

INFORME UIT-R SM.2130

Inspección de las estaciones radioeléctricas

(2008)

ÍNDICE

Página

1	Introducción.....	2
1.1	Cometido y organización de las actividades de inspección.....	2
1.2	Organización del Informe	3
2	Cuestiones abordadas en el Informe.....	4
2.1	Técnicas de inspección	4
2.2	Complemento de equipos	7
2.3	Parámetros técnicos	8
2.4	Examen de los registros	9
3	Procedimientos detallados e información para optimizar y racionalizar las actividades de inspección	10
3.1	Estructura formal para planificar las actividades de inspección.....	10
3.2	Criterios estadísticos para determinar el tamaño de muestra de la inspección...	11
3.3	Criterios de decisión para los métodos de inspección y comprobación técnica del espectro e inspecciones <i>in situ</i>	12
3.4	Software y hardware integrados para mejorar y normalizar la recopilación de datos obtenidos en la inspección.....	13
4	Conclusión.....	13
5	Ejemplos de procedimientos de inspección específicos.....	13
5.1	Ejemplo de una estructura formal para las actividades de inspección realizadas en Brasil.....	13
5.2	Ejemplo de un método de muestreo para la planificación de inspecciones.....	13
5.3	Utilización de un software «asistente de la medición».....	14
5.4	Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Brasil.....	14
5.5	Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Francia	14
5.6	Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Nueva Zelanda	14
5.7	Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Brasil.....	14

Anexos

Anexo 1	– Estructura de la gestión de las actividades de inspección utilizada en Brasil.....	15
Anexo 2	– Criterios para determinar el tamaño de la muestra a fin de planificar las inspecciones.....	21
Anexo 3	– Implementación del asistente de mediciones en Brasil.....	26
Anexo 4	– Procedimientos de inspección para la radiodifusión con modulación de amplitud en Brasil.....	29
Anexo 5	– Ejemplo de métodos de inspección utilizados en Francia.....	44
Anexo 6	– Ejemplo de métodos de inspección utilizados en Nueva Zelanda.....	47
Anexo 7	– Procedimientos de inspección para estaciones terrenas en Brasil.....	60

1 Introducción

Este Informe presenta una perspectiva general de los Procedimientos de Inspección en respuesta a la Cuestión UIT-R 225/1 relativa a técnicas y procedimientos de inspección. La Cuestión aborda la forma en que las administraciones proceden a la hora de planificar y llevar a cabo las inspecciones de las estaciones radioeléctricas. El objeto de este Informe es ofrecer directrices generales para planificar y realizar actividades de inspección en diversos tipos de estaciones radioeléctricas. Las actividades de inspección incluyen a menudo el examen y la verificación de las condiciones técnicas y administrativas asignadas a una estación radioeléctrica o a otro usuario del espectro. Aunque se utiliza el término «con licencia» a lo largo del documento, puede considerarse en este caso que dicho término incluye no sólo a las estaciones con licencias emitidas por la autoridad reglamentaria sino también otros usuarios del espectro autorizados (por ejemplo, los que explotan equipos «exentos de licencia» tales como dispositivos de radiocomunicaciones de baja potencia y dispositivos de RF que funcionan con arreglo a las normas de homologación del equipo). El objetivo fundamental de este Informe es considerar las inspecciones que se llevan a cabo *in situ*, visitando el emplazamiento del transmisor. En los Anexos figuran algunos casos específicos de ciertos servicios que proporcionan ejemplos de la forma en que pueden aplicarse estas directrices generales. El Informe debe considerarse como un documento de orientación general para la planificación de las inspecciones.

1.1 Cometido y organización de las actividades de inspección

El valor del espectro radioeléctrico cada vez es más importante en el desarrollo económico y social de muchos países. El control de este espectro por las autoridades de reglamentación de las telecomunicaciones ha pasado a ser una tarea incluso de mayor relevancia puesto que las administraciones nacionales pretenden maximizar la utilización eficaz del espectro, controlar la interferencia y promover nuevas tecnologías sin repercutir negativamente en las ya existentes.

Por diversas razones, unas pocas administraciones no llevan a cabo inspecciones radioeléctricas. A largo plazo, sin embargo, la ausencia de un programa de inspección puede tener consecuencias negativas muy importantes. Sin realizar inspecciones, no puede garantizarse la integridad y fiabilidad del registro nacional de asignación de frecuencias ya que uno de los objetivos de la inspección es verificar que la estación radioeléctrica está realmente instalada y explotada de conformidad con los parámetros asignados. Los datos de referencia válidos para la subsiguiente comprobación técnica del espectro (tales como los valores de intensidad de campo de referencia) a menudo no pueden obtenerse fácilmente. Estos dos factores disminuyen considerablemente la eficacia de los sistemas automáticos de gestión del espectro a la hora de detectar infracciones y utilizaciones no autorizadas. Desde el punto de vista administrativo, la ausencia de inspecciones se traduce en una influencia perniciosa sobre los usuarios del espectro ya que éstos podrían pensar que pueden ignorar el cumplimiento de los parámetros que figuran en su licencia, puesto que el riesgo de detección es inferior si no se realizan inspecciones *in situ*. A este respecto, incluso la realización de inspecciones limitadas puede aumentar considerablemente la responsabilidad de los usuarios del espectro.

Los reglamentos de radiocomunicaciones técnicos y administrativos de una administración ayudan a garantizar que los servicios radioeléctricos pueden funcionar sin producir interferencia. Los usuarios del espectro cuyos equipos no cumplen sus parámetros autorizados pueden generar interferencia a otros usuarios por diversas causas (tales como interferencia cocanal y de canal adyacente, armónicos y otras emisiones no esenciales). Normalmente las autoridades de reglamentación utilizan varios métodos para ayudar a garantizar que el espectro se emplea de una manera adecuada y eficaz. Esos métodos incluyen la comprobación técnica y las mediciones del espectro realizadas a distancia, las inspecciones/mediciones *in situ* de las estaciones radioeléctricas y la promulgación de especificaciones de obligado cumplimiento para ciertos equipos (tanto

radioeléctricos como no radioeléctricos que generan energía espectral de RF). Las administraciones han utilizado con éxito alguna combinación de estos métodos, seguida de la aplicación de sanciones ejecutivas (notificación formal de infracciones) a causa de los problemas descubiertos, para ayudar a controlar la utilización eficaz del espectro.

Según la administración, estas funciones:

- puede llevarlas a cabo un solo departamento de la autoridad/organización de reglamentación (por ejemplo, un departamento ejecutivo que realice la comprobación técnica y las inspecciones y que aplique las sanciones correspondientes); o
- pueden efectuarlas distintas partes de la misma autoridad/organización de reglamentación (con una unidad de comprobación técnica separada, unidad de inspección y una unidad de aplicación de sanciones), o a veces distintas organizaciones (por ejemplo, las inspecciones de radiodifusión puede llevarlas a cabo una autoridad/organización completamente distinta a la que realice las inspecciones y la comprobación técnica para otros servicios).

La forma en que las administraciones organizan esta inspección viene determinada a menudo por la reglamentación nacional, por el número de titulares de licencias u otros usuarios del espectro autorizados, por el número de estaciones privadas en comparación con el número de estaciones explotadas por el gobierno y por otras razones. Además, las actividades de inspección deben estar soportadas por las leyes pertinentes y por la reglamentación aprobada oficialmente que proporcione el desarrollo detallado de dichas leyes. La reglamentación debe contemplar la cobertura de la organización, la tecnología y procedimientos de inspección, los derechos y obligaciones de los inspectores y de los usuarios del espectro, las disposiciones para resolver los conflictos entre las autoridades de inspección y los usuarios del espectro, etc. Las obligaciones de los usuarios del espectro deben incluir disposiciones que garanticen a los inspectores el libre acceso a las instalaciones radioeléctricas así como medidas para evitar cualquier obstáculo en su trabajo. Estas disposiciones normalmente forman parte de la reglamentación nacional. Las credenciales que lleva un inspector a fin de identificarse como persona autorizada para llevar a cabo inspecciones en nombre de la autoridad reglamentaria generalmente se basan en esta reglamentación.

La función de inspección, al menos durante la etapa inicial de su implementación, puede combinarse de manera eficaz con la función de comprobación «por el aire» (a distancia) basada en la uniformidad de los equipos de comprobación técnica y de medición y otras instalaciones utilizadas tanto para las tareas de comprobación técnica como para las tareas de inspección *in situ*. Si bien puede lograrse cierta eficacia si todas estas funciones se agrupan en la misma unidad o subunidad, el factor más importante es que las diferentes partes de la organización responsable de cada área se comuniquen y coordinen entre sí a fin de identificar, establecer prioridades, llevar a cabo y elaborar informes sobre el trabajo.

El resto del presente Informe se centra fundamentalmente en los detalles de la planificación y en las tareas de inspección *in situ* realizadas al usuario del espectro radioeléctrico.

1.2 Organización del Informe

El Informe se ha organizado en las siguientes secciones:

Sección 2 – Cuestiones abordadas en el Informe. Identifica los cuatro puntos principales que constituyen la base para planificar las inspecciones y discuten los factores que influyen en cada área. El objetivo del § 2 es proporcionar un esquema general de los factores que deben considerarse en un plan de inspección. Cuando se ha contado con el material adecuado, se han incluido breves ejemplos en el texto principal del § 2, con la intención de que el documento principal pueda ser utilizado por algunas administraciones con requisitos mínimos debido al número de licencias que controlan. Adicionalmente, se discute un texto más pormenorizado que puede ser adecuado para

administraciones de mayor tamaño pero las contribuciones detalladas se han introducido en un anexo de referencia.

Sección 3 – Procedimientos detallados e información para optimizar y racionalizar las actividades de inspección. Discute la utilización de una estructura formal para la gestión de las actividades de inspección, un método estadístico para planificar dichas actividades de inspección y criterios para la comparación entre la comprobación técnica del espectro y las inspecciones *in situ*. El texto principal del documento contiene un resumen general y los detalles aparecen en el anexo.

Sección 4 – Conclusiones. Proporciona algunas conclusiones generales.

Sección 5 – Ejemplos específicos del procedimiento de inspección. Proporciona breves descripciones de procedimientos de inspección específicos utilizados por algunas administraciones indicando dónde figuran en los Anexos.

El resto de este Informe:

- discute las cuatro partes de la Cuestión UIT resumiendo los temas recomendados para su inclusión en un programa de inspección y destacando los factores relativos a estos temas que deben tenerse en cuenta en la planificación;
- presenta resúmenes de una estructura de planificación de actividades formales de inspección, métodos estadísticos para selección de muestras y varios procedimientos de medición que pueden emplearse a distancia o *in situ* para establecer la planificación de las inspecciones; y
- proporciona ejemplos de procedimientos de inspección utilizados por algunas administraciones para servicios específicos.

