohde & Schwarz basadas en 25 años de experiencia de trabajo en el ámbito de la gestión y la comprobación básica del espectro gracias a un proceso continuo de desarrollo y mejora.

- **Modo de medición automática (AMM)**

El modo de medición automática cumple dos objetivos principales:

Realizar tareas de medición automática partiendo de una programación específica.

- El modo de medición automática se utiliza para realizar de forma automática mediciones siguiendo una programación. El usuario define las tareas de medición y las inicia. Las medidas se realizan automáticamente tal y como las ha definido el usuario. Los resultados de las mediciones se pueden evaluar mientras la tarea está en curso o una vez que se haya completado. Se pueden realizar mediciones cíclicas a determinadas horas del día y durante un periodo de días, meses e incluso años.
- Detecta automáticamente si un resultado está fuera de la gama de valores definida por el usuario (es decir, se produce una alarma) y, cuando así lo define el usuario, realiza mediciones adicionales para un análisis detallado de la frecuencia que provocó la alarma.

Se puede definir un límite superior y/o inferior para cada frecuencia y parámetro. Cuando se supera uno de estos límites durante la medición se dispone de diversas opciones. Es posible, por ejemplo, realizar diversas mediciones de modulación, se pueden registrar los datos de audio o se pueden integrar estaciones de medición adicionales con equipos DF o TDOA con el fin de determinar la ubicación del emisor. También se pueden controlar los posicionadores y mástiles de forma que también es posible realizar mediciones para determinados azimuts, elevaciones, polarizaciones y alturas. Si las mediciones vienen definidas por un organismo regional o nacional y se realizan en una estación de comprobación técnica distante, no se precisa una conexión permanente durante las mediciones, lo que reduce de forma drástica los costes de la red.

- **Modo de medición interactiva (IMM)**

El modo de medición interactiva se utiliza para obtener una visión general de parte del espectro para analizar e identificar emisiones electromagnéticas, obtener resultados mientras se mueve una antena, analizar la intermodulación, realizar mediciones de cobertura y detectar automáticamente señales desconocidas. Los siguientes modos IMM proporcionan un acceso directo a diversas actividades:

- visión general del espectro;
- análisis de la señal;
- análisis de las antenas;
- análisis de intermodulación;
- mediciones de cobertura;
- detección de infracciones.

Los resultados de las mediciones se pueden guardar para una evaluación ulterior o se pueden imprimir. También se puede imprimir un informe directamente del IMM.

- **Mediciones de la ocupación**

La UIT recomienda las mediciones que deben realizarse, cómo hacerlas y cómo evaluar sus resultados.

Se han implementado los siguientes análisis de acuerdo con la UIT:

- ocupación de la banda de frecuencias;
- ocupación del canal de frecuencias;
- ocupación de frecuencias por el usuario;
- estadísticas de los valores medidos;
- estadísticas de transmisión;
- estadísticas de ocupación de tonos infravocales;
- detección de infracciones.

- **Modo de medición de ubicación (LMM)**

El modo de medición de ubicación proporciona diferentes técnicas para ubicar con precisión un transmisor. El principio tradicional de ángulo de llegada (AoA) combina líneas de marcación mediante radiogoniómetros. El método de diferencia de tiempos de llegada (TDOA) establece una correlación de los datos I/Q provenientes de diversos dispositivos. El planteamiento híbrido de combinar AoA y TDOA proporciona una solución inmejorable, aprovechando las ventajas de las dos técnicas de localización. Además, el LMM proporciona la funcionalidad del modo paralelo de generaciones anteriores de R&S@ARGUS para proporcionar un modo de operación multiestación potente.

- **Modo de medición guiada (GMM)**

Las mediciones guiadas incluyen las siguientes capacidades de comprobación técnica:

- señales analógicas (GMM);
- señales digitales (DM);

- señales pulsadas (PMM);
- mediciones de cobertura (CMM)

El principal objetivo del planteamiento de R&S®ARGUS es proporcionar un soporte óptimo al usuario y permitir un trabajo directo, eficiente y orientado a los objetivos. Las opciones que temporalmente no son lógicas o no están disponibles se desactivan. También se implementan mensajes de error informativos para facilitar información sobre cómo resolver y evitar problemas. La supresión o pérdida de datos accidental es prácticamente imposible.

No obstante, R&S®ARGUS va más allá puesto que se trata del único producto de su género que ofrece modos de medición guiada, proporcionando lo último en soporte al usuario. El usuario sólo precisa seleccionar la frecuencia o frecuencias de interés junto con los parámetros de medición, por ejemplo, intensidad, separación, anchura de banda y ocupación de la banda. Mediante una base de datos interna, R&S®ARGUS propone automáticamente los instrumentos y la configuración de dispositivos más adecuados, por ejemplo, anchura de banda de IF, tiempo de detección y de medición. Esto permite incluso a los usuarios menos experimentados realizar inmediatamente mediciones que cumplen los requisitos de la UIT de forma rápida y fiable.

Los valores de la base de datos de conocimientos se basan en las Recomendaciones y directrices de la UIT pertinentes. Los usuarios autorizados pueden editar la base de datos y crear ampliaciones personalizadas, por ejemplo. Los valores que están fijados automáticamente son sugerencias. El usuario puede, por supuesto, modificar esos valores. Cualesquiera valores que no sean conformes a las recomendaciones se destacan en rojo y se genera una advertencia adecuada al principio de las mediciones. Si el usuario decide descartar la advertencia y proceder con esos valores, se incluirá el dato correspondiente en el encabezamiento del fichero de resultados.



## ANEXO 9

### **Iris – Sistema automatizado de gestión del espectro**

#### **1 Introducción**

Iris es un sistema de gestión del espectro de alta tecnología muy fiable que incluye herramientas de ingeniería del espectro, capacidades de administración, soporte de comprobación técnica y un módulo financiero/de facturación. Juntos constituyen un sistema integrado que soporta la administración de la gestión de frecuencias nacional, incluida la tramitación de licencias radioeléctricas. El usuario de Iris accede a una base de datos central a través de la red de comunicación de datos LAN/WAN proporcionando así a la organismo nacional de concesión de licencias del espectro todas las herramientas necesarias para soportar sus actividades de gestión del espectro.

Elbit Systems BMD y Land EW – Elisra Ltd. (anteriormente Tadiran Electronic Systems- TES) es un proveedor de servicios con 20 años de experiencia en el desarrollo de soluciones personalizadas para la gestión del espectro y la comprobación técnica del espectro, que satisface las necesidades concretas de autoridades de comunicaciones en todo el mundo.

Iris es el paquete informático de gestión del espectro desarrollado y diseñado por TES Spectrum Control Systems. Iris se basa en casos reales proporcionando soluciones en el ámbito de la gestión y de la comprobación técnica del espectro. Iris permite a las administraciones, a los operadores y a los proveedores de servicios gestionar la ingeniería y los aspectos económicos y administrativos del espectro electromagnético. Soporta la planificación y la asignación óptima de frecuencias a los usuarios, trata todas las fases del proceso de tramitación de licencias y soporta la recaudación de cánones por el uso del espectro.

Iris cumple plenamente las Recomendaciones del UIT-R. Las estructuras y campos de datos definidos en el sistema Iris para los tipos de equipos, tipos de estaciones y otros parámetros técnicos se basan en las Recomendaciones del UIT-R.

TES proporciona una solución completa para sistemas integrados de gestión del espectro y de comprobación técnica del espectro. El sistema Elbit proporciona sistemas de vanguardia llave en mano respaldados por un soporte logístico completo para garantizar la satisfacción del cliente. Los sistemas suministrados proporcionan soluciones a medida con una arquitectura abierta que cumple las últimas normas y garantiza una interfaz eficiente y sin problemas, aportando de esta forma valor añadido al regulador.

Cuando se combina con el sistema de comprobación técnica del espectro Elbit, el sistema de gestión del espectro Iris facilita una interfaz directa al sistema de comprobación. Se pueden configurar las sedes de ambos sistemas para que compartan una base de datos común, soportando así la transferencia inmediata de datos entre las dos aplicaciones. El sistema de gestión proporciona información sobre licencias del espectro y sobre estaciones a los sistemas de comprobación técnica permitiendo la comparación de las mediciones de la señal comprobada con los datos de las licencias para contribuir a identificar infracciones y discrepancias.

El sistema de gestión puede organizar misiones de comprobación técnica que contribuyan a la validación de las solicitudes de licencia y a la resolución de reclamaciones. Cuando se dispone de los resultados de comprobación técnica, el sistema de comprobación del espectro presenta los resultados de forma que la información está inmediatamente disponible al personal encargado de las licencias.

#### **2 Principales funciones de Iris**

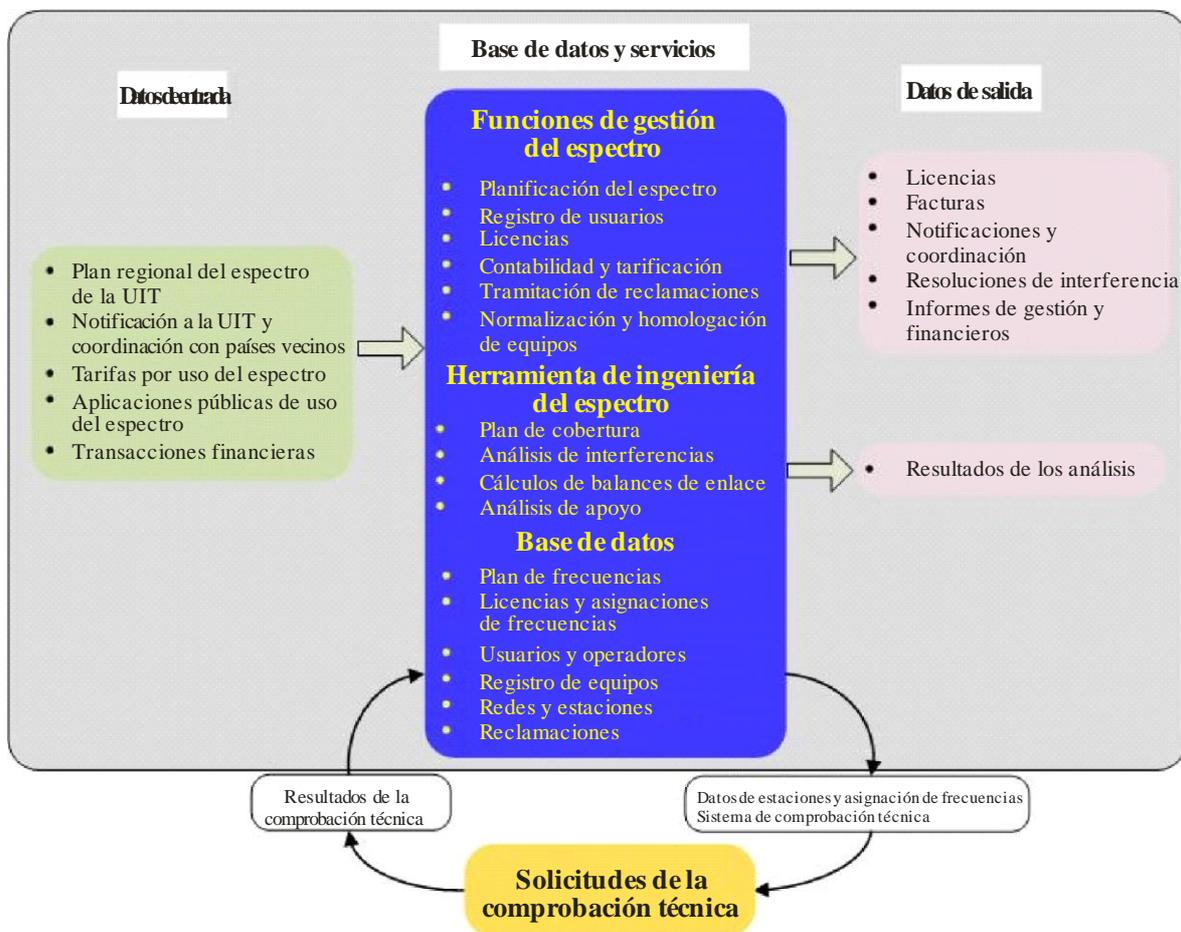
Las principales funciones de Iris, sus datos de entrada y de salida, se muestran en la Figura A9-1.

### 2.1 Planificación del espectro

Los planes de atribución de frecuencias (regionales y nacionales de la UIT) y las definiciones del plan de canalización constituyen la base para las asignaciones del espectro. Un cuadro con todas las frecuencias asignadas, junto con los cuadros de canalización definidos por el cliente para las diferentes atribuciones permite una atribución eficaz de las frecuencias no utilizadas. El cuadro de frecuencias utilizadas facilita la selección y la búsqueda de frecuencias a escala mundial, con la capacidad de enlazar con la estación concreta que se asignó a una determinada frecuencia.

FIGURA A9-1

#### Funciones de Iris



## **2.2 Registro de usuarios**

Se dispone de una base de datos avanzada con una única definición de cada cliente que incluye toda la información relativa a la dirección y datos de contacto en una única ubicación. Todas las estaciones asociadas, redes y licencias están vinculadas a un único registro. Se pueden adjuntar documentos importantes al registro de usuario y almacenarlos en la base de datos para un acceso y referencia sencillos.