2 Cuestiones abordadas en el Informe

En este punto se tratan las siguientes cuestiones (véase la Cuestión UIT-R 225/1):

- ¿Qué *técnicas de inspección* utilizan las administraciones para determinar el cumplimiento por los usuarios del espectro de los requisitos nacionales o internacionales?
- ¿Qué *complemento de equipos* sería necesario para efectuar mediciones técnicas en una inspección?
- ¿Qué *parámetros técnicos* se miden cuando una administración inspecciona un sistema radioeléctrico?
- ¿Qué *registros* de estación se *examinan* al inspeccionar una estación radioeléctrica?

A continuación se discuten estos cuatro puntos.

2.1 Técnicas de inspección

Las *técnicas de inspección* utilizadas por las administraciones pueden definirse generalmente como factores de decisión, etapas de planificación y métodos de implementación empleados por las administraciones para planificar y llevar a cabo las inspecciones en la estación. A la hora de llevar a cabo estas inspecciones deben tomarse varias decisiones relativas a los servicios radioeléctricos que deben inspeccionarse, al número de servicios que se debe inspeccionar, a la frecuencia de dichas inspecciones y a qué nivel de detalle debe llegarse en cada inspección. Algunos de estos factores pueden definirse en las reglamentaciones nacionales. Generalmente se consideran varios factores, a saber:

- regulaciones nacionales e internacionales u otros requisitos;
- prioridades en los trabajos establecidas por la administración;

- antecedentes en cuanto al cumplimiento de la reglamentación;
- quejas de interferencia/posibilidad de interferencia;
- densidad, emplazamiento y número de estaciones;
- clase de estación (por ejemplo, móvil privada, del servicio de radiodifusión);
- estaciones con nuevas licencias en comparación con estaciones existentes (las que han renovado la licencia);
- condiciones de la licencia de la estación.

Existe una gama de técnicas utilizadas por las administraciones para organizar sus planes de inspección que van desde inspeccionar a todas las estaciones a inspeccionar sólo unas cuantas o ninguna. Las técnicas pueden agruparse en cinco grupos: inspección de «todas las estaciones», inspecciones provocadas, inspecciones por muestreo, inspecciones «limitadas» o inspecciones «basadas en el riesgo».

Inspecciones de todas las estaciones – Algunas administraciones establecen como objetivo (o tienen como requisito en su reglamentación o política) la inspección de todas las estaciones en servicios seleccionados o, a veces, en todos los servicios. Este requisito a menudo viene limitado de la siguiente forma: inspeccionar únicamente las estaciones con nuevas licencias (antes de que inicien su funcionamiento), inspeccionar todas las estaciones anualmente o inspeccionar las estaciones al menos una vez durante el periodo de duración de su licencia (que puede ser más de un año). Una administración informó que había inspeccionado todas las nuevas estaciones móviles terrestres comerciales/privadas para verificar el cumplimiento de la reglamentación nacional y para garantizar igualmente que los equipos de radiocomunicaciones satisfacen los requisitos de homologación nacionales.

Inspecciones provocadas – Las inspecciones provocadas se inician por hechos específicos tales como quejas de interferencia, parámetros que no cumplen la reglamentación descubiertos por la comprobación técnica del espectro o cualquier otra indicación de posible infracción. Además, las inspecciones pueden desencadenarse por sucesos especiales (por ejemplo, acontecimientos deportivos importantes) o por la necesidad de determinar el nivel de cumplimiento de una característica en particular (por ejemplo, la precisión de coordinación de la torre). También podría ser de utilidad para otros departamentos de la autoridad reglamentaria que tengan interés en este tema.

Inspecciones por muestreo – La selección de la inspección por muestreo se basa en mediciones estadísticas. En su forma más sencilla, inspeccionando una pequeña muestra de todas las estaciones puede deducirse el cumplimiento global a partir de la tasa de cumplimiento de la muestra. Algunas administraciones utilizan métodos estadísticos y análisis de riesgo para estimar las tasas de cumplimiento globales utilizando los resultados para planificar futuros niveles de inspección. Por ejemplo, una alta tasa de cumplimiento puede dar lugar a menos inspecciones (muestreo inferior) en dicho servicio de radiocomunicaciones en el siguiente año. En el § 3 – Procedimientos detallados, se discuten los criterios de muestreo para la planificación de las inspecciones.

Inspecciones limitadas – Las inspecciones limitadas pueden verificar únicamente un elemento específico que interesa a la autoridad reglamentaria; por ejemplo, un cierto registro administrativo de la estación o la potencia de salida de un transmisor. Además, algunas administraciones restringen su programa de inspección y la verificación de los parámetros de la licencia de la estación a las actividades de comprobación técnica del espectro. Aunque no se realice ninguna visita a la estación, pueden medirse varios parámetros técnicos fundamentales (por ejemplo, frecuencia, anchura de banda, desviación de frecuencia y p.i.r.e.) simplemente realizando comprobaciones técnicas de las emisiones. Algunos parámetros tales como la p.i.r.e. posiblemente pueden medirse incluso con más precisión desde una distancia adecuada. El no cumplimiento de los parámetros supervisados podría desencadenar una inspección más detallada *in situ*.

Inspecciones basadas en el riesgo – Algunas licencias pueden considerarse de «alto riesgo». Estas licencias se refieren a estaciones radioeléctricas que tienen muchas posibilidades de provocar interferencia a otras estaciones. Esas licencias de «alto riesgo» pueden incluir emplazamiento con una elevada concentración de transmisores de RF, licencias en frecuencias adyacentes a los servicios de seguridad o licencias en una parte del espectro utilizada por transmisores con un nivel de potencia elevado y bajo. Las administraciones pueden hacer mayor hincapié en la inspección de estaciones que tienen «licencias de alto riesgo». Basándose en consideraciones similares, las administraciones pueden concentrar sus inspecciones en emplazamientos intensamente utilizados por las radiocomunicaciones, denominados «emplazamientos de alto riesgo».

Además de estas etapas generales de planificación, el proceso de inspección incluye varios factores que se consideran en la implementación de los planes, incluidos:

- la disponibilidad, preparación y estado de calibración de los equipos;
- los manuales de los equipos y las guías sobre procedimientos de medición;
- los formularios de inspección y los documentos de guía para la inspección;
- los requisitos de viaje;
- las verificaciones de los registros previos a la inspección (por ejemplo, registro de licencias, emplazamiento, registro de cumplimiento);
- los acuerdos de cooperación con otros organismos gubernamentales (por ejemplo, la policía), si es necesario.

A continuación aparece un breve ejemplo de la estructura, el plan y las prioridades de decisión de un programa de inspección para ilustrar la forma en que pueden aplicarse la mayoría de los factores indicados anteriormente:

Directrices administrativas para la planificación de inspecciones

- Inspeccionar al menos el 15% de las estaciones de base radioeléctricas de los servicios personales móviles de conmutación y de radiomensajería.
- Inspeccionar al menos el 15% de los transeptores utilizados por las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y por los servicios personales móviles (SPM).
- Inspeccionar al menos el 15% de las estaciones fijas y móviles de los servicios de radiotaxi.
- Inspeccionar el 100% de los servicios de investigación científica.
- Inspeccionar al menos el 15% de las estaciones terrenas de satélite.
- Inspeccionar el 100% de las estaciones autorizadas utilizadas para los servicios fijo y móvil cuyas licencias han expirado o expirarán en el año en curso.
- Inspeccionar al menos el 20% de los parámetros técnicos de las estaciones fijas y móviles.
- Realizar, en un máximo de 30 días antes de conceder la licencia, la inspección de las estaciones nuevas o modificadas.
- Inspeccionar o verificar para el funcionamiento continuado, al menos el 15% de todas las estaciones cuyas licencias han expirado o se han suprimido del sistema nacional de base de datos.
- Clausurar las actividades de los proveedores que funcionan sin licencia, en un máximo de 45 días.
- Inspeccionar cada trimestre al menos 4 empresas que fabriquen, distribuyan o comercialicen productos de telecomunicaciones sujetos a certificación obligatoria.

En este ejemplo, pueden observarse cómo se han tenido en cuenta algunos elementos de las categorías anteriores y cómo algunos factores pueden basarse en las regulaciones de la administración, en las políticas gubernamentales y en los resultados de inspecciones precedentes. Normalmente, las directrices deberían evaluarse y ajustarse anualmente basándose en los resultados de los programas de inspección del año anterior.

Además, en el ejemplo anterior puede verse que los tamaños de la muestra son distintos para las diferentes categorías de estaciones. Ello puede deberse a varios factores, incluido el número de estaciones autorizadas en el servicio, el historial de cumplimiento y los objetivos o políticas de la administración en la clase de servicio radioeléctrico específico de que se trate. En el § 3 – Procedimientos detallados, aparece un ejemplo sobre un procedimiento para determinar el tamaño de la muestra y la selección de la muestra en la planificación de las inspecciones.

2.2 Complemento de equipos

A continuación aparece una lista recomendada de equipos normalmente utilizados durante la inspección de una estación radioeléctrica:

Equipo primario:

- Medidor de frecuencias.
- Medidor de potencia/acopladores direccionales.
- Analizador de espectro/receptor de medición.
- Antenas.

Utilizando estos instrumentos pueden medirse los parámetros más importantes tales como la frecuencia de funcionamiento, la potencia del transmisor y las propiedades espectrales de RF.

Equipo adicional:

- Analizador de radiocomunicaciones.
- Medidor de intensidad de campo.
- Medidor de densidad de flujo de potencia con sensor de campo E y H isótropo.
- Analizador de modulación (TV, digital u otros tipos).
- Medidor de distancia/telémetro.
- Cintas de medición de distancia.
- Goniómetro.
- GPS.
- Soportes/trípodes de antena.
- Carga resistiva de potencia.
- Cables, conectores y accesorios.

Algunos de estos elementos se utilizan para confirmar las alturas/emplazamientos de la torre y la orientación de la antena y para medir parámetros especiales específicos a un servicio particular de comunicaciones (por ejemplo, GPS, TV o un analizador de modulación digital).

Las administraciones han observado que pueden ser necesarios algunos equipos especiales de medición adicionales para realizar ciertas inspecciones, dependiendo de los tipos de emisión, las frecuencias asignadas, la introducción de nuevas tecnologías de comunicaciones y las tareas de inspección. Por ejemplo, puede que en algunas inspecciones sea preciso utilizar un modelo reciente de analizador de radiocomunicaciones con características de modulación digital avanzadas para detectar y medir adecuadamente las portadoras digitales que utilizan nuevas técnicas de modulación/acceso al espectro, si la administración requiere ese tipo de medición. Además, algunos

equipos de medición existentes puede que no sean adecuados para su utilización en nuevas frecuencias autorizadas que exigen la sustitución o la mejora de los equipos existentes. Yendo más allá, los nuevos desarrollos en la tecnología de telecomunicaciones requerirán un examen periódico de la capacidad de medición en función de los parámetros de la licencia de la estación y de los requisitos de inspección.

Un factor importante que debe considerarse al utilizar cualquier instrumento es la precisión de la calibración y la incertidumbre de la medición del equipo. Deben consultarse las directrices del fabricante del equipo para determinar los requisitos de calibración. Las prácticas de medición generales incluyen la aplicación de tolerancias a las mediciones realizadas en las inspecciones basadas en la incertidumbre/repetibilidad de la medición del instrumento de medición. Una práctica recomendada al planificar la inspección es agrupar los equipos que van a utilizarse (junto con sus manuales de funcionamiento y guía de procedimiento de medición) y verificar su funcionamiento adecuado antes de llevar a cabo las actividades de inspección.

Como «asistente de medición» puede utilizarse un software de control de equipos para efectuar mediciones normalizadas y repetibles en las inspecciones. Este «asistente de medición» puede constituir una herramienta útil para garantizar que se tienen en cuenta todas las consideraciones sobre tolerancias de la medición. El software, ejecutado en un ordenador portátil, ayuda al agente de inspección durante el proceso de medición. Utilizando una interfaz, como por ejemplo GPIB, RS-232 o USB, el asistente de medición puede comunicarse con el equipo de medición y recopilar todos los datos necesarios, comparando a continuación automáticamente los resultados con los datos que figuran en la licencia y elaborando un informe.

2.3 Parámetros técnicos

Generalmente, todo elemento especificado en la licencia de una estación o en las condiciones de funcionamiento debe ser un elemento medible o verificable durante una inspección. Los parámetros de funcionamiento de una estación son importantes para controlar la interferencia y para permitir la coexistencia de varias estaciones en las mismas frecuencias y/o en las mismas zonas geográficas y son útiles para asegurar una utilización eficaz del espectro. Los parámetros especificados son importantes a la hora de determinar la zona de cobertura de una estación y la cantidad de espectro ocupado. La siguiente lista indica los parámetros técnicos que pueden verificarse durante las inspecciones.

- Frecuencia (desplazamiento y estabilidad).
- Potencia de salida del transmisor.
- Coordenadas geográficas.
- Armónicos, productos de intermodulación y emisiones no esenciales.
- Intensidad de campo eléctrico, magnético y electromagnético.
- Anchura de banda.
- Altura y acimut de la antena.
- Diagrama de antena.
- Parámetros de modulación.
- Nivel de ruido en el emplazamiento.
- Densidad de flujo de potencia.

Los elementos específicos que deben verificarse variarán según el tipo de estación/servicio radioeléctrico, reglamento de radiocomunicaciones del país y políticas de la administración de reglamentación. Otros factores que influyen en la verificación podrían ser: problemas que han aparecido anteriormente, elementos que se considera que pueden causar interferencia o elementos

relacionados con un problema de interferencia real señalado. Como factores indirectos pueden citarse temas relativos al personal/carga de trabajo de la administración de la reglamentación o disponibilidad de equipos. Las administraciones que planifican trabajos de inspección se centrarán normalmente en los elementos que van a verificarse basándose en estos factores.

En el Cuadro 1 aparece un resumen de los equipos utilizados y de los parámetros medidos indicados en los § 2.2 y 2.3 anteriores.

CUADRO 1

Resumen de los equipos utilizados y parámetros medidos

Equipo	Parámetro medido
Analizador de espectro/receptor de medición, antena	Frecuencia, anchura de banda, intensidad de campo, armónicos, productos de intermodulación y emisiones no esenciales
Analizador de señal, antena	Frecuencia, anchura de banda, potencia, armónicos, productos de intermodulación y emisiones no esenciales y parámetros de modulación
Medidor de frecuencias, antena	Frecuencia y desplazamiento de frecuencia
Medidor de potencia, acoplador direccional, carga resistiva	Potencia de salida del transmisor (directa y reflejada)
Medidor de intensidad de campo con antena/cable calibrado	Intensidad de campo
Medidor de densidad de flujo de potencia	Intensidad de campo eléctrico, magnético y electromagnético
Analizador de modulación	Parámetros de modulación de tipos específicos de señales y presencia de señales adicionales
Medidor de distancia o telémetro	Distancias, incluida la altura de antena
Cintas de medición	
Goniómetro	Acimut de antena
GPS	Coordenadas del emplazamiento

2.4 Examen de los registros

La licencia de la estación y las condiciones de funcionamiento de la misma son algunos de los principales registros administrativos examinados cuando se inspeccionan las estaciones. Estos textos deben estudiarse antes de llevar a cabo las inspecciones porque los equipos de medición necesarios dependen de los parámetros técnicos, algunos de los cuales no pueden deducirse a partir de la documentación de la licencia; por ejemplo, el tipo de conectores utilizados en un transmisor de alta potencia, y por consiguiente deben determinarse mediante investigaciones adicionales. Un objetivo importante de la inspección es confirmar que la estación funciona de conformidad con los parámetros asignados por la administración para la utilización del espectro de frecuencias. Los parámetros medidos u observados se comparan con los parámetros que figuran en la licencia para determinar si la estación está de conformidad. Otros exámenes de los registros incluyen: certificaciones/estado de aprobación de los equipos instalados, registros relativos a las operaciones cotidianas, (tales como registros de funcionamiento del transmisor y registros de programación) y otros registros especiales que pueden ser necesarios para ciertos tipos de estaciones. Los resultados de la inspección se anotan normalmente en un formulario adecuado o en una lista de verificación diseñada para recopilar la información importante determinada por la administración. Generalmente ello incluirá la verificación de los parámetros de la licencia discutidos previamente, adaptaciones

relativas al incumplimiento o desviaciones de los parámetros de la licencia, descripción del emplazamiento del transmisor (incluyendo fotos si es necesario), personal presente durante la inspección, equipo utilizado y comentarios del inspector describiendo acciones posteriores si es preciso. Las condiciones irregulares de comportamiento se señalan a la atención de la estación para su corrección y se anotan en el informe de inspección y en los registros de las inspecciones de la administración o en la base de datos de cumplimiento. La información contenida en estos registros (niveles de cumplimiento u otros resultados de la inspección) puede utilizarse para ajustar en el futuro los planes de inspección.

Los resultados de la inspección también los emplean algunas administraciones para verificar o mejorar la precisión de las bases de datos de licencias existentes. Ello puede servir de ayuda cuando la base de datos de la administración ha perdido información o contiene información distinta de la observada en la inspección y se determina que la base de datos contiene errores.

Por último, como se discute en el § 1.1, las administraciones nacionales pueden organizarse de distintas formas con diferentes funciones en diversos departamentos. Dependiendo de la forma en que la administración tenga organizado el servicio de inspección de la administración, también pueden verificarse otros elementos técnicos y administrativos (tales como seguridad del tendido eléctrico, condiciones peligrosas de radiación de radiofrecuencia, seguridad de la torre y otros elementos).

3 Procedimientos detallados e información para optimizar y racionalizar las actividades de inspección

Cuando una administración inicia sus actividades de inspección, especialmente si carece de experiencia, conviene centrar los recursos de la inspección en varias áreas que ofrecerán a esa administración las mayores ventajas en cuanto a utilización eficaz del espectro. A continuación, se sugieren algunas prioridades para planificar la inspección:

- Inspecciones de todas las estaciones de reciente instalación; estas actividades pueden agruparse con las pruebas de aceptación de las instalaciones. Además, combinando los datos de inspección con los resultados de comprobación técnica del espectro, los datos de referencia iniciales sobre los parámetros de emisión pertinentes (intensidad de campo, frecuencia, anchura de banda y modulación) pueden asociarse con las instalaciones de la estación y almacenarse en una base de datos para realizar comparaciones posteriormente durante la comprobación técnica rutinaria del funcionamiento de la estación.
- Inspección de los transmisores más potentes (tales como los transmisores de radiodifusión), preferiblemente en combinación con las actividades de cooperación técnica, para determinar la intensidad de campo y otros parámetros.
- Inspecciones de los servicios en los que las estadísticas muestran un mayor número de violaciones. Basándose en las experiencias de otras administraciones, normalmente se trata de las estaciones de radiocomunicaciones móviles privadas. También en este caso, la utilización de los datos obtenidos de la comprobación técnica ayudará a mejorar la base de datos de las licencias y establecer una referencia para las futuras actividades de comprobación del cumplimiento de la reglamentación.

3.1 Estructura formal para planificar las actividades de inspección

La ventaja que ofrece una estructura formal para gestionar las actividades de inspección es una amplia visión de todos los factores que pueden influenciar la planificación de la inspección y una mejora de los resultados de estas actividades.

La estructura puede dividirse en áreas funcionales o de proceso, como sigue:

- Datos de referencia.
- Gestión de la documentación.
- Gestión de los recursos.
- Gestión de las actividades de inspección.

Los datos de referencia completos son necesarios para soportar la planificación de las actividades de inspección y consisten en una base de datos de licencias fiable, una base de datos histórica fiable y continuamente actualizada, planes operacionales y regulaciones nacionales.

Debe instalarse un sistema de gestión de la documentación para garantizar que los procedimientos de inspección, el manual nacional, los modelos de informes, los documentos de fiscalización y los certificados de los equipos de calibración, se mantienen actualizados.

Los recursos importantes que deben considerarse son el personal, los equipos y los recursos financieros. Toda inspección *in situ* viene directamente influenciada por la capacitación profesional de la mano de obra, incluido el conocimiento técnico y reglamentario de los temas de inspección, las técnicas de medición, la ética y el comportamiento del agente de inspección. La selección de los equipos que van a utilizarse depende del conjunto de parámetros de interés y de las tolerancias asociadas, y se basa en las regulaciones nacionales o internacionales. Los equipos deben calibrarse para garantizar repetibilidad, reproductibilidad y fiabilidad. Es necesario planificar los recursos para poder disponer del personal y de los equipos pertinentes en el momento necesario.

La gestión de las actividades de inspección incluye la normalización de los requisitos de calidad, la planificación de las propias actividades de inspección, la actualización de los procedimientos de inspección, el registro de los resultados de las mediciones y el control y ajuste de la planificación. También incluye la gestión de los viajes.

Esta estructura formal puede ajustarse para dar acomodo a otros procesos o factores de planificación que pueden ser específicos a una administración en particular. El Anexo 1 presenta un ejemplo de estructura formal para las actividades de inspección utilizado por la Administración de Brasil. Un modelo de proceso para la planificación de las inspecciones tiene la ventaja de proporcionar un procedimiento coherente para dicha planificación de inspecciones. El modelo de proceso muestra los factores más importantes que deben considerarse así como la relación entre los diversos factores y cómo se relacionan entre sí.