## **2.3 Normalización y homologación de equipos**

El sistema soporta la definición completa de todos los datos necesarios para la normalización de los equipos. Se incluyen definiciones de los diagramas de antena (horizontal, vertical y en el eje), características de antenas terrenales y configuraciones de antenas de satélite más complejas.

El sistema dispone del registro de todos los tipos de equipos de RF, así como de equipos que no son de RF, que un organismo pueda desear registrar.

## **2.4 Definiciones de redes y estaciones**

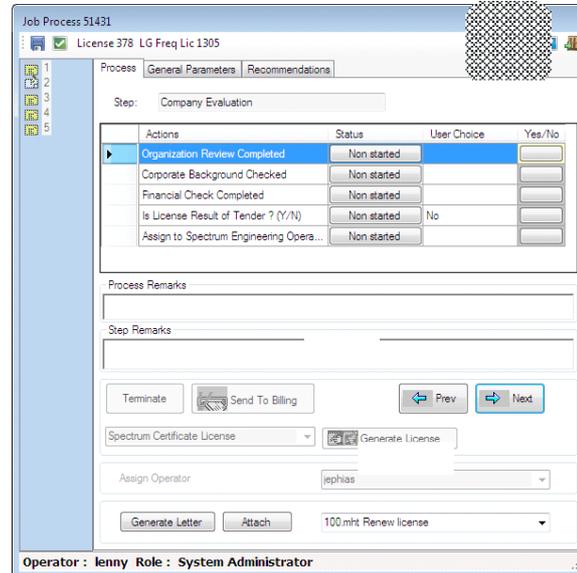
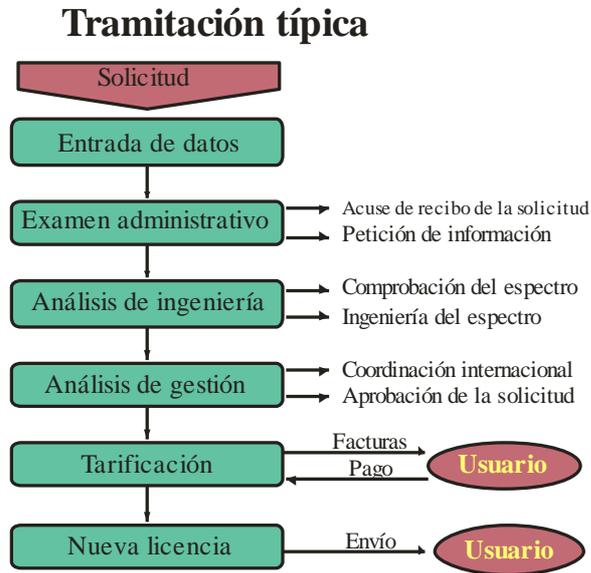
El núcleo del sistema de base de datos está constituido por la definición de todos los elementos que se utiliza para definir las licencias de uso del espectro. Esto incluye la definición de emplazamientos geográficos, la definición de diversos tipos de estaciones – estaciones fijas, estaciones móviles, parejas de enlaces radioeléctricos que implican configuraciones punto a punto y estaciones terrenas de satélite. La definición y registro de redes es una entidad muy flexible que se puede definir para cumplir la legislación y las políticas de concesión de licencias de las autoridades de telecomunicaciones.

## **2.5 Concesión de licencias y generación de certificados**

El sistema Iris ofrece todo lo necesario para la tramitación de las solicitudes de licencias. Las directrices dispuestas por el organismo competente se codifican en una aplicación de forma que el sistema contribuye a la ejecución y seguimiento de todo tipo de autorizaciones de mantenimiento, licencias de uso del espectro y homologaciones de equipos. Al automatizar la tramitación de homologaciones de conformidad con las necesidades del cliente, el sistema contribuye a eliminar la necesidad de realizar trámites en papel y, al mismo tiempo, facilita una secuencia de verificación para toda la tramitación de la homologación. Al final del proceso, se generan automáticamente certificados de licencia personalizados. Las licencias se guardan en la base de datos del sistema y se pueden imprimir si es preciso para su firma y distribución al cliente. Las figuras siguientes describen el flujo de trabajo y su implementación en el sistema Iris.

FIGURA A9-2

**Flujo de trabajo típico y tramitación de concesión**



Cat-A09-02

## 2.6 Facturación

El sistema dispone de tareas de gestión financiera incluida la definición de los cálculos de las tasas basados en fórmulas que utilizan parámetros técnicos a partir de la base de datos (tales como frecuencia, anchura de banda, potencia, ubicación geográfica y altura de las antenas). El sistema genera facturas y recibos para acusar recibo de los pagos. Las facturas se pueden generar por lotes y se pueden comprobar para identificar usuarios infractores. Dispone de un conjunto completo de herramientas de información financiera. Un administrador del sistema de tarificación autorizado puede introducir modificaciones en las tarifas.

FIGURA A9-3

Lista de transacciones de tarificación

ID	Serial No	Type	Status	Licent.	Date	Amount	Dollar Amount	Linked Amount	Open Amount	Due Date
2538	12	Payment	Pad		27/09/2011	-1,041,900.00	-1,041,900.00	-1,041,900.00	0.00	
2545	15	Invoice	Pad		78 28/09/2011	20,000.00	20,000.00	20,000.00	0.00	28/10/2011
2547	4	Proforma	Dop		86 28/09/2011	-2.20	-2.20	0.00	-2.20	28/10/2011
2548	16	Invoice	Pad		88 28/09/2011	40,000.00	40,000.00	40,000.00	0.00	28/10/2011
2549	15	Payment	Pad		28/09/2011	-40,000.00	-40,000.00	-40,000.00	0.00	
2550	1	Adjustment Credit	To be corr.		0 28/09/2011	-5,000.00	-5,000.00	-4,000.00	-1,000.00	
2551	17	Debt Adjustment	Pad		-1 28/09/2011	4,000.00	4,000.00	4,000.00	0.00	28/10/2011
2552	18	Invoice	Pad		90 28/09/2011	30,000.00	30,000.00	30,000.00	0.00	28/10/2011
2553	16	Payment	Pad		28/09/2011	-30,000.00	-30,000.00	-30,000.00	0.00	
2554	19	Debt Adjustment	Pad		95 03/10/2011	3,000.00	3,000.00	3,000.00	0.00	02/11/2011
2555	17	Payment	Pad		03/10/2011	-3,000.00	-3,000.00	-3,000.00	0.00	
2556	2	Adjustment Credit	Credit		0 03/10/2011	-1,500.00	-1,500.00	0.00	-1,500.00	
2560	22	Invoice	Pad		109 03/10/2011	25,000.00	25,000.00	25,000.00	0.00	02/11/2011
2561	19	Payment	Pad		03/10/2011	-25,000.00	-25,000.00	-25,000.00	0.00	
2566	25	Invoice	Pad		115 03/10/2011	50,000.00	50,000.00	50,000.00	0.00	02/11/2011
						-2,502.20				

Cat-A09-03

2.7 Coordinación de frecuencias y notificación a la UIT

El sistema genera automáticamente notificaciones en los formatos especificados por la UIT con el fin de soportar la coordinación con administraciones vecinas y la notificación a la UIT.

FIGURA A9-4

Notificación internacional

**FORM OF NOTICE**  
VHF  
SOUND BROADCASTING STATION

Date of notice: 28/09/2011

Station identification: T01

REGIONAL AGREEMENT: ARTICLE 511

For RR use only

Administrative unique identifier: 7695

Station identification: 98

FOR MODIFICATIONS: IDENTIFICATION OF THE ASSIGNMENT TO BE MODIFIED

Administrative unique identifier of the target: [ ]

Assigned frequency of the target, MHz: [ ]

Geographical coordinates of the target: Longitude [ ] Latitude [ ]

BEFORE CHARACTERISTICS

Assigned frequency: 7695 MHz

Power: 98 W

Effector radiated power, dBW: 125.8

Antenna characteristics: Height of antenna above ground level, m: 60

ARTICLE 511 ONLY

Operating agency: [ ]

Address code: [ ]

Frequency band of operation: 12.00/12.00

Date of issuing: 14/10/2011

REGISTRATION SUCCESSFULLY COMPLETED WITH ADMINISTRATIONS

Cat-A09-04

## 2.8 Tramitación de reclamaciones

Mediante Iris se pueden gestionar reclamaciones tanto administrativas como de interferencias. Esto incluye el seguimiento de las actividades necesarias para resolver las reclamaciones de interferencia y las reclamaciones del cliente contra los operadores de telecomunicaciones. Los datos de la reclamación se registran, se definen planes de acción y se inician, cuando es preciso, actividades de comprobación técnica. En la base de datos se mantiene un registro de todas las actividades.

## 2.9 Generación de informes

Iris utiliza el dispositivo de gestión de datos para gestionar la recopilación de datos y elaborar informes de gestión del espectro de fácil comprensión. El sistema genera tanto informes tabulares como gráficos. Es capaz de exportar resúmenes y resultados a otras herramientas normalizadas, incluidos los ficheros de datos Excel y los ficheros resumen HTML. Además se pueden definir informes personalizados utilizando un generador de plantillas flexible.

## 2.10 Administración

Iris incluye herramientas y características de administración que están disponibles a los administradores de sistema autorizados. Las funciones de administración son las siguientes.

- Control de configuración del sistema – Soporta el contenido de más de 100 tablas de sistema.
- Control de acceso – Define los códigos de autorización y el acceso del operador.
- Configuración del gestor de datos – Personaliza la presentación de los datos.
- Registro de mapas – Soporta la adición de mapas al sistema.
- Registro histórico de eventos – Proporciona una secuencia de verificación completa de todas las actividades.
- Definiciones de plantillas – Permite editar licencias, documentos de sistema y formatos de informe.
- Tablas de translación – Permite la modificación del texto utilizado en las pantallas de presentación.

Las amplias capacidades administrativas permiten mantener el sistema actualizado mientras los requisitos funcionales siguen evolucionando.

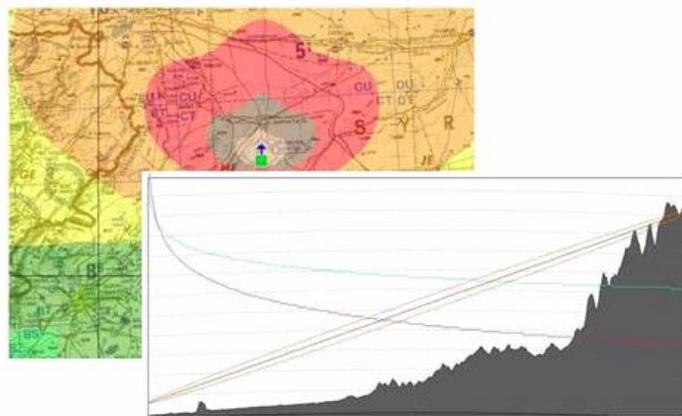
## 3 Ingeniería del espectro avanzada

Cálculo de la propagación radioeléctrica que incluye, entre otros, cálculos de zonas de cobertura, análisis de interferencias, cálculos de densidad de campo, balances de enlace de microondas y cálculos del mejor servidor. Los análisis se realizan de conformidad con las Recomendaciones de la UIT-R.

El sistema proporciona los siguientes elementos de apoyo para la ingeniería del espectro:

- Zona de cobertura de la estación transmisora para una o más estaciones - cobertura compuesta, mejor cobertura de servidor, visualización de la suma de potencias, visualización del margen, visualización simultánea o superpuesta, fiabilidad de la cobertura, cobertura de radiogoniometría, cobertura móvil para vehículos, barcos, aeroplanos o servicios móviles (lo pueden utilizar muchos servicios modernos; enlaces de vídeo, redes celulares, UMTS, etc.).
- Análisis de ingeniería de conformidad con las últimas versiones de las Recomendaciones del UIT-R. Entre los modelos de propagación se incluyen: P.368, P.525/526, P.528, P.1147, P.1546 y otros modelos (Okumura, Cost 231 y LTE). Entre los modelos de difracción se incluyen: Deygout, P.526 circular, P.526 cilíndrico, P.1225 etc.
- Los cálculos del sistema pueden reflejar efectos parásitos. Estos datos se pueden incluir como una capa en el mapa.
- Los análisis pertinentes tienen en cuenta las condiciones atmosféricas de conformidad con las Recomendaciones del UIT-R (P.840 para niebla y P.838/530 para lluvia).