3.2 Criterios estadísticos para determinar el tamaño de muestra de la inspección

La inspección de las estaciones radioeléctricas consiste fundamentalmente en identificar en su primera etapa problemas técnicos en las redes radioeléctricas y evitar que aparezcan problemas de interferencia. Especialmente en las mayores administraciones con un número elevado de estaciones, no es posible realizar la inspección *in situ* de todas las estaciones o de un gran número de estaciones debido a limitaciones presupuestarias, limitaciones de personal y otros factores. Como se discute en el § 2, pueden utilizarse técnicas de muestreo a fin de establecer una estrategia optimizada y comprobable para seleccionar las estaciones/redes radioeléctricas cuyo cumplimiento de la reglamentación va a inspeccionarse.

La premisa del muestreo consiste en examinar bajo algunos criterios un subconjunto de la población total (número total de estaciones en un servicio particular). Los resultados en el subconjunto, o «muestra», se proyectan sobre el total de la población. La determinación del tamaño de la muestra y la selección de los objetos que van a probarse (estaciones que se van a inspeccionar) son parámetros importantes para lograr resultados precisos basados en la muestra. El Anexo 2 presenta una discusión detallada de un método de muestreo para la planificación de la inspección.

3.3 Criterios de decisión para los métodos de inspección y comprobación técnica del espectro e inspecciones *in situ*

Algunos parámetros fundamentales de la estación tales como la frecuencia, la desviación de frecuencia, la anchura de banda, el exceso de potencia y el consiguiente grado de incumplimiento de los parámetros de la estación comparados con los que establece su licencia así como la disciplina operacional del operador pueden verificarse de manera eficaz utilizando estaciones de comprobación técnica fijas o móviles. Las ventajas de este método radican en que pueden supervisarse varias estaciones desde un emplazamiento si el nivel de la señal es suficiente y en que no es necesario entrar en contacto o empeñar en dichas tareas a los operadores de la estación.

Especialmente los transmisores de radiodifusión en ondas métricas y decimétricas pueden medirse eficazmente a distancia. La intensidad de campo medida o la tensión de entrada en el receptor pueden compararse con los resultados de una herramienta de planificación o, mejor aún, con resultados previos que ya están almacenados en la base de datos. Cualquier anomalía se detecta inmediatamente. Cabe señalar que no deben despreciarse las variaciones en las condiciones de propagación, especialmente a las frecuencias más bajas.

Hay que indicar igualmente que los resultados de la comprobación técnica del espectro no siempre pueden considerarse legalmente válidos. A veces, deben corroborarse mediante inspecciones *in situ* complementarias.

3.3.1 Consideraciones sobre la precisión

Algunos tipos de estaciones cuentan con redes complejas de filtrado y combinación que hacen difícil la conexión directa de los instrumentos y los resultados de las mediciones a veces son inciertos. Además, las conexiones directas con la salida del transmisor no comprenden el diagrama de antena y, por consiguiente, no revelan ninguna anomalía que pueda producirse en los sistemas de antenas. La medición de la máxima desviación de frecuencia o la potencia múltiplex en las estaciones de radiodifusión de FM requiere reflexiones bajas y suficiente atenuación de las otras señales de radiodifusión. Por razones evidentes estas mediciones se realizan mediante la comprobación técnica del espectro sin la participación del operador.

Existen varios tipos distintos de inspecciones para obtener, por ejemplo, la PRA y otros parámetros básicos del transmisor. El Cuadro 2 muestra los más comunes para la estimación de la medición de la PRA. Cada método presenta sus propias ventajas y precisión.

CUADRO 2

Tipo	Resultado de la PRA	Precisión (2 ρ) 95% de confianza	Independencia
Comprobación técnica a lo largo de una carretera	PRA y diagrama de antena	8 dB	Sí
Comprobación técnica a largo plazo	1 ó 2 sentidos	5 dB	Sí
Inspección <i>in situ</i>	Únicamente máxima PRA	2 dB	No (la incertidumbre adicional puede llegar a 7 dB)
Mediciones con helicóptero	PRA y diagrama de antena	1,4 dB	Sí

Cabe señalar que en el caso de inspecciones físicas se añade una incertidumbre adicional. Ello podría justificar otro tipo de inspección distinta a la inspección *in situ* en este caso.

3.4 Software y hardware integrados para mejorar y normalizar la recopilación de datos obtenidos en la inspección

Una forma de mejorar la eficacia y la precisión en la recopilación de datos obtenidos en las inspecciones consiste en utilizar una combinación de software y hardware para ayudar al operario a completar las tareas de inspección asignadas tales como la captura de datos de medición. El Anexo 3 describe cómo puede utilizarse el software «asistente de la medición» para reunir los resultados de la medición y otros datos obtenidos en las inspecciones. La utilización de dicho software presenta las siguientes ventajas: normalizar los procedimientos de medición, permitir una aplicación precisa de los factores de incertidumbre y mejorar la eficacia de la recopilación e informe de los datos de inspección.

4 Conclusión

Este Informe proporciona información que deben considerar las administraciones a la hora de planificar las inspecciones de las estaciones radioeléctricas. Hay que señalar que no es posible desarrollar un plan de inspecciones detallado, específicamente definido y que sea adecuado para todas las administraciones, para todos los servicios de radiocomunicaciones y en todas las circunstancias. En lugar de ello, el objetivo de este Informe es presentar orientaciones generales para la planificación, ejemplos de casos específicos y un procedimiento para la planificación de inspecciones que puedan utilizar las administraciones adaptándolo a sus requisitos específicos.

La información presentada hasta ahora contiene los elementos fundamentales para planificar las inspecciones. En los ejemplos que aparecen en el § 5 figura información adicional sobre los procedimientos utilizados por administraciones específicas y/o procedimientos para tipos de inspección concretos. El § 5 se ampliará cuando se cuente con ejemplos y procedimientos adicionales de inspecciones detalladas.

5 Ejemplos de procedimientos de inspección específicos

Este punto describe procedimientos de inspección generales y específicos que pueden utilizarse para la gestión del programa de inspecciones o para realizar las inspecciones de ciertos tipos de estaciones. Las contribuciones pueden ser ejemplos de procedimientos generales o específicos empleados por una administración en particular o ejemplos de procedimientos detallados para un tipo específico de inspección o ambos. El objetivo es proporcionar esquemas generales y/o ejemplos detallados para casos específicos y no deben considerarse como una recopilación exhaustiva de todos los tipos de inspecciones. Parte de la información descrita en los ejemplos puede aplicarse, con o sin modificación, a las inspecciones en otros servicios.

5.1 Ejemplo de una estructura formal para las actividades de inspección realizadas en Brasil

El Anexo 1 contiene un ejemplo de una estructura formal utilizada en la República Federativa del Brasil. Para más información véase también el § 3.1.

5.2 Ejemplo de un método de muestreo para la planificación de inspecciones

El Anexo 2 presenta una discusión detallada de un método de un muestreo para la planificación de inspecciones, como también se describe en el § 3.2.

5.3 Utilización de un software «asistente de la medición»

El Anexo 3 contiene una descripción de la forma en que puede utilizarse un software «asistente de la medición» para recopilar los resultados de la medición y otros datos obtenidos en las inspecciones (véase también el § 3.4).

5.4 Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Brasil

El Anexo 4 contiene un ejemplo de un procedimiento de inspección para las estaciones de radiodifusión con modulación de amplitud utilizado en la República Federativa del Brasil. El procedimiento de inspección *in situ* cubre actividades relativas a las mediciones de los parámetros técnicos, revisión del registro de licencias, comprobación visual y otros requisitos exigidos por la ley. También se incluye un ejemplo del formulario de informe utilizado. Este ejemplo se ha extraído del Documento 1C/43 (4 de octubre de 2004).

5.5 Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Francia

El Anexo 5 contiene tres ejemplos de procedimientos de inspección utilizados por la (Agence Nationale des Fréquences (ANFR)):

- Inspecciones de estación radioeléctricas para estaciones PMR (radiocomunicaciones móviles privadas).
- Inspecciones de estación radioeléctricas en «emplazamientos de RF concentrados».
- Inspecciones de estación radioeléctricas para eventos especiales.

Los «emplazamientos de RF concentrados» son lugares donde existen generalmente fuertes concentraciones de transmisores de RF con licencias. Se trata a menudo de rascacielos o colinas elevadas que presentan situaciones favorables para la instalación de antenas de comunicaciones de RF. La concentración de transmisores plantea problemas especiales de interferencia entre las estaciones (por ejemplo, intermodulación, sobrecarga del receptor, etc.) y algunas administraciones hacen hincapié especial en que sus propietarios o los titulares de licencias deben hacer una gestión prudente del emplazamiento a fin de controlar la interferencia. Los eventos especiales presentan un problema similar, pues durante dichos eventos se produce una elevada concentración de emisores de radiocomunicaciones funcionando en una zona definida o congestionada (por ejemplo, en un recinto deportivo y sus alrededores). En el Anexo 5 aparecen ejemplos de estos tipos de inspecciones. Este ejemplo fue presentado al Grupo de Relator por Francia.

5.6 Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Nueva Zelanda

El Anexo 6 contiene un resumen de la inspección o procedimientos de auditoría utilizados por el regulador de Nueva Zelanda, Radio Spectrum Management Group (RSM) del Ministerio de Desarrollo Económico. El documento proporciona cierta información sobre las estrategias de supervisión y control, estadísticas sobre el alcance del programa y una descripción detallada de los procedimientos de auditoría.

5.7 Ejemplo de métodos de inspección nacionales utilizados en Brasil

El Anexo 7 contiene un ejemplo de procedimiento de inspección de estaciones terrenas de satélite utilizado en la República Federativa del Brasil para estaciones terrenas de los sistemas troncales nacionales o para terminales de apertura muy pequeña (VSAT), presentando procedimientos para medir las coordenadas geográficas, la altura, el acimut y la elevación de la antena parabólica, incluidas la frecuencia y la potencia del amplificador de alta potencia (HPA).

Anexo 1

Estructura de la gestión de las actividades de inspección utilizada en Brasil

Este anexo describe una estructura para gestionar las actividades de inspección. Podría aplicarse paso a paso a partir de cualquier modelo existente.

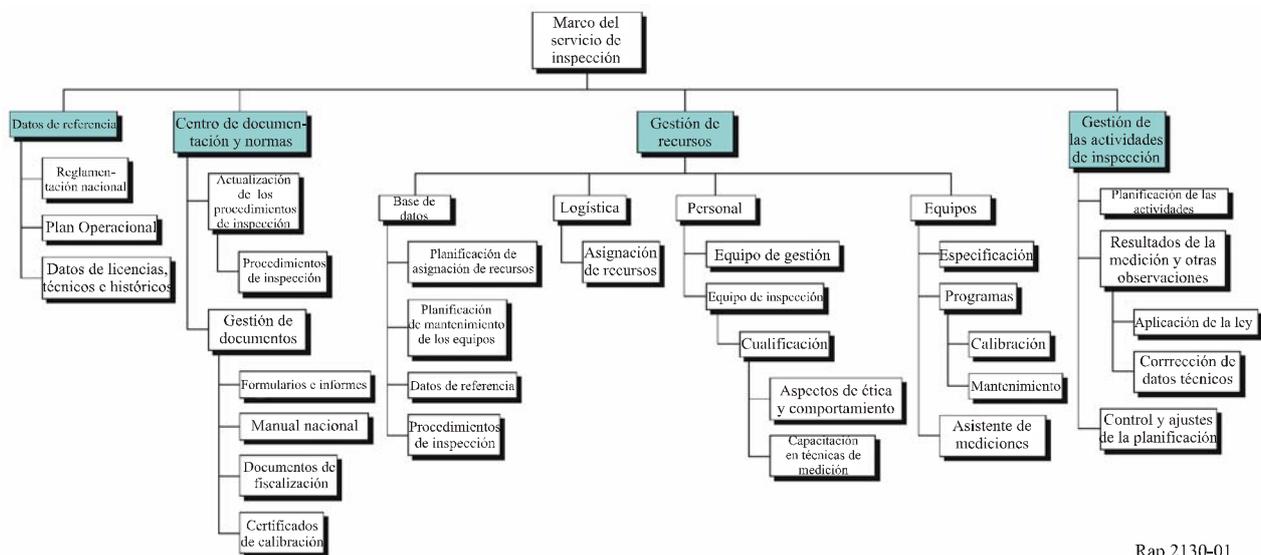
1 Servicio de inspección – áreas funcionales

Para certificar la conformidad de una estación o de un servicio con los parámetros establecidos en la licencia, las administraciones deben considerar que las actividades de inspección tienen que realizarse en las siguientes áreas funcionales:

- Datos de referencia.
- Centro de documentación y normas.
- Gestión de recursos.
- Gestión de las actividades de inspección.

La Fig. 1 ilustra la interrelación entre las cuatro áreas citadas, en lo que se refiere a los procesos funcional y principal:

FIGURA 1
Proceso de gestión del servicio de inspección



Rap 2130-01

1.1 Datos de referencia

Por lo que se refiere al servicio de comprobación técnica, deben considerarse datos de referencia coherentes en apoyo del servicio de inspección que abarquen los siguientes requisitos:

- Una base de datos de licencias fiable
- Una base de datos histórica fiable y continuamente actualizada
- Las bases de datos deben ser plenamente accesibles por todos los equipos de inspección. Para lograr dicho objetivo, conviene utilizar los modernos servicios de redes, por ejemplo, servicios web, acceso remoto a Intranet, etc.

- Planes operacionales
 - Las administraciones pueden establecer su propio plan operacional determinado según parámetros logísticos y estratégicamente elaborado. Dichos planes deben considerarse en la planificación de las actividades de inspección.
- Reglamentación nacional
 - Adicionalmente, también debe considerarse en toda actividad de inspección los requisitos establecidos en la reglamentación nacional.

1.2 Centro de documentación y normas

Es necesario crear un área responsable para garantizar que se mantienen constantemente actualizados los procedimientos de inspección, las versiones del manual nacional, los modelos de informe sobre mantenimiento, los documentos de fiscalización sobre la reglamentación nacional y los certificados de equipos de calibración.

– **Manual de inspección nacional**

Cada administración debe recopilar sus procedimientos de inspección en un «Manual de inspección» que englobe todos los procedimientos y metodología. Dicho Manual debe actualizarse de manera continua (gestión de las actividades de inspección).

– **Modelos de informe**

Cada procedimiento debe contar con un conjunto de documentos normalizados que deben rellenarse, principalmente para registrar las mediciones y realizar comentarios. Dichos documentos deben mantenerse actualizados y estar siempre disponibles para los equipos de inspección.

– **Documentos de fiscalización**

Cada procedimiento tiene un conjunto de documentos normalizados que deben rellenarse. Estos documentos se refieren a aspectos pertinentes de la legislación nacional que pueden haber sido infringidos, tales como los parámetros específicos de una estación que deben comprobarse para determinar si cumplen la reglamentación nacional.

– **Certificados de calibración**

Los resultados de las pruebas de validación de la calibración de los equipos deben registrarse en un informe de prueba de calibración. Dicho informe debe ponerse a disposición de los equipos de inspección de manera que en las mediciones puedan considerarse correctamente los valores de las incertidumbres, los errores y otros parámetros de los equipos. Cuando se emplea software de medición normalizado, tal como un asistente de medición, el informe de calibración para los instrumentos utilizado debe cargarse en el software de forma que pueda garantizar la precisión de los resultados de las mediciones.

1.3 Gestión de recursos

Se considera que los recursos más importantes son el personal y los equipos.

a) **Personal:**

Cualificación – Toda inspección *in situ* viene afectada fundamentalmente por la capacitación profesional del personal que la realiza. Esta capacitación incluye: conocimiento de la reglamentación y conocimiento técnico sobre los temas de inspección, técnicas de medición, ética y comportamiento del equipo de inspección.

- Un plan de cualificación periódico es fundamental para promover la organización del desarrollo del conocimiento.

b) Equipos:

Especificación – Las especificaciones mínimas de los equipos necesarios para realizar la inspección *in situ* dependen de un conjunto de parámetros de interés y tolerancias asociadas basado en la regulación nacional o internacional.

Programas de calibración y mantenimiento – Todos los equipos deben seleccionarse y utilizarse adecuadamente para garantizar la repetibilidad, reproductibilidad y fiabilidad. Es muy conveniente contar con un plan anual de calibración y mantenimiento que soporte el servicio de inspección para mantener una calidad de los equipos y dispositivos que sea coherente con las especificaciones adoptadas.

- *Validación de la calibración.* Las pruebas deben realizarlas miembros experimentados y especialmente capacitados del propio equipo de inspección a fin de validar la calibración de los equipos e impedir la utilización de todos los equipos que han presentado alguna señal de no conformidad. Los resultados deben registrarse en un documento de informe adecuado (certificados de calibración).
- Las administraciones también deben considerar la implementación al menos de una mínima estructura para efectuar verificaciones de calibración provisionales (verificación de la conformidad de los equipos de prueba entre ciclos de calibración completos), pruebas preventivas (pruebas funcionales rápidas antes del funcionamiento) y pruebas previas al mantenimiento (pruebas detalladas antes de solicitar cualquier servicio exterior).
- Es conveniente tener una aplicación software basada en Intranet para manejar todos los datos obtenidos en esta ejecución del plan, incluidas las restricciones operacionales, las fechas de expiración de la calibración, el seguimiento del mantenimiento, los equipos segregados, etc. El estado operacional actual y la disponibilidad de los equipos vienen indicados por este sistema en línea, permitiendo a la administración actualizar su logística y fijar ofertas para nuevos equipos.
- *Asistente de mediciones.* Para agilizar el proceso de medición y garantizar que se tienen debidamente en cuenta tanto las incertidumbres y errores de los equipos de medición que han aparecido en el certificado de calibración como las especificaciones de los equipos, puede utilizarse un software ejecutado en un ordenador portátil. El software debe cargarse con los datos de la estación y de calibración de los equipos antes de iniciar el proceso de medición. Utilizando RS-232, GPIB u otra interfaz disponible, el software automatizará la recopilación de los datos de medición, efectuará comparaciones con los datos de la licencia que posee la estación e indicará el estado de cada parámetro (correcto o erróneo). Tras su validación por el inspector, el formulario relativo al informe sobre los resultados de la inspección se completará automáticamente y estará disponible para su impresión.

c) Logística:

De conformidad con las directrices de la organización, la política nacional de telecomunicaciones y las prioridades establecidas para las acciones de fiscalización (quejas de interferencia de RF, estaciones sin licencia, quejas formales de estaciones sin licencia, etc.), las administraciones deben elaborar un plan de inspección operacional para un periodo específico (por ejemplo, un plan anual). Este plan constituirá una referencia para las actividades de inspección y en él se identificarán las necesidades de capacitación del personal, compartición de recursos (personal y equipos), mantenimiento de equipos, pruebas de calibración, sustituciones, actualización de procedimientos de inspección y otras actividades).

- Conviene tener una herramienta de gestión Intranet para la asignación de recursos a efectos de planificación, control de calidad y evaluación de los resultados de las actividades de la inspección.

1.4 Gestión de las actividades de inspección

Requisitos de calidad – Este proceso tiene una gran importancia para abordar los fundamentos del modelo de inspección. Los requisitos de calidad de la actividad de inspección vienen determinados por la forma en que se realizan. Por consiguiente, es necesario normalizar los procedimientos para su utilización a lo largo de todo el país por el mayor número posible de equipos distintos y de manera simultánea.