FIGURA A9-5

**Cobertura de transmisión y perfil del trayecto**

Cat-A09-05

- **Análisis de interferencias** – Soporta tres posibilidades: (1) cocanal (modo C/I), (2) canal adyacente (modo IRF), (3) cobertura + interferencia.
- **Asignación y planificación de microondas y redes** - Este instrumento permite al usuario evaluar una posible interferencia producida por una red candidata seleccionada de microondas terrenal fija en otras estaciones de microondas terrenales fijas y comprueba las interferencias mediante tres métodos (1) regla de C/I, (2) regla de degradación del umbral o (3) análisis de todas las estaciones de microondas.
- **Análisis del riesgo para los seres humanos y riesgos electromagnéticos** – La opción básica es ICNIRP para los cálculos de la intensidad de campo pero se pueden utilizar otras normas para obtener resultados de la intensidad de campo.
- **Cobertura de satélite** – Análisis de la cobertura OSG y NO OSG (órbitas MEO o LEO), coberturas en mapa, interferencia espacio-Tierra. El programa facilita funciones que tratan con satélites: funcionalidades de bases de datos de satélites, cobertura espacial y cálculos PTP con atenuación definida por el usuario o componente de atenuación de la Recomendación UIT-R P.618.
- **Planificación de redes** – Asignación con interferencia mínima, eficiencia de red creciente según la polarización, anchura de banda y características de los equipos de RF.
- Todas las actividades de análisis de propagación se realizan utilizando mapas digitales de gran precisión en el plano horizontal (resolución mínima de 200 metros), 15 metros en el plano vertical y 90 metros en el DTM (modelo de terreno digital). Los mapas incluyen funciones GIS: (1) filtro basado en la elevación (sobre el nivel del mar o el nivel del terreno), (2) presentación de la intensidad de campo y (3) trazado de polígonos de ecos parásitos.
- Comparación de los cálculos de ingeniería con los resultados de comprobación técnica.

**4 Personalización de Iris**

Aunque las Recomendaciones del UIT-R proporcionan un marco genérico para la implantación de sistemas de gestión del espectro, cada organismo de regulación regional depende de la reglamentación definida a escala nacional. Por lo tanto, es imperativo que el sistema sea suficientemente flexible para facilitar una personalización que satisfaga las necesidades locales. La capacidad de personalizar del sistema garantiza que el sistema pueda satisfacer las necesidades del cliente, de forma que la integración del sistema pueda realizarse con rapidez sin grandes perturbaciones en el funcionamiento diario del organismo.

Iris se puede personalizar para tener en cuenta las necesidades del comprador. Esta capacidad incluye la capacidad de definir lo siguiente:

- Definiciones geográficas – Regiones, provincias, ciudades, etc.
- Formularios de licencia y plantillas de cartas de sistema.
- Políticas de atribución del espectro.
- Licencia – Red – Jerarquía de estación.
- Procedimientos de concesión de licencias – Flujo de trabajo.
- Tarificación, y tasas.

## 5 Características técnicas de Iris

### • Flexible y modular

Iris dispone de una arquitectura flexible, modular y abierta que permite la personalización efectiva para satisfacer los procedimientos del regulador y permitir una ampliación y modificación sencillas para tener en cuenta futuras necesidades.

### • Dispositivos y sistemas operativos

Iris se puede instalar en diversos modelos de ordenadores personales ya sea en estaciones de trabajo independientes o en un entorno cliente/servidor. Se utiliza la última versión del sistema operativo Windows MS tanto en los servidores como en las estaciones de trabajo. Se utilizan las últimas tecnologías para facilitar un funcionamiento muy fiable con configuraciones de disco redundantes y copias de seguridad automáticas realizadas periódicamente.

### • Sistema de gestión de bases de datos

La base de datos de gestión del espectro se almacena en un servidor central que funciona con el sistema de gestión de base de datos Oracle. Las estaciones de trabajo del operador están conectadas mediante una LAN o una WAN en una configuración cliente-servidor. Una interfaz de base de datos eficiente proporciona respuestas rápidas y un soporte fiable para todas las operaciones.

La base de datos Iris incluye datos administrativos del usuario, definiciones de estaciones y redes, solicitudes y concesiones de licencias, atribuciones y asignaciones de frecuencias, información de servicio y de contabilidad, definiciones técnicas de equipos, así como datos sobre notificación y coordinación. La base de datos Iris almacena información de referencia entre la que se incluyen resoluciones, reglamentos y textos legales relativos a la gestión y a la comprobación técnica del espectro.

### • Manual de referencia en línea

Iris incluye un manual de referencia en línea que se utiliza como un dispositivo de ayuda incorporado.

### • Facilidad de uso

Iris es muy eficiente y muy sencillo de utilizar debido a su interfaz hombre/máquina (MMI) que facilita un funcionamiento intuitivo y sencillo de aprender.

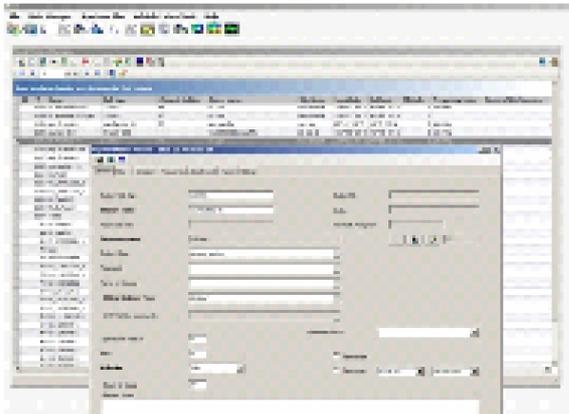
### • Visualización del mapa geográfico

Se utiliza una visualización de mapas por puntos para definir y presentar las localizaciones geográficas. Los mapas digitalizados del terreno (DTM) permiten la introducción automática de información de altitud que se puede utilizar para registrar datos de las estaciones y cálculos de ingeniería del espectro. Las diferentes resoluciones de los mapas (por ejemplo mapas nacionales y de ciudades) permiten la superposición de elementos de datos para contribuir a la visualización y verificación del emplazamiento y la ubicación de las estaciones.

Las herramientas topográficas avanzadas incluyen ampliación o reducción, medida de distancias y direcciones, efectos panorámicos y desplazamiento vertical.

FIGURA A9-6

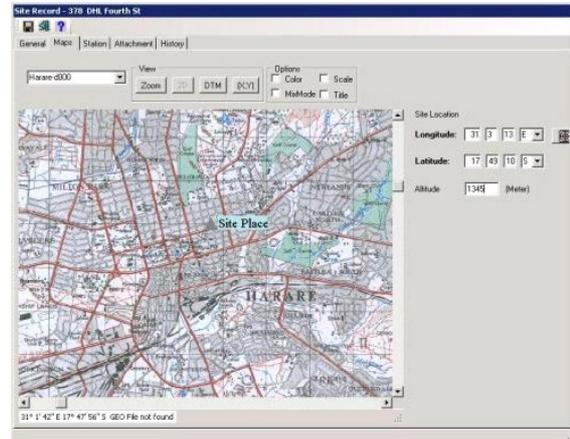
«Data Manager» y pantalla de registro de estaciones típicas Iris



Cat-A09-06

FIGURA A9-7

Presentación de mapas de Iris



Cat-A09-07

- **Interfaz con Internet**

Existe una opción para realizar las operaciones por Internet, incluido el acceso a distancia del operador, la introducción de datos del cliente y la información y el pago de tasas vía Internet.

- **Soporte de distintos idiomas**

Las pantallas de Iris, así como su documentación, pueden traducirse al idioma local del comprador. De esta forma, el sistema puede funcionar en inglés o en el idioma local. La traducción se realiza utilizando tablas de traducción flexibles, garantizando así que el administrador puede seguir modificando los términos utilizados para adaptarse al idioma local.

Se dispone de información adicional en: *Elbit Systems BMD and Land EW – Elisra Ltd., Spectrum Control Department, Correo electrónico: [marketing@elisra.com](mailto:marketing@elisra.com)*



## ANEXO 10

### SPECTRA – Sistema nacional de gestión del espectro

#### 1 Información general

El sistema SPECTRA, elaborado por LS telcom AG, Alemania, cubre toda la gama de funcionalidades administrativas y técnicas para todos los servicios de radiocomunicaciones. Numerosas instalaciones del sistema SPECTRA están operativas en todo el mundo en un gran número de países, siendo por regla general sus usuarios los organismos de regulación. Su probada integración con los sistemas de comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas proporciona ventajas adicionales a las administraciones. El sistema se mantiene y mejora de forma continua, es decir se actualiza permanentemente tanto en lo que se refiere a sus funcionalidades como a las tecnologías modernas de la información (TIC).

##### 1.1 Cometido y procedimientos del sistema SPECTRA

El cometido del sistema consiste en llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la gestión del espectro en un país desde el punto de vista estratégico y operativo. SPECTRA cubre todo el proceso del ciclo de vida de la gestión del espectro que se inicia con la identificación de los requisitos de frecuencia, la planificación, la atribución, la adjudicación, la asignación y la concesión.

Todos los procedimientos y cálculos son conformes a las últimas resoluciones, recomendaciones, decisiones, normas y a todos los acuerdos de coordinación internacional bilaterales y multilaterales pertinentes de la UIT, CEPT/ECC, ETSI, etc. Las modificaciones de estos procedimientos se incorporan habitualmente al sistema SPECTRA mediante módulos de mejora, incluso en el caso de los sistemas que ya están en funcionamiento.

Además, se pueden personalizar los formatos de todos los documentos resultantes del sistema con el fin de satisfacer las necesidades concretas del cliente o de la administración.

##### 1.2 Modularidad

El sistema SPECTRA se basa en una arquitectura cliente-servidor muy modular que permite una separación funcional y geográfica entre el servidor de la base de datos y los diversos módulos de aplicación. Esta arquitectura adaptable permite iniciar los proyectos con configuraciones sencillas del sistema que pueden ampliarse hacia configuraciones más complejas y concretas en fases posteriores del proyecto, si es necesario. De esta forma, la modularidad del sistema puede ayudar a encontrar el equilibrio óptimo entre necesidad, urgencia y consideraciones de tipo financiero en el país.

##### 1.3 Gestión de proyectos y de pruebas

En la implementación de los proyectos de SPECTRA LS telcom siempre usa técnicas de gestión de proyectos ampliamente aceptadas y utilizadas para garantizar los mejores resultados para sus clientes. Incluye la gestión de ámbitos, tiempo, costes, calidad, cambios y riesgos y siempre están dirigidos por gestores de proyectos especializados. La formación certificada por el PMI (Project Management Institute) o PRINCE2 (Projects in Controlled Environments, versión 2) garantizan las capacidades necesarias. Al mismo tiempo, las divisiones de Solutions and Service & Quality Management de LS telcom siguen las mejores prácticas ITILv3 (de la biblioteca de infraestructura de tecnología de la información).

A lo largo de un proyecto, un equipo especial de personal de pruebas cualificado, garantiza la funcionalidad y la fiabilidad del sistema implementado. Durante la instalación se generan casos de prueba concretos que se llevan a cabo cubriendo todo el ámbito del sistema del cliente. Estos casos de prueba se revisan posteriormente con pruebas de regresión para cada actualización de mantenimiento.

## 1.4 Formación, mantenimiento y documentación

La formación es muy importante para los usuarios del sistema SPECTRA. Normalmente parte de la formación se lleva a cabo en los locales del proveedor además de una detallada formación práctica del usuario en los locales de la administración con objeto de mejorar la eficiencia. Se recomienda una formación anual de repaso a fin de utilizar y practicar todos los posibles elementos, aprender las mejoras e incorporar nuevos usuarios.

Con el objeto de asegurar las inversiones realizadas en el sistema se establecen programas de mantenimiento con los clientes. Los servicios de mantenimiento habituales incluyen el mantenimiento del sistema en estado operativo y la puesta al día de los módulos en lo que se refiere a mejoras tecnológicas generales y a la conformidad con las últimas resoluciones, recomendaciones, decisiones y acuerdos internacionales.

LS telcom facilita documentación completa y actualizada para el sistema SPECTRA. Cada módulo dispone de su propio manual de usuario que incluye descripciones generales y operaciones típicas para ayudar al usuario a manejarlo correcta y eficientemente. Los manuales de usuarios están disponibles como ficheros PDF que se pueden imprimir y como ayuda en línea adaptada al contexto.

## 1.5 Utilización de programas locales y transferencia de bases de datos existentes

Para ubicar adecuadamente al sistema SPECTRA, se llevarán a cabo, cuando sea preciso, la planificación e inspección del emplazamiento. En caso de existir módulos elaborados localmente por parte del cliente, que sigan siendo utilizados sin cambios en el nuevo entorno, el sistema SPECTRA ofrece y soporta varias interfaces para su integración. La transferencia de bases de datos ya existentes del cliente es un punto clave cuando se pone en marcha un nuevo sistema de gestión del espectro. Esta tarea puede incluir también la elaboración de reglas acordadas conjuntamente para la validación e incorporación de los datos y para el análisis de coherencia de datos. Para completar con éxito esta crucial y difícil tarea se dispone de herramientas avanzadas de transferencia y de una amplia experiencia.

## 1.6 Mapas digitalizados

El sistema SPECTRA utiliza mapas digitalizados del terreno (DTM) como base para los procedimientos administrativos y técnicos. Los formatos de datos de sistemas de información geográfica (GIS) pueden convertirse a formatos internos para lograr un acceso eficiente a los datos. El sistema puede trabajar con diferentes tipos de capas, tales como de datos topográficos, de utilización del terreno y de población. Para los cálculos de ondas kilométricas y hectométricas se utilizan mapas de conductividad del terreno. En el caso de que no existan mapas lo suficientemente detallados para el país, éstos pueden ser suministrados junto al sistema SPECTRA.

## 1.7 Integración con sistemas de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas

El sistema SPECTRA proporciona interfaces para su integración con sistemas nacionales de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas (NRMS). Las funciones concretas dependen del NRMS, pero en general es posible el intercambio bidireccional de datos. El operador del NRMS solicita información administrativa y técnica detallada a la base de datos central que sirva para establecer misiones de comprobación técnica especializadas. Por otro lado, el operador del sistema de gestión del espectro puede solicitar los resultados de la comprobación técnica que contribuirán a los distintos procedimientos para la asignación de frecuencias, la planificación del espectro, la tramitación de reclamaciones, etc. Todas las mediciones solicitadas por la UIT se procesan manualmente o de forma totalmente automática en función de las capacidades del NRMS. Los datos proporcionados por el NRMS, que se corresponden con las mediciones de la UIT, pueden almacenarse en la base de datos central para su análisis posterior por parte de cualquier usuario autorizado del sistema.

Además de la posibilidad de que el fabricante conecte interfaces específicas, SPECTRA ofrece la interfaz abierta de comprobación en vivo (OLMI) adaptable para iniciar y registrar mediciones reales y la interfaz de almacenamiento abierta de comprobación (OMSI) para acceder simultáneamente a mediciones almacenadas en diversos sistemas de comprobación técnica o en dispositivos de diferentes fabricantes.

El enlace directo existente entre los resultados de la comprobación técnica y la base de datos de licencias permite verificar la correlación y los datos de las licencias. De esta forma, SPECTRA soporta las tareas típicas de comprobación técnica de un organismo de regulación tales como verificar el uso del espectro, identificar

interferidores y buscar transmisores que no dispongan de licencia o que estén funcionando fuera de sus parámetros autorizados y, por lo tanto, dispone de la opción de detección automatizada de infracciones (AVD).

### **1.8 Traducción y adaptación del sistema**

El sistema SPECTRA ya ha sido traducido a un gran número de idiomas, incluidos aquéllos con juegos de caracteres totalmente diferentes (por ejemplo, chino, sánscrito, cirílico y árabe). La traducción suele comprender las funciones principales del sistema así como documentación. Los documentos creados por el sistema SPECTRA pueden traducirse cuando se usan en procedimientos nacionales. En el caso de la coordinación internacional de frecuencias el idioma es normalmente el español, francés o inglés. El propio cliente puede realizar la traducción normalizada del documento.

## **2 Descripción del sistema SPECTRA**

El sistema de gestión del espectro SPECTRA de LS telcom proporciona una solución completa e integrada para los procedimientos de concesión de licencias de todos los servicios radioeléctricos.

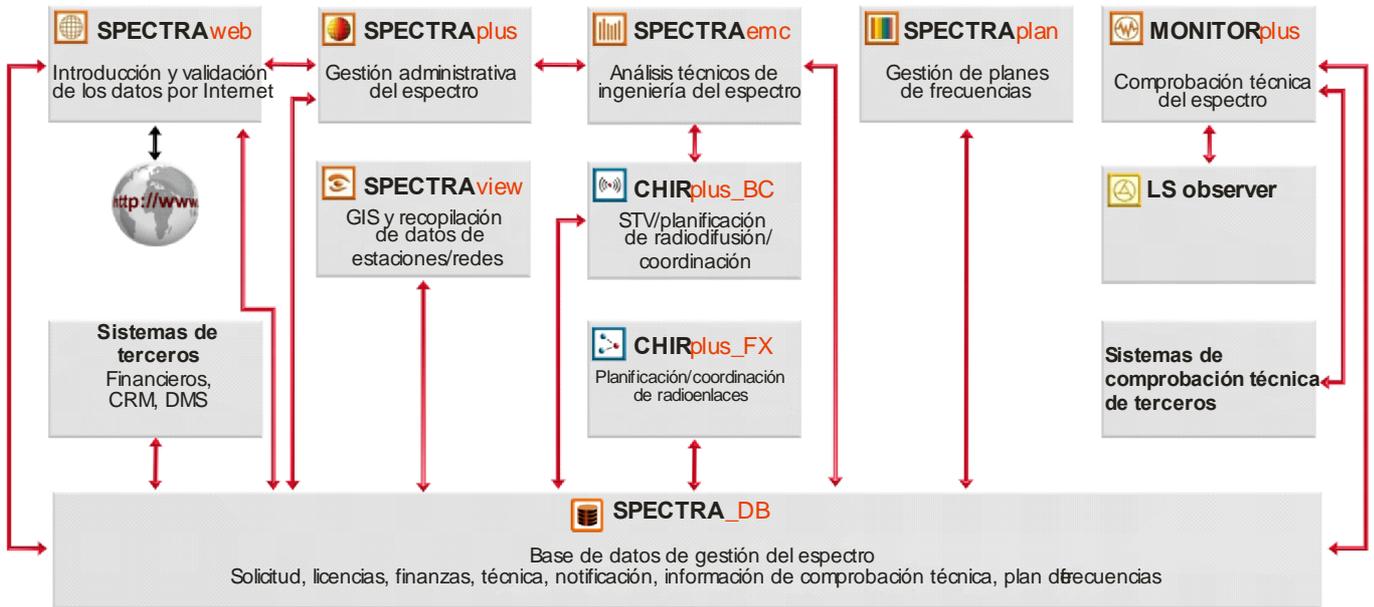
Las principales características del sistema de gestión del espectro se pueden resumir como sigue:

- arquitectura cliente-servidor de alta modularidad;
- adaptación del sistema a las necesidades del cliente;
- ampliación de las capacidades mediante nuevos módulos para tareas concretas;
- base de datos de gestión del espectro centralizada,
  - datos administrativos,
  - datos técnicos,
  - atribuciones de frecuencias,
  - datos de comprobación técnica;
- procedimientos de asignación de frecuencias basados en cálculos (modelos de propagación) y en datos técnicos específicos del servicio de radiocomunicación en particular;
- procedimientos de coordinación basados en las Recomendaciones de la UIT u otros acuerdos internacionales/nacionales para el servicio de radiocomunicaciones de que se trate;
- flujo de trabajo específico para los procedimientos de concesión de licencias de los diferentes servicios de radiocomunicaciones;
- plazos para la gestión/establecimiento de las funciones del usuario con autorizaciones específicas sobre las acciones del flujo de trabajo;
- administración de planes de frecuencias nacionales e internacionales;
- análisis de los resultados de la comprobación técnica de emisiones radioeléctricas que deben ser conformes a las correspondientes licencias.

La Figura A6.1 muestra la visión de conjunto e incluye los módulos para la administración de licencias, el análisis técnico y la coordinación para todos los servicios de radiocomunicaciones, la administración de los planes de frecuencia y la interfaz para la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas con análisis de los datos de medición. Los módulos se describen en la sección siguiente.

FIGURA A10-1

**SPECTRA – Sistema de gestión del espectro de LS telcom**



Cat-A10-01

**2.1 Breve descripción de los módulos**

**SPECTRA\_DB – Gestión de la base de datos**

El módulo central del sistema SPECTRA es la base de datos de gestión del espectro SPECTRA\_DB. Basada en la plataforma Oracle, SPECTRA\_DB almacena y centraliza todos los datos de licencias, tarificación, técnicos y de comprobación técnica, de los equipos radioeléctricos, de los planes de frecuencias, así como las notificaciones de la UIT y de otros organismos importantes. El concepto de base de datos garantiza una actualización coherente de los datos a todos los usuarios del sistema y permite la gestión de datos jerárquica con acceso a la información orientada a las tareas.

FIGURA A10-2

### SPECTRAweb – Introducción y validación de datos por Internet

**User Data**

\* Required Entries

User Name \*

Company  Agency

First Name \*  Surname

Forms of Address  Title

Street

Postal Code  City

State

Country

Tel.  Mobile no.

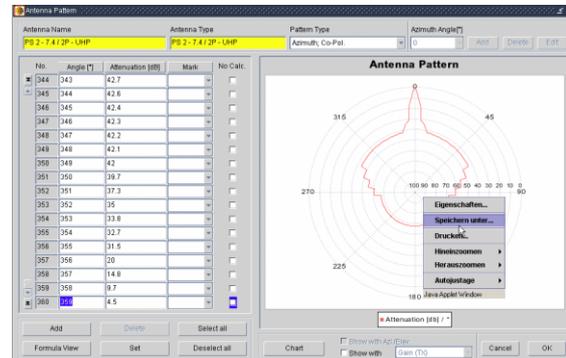
Fax no.  E-mail

general user enabling: Locked  enabled

Cat-A10-02

FIGURA A10-3

### SPECTRAplus – Gestión administrativa



Cat-A10-03

### SPECTRAweb – Introducción y validación de datos por Internet

SPECTRAweb ofrece la posibilidad personalizada de obtener licencias e informes por Internet mediante navegadores web, soporta una gestión de usuario basada en los cometidos y permite la introducción electrónica de datos de solicitud de licencias validados por cualquier navegador web. El intercambio de datos en ambos sentidos basado en servicios web seguros entre SPECTRAweb y SPECTRA\_DB permite relegar los datos de entrada al cliente final y garantiza al mismo tiempo una gran calidad de los datos. La alta calidad de los datos validada es uno de los requisitos para la automatización del proceso.

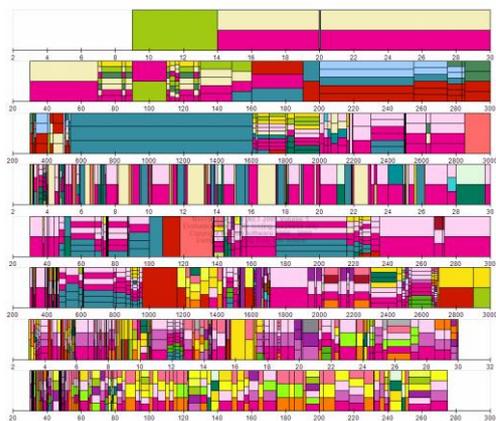
Con la información opcional del portal de información de frecuencias en línea se pueden presentar en línea la información y el contenido relativos a bandas de frecuencias, los datos y las condiciones de las licencias, los datos de comprobación técnica y los datos geográficos. El portal puede, por ejemplo, interconectarse con el EFIS (Sistema europeo de información sobre frecuencias).

### SPECTRAplus – Gestión administrativa del espectro

Administración de los datos de licencia para todos los servicios de radiocomunicaciones, seguimiento de proyectos, gestión del flujo de trabajo, manual de usuario, impresión automática de licencias y otros documentos, gestión de plazos, tramitación de reclamaciones, homologaciones, capacidades estadísticas y de gestión de informes. Todos los procesos de licencia pueden ser adaptados a las normas y reglamentos nacionales.

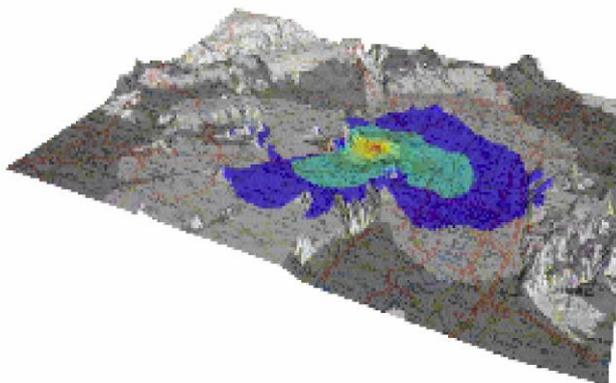
El cálculo de tasas está basado en decretos nacionales sobre tasas y permite la contabilidad, generación automática de facturas, avisos de notas de crédito y predicción de ingresos. Todos los procedimientos de facturación pueden ser adaptados a las normas y reglamentos nacionales sobre finanzas.

FIGURA A10-4

**SPECTRAplan – Ejemplo de gestión de planes de frecuencias<sup>7</sup>**

Cat-A10-04

FIGURA A10-5

**SPECTRAemc – Ingeniería y planificación**

Cat-A10-05

**SPECTRAplan – Gestión de planes de frecuencias**

Creación y administración de planes de frecuencia nacionales e internacionales incluida la adjudicación de canales. Planes de frecuencias mundiales de la UIT y europeos de la CEPT disponibles en configuración normalizada. Interfaces a ERO/EFIS y BR-IFIC y un editor de notificaciones con exportación a los formularios de la UIT T01-T17 en formatos electrónicos de la UIT.

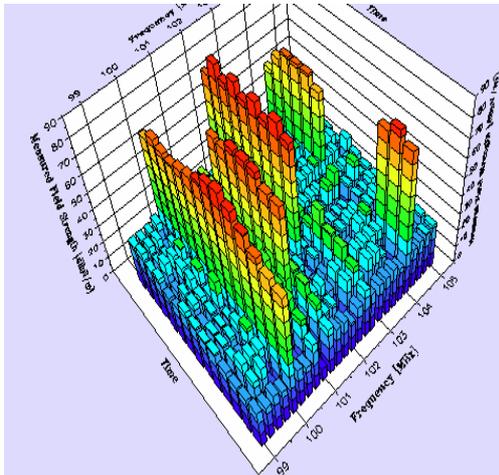
**SPECTRAemc – Ingeniería del espectro / análisis técnico de frecuencias**

Cálculos de compatibilidad dentro del servicio y entre servicios para todos los servicios de radiocomunicaciones. Modelo de propagación de ondas desde 9 kHz hasta 300 GHz. Cálculos de interferencia basados en densidades espectrales. Cálculos de intermodulación de hasta quinto orden de dos y tres señales. Cálculo de la zona de seguridad de acuerdo con la Recomendación Europea 1995/519 CE. Desensibilización y asignación de frecuencias para casos de múltiples servicios.