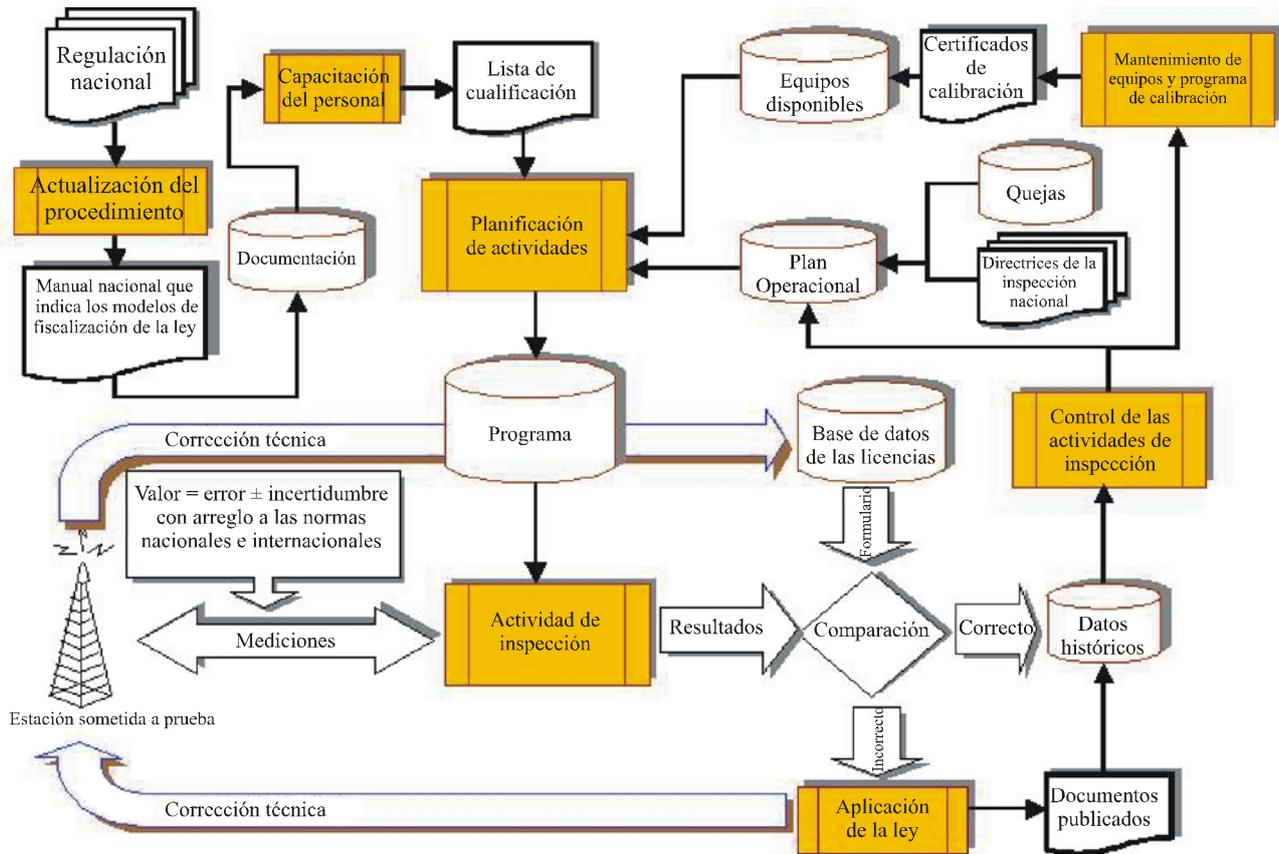
- a) *Planificación de la actividad de inspección* – La planificación de la inspección debe ser controlada por un plan operacional y sus revisiones. Debe estar compuesto por procedimientos escritos, recursos humanos capacitados y equipos calibrados. Debe estar también soportado mediante las herramientas indicadas en el punto relativo a la gestión de recursos (véase el § 1.3 c)).
- b) *Actualización del procedimiento de inspección* – El procedimiento de inspección comprende todas las actividades realizadas *in situ*, tales como los métodos de medición de los parámetros técnicos, la disponibilidad de la documentación y certificación necesarias, las observaciones visuales, los registros de emisión y toda información adicional que pueda utilizarse para la aplicación de la ley. El continuo desarrollo tecnológico, la alteración de la reglamentación técnica o la utilización de nuevos equipos hacen necesario actualizar los métodos de inspección. Cada administración debe recopilar todos sus procedimientos en un «Manual de Inspección» nacional.
- c) *Resultados de las mediciones y otras observaciones* – Para soportar la inspección, debe diseñarse específicamente un informe que registre los resultados de dicha inspección de acuerdo con la metodología utilizada y que incluya las infracciones reglamentarias y la referencia a los equipos y personal.
 - *Fiscalización* – El informe debe rellenarse con precisión debido a la importancia de legalizar este proceso.
 - *Corrección de datos técnicos* – El informe debe recoger igualmente todas las alteraciones en la base de datos técnica (referencia de datos).
- d) *Control y ajuste de la planificación* – Además de esto, debe ser útil para realizar correcciones en la base de datos de referencia. Los resultados procedentes de todos los informes generados deben registrarse en una herramienta de gestión Intranet como se indica en el § 1.3, para permitir la introducción de ajustes en el plan operacional.

2 Servicio de inspección – interrelación entre procesos principales

La Fig. 2 representa el servicio de inspección como una interrelación funcional entre sus procesos principales. Para ilustrar dicha interrelación se utiliza el proceso de gestión de actividad de inspección y sus requisitos de entrada y salida relativos a subprocesos y productos, como se describe a continuación.

FIGURA 2

Servicio de inspección desde el punto de vista de los procesos



Rap 2130-02

2.1 Planificación de las actividades de inspección

Entradas: Planes Operacionales, personal cualificado disponible y lista de recursos de equipos, procedimientos actualizados y bases de datos técnicas, reglamentación nacional.

Resultado: Programa de actividades de inspección.

Basándose en los planes operacionales el gestor de las actividades de inspección debe seleccionar personal capacitado, dependiendo de la naturaleza del trabajo que debe llevarse a cabo. Además, es preciso verificar la necesidad de la existencia previa de la metodología adecuada o el procedimiento de medición (véase el § 1.4 b)).

El equipo de inspección debe considerar los aspectos de conformidad de la calibración al seleccionar los equipos que van a utilizarse, evitando el empleo de dispositivos inadecuados. Cualquier actividad de la inspección sólo debe realizarse cuando pueda garantizarse el cumplimiento de tales requisitos. Tras ello puede fijarse un calendario de actividades de inspección.

2.2 Ejecución de las actividades de inspección

a) Requisitos:

Actualización del procedimiento, formularios e informes, reglamentación nacional, manual nacional – Antes de iniciar una misión de inspección, el equipo asignado debe asegurarse de que dispone de las versiones actualizadas de las metodologías, reglamentación nacional, formularios, modelos de informes, incluido el manual de inspección nacional y, al menos, de toda la

documentación necesaria. Una forma adecuada y fiable de asegurar estos requisitos es poner a disposición todos estos documentos utilizando los recursos de una dirección web intranet.

b) Aspectos de calibración

A la hora de realizar las mediciones, el equipo de inspección debe considerar los aspectos de calibración de los valores medios, incertidumbres y errores con arreglo a las normas nacionales e internacionales. Dichos parámetros deben tenerse en cuenta cuando se establezcan los resultados definitivos, que tienen una importancia fundamental porque se utilizan como soporte para establecer las tasas; además, hay que considerar que los resultados de las mediciones están sujetos a otros cuestionamientos técnicos por parte de la entidad cuya estación está sometida a inspección. Otro aspecto importante es que estos resultados podrían en definitiva suponer cambios en la base de datos de referencia.

c) Utilización del asistente de medición

Cuando esté disponible, el equipo de inspección debe seguir las instrucciones presentadas por el software asistente de medición y utilizarlo para ayudar a recopilar los datos técnicos de la estación. La validación que hacen los inspectores de la información obtenida es el paso final y fundamental cuando se utilice un asistente de medición y no debe ignorarse.

2.3 Documento de registro de los resultados de la inspección

Procedimientos de fiscalización y corrección de la base de datos

Durante la actividad de inspección, y también después de la misma, el equipo debe garantizar que toda la prueba documental de la actividad de inspección, tales como formularios, informes, etc. se rellenan correctamente de manera que puedan instruirse adecuadamente los procedimientos de fiscalización e introducirse las alteraciones en la base de datos de referencia.

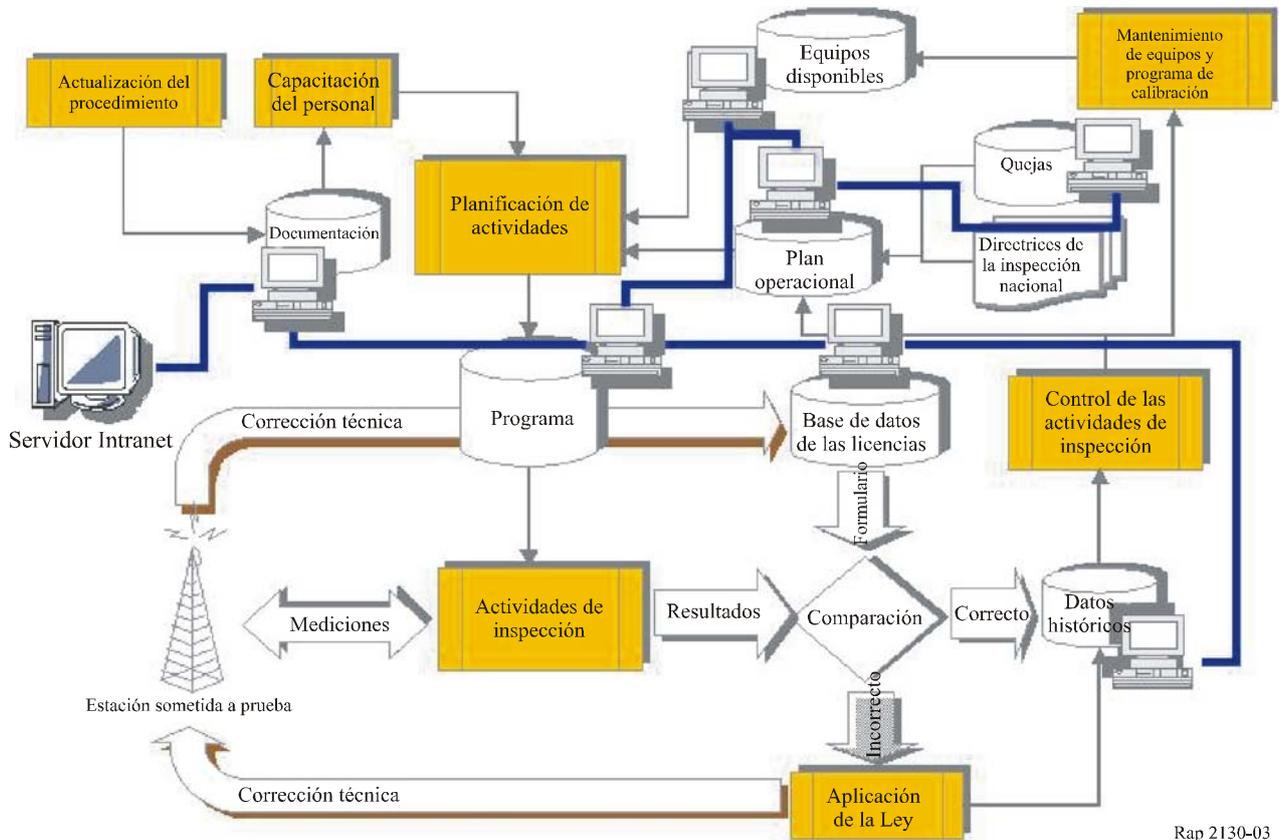
2.4 Control y ajustes de la planificación

Debe realizarse una evaluación periódica para comprobar que las actividades de inspección cumplen las directrices de inspección nacionales de carácter general. Dependiendo de los resultados puede que sea necesario revisar el plan operacional a fin de incluir posteriormente programas adicionales de nuevas misiones o realizar visitas a las estaciones en las que sea necesario efectuar correcciones técnicas.

3 Servicio de inspección – recursos de apoyo que utilizan una red

La Fig. 3 muestra, de manera sencilla, cómo puede llevarse a la práctica la interrelación funcional entre los procesos principales previamente mencionada. Todas las bases de datos relativas a las características de la licencia, documentos generales (tales como regulación nacional, manual nacional, modelos de documento de aplicación de la ley), quejas, actividades programadas, planes operaciones, equipos disponibles, programa de actividades de inspección y datos históricos deben ser accesibles mediante la interconexión del software interactivo adecuado basado en la plataforma Internet (por ejemplo, intranet representado por la línea azul).