Están disponibles varios complementos para ampliar y ajustar las capacidades de SPECTRAemc a necesidades concretas de los clientes: HCM LM y HCM FX para la planificación y coordinación de los servicios móvil, terrestre y fijo incluyen cálculos de HCM de conformidad con los acuerdos de Viena/Berlín. Notificación a la UIT y coordinación para los servicios espacial y terrenal. SALT para la obtención de licencias del espectro atendiendo a la planificación de licencias del espectro (para subastas), tramitación de licencias del espectro (a partir de subastas u otros datos de entrada) y comercio de licencias del espectro. ATC para cálculos de compatibilidad de la OACI y otras funciones especializadas para los servicios radioeléctricos aeronáuticos. MSEP para la planificación de frecuencias en eventos especiales, por ejemplo, Juegos Olímpicos.

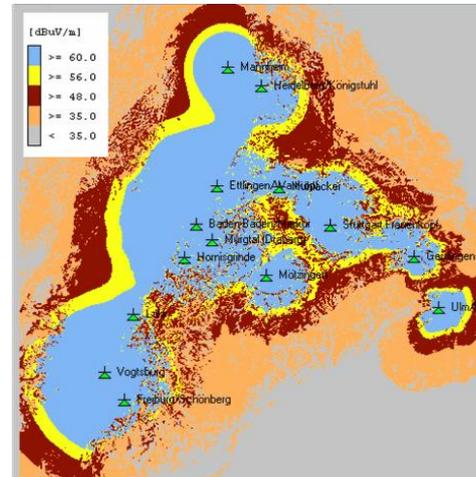
<sup>7</sup> [http://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/spectrum\\_wall\\_chart\\_aug2011.pdf](http://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/spectrum_wall_chart_aug2011.pdf).

FIGURA A10-6

**MONITORplus – Comprobación técnica del espectro**

Cat-A10-06

FIGURA A10-7

**CHIRplus\_BC – Planificación y coordinación de TV/Radiodifusión**

Cat-A10-07

**MONITORplus – Comprobación técnica del espectro**

Funciones de interfaz para conectar al sistema SPECTRA con sistemas de comprobación técnica del espectro, por ejemplo, ARGUS de Rohde&Schwarz, SCORPIO de TCI y ESMERALDA de Thales, así como LS Observer, que representa la solución de comprobación técnica desarrollada internamente y totalmente integrada por LS telcom. Visualización avanzada 2D/3D y correlaciones cruzadas de datos técnicos sobre licencias con los resultados de la comprobación técnica para la investigación de la utilización del espectro, la detección de emisiones sin licencia y la detección de emisiones que no utilizan parámetros autorizados. Complemento de inspección para definir y gestionar inspecciones (periódicas) de las estaciones y los equipos para todos los servicios radioeléctricos.

**CHIRplus\_BC – Planificación y coordinación de TV / Radiodifusión**

Aborda todas las tareas de planificación y coordinación para los servicios difusión MF, MA, DRM, T-DAB, DRM+, DVB-T, DVB-T2, ISDB-T, DTMB y DMMB. Las principales características incluyen cálculos de coordinación totalmente automatizados, análisis de red y de cobertura teniendo en cuenta los datos de población, gran variedad de modelos de predicción de la programación en 2D y 3D, GIS potente, búsqueda automática de frecuencia, contornos de interferencia, cobertura nocturna y diurna para MA y DRM, planificación MFN y SFN para T-DAB, DVB-T, DVB-T2 (incluido el perfil T2 Lite), ISDB-T, DTMB, DMMB, DRM+. Las opciones de MF sincronizada así como el cálculo de compatibilidad aeronáutica LEGBAC se ofrecen como opciones especiales. Se dispone de ampliaciones relativas a los modelos de propagación especiales.

**CHIRplus\_FX – Planificación y coordinación de radioenlaces**

CHIRplus\_FX es una aplicación informática avanzada para la planificación, diseño y optimización de redes para soluciones de redes inalámbricas intermedias bien diseñadas y económicamente optimizadas. Abarca la ingeniería completa de redes intermedias en las que se incluye la selección de emplazamientos, el análisis de la línea de visión (LOS), la ingeniería detallada de los enlaces, la asignación de canales, el análisis de coordinación e interferencias, así como una generación automática de las solicitudes de licencia y de las facturas de material. Es más, CHIRplus\_FX soporta la integración inicial de OpenStreetMap.

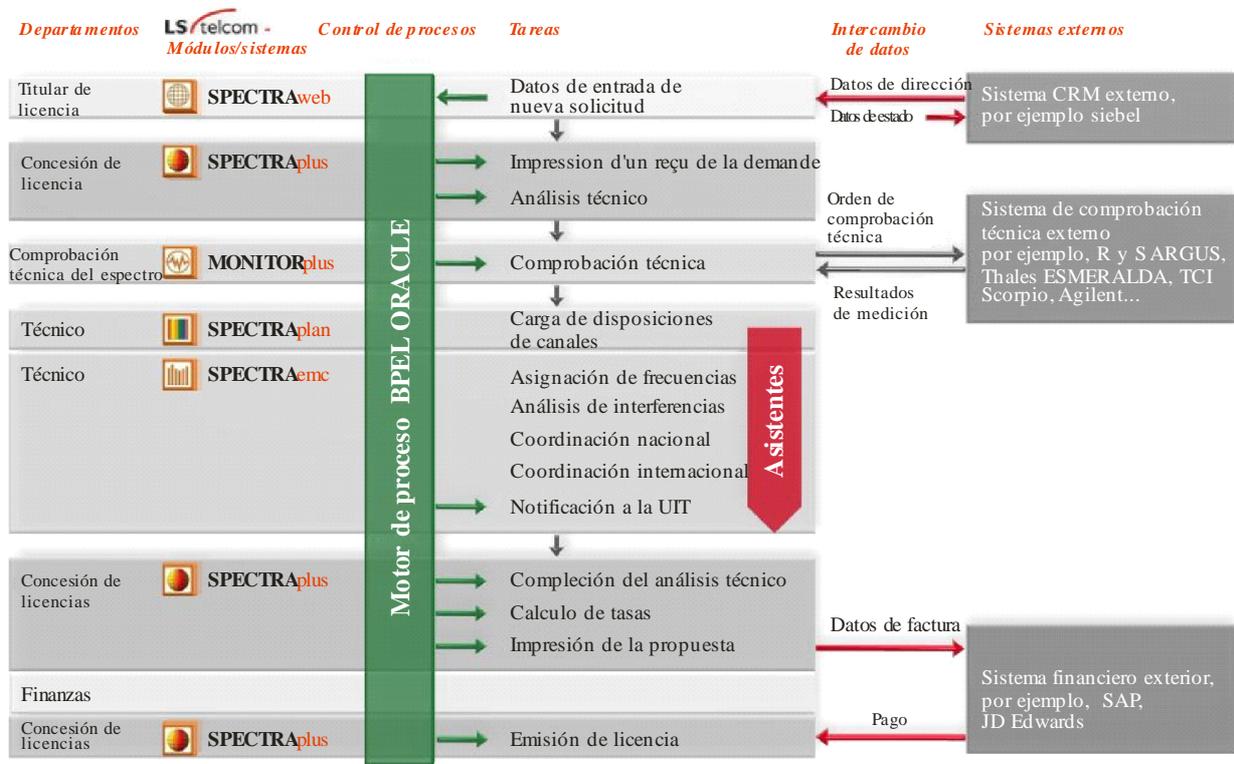
## 2.2 Tramitación transversal administrativa

El sistema SPECTRA abarca la tramitación automatizada transversal de tareas administrativas típicas tales como: tramitación de nuevas licencias, renovaciones, modificaciones, cancelaciones, comercio, homologación.

Se pueden diseñar y configurar los correspondientes flujos de trabajo individualmente que se basan en el Business Process Execution Language (BPEL). La Figura A10-8 ilustra cómo el sistema SPECTRA soporta de modo ejemplar la automatización de un nuevo proceso de solicitud de licencias. El Cuadro A10-1 describe paso a paso las características de la automatización disponibles para su implementación en ese flujo de trabajo.

FIGURA A10-8

### Ejemplo de proceso – Solicitud de nueva licencia



CUADRO A10-1

**Ejemplo de tramitación – Solicitud de nueva licencia**

<b>Paso del flujo de trabajo administrativo</b>	<b>Características soportadas por la empresa SPECTRA</b>
Introducción de datos de solicitud por el cliente o el usuario administrativo en la organización	Se inicia la tramitación de la solicitud en SPECTRAweb Procesos de captura y validación de datos muy configurables que abarcan la captura precisa de datos limitando el tiempo y los contactos con el cliente
La recepción de la solicitud se genera y/o imprime	Flujos de trabajo integrados personalizables mediante WebLogic BPEL de Oracle para tramitación de asuntos administrativos Generación automatizada de documentos y entrega de documentos
La solicitud se envía a otro equipo para su tramitación	Informes de gestión y servicios (indicadores clave de calidad) basados en un cuadro de flujo de trabajo histórico Integración inmediata de procesos administrativos y técnicos
Se realiza el análisis técnico para las frecuencias solicitadas	Procedimiento técnico que se puede personalizar mediante tecnología asistente basada en XML Definición avanzada de GUI para procesos de flujo de trabajo técnicos que automatizan la creación de asistentes
Se calculan las tasas y se imprime o genera una propuesta que se envía por correo electrónico	Cálculo de tasas configurable y motor de facturación integrado Flujos de trabajo integrados personalizables mediante WebLogic BPEL de Oracle para tramitaciones administrativas
El cliente paga la tasa por correo o en línea	Integración en línea con soluciones de pago de terceros
Se emite el documento de licencia por correo o por correo electrónico	Generación y entrega de documentos automatizadas

**2.3 Automatización de las tareas técnicas**

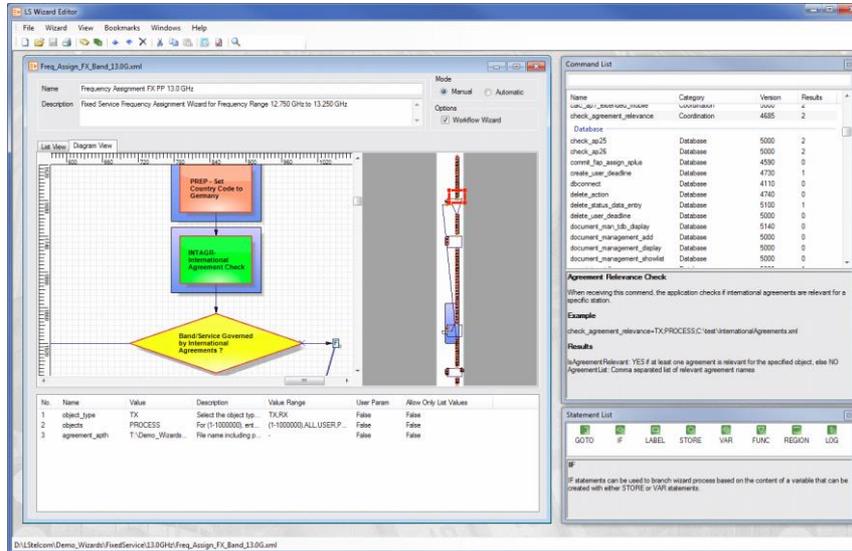
Con la tecnología de flujo de trabajo asistente para SPECTRAemc y MONITORplus, se puede realizar un análisis técnico complejo de una forma automatizada de tipo macro para cualquier tipo de servicio y cualquier gama de frecuencias. Sin embargo, el usuario mantiene la posibilidad de manejar estos asistentes paso a paso, en particular cuando es necesaria la intervención humana con ingenieros técnicos experimentados. Los asistentes permiten al usuario llevar a cabo tareas de análisis técnico y de coordinación tanto sencillas como muy complejas de forma manual o automática.

El editor asistente específico ayuda a crear y personalizar asistentes individuales para las diferentes tareas. Enumera las instrucciones y declaraciones disponibles para un uso rápido y sencillo y proporciona múltiples posibilidades de visualización para rastrear la lógica del flujo de trabajo global mientras se está creando.

La Figura A10-9 muestra cómo el editor permite al usuario visualizar gráficamente asistentes en los diagramas de flujo en los que se resaltan las conexiones lógicas entre instrucciones y declaraciones mediante flechas para una mejor visión general, en particular de flujos de trabajo complejos. Los asistentes también se pueden visualizar en una lista. En cualquier momento el editor facilita información adicional sobre cualquier instrucción o declaración disponible y sobre su efecto en el flujo de trabajo para facilitar el proceso de creación.

FIGURA A10-9

Editor asistente – Diagrama de flujo



Cat-A10-09

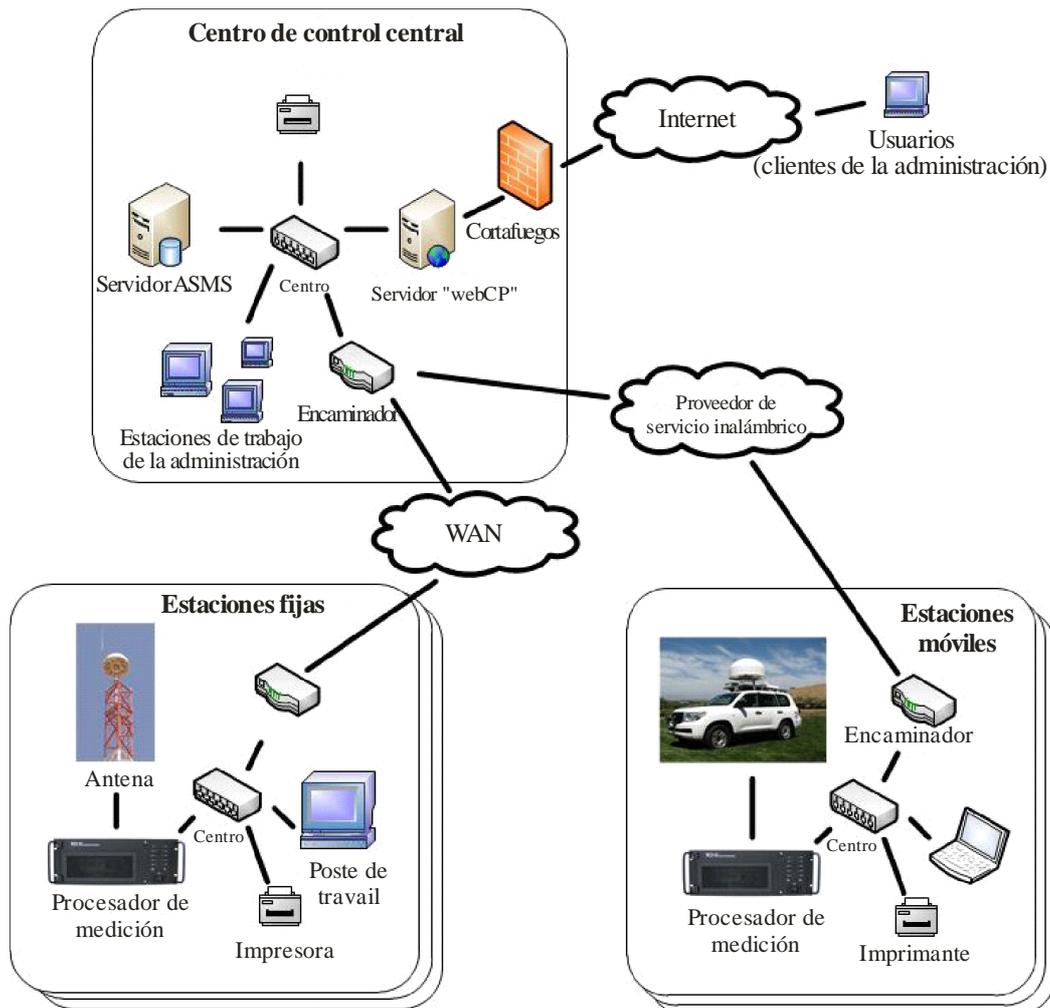
ANEXO 11

**TCI – Sistema automatizado de comprobación técnica y gestión del espectro**

TCI International Inc. ofrece sistemas automatizados de comprobación técnica y gestión del espectro. Diseñados para cumplir las Recomendaciones de la UIT, estos sistemas han evolucionado mediante avances tecnológicos y se pueden adaptar inmediatamente para satisfacer los requisitos concretos de los reglamentos y procedimientos nacionales. Un sistema completo consta normalmente de un centro de gestión nacional del espectro, con sus servidores de base de datos del sistema de gestión soportados por estaciones de trabajo y varias estaciones de comprobación técnica del servicio fijo y móvil, cada una de las cuales dispone de un servidor de medición y una o varias estaciones de trabajo. El centro y las estaciones están interconectados mediante una red que permite las comunicaciones de datos. La Figura A11.1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de este tipo.

FIGURA A11.1

**Sistema típico de comprobación técnica y gestión integrado de TCI**



## 1 Descripción general del sistema de gestión

El sistema automatizado de gestión del espectro (ASMS) utiliza una configuración cliente-servidor con el sistema de gestión de base de datos relacional de Microsoft® SQL Server® como motor de base de datos y el actual sistema operativo Windows® como interfaz GUI.

### 1.1 Funciones automáticas del sistema

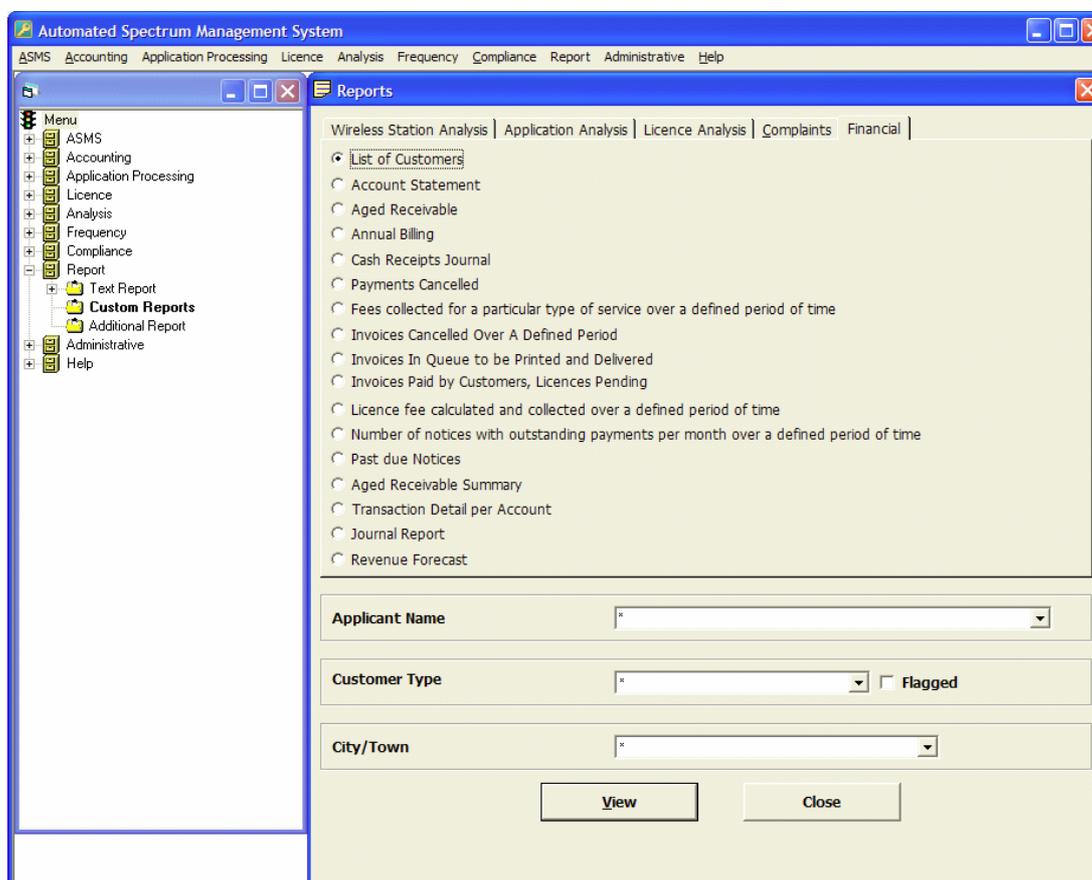
El sistema TCI permite automatizar o emplear las funciones automáticas de gestión del espectro siguientes de conformidad con las Recomendaciones de la UIT:

- Planificación de la utilización y asignación de frecuencias, gracias a un conjunto completo de herramientas de análisis de diseño que abarcan todas las gamas de frecuencias desde ondas kilométricas/hectométricas/decamétricas hasta frecuencias de microondas.
- Mantenimiento de los planes de adjudicación de frecuencias nacionales e internacionales.
- Evaluación de aplicaciones y concesión de licencias de explotación de frecuencias radioeléctricas.
- Asignación de frecuencias asistida por ordenador.
- Revisión de licencias radioeléctricas; modificación del contenido de las licencias
- Preparación automática de las notificaciones a la UIT.
- Gestión de la coordinación en las fronteras, en particular la importación de frecuencias de los países vecinos.
- Creación de un registro de solicitudes, licencias, reclamaciones, infracciones, inspecciones, equipos homologados, documentación de la UIT y otros datos relacionados con la gestión de frecuencias.
- Comprobación de licencias y concesiones para garantizar la observancia; mantenimiento del registro de facturación y de pago de los cánones.
- Actualización del calendario de recaudación de cánones y cálculo y registro del conjunto de cánones y multas, con la flexibilidad necesaria para modificar las fórmulas de cálculo de los cánones de conformidad con la legislación en materia de tarificación.
- Creación de una amplia variedad de informes en texto y estadísticos sobre aplicaciones, licencias y aspectos financieros y técnicos, en particular informes personalizados e informes históricos.
- Impresión de licencias, informes, facturas y notificaciones.
- Integración del sistema de gestión del espectro y el sistema de comprobación técnica del espectro.
- Detección automática de infracciones (AVD), donde la información sobre la licencia contenida en la base de datos del sistema de gestión se coteja con las mediciones de la base de datos del sistema de comprobación técnica y, en su caso, se avisa al operador de las estaciones que aparentemente estén funcionando sin licencia o con unos parámetros de funcionamiento distintos de los que figuran en su licencia.
- Seguridad robusta, con unos parámetros ajustados a los privilegios de seguridad de cada usuario.
- Acceso a internet para permitir solicitudes de licencias radioeléctricas, solicitudes de licencias de distribuidores, certificación y homologación de equipos e informes de cumplimiento por Internet.

Como consecuencia de esta automatización es posible elaborar muchos informes de gestión. La Figura A11-2 muestra los informes financieros normalizados que ofrece el ASMS. La mayoría de los informes incluyen filtros para reducir los resultados de clientes concretos, el estado de las solicitudes, las zonas geográficas o los plazos.

FIGURA A11-2

### Informes financieros normalizados



Cat-A11-02

## 1.2 Utilización del sistema

El sistema de gestión del espectro facilita la introducción de datos y la gestión de la información sobre la aplicación y la licencia, en particular la información relativa al emplazamiento y al equipo. Para ayudar en este proceso el sistema se basa en su base de datos de clientes, equipos, ubicaciones geográficas, etc. Una vez almacenados los datos del equipo y del emplazamiento, el gestor del espectro utiliza el sistema como ayuda para asignar las frecuencias. El gestor puede solicitar que el sistema busque en la base de datos que incluye el plan nacional de atribución de frecuencias para mostrar todos los canales en una determinada banda, y las asignaciones existentes en esos canales. El gestor puede asignar un canal libre, si lo hubiere, o puede seleccionar un canal asignado a un transmisor remoto y realizar un cálculo de interferencia para determinar si alguna de las utilidades de dicho canal crearía interferencia en la otra utilización del canal. Para realizar estas tareas, el gestor del espectro consulta la pantalla de asignación de frecuencias que se ilustra en la Figura A11.2. A fin de determinar si una frecuencia soportará la propagación, el gestor del espectro puede solicitar que el sistema realice un análisis de diseño – por ejemplo, un análisis de enlace, del contorno de intensidad de campo o un análisis de la zona de servicio – y determinar así si la intensidad de campo recibida es aceptable.

En un entorno de oficinas descentralizado, las tareas de gestión se pueden llevar a cabo mediante distintos grupos de usuarios con niveles de acceso apropiados. Los departamentos que atienden solicitudes pueden tramitar los datos financieros y administrativos de los usuarios de sistemas radioeléctricos, mientras que los ingenieros del espectro planifican asignaciones de frecuencias. Los usuarios administrativos pueden elaborar

informes o tramitar renovaciones, mientras el personal de introducción de datos carga nuevas solicitudes de licencia o informes de interferencia.

**1.3 Navegación por las pantallas del sistema**

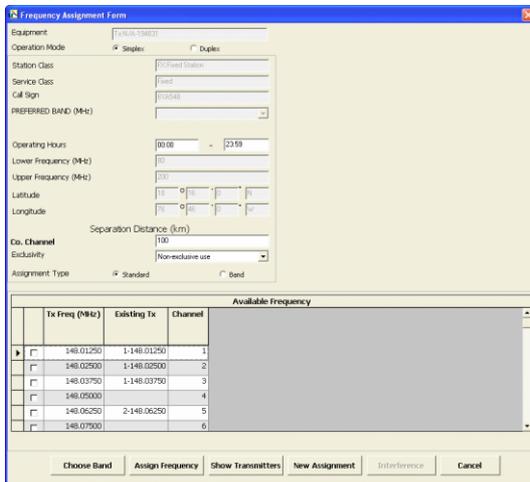
El sistema dispone de formularios normalizados para la entrada y visualización de datos relativos al emplazamiento, al operador, al equipo, a la asignación, etc. Asimismo, el sistema dispone de una interfaz de usuario gráfica adecuada que incorpora herramientas de navegación para acceder a estos datos. En la Figura A11.4 se da un ejemplo de utilización de un asistente para navegar fácilmente por diversos elementos de datos y formularios de análisis que son necesarios a fin de solicitar una licencia de estación radioeléctrica. El asistente reduce el tiempo de aprendizaje y hace mucho más fácil la utilización del sistema.