FIGURA 3

Servicio de inspección soportado por software interactivo basado en Internet**Anexo 2****Criterios para determinar el tamaño de la muestra a fin de planificar las inspecciones****1 Introducción**

Evidentemente, no es posible, por ejemplo, examinar todos los equipos de todos los usuarios en un solo año. Teniendo debidamente en cuenta los aspectos económicos (inversión en términos de coste y tiempo) y el objetivo consistente en obtener resultados definitivos, la aplicación de muestreo para verificar la utilización de las frecuencias se considera oportuna. El método descrito a continuación lo utiliza la Agencia de la Red Federal de Alemania. Permite extraer consecuencias relativas al conjunto total a partir de los resultados de un examen parcial (muestreo). Las cuestiones que deben responderse en este caso se refieren al tamaño de la muestra y a la forma en que deben seleccionarse los objetos que van a examinarse.

2 Métodos para determinar el tamaño de la muestra

La determinación del tamaño de la muestra y la selección de los objetos que van a probarse deben basarse en un método estadístico reconocido que proporcione información regular y precisa sobre el cumplimiento de las condiciones de asignación en una aplicación radioeléctrica. En principio, ese método puede aplicarse a todas las aplicaciones radioeléctricas. El método de muestreo es un método de prueba económica para determinar el *status quo*. Un requisito previo para la aplicación de este método es la especificación de las siguientes condiciones límite:

Equidistribución de las muestras:

Para garantizar una selección representativa, debe ser posible seleccionar cada elemento (asignación) del conjunto global (número de asignaciones) con la misma probabilidad.

Aspectos temporales:

Debe especificarse el periodo durante el cual va a probarse la muestra y la frecuencia en que se va a realizar dicha prueba. Ello tiene una influencia decisiva en los gastos de personal.

Criterios espaciales:

Existe una diferencia entre un resultado relativo a todo un país y otro relativo a regiones individuales. La cantidad de muestras necesarias aumenta considerablemente si los resultados tienen por objeto ilustrar las diferencias regionales.

Criterios estadísticos:

Los resultados del análisis proporcionan el porcentaje, P , de redes radioeléctricas con fallos. El requisito del tamaño mínimo de la muestra depende en gran medida de la probabilidad de certidumbre especificada, S , y del valor del error tolerable, e .

Error tolerable

Un error de, por ejemplo, el 5% significa que cada valor de la muestra (por ejemplo el 30%) puede desviarse un 5% por encima o por debajo del valor real de la certeza básica; es decir, el valor real puede oscilar entre el 25% y el 35%.

La certeza de una muestra indica el número casos en el que el método de muestreo obtiene resultados «correctos» y precisos. Una certeza de, por ejemplo, el 90% implica que si se aplica el método 100 veces se obtendrán resultados «incorrectos» únicamente en 10 aplicaciones, pero estos resultados no obstante son suficientemente próximos al valor «correcto», por ejemplo $\pm 5\%$.

3 Número de muestras necesarias

El mínimo número de muestras necesarias para lograr esta precisión se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n \geq \frac{N}{1 + \frac{(N-1) \cdot e^2}{z^2 \cdot P \cdot Q}}$$

siendo:

- n : mínimo tamaño de la muestra necesario
- N : número total de asignaciones
- e : error tolerable seleccionado

z : valor de la probabilidad de certeza especificada, S , calculado a partir de la probabilidad central de la distribución normal

$$\Phi(z) = \text{erf}(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^z e^{-t^2/2} dt$$

$$S(z) = 2 \cdot \Phi(z) - 1$$

P : número de asignaciones en que las condiciones de la asignación no se cumplen (fallo)

Q : $Q = 1 - P$, número de asignaciones en que se satisfacen las condiciones de la asignación (éxito)

Para una población infinita (N muy grande), la ecuación se convierte en:

$$n \geq \frac{z^2 \cdot P \cdot Q}{e^2}$$

Puede deducirse de la fórmula que el mínimo tamaño de la muestra necesario depende en gran medida del producto $P \cdot Q$. El valor más alto posible del producto se obtiene cuando $P = 0,5$ y $Q = 0,5$.

En la Agencia de la Red Federal de Alemania, se han supuesto los siguientes valores:

Probabilidad de certeza: 90%

Error tolerable: 5%

Ejemplo:

En una cierta zona existen 8 000 redes de una aplicación radioeléctrica específica. Se sabe por investigaciones anteriores que aproximadamente el 30% de estas redes no cumplen los requisitos. ¿Cuántas redes radioeléctricas deben inspeccionarse para poder identificar la proporción de redes defectuosas entre estas 8 000 redes con una probabilidad del 90%? La tasa de error del resultado no debe rebasar un valor máximo del 5%.

Con $S(z)=90\%$ se obtiene $\Phi(z)=0,95$. Para ello, el valor $z=1,645$ puede obtenerse del cuadro matemático pertinente o calcularse mediante un programa de hoja de cálculo. Si $N=8\ 000$, $e=5\%$, $P=30\%$ y $Q=70\%$, entonces $n=221$ muestras.

4 Número de muestras en una red radioeléctrica

Si las consideraciones anteriores se aplican coherentemente al número de instalaciones radioeléctricas en las redes individuales, se obtendrían volúmenes de prueba irrazonables. En el caso de una red con 20 instalaciones radioeléctricas, deberían probarse 19 redes e incluso en el caso de una red con 100 instalaciones radioeléctricas aún deberían probarse 73 unidades.

Por consiguiente, es más razonable, en el caso de las radiocomunicaciones móviles privadas (RMP), probar todas las instalaciones radioeléctricas fijas y sólo un número limitado de las instalaciones móviles. Si el número de defectos rebasa ostensiblemente el valor medio, puede aumentarse el número de instalaciones comprobadas.

5 Selección de los objetos que van a probarse

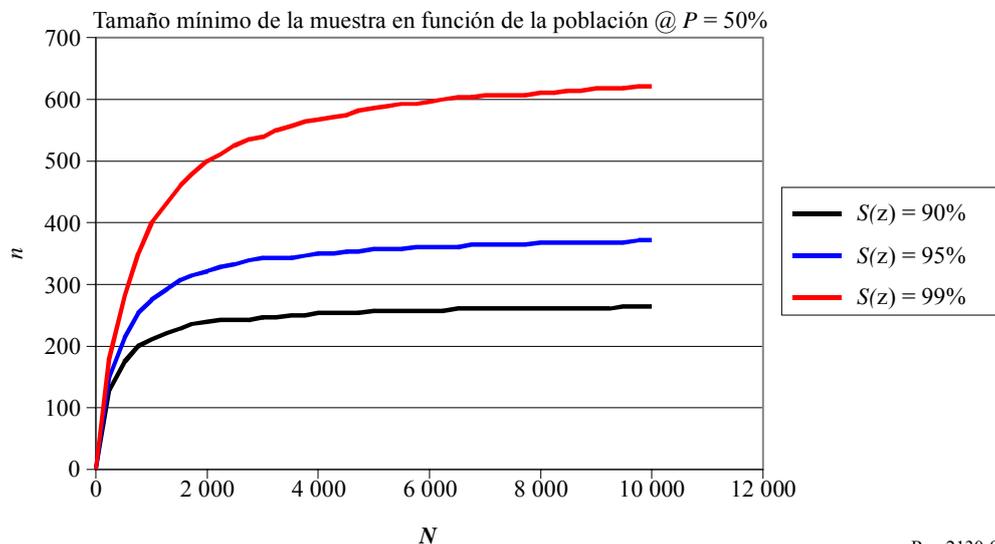
Aunque cada muestra debe seleccionarse aleatoriamente sin reposición entre una población finita o infinita, es evidente que en la práctica no es posible realizar una selección totalmente aleatoria de los objetos que van a probarse. Por esta razón se utiliza un método de selección sistemática. Si N es el número total de asignaciones y n el número de redes que van a comprobarse, el k -ésimo elemento se selecciona a partir de la base de datos siendo $k = N/n$. Este método exige que los elementos en la base de datos estén ordenados según un cierto criterio, por ejemplo de acuerdo al nombre del titular de la asignación.

La experiencia ha demostrado que no es posible probar todas las redes seleccionadas en el periodo de prueba. Algunas de las asignaciones de frecuencia han sido devueltas a la agencia o la red radioeléctrica ha cesado el servicio sin que se haya devuelto la asignación de frecuencia. Para lograr la precisión estadística necesaria a pesar de estas circunstancias, en tales casos es preciso seleccionar más objetos de prueba. En la práctica ha sucedido que ha debido seleccionarse el doble número de redes antes de lograr el número necesario n que podría comprobarse.

6 Influencia de los parámetros sobre el volumen de prueba

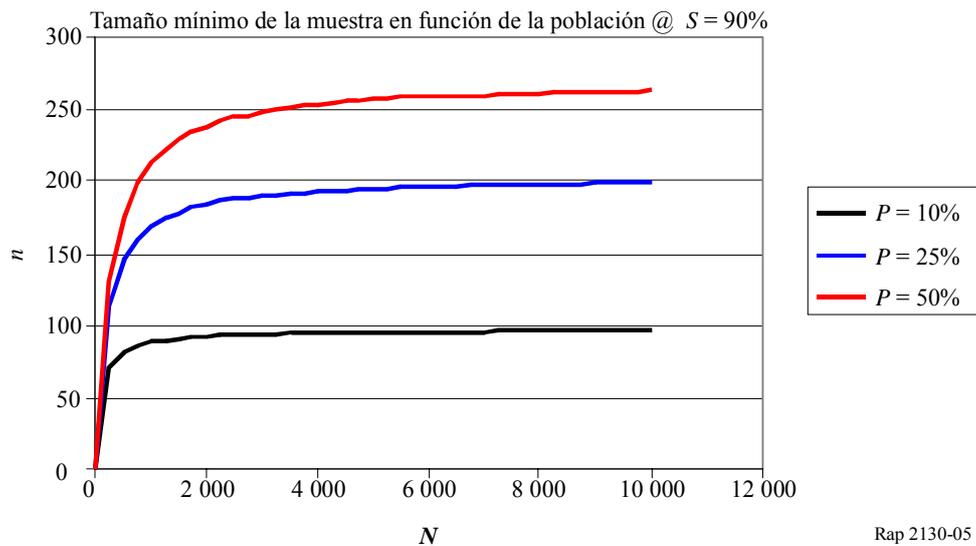
La Fig. 4 indica que el número n de muestras necesarias apenas cambia a partir de un valor $N = 2\,000$. Por el contrario, el requisito de probabilidad de certeza tiene una influencia considerable en el volumen de la prueba.