FIGURA A11.3

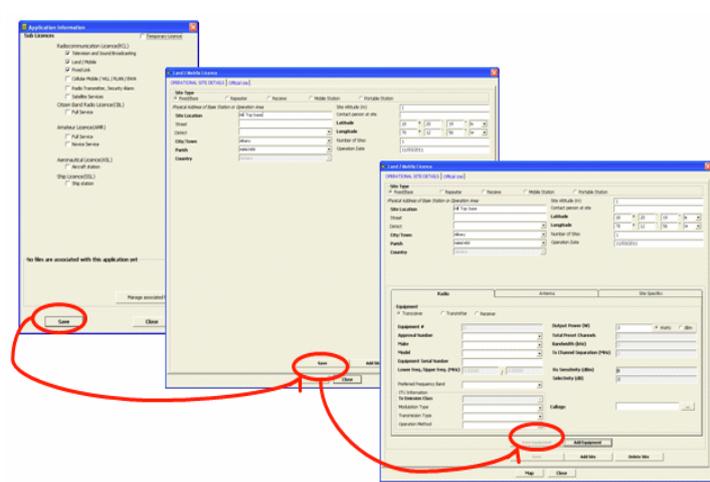
FIGURA A11.4

**Pantalla de asignación de frecuencias**

**Ejemplo de asistente para la navegación**



Cat-A11-03



Cat-A11-04

**1.4 Localización, interfaz de contabilidad y cumplimiento de las disposiciones de la UIT**

El sistema tiene capacidad para emplear el idioma del gestor de espectro, el cual está disponible en español, francés, inglés y árabe. Asimismo el sistema incluye una interfaz con un módulo de contabilidad que permite la preparación centralizada de las facturas correspondientes a los cánones de licencia y de renovación y la tramitación de pagos. Las Recomendaciones de la UIT sobre directrices de diseño para sistemas avanzados de gestión automática del espectro figuran en la Recomendación UIT-R SM.1370-2, y el sistema es conforme con esa Recomendación.

**1.5 Interfaz de Internet**

Un módulo opcional para el ASMS, denominado «WebCP» (portal cliente de la web) permite al sistema importar de forma segura y fiable solicitudes de licencias y tratar documentos presentados por Internet. En una ventana del navegador, WebCP visualiza los mismos formularios de datos con la misma validación de campos dinámica incorporada en el ASMS. Puesto que el solicitante introduce toda la información necesaria en estos formularios dinámicos, las solicitudes son completas y precisas desde su presentación. El administrador de WebCP revisa la solicitud presentada y añade información de uso oficial, como la clase de servicio o el signo de llamada. Se puede devolver la solicitud al solicitante con comentarios, si es preciso. En la Figura A11-5 se muestra un ejemplo de esto. En otro caso, la solicitud completada estará dispuesta para el proceso de revisión

oficial dentro del ASMS. Una vez emitida la licencia el solicitante puede pedir una modificación de licencia utilizando WebCP, si así lo desea.

FIGURA A11-5

**Introducción y devolución de comentarios al solicitante en la pantalla administrativa de WebCP**

The screenshot displays the ZICTA ASMS-WebCP Customer Administration interface. At the top left is the ZICTA logo (Zambia Information and Communications Technology Authority). The top right shows the user is logged in as James Stevenson (jstevenson@gtbc.com) with links for Home, Customer Signup, and Logout. Below the header is a search bar and a 'Submit / Manage Application' button. The main content area is titled 'Manage Application' and includes a yellow warning box: 'Specify radio service(s) to be licensed, attach documents, and submit the completed application\*'. The interface is divided into several sections: 'Radio Communication' (with 'Submitted' status and a 'Remand' button), 'Current Application Settings - 282' (showing 'Medium' priority and '1 Year' term), 'Comments on why this item was remanded.' (with a text area and 'Confirm' button), 'Attached Documents' (with 'Browse...' and 'Upload' buttons), and various license categories like 'Citizen Band Radio License', 'Amateur License', 'Aeronautical License', and 'Ship License'. A yellow warning box at the bottom states: 'WARNING: Customer Information is not completed and this application cannot be submitted until this is resolved.'

Cat-A11-05

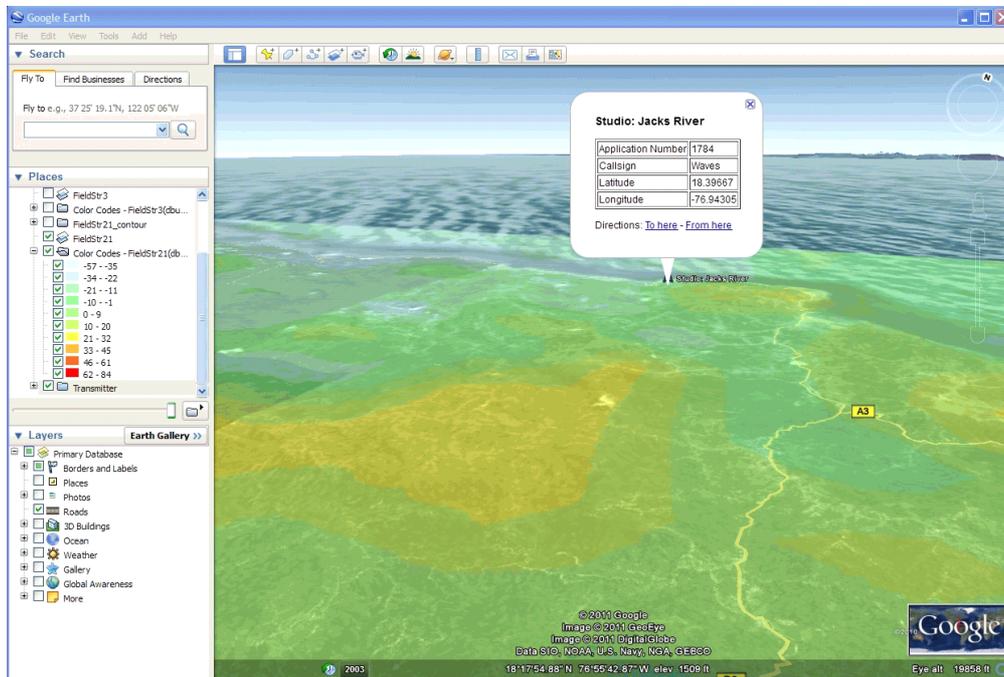
**1.6 Interfaz topográfico**

TCI facilita un módulo de mapas opcional que amplía las capacidades GIS de ASMS. Permite exportar características desde la base de datos tales como estaciones, trayectos de radioenlaces y diagramas de intensidad de campo al programa informático topográfico, como se muestra en la Figura A11-6. El usuario puede utilizar los controles de navegación del programa informático geográfico para realizar funciones tales como ampliar o reducir y volar sobre el conjunto de datos en tres dimensiones. El conjunto de datos se puede almacenar en una capa del programa geográfico o en un fichero externo.

Normalmente se utilizan para verificar las coordenadas de la estación con respecto a las características de la superficie, visualizar las intensidades de campo radiadas en relación con los centros de población y verificar la visibilidad entre estaciones.

FIGURA A11-6

### Ejemplo de visualización cartográfica con datos de intensidad de campo y de transmisión exportadas en Google Earth™



Cat-A11-06

## 1.7 Interfaz de contabilidad

El módulo de integración de contabilidad (AIM) opcional dota al ASMS con la capacidad de intercambiar registros de clientes, facturas y pagos con sistemas de contabilidad externos.

Con ASMS-AIM se pueden actualizar registros de clientes, registros de facturas y registros de pagos en cualquier sentido y bajo las condiciones particulares de contabilidad del cliente.

ASMS-AIM realiza todas las llamadas al sistema de contabilidad externo utilizando módulos de interfaz escritos por el proveedor del sistema de contabilidad para este objetivo. No escribe directamente en la base de datos.

## 2 Descripción del sistema de comprobación técnica

### 2.1 Funciones que realiza el sistema

Las funciones que realiza el sistema de comprobación técnica son:

- comprobación técnica, registro, demodulación y decodificación opcional;
- medición (métrica) y análisis de parámetros técnicos, en particular la frecuencia y desplazamiento de frecuencia, nivel/intensidad de campo, parámetros de modulación y anchura de banda;
- ocupación del espectro;
- radiogoniometría y geolocalización basados en la diferencia de tiempos de llegada (TDOA), en el ángulo de llegada (AOA) o en ambos (híbrido);
- detección automatizada de transmisiones no autorizadas o desconocidas (AVD).

Un ordenador cliente, que puede estar situado localmente con el equipo de comprobación técnica del espectro o a distancia, controla el equipo. Un cliente puede controlar múltiples estaciones de comprobación técnica y puede controlar diferentes conjuntos de equipos de comprobación independientemente de la configuración de los equipos o de los programas informáticos. Las mediciones se realizan utilizando la tecnología de procesamiento digital de la señal. El sistema funciona en banda estrecha o en banda ancha con preselecciones en el receptor de 2 y 20 MHz o de 4 y 40 MHz de anchura de banda instantánea para recibir señales de baja intensidad en entornos con señales fuertes o congestionados, así como señales de comunicaciones de banda ancha modernas. La radiogoniometría (DF) se realiza mediante una antena de gran apertura y un sistema de recepción multicanal que permiten utilizar más eficazmente la información de la señal recibida y ofrece alta precisión.

## 2.2 Modos de funcionamiento

Para llevar a cabo estas funciones el sistema dispone de tres modos de funcionamiento – modo interactivo, modo automático o programado y modo en segundo plano.

- El modo interactivo permite la interacción directa con diversas funciones que ofrecen una respuesta instantánea tales como la sintonización del sector de comprobación técnica, la selección de la demodulación, la visualización radiogoniométrica en tiempo real, la notificación automática de alarmas y la selección del recuadro de visualización. Las señales de radiorecalada en la radiogoniometría que se utilizan para detectar una fuente de interferencia y la determinación de la intensidad de campo sobre una zona geográfica constituyen ejemplos importantes de funcionamiento interactivo. Las mediciones de radiogoniometría y de intensidad de campo pueden efectuarse en una unidad móvil que se encuentre detenida o en movimiento sin necesidad de montar o desmontar las antenas para realizar las mediciones.
- En el modo automático o programado se pueden programar tareas que se ejecutarán inmediatamente o en un momento dado en el futuro. Entre las funciones que se pueden programar están la medición y el análisis técnico y la radiogoniometría.
- El modo en segundo plano se utiliza para determinar la ocupación del espectro, la exploración radiogoniométrica y la detección automática de infracciones, tareas para las que es conveniente recopilar datos durante largos periodos de tiempo. Un operador programa el barrido automático en determinadas frecuencias o gamas de frecuencias para que se inicie la actividad inmediatamente o en una fecha u hora en el futuro. Los resultados de las mediciones solicitadas se almacenan y el operador que las realizó puede recuperarlos mientras se realizan estas tareas o cuando se hayan finalizado. Estos datos se pueden utilizar posteriormente para elaborar informes y pueden compararse con los de la licencia que figuran en la base de datos del sistema de gestión para realizar la AVD; es decir, detectar automáticamente una infracción en las condiciones de la licencia.

## 2.3 Compacidad y movilidad

El sistema de comprobación técnica del espectro es muy compacto. Los sistemas electrónicos pueden estar contenidos en un bastidor de equipos o en una pequeña caja de transporte dependiendo de si el equipo se tiene que colocar en una instalación fija, transportable o móvil. Una estación móvil, incluida la antena y los sistemas electrónicos, se puede instalar en una furgoneta pequeña, como las que se muestran a modo de ejemplo de estaciones radiogoniométrica móviles de comprobación técnica en ondas decamétricas, métricas y decimétricas en la Figura A11.75. Las estaciones de comprobación móviles son de gran utilidad para buscar, identificar y localizar fuentes de interferencia. La estación móvil permite tomar medidas con la antena desplegada, como muestra la Figura A11-7 o plegada cuando el vehículo se encuentra detenido o en movimiento.

FIGURA A11.7

**Ejemplo de estaciones de comprobación técnica móviles completas**

Cat-A11-07

### **3 Sistema integrado de comprobación técnica y de gestión**

#### **3.1 Funcionamiento integrado del equipo y el soporte lógico**

TCI diseña y fabrica todos los componentes físicos principales de sus sistemas de comprobación técnica y de gestión del espectro, en particular antenas, sistemas electrónicos de conmutación y distribución en RF, receptores y equipos conexos y, además, ha elaborado los programas informáticos de los sistemas de gestión y comprobación técnica. Dado que la misma empresa elabora tanto los equipos como los programas informáticos, TCI es capaz de proporcionar un sistema completamente integrado que permite la adecuada interacción y el funcionamiento del sistema completo. TCI también puede integrar su sistema de comprobación técnica del espectro con otros sistemas similares de diferentes proveedores.

#### **3.2 Soporte, incluida la personalización, conversión de datos, formación y mantenimiento**

TCI proporciona asimismo asistencia técnica a las administraciones que necesitan utilizar el sistema en sus operaciones. Dado que la legislación nacional en materia de telecomunicaciones es diferente en cada país, y habida cuenta de que las prácticas y los procedimientos son distintos en cada administración, es inevitable que el sistema de gestión automática del espectro tenga que adaptarse a las necesidades concretas de cada administración. La automatización de los procesos de cálculo existentes entraña problemas diferentes a la automatización de las operaciones que se hacen en papel. Quizá sea necesario elaborar programas que ayuden a convertir los datos, de modo que los datos obtenidos de los sistemas existentes puedan transferirse automáticamente al sistema descrito en este documento. TCI se encarga de resolver todos estos problemas.

La formación sobre la utilización del sistema se facilita mediante la utilización de una base de datos de formación, que muestra como ejemplo aplicaciones representativas de concesión de licencias, asignación de frecuencias y otros datos. Con ayuda de estas herramientas de formación pueden darse cursos en salas de formación que dispongan únicamente de ordenadores, sin interferir en el funcionamiento del sistema ni emplear equipo de comprobación técnica adicional. El mantenimiento del sistema se logra mediante procedimientos automáticos de prueba que están integrados en el propio equipo de prueba y mediante programas de diagnóstico que realizan la detección a distancia de averías en equipos sobre el terreno.

### 3.3 Conformidad con las Recomendaciones de la UIT en materia de automatización e integración

El sistema descrito en este Anexo es conforme a lo estipulado en la Recomendación UIT-R SM.1537 sobre automatización e integración de sistemas de comprobación técnica y gestión del espectro y a las directrices sobre automatización indicadas en el Capítulo 3, sección 3.6 del Manual de Comprobación Técnica del Espectro de la UIT de 2011. Este sistema lo utilizan con éxito diversos organismos reguladores de todo el mundo. La aplicación a una administración se describe en un Anexo del Capítulo 7 del Manual de la UIT sobre Gestión Nacional del Espectro de 2011. Para mayor información, véase [www.tcibr.com](http://www.tcibr.com) y [Woolsey, 2000 y 2004].

## Referencias Bibliográficas

- [1] WOOLSEY, R. B. [2000] Automatic Tools for Telemetry Test Range Spectrum Management. Proc. ITC/USA.
- [2] WOOLSEY, R. B. [2004] An Automated, Integrated Spectrum Management and Monitoring System. Proc. Seventeenth International Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility.



## GLOSARIO

<i>Acuerdo GE06</i>	Acuerdo regional y sus Anexos junto con los Planes asociados tal y como fue elaborado por la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de 2006 (CRR-06) para la planificación del servicio de radiodifusión digital terrenal en la Región 1 (partes de la Región 1 situadas al oeste del meridiano 170° E y al norte del paralelo 40° S, excepto los territorios de Mongolia) y en la República Islámica de Irán, en las bandas de frecuencias 174-230 MHz y 470-862 MHz (Ginebra, 2006)
<i>Adjudicación (de una frecuencia o un canal de frecuencias)</i>	Inscripción de un canal de frecuencia determinado en un plan adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o más administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinadas y según condiciones especificadas.
<i>Algoritmo</i>	Indicación de las etapas lógicas que han de seguirse en el programa para la solución de un problema concreto.
<i>Almacenamiento (dispositivo de)</i>	Unidad funcional en la que pueden colocarse datos, en la cual pueden retenerse datos y de la cual pueden extraerse datos.
<i>AOA</i>	Ángulo de llegada
<i>ASCII</i>	Código normalizado estadounidense para el intercambio de información ( <i>American Standard Code for Information Interchange</i> ) – Código numérico utilizado para representar letras, cifras y símbolos.
<i>Asignación (de una frecuencia o de un canal de frecuencias)</i>	Autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico en condiciones especificadas.
<i>Atribución (de una banda de frecuencias)</i>	Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias de una banda de frecuencias determinada para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o espacial o por el servicio de radioastronomía en condiciones especificadas. Este término se aplicará también a la banda de frecuencias considerada.
<i>ASMS</i>	Sistema automatizado de gestión del espectro
<i>AVD</i>	Detección automática de una inobservancia.
<i>Base de datos</i>	Fichero de datos estructurado de modo que se pueda consultar y actualizar sin afectar por ello el diseño del fichero, que no está destinado a satisfacer una aplicación específica y limitada.
<i>BDT</i>	Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
<i>BR</i>	Oficina de Radiocomunicaciones.
<i>Campo de datos</i>	Subdivisión de un registro que contiene una unidad de información.
<i>CD-ROM</i>	Tipo de medio de almacenamiento de datos (disco) en el que se utiliza tecnología óptica para leer los datos. Generalmente, estos discos se escriben una vez y se leen muchas veces. Cada disco puede almacenar 600 Mbytes de datos.
<i>CEM</i>	Compatibilidad electromagnética
<i>Datos</i>	Representación de hechos, conceptos o instrucciones de manera formal, adecuada para la comunicación, la interpretación o el tratamiento por seres humanos o medios automáticos.

<i>Datos alfanuméricos</i>	Datos formados por una serie de caracteres que contienen letras y dígitos, y habitualmente otros caracteres.
<i>DDR</i>	Diccionario de datos de radiocomunicaciones – Conjunto de modelos de datos definidos rigurosamente, que describen la información que necesitan las administraciones y la BR para comunicar electrónicamente los detalles de los sistemas radioeléctricos.
<i>DF</i>	Radiogoniometría
<i>Diccionario de datos</i>	Un diccionario de datos describe los elementos contenidos en la base de datos.
<i>Dispositivo de entrada/salida</i>	Unidad de un sistema de proceso de datos que permite la introducción de los datos en el sistema o la extracción de datos del sistema, o las dos operaciones.
<i>DSP</i>	Procesamiento digital de la señal.
<i>DTM</i>	Modelo de terreno digital ( <i>digital terrain model</i> ).
<i>DVD</i>	Disco de vídeo compacto.
<i>EDI</i>	Intercambio electrónico de datos ( <i>electronic data interchange</i> ).
<i>Elemento de datos</i>	Cualquier serie de datos que puede considerarse como una unidad en una situación dada; por ejemplo, sector, registro.
<i>En línea</i>	Situación en la que un dispositivo está conectado al sistema informático y es fácilmente accesible por medio de la unidad de proceso del ordenador.
<i>Estación de trabajo</i>	Ordenador, por lo general más potente que un PC, que ofrece múltiples funciones e incluye normalmente soporte físico especial para visualizar imágenes o realizar cálculos, por ejemplo para el diseño en 3D asistido por ordenador.
<i>Fichero de datos</i>	Colección organizada de registros de datos. La organización de los registros de un fichero puede ser hecha en base a: un objetivo común, un formato común o una fuente de datos común; los registros pueden hallarse secuenciados o no.
<i>Formato</i>	Término general que describe la estructura u otros detalles que definen cómo se almacena o representa la información. Puede utilizarse para valores de datos individuales o para ficheros de datos completos; asimismo puede aplicarse a la estructura de una carta u otro documento textual.
<i>Formato de datos</i>	Formato aplicado explícitamente a los datos, que significa la manera formal en la que se almacenan o representan los datos.
<i>Formulario</i>	Formulario vacío que indica el tamaño y la estructura de los datos necesarios.
<i>Frecuencia asignada</i>	Centro de la banda de frecuencias asignada a una estación.
<i>FTP</i>	Protocolo de transferencia de ficheros ( <i>file transfer protocol</i> ) – Norma para la transferencia electrónica de ficheros.
<i>Fuera de línea</i>	Situación en la que un dispositivo no está conectado directamente al sistema de computador.
<i>GIS</i>	Sistema de información geográfica ( <i>geographical information system</i> ).
<i>GUI</i>	Interfaz de usuario gráfica
<i>HF</i>	Banda de ondas decamétricas.

<i>ICNIRP</i>	Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante.
<i>IDWM</i>	Mapa mundial digital de la UIT.
<i>IFIC</i>	Circular Internacional de Información sobre Frecuencias.
<i>IFL</i>	Lista internacional de frecuencias
<i>Internet</i>	Red electrónica pública que permite acceder a información electrónica.
<i>IT</i>	Tecnología de la información ( <i>information technology</i> ) - Término utilizado para describir todos los sistemas informáticos y de comunicaciones.
<i>LAN</i>	Red de área local ( <i>local area network</i> )
<i>Mbyte</i>	Megabyte.
<i>MF</i>	Banda de ondas hectométricas.
<i>MIME</i>	Extensiones del correo Internet multipropósito ( <i>multipurpose internet mail extensions</i> ) – la nueva (1992) norma de correo electrónico Internet.
<i>PC</i>	Ordenador personal.
<i>Perfil del trayecto</i>	Datos topográficos a lo largo de una línea sobre la superficie de la Tierra entre dos puntos, representados en dos dimensiones.
<i>p.i.r.e.</i>	Potencia isótropa radiada equivalente: producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isótropa en una dirección dada (ganancia absoluta o isótropa).
<i>Prefacio a la IFL (PIFL)</i>	Prefacio a la Lista Internacional de Frecuencias, elaborado y distribuido por la BR; describe los datos utilizados en los formularios de notificación.
<i>Proceso por lotes</i>	Tratamiento de datos o realización de trabajos, reagrupados previamente, que se efectúa en condiciones tales que el usuario no puede influir en el proceso mientras está en curso.
<i>Programa</i>	Secuencia de instrucciones que sigue el computador para realizar una tarea determinada.
<i>Programa de aplicación</i>	Rutina desarrollada para efectuar una función concreta o resolver un problema dado que interesa a la organización usuaria del ordenador.
<i>RAID</i>	Sistema redundante de discos independientes. Este sistema impide que se corrompa el disco y, con ello, la pérdida de datos, gracias a una disposición de varios discos trabajando en paralelo. También puede emplearse para mejorar el funcionamiento del sistema.
<i>Registro de datos</i>	Unidad lógica de datos que representa una determinada operación o un elemento básico de un fichero, consistente a su vez en cierto número de elementos de datos o tipos de datos relacionados entre sí.
<i>Relación de protección</i>	Valor mínimo, generalmente expresado en decibelios, de la relación entre la señal deseada y la señal no deseada a la entrada del receptor, determinada en condiciones especificadas, que permite obtener una calidad de recepción especificada de la señal deseada a la salida del receptor.
<i>RR</i>	Reglamento de Radiocomunicaciones.
<i>RTPC</i>	Red telefónica pública conmutada: la red telefónica mundial.
<i>Servidor</i>	Ordenador cuya función principal es prestar servicios a otros ordenadores en la red; estos servicios pueden consistir en datos, cálculos o aplicaciones o también un servicio de pasarela hacia otras redes de comunicación externas.

<i>SGBD</i>	Sistema de Gestión de la Base de Datos.
<i>Sistema</i>	El soporte físico informático, su sistema operativo y los datos que contiene.
<i>Sistema operativo</i>	Soporte lógico para controlar la ejecución de los programas informáticos, que puede asegurar la concatenación de los trabajos, la puesta a punto de los programas, el control de entrada/salida, la contabilidad de la explotación, la compilación, la atribución de memoria, la gestión de los datos y otros servicios afines.
<i>Soporte físico (Hardware)</i>	Equipo físico utilizado en el proceso de los datos, en contraposición a los programas, procedimientos, reglas y documentación asociada.
<i>Soporte lógico (Software)</i>	Programas informáticos, procedimientos y reglas, así como la documentación asociada, relativos al funcionamiento de un sistema de proceso de datos.
<i>SQL</i>	Lenguaje de consulta estructurado ( <i>structured query language</i> ).
<i>Subrutina</i>	Conjunto ordenado de instrucciones que puede utilizarse en uno o más programas de ordenador, o bien en uno o varios puntos de un mismo programa.
<i>TCP/IP</i>	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet.
<i>TDOA</i>	Diferencia de tiempo de llegada
<i>TIC</i>	Tecnologías de la información y de la comunicación
<i>TIES</i>	Servicios de intercambio de información sobre telecomunicaciones ( <i>telecommunication information exchange services</i> ) proporcionados por la UIT.
<i>UHF</i>	Banda de ondas decimétricas.
<i>UIT</i>	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<i>UIT-D</i>	Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones
<i>UIT-R</i>	Sector de Radiocomunicaciones de la UIT.
<i>Unidad de datos</i>	Cualquier dato tratado como una unidad dentro de un registro de datos, un programa o un proceso, por ejemplo, una inscripción simple en un registro o tabla.
<i>UNIX</i>	Sistema operativo utilizado en los miniordenadores y en sistemas más grandes, desarrollado originalmente en Bell Laboratories (Estados Unidos de América).
<i>VHF</i>	Banda de ondas métricas.
<i>Virus informático</i>	Programa concebido para afectar, y posiblemente dañar gravemente, los datos y/o el sistema operativo del ordenador.
<i>WebCP</i>	Portal web de cliente
<i>WAN</i>	Red de área extensa ( <i>wide area network</i> ).
<i>World-Wide-Web</i>	Grupo de recursos de información accesibles por Internet.



Unión  
Internacional  
de Telecomunicaciones  
Place des Nations  
CH-1211 Ginebra 20  
Suiza



Impreso en Suiza  
Ginebra, 2016

Derechos de las fotografías: Shutterstock