FIGURA 4



La Fig. 5 representa el número de muestras necesarias para diversos valores de P .

FIGURA 5



7 Estrategia

El método descrito anteriormente sirve fundamentalmente para determinar el *status quo*. Por consiguiente es importante no sólo incorporar los resultados en el cálculo del volumen de prueba para el siguiente periodo de prueba sino también extraer conclusiones adicionales.

En primer lugar, debe plantearse la cuestión de si el resultado es o no satisfactorio. ¿Se cumplen en su mayor parte las condiciones de la asignación o la tasa de redes deficientes es tan elevada que es necesario tomar medidas correctivas? Una tasa de deficiencias del 30% en las RMP es un valor realista. Pero si aproximadamente un tercio de las redes radioeléctricas presentan deficiencias el resultado no es satisfactorio.

Las siguientes acciones correctoras son simples ejemplos de posibles medidas:

- prueba adicional;
- inspección de todas las nuevas redes radioeléctricas en un año;
- repetir la inspección el año siguiente de las redes en las que se han identificado deficiencias;
- información a los usuarios de frecuencias y a los comerciantes de equipos radioeléctricos.

Al evaluar las deficiencias para las diferentes regiones puede suceder, por ejemplo, que el personal de comprobación técnica o de aplicación de la ley en las diversas oficinas regionales utilice distintos métodos de trabajo o evalúe las desviaciones de manera diferente. Pero también es posible que los usuarios de frecuencias en regiones montañosas empleen a menudo frecuencias más elevadas o antenas excesivamente altas para ampliar su alcance. Tras este resultado debe examinarse el método de asignación de frecuencias. ¿Se satisfacen adecuadamente los requisitos del solicitante o deben introducirse cambios?

Las asignaciones en la base de datos se clasifican de acuerdo con la oficina regional, código postal y nombre. Las asignaciones que van a probarse se seleccionan mediante un generador aleatorio. Las asignaciones que ya han sido examinadas en los últimos dos años quedan excluidas. Una muestra se supervisa durante un periodo de tres meses. Se supervisan tres muestras por año.

Como regla general, se informa al titular de la asignación de frecuencia en la primera etapa de las mediciones de manera que facilite el acceso a los equipos radioeléctricos.

Anexo 3

Implementación del asistente de mediciones en Brasil

1 Introducción

Para minimizar el tiempo ocupado en las tareas de inspección y los errores producidos por los seres humanos, la Administración de Brasil está estudiando la utilización de un software especial, denominado «asistente de mediciones», para recopilar los resultados de las mediciones y otros datos obtenidas durante el proceso de inspección.

El «asistente de mediciones» controlará los instrumentos de medición o las interfaces de medición y se ocupará de las tareas respectivas de recopilación de datos y de mediciones, permitiendo al agente de inspección centrarse en el análisis de los resultados.

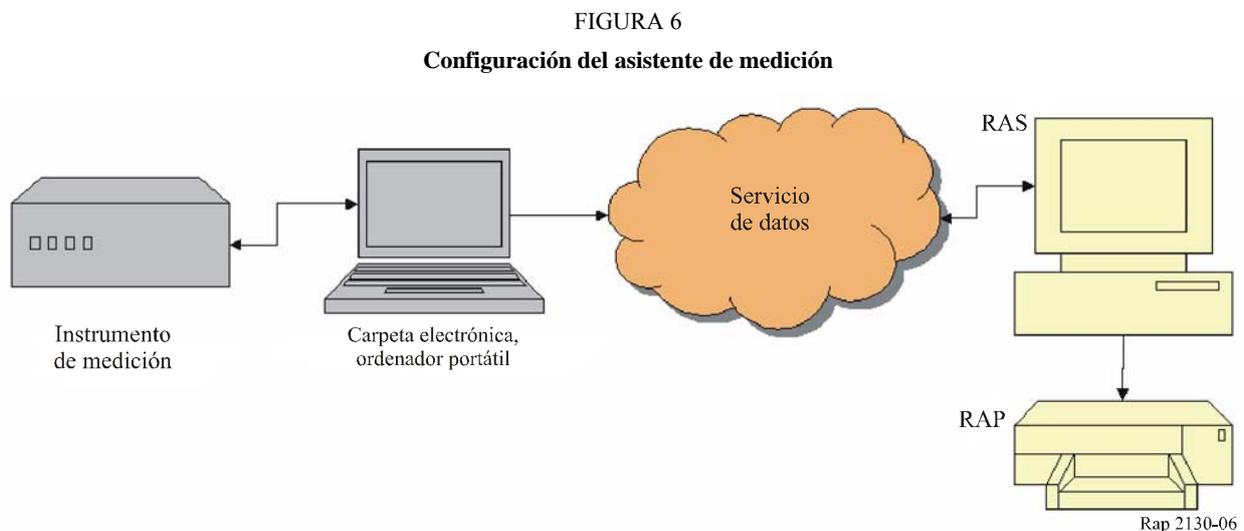
A continuación figura una descripción general del «asistente de medición».

2 Configuración del asistente de medición

Existen varias opciones para el montaje del hardware del asistente de medición. La elección entre las diversas opciones es una solución de compromiso entre coste, portabilidad y resistencia/solidez.

Generalmente las opciones consisten en la utilización de un ordenador (portátil) que tiene una interfaz con el instrumento de medición. Independientemente del montaje elegido, el ordenador debe ser capaz de controlar a distancia el instrumento a través de la interfaz RS-232, GPIB, USB o LXI. Si es necesario imprimir documentos *in situ* es preciso añadir una impresora. En algunos casos, conviene transmitir inmediatamente los datos de medición a una base de datos central o proporcionar un medio para que el software asistente de medición extraiga información de una base de datos central. En este caso, puede añadirse un módem radioeléctrico o una conexión de red inalámbrica que proporcione dicha conectividad.

La Fig. 6 muestra una configuración típica.



La Fig. 7 representa un asistente de medición actualmente utilizado en Brasil. Consta de un ordenador portátil conectado a un analizador de espectro mediante una interfaz GPIB.

FIGURA 7
Ejemplo de configuración de un asistente de medición que utiliza una interfaz GPIB



Rap 2130-07

3 Preparación de la actividad de inspección

En la oficina, el asistente de medición interactúa con la base de datos del programa de actividades de inspección y busca los datos de la licencia necesarios para las siguientes actividades. El sistema también carga la especificación técnica y los datos de calibración de los instrumentos que van a utilizarse.

4 Asesoría en tiempo real

Basándose en el plan de actividades de inspección, el sistema solicita al agente encargado de realizar dicha inspección que responda a una lista de control antes de que se inicie la actividad. Durante el proceso el sistema guía al agente para que complete paso a paso cada elemento de inspección a fin de normalizar los procedimientos de inspección en todo el país.

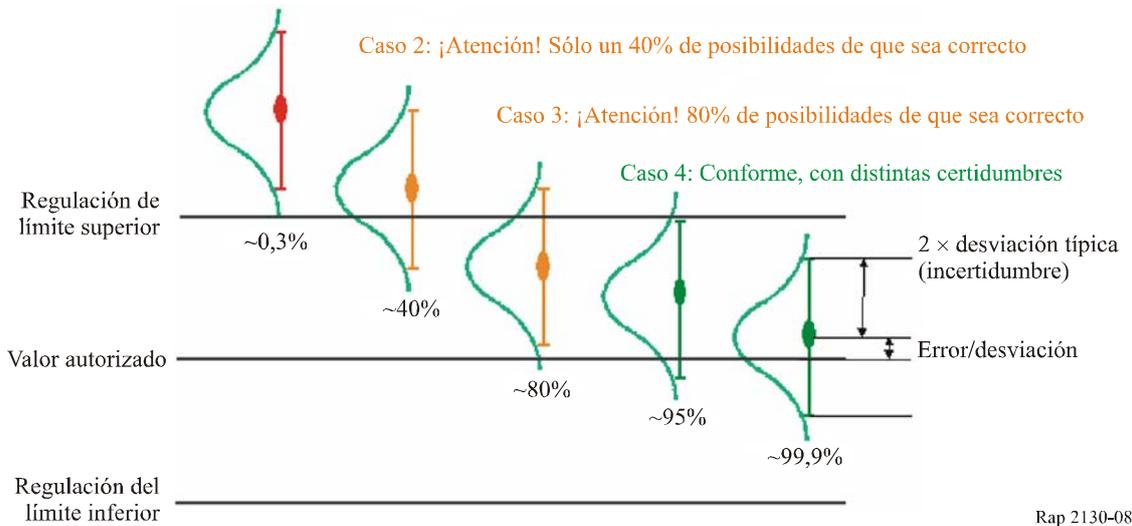
5 Garantía metrológica

El asistente de medición obtiene las lecturas en bruto del instrumento y las corrige, considerando las incertidumbres y errores identificados en el proceso, incluida la dispersión estadística inherente al proceso de medición y a las características metrológicas del instrumento determinadas durante la calibración. En la práctica pueden presentarse hasta cinco situaciones, como muestra la Fig. 8.

FIGURA 8

Ejemplo de consideraciones metroológicas en un proceso de medición

Caso 1: Análisis de mérito/no conformidad



Rap 2130-08

Para verificar la conformidad de los parámetros técnicos indicados en la licencia con los valores medidos es obligatorio que el organismo de reglamentación publique un documento de metrología oficial en el que se establezcan las reglas y límites adecuados y tangibles que deben satisfacer los diferentes actores implicados y que deben aplicar las oficinas nacionales y regionales como un procedimiento normalizado. Evidentemente, estas reglas pueden cambiar a lo largo del tiempo y de un servicio a otro, dependiendo de las repercusiones que tenga la no conformidad esperada (pero no deseada).

6 Automatización del informe

El formulario/informe de inspección puede ser muy extenso. Para evitar errores y agilizar el proceso el asistente de medición realiza automáticamente esta tarea.

Basándose en las regulaciones nacionales relativas al servicio específico sometido a inspección, el sistema clasifica cada parámetro como regular o no regular. Si el sistema encuentra un elemento no regular, presenta una breve descripción de la regla violada y solicita la confirmación por parte del agente.

La automatización del informe también mejora los informes de inspección incluyendo fácilmente los cálculos metroológicos resultantes.

De vuelta en la oficina los datos de los resultados de inspección recopilados *in situ* pueden cargarse en la base de datos histórica.

Anexo 4

Procedimientos de inspección para la radiodifusión con modulación de amplitud en Brasil

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 30
2	Medición en el emplazamiento 30
2.1	Procedimiento de medición 30
3	Medición de la altura de antena 31
3.1	Directrices de medición 31
4	Medición del acimut 31
4.1	Directrices de la medición 32
4.2	Procedimiento de medición 32
5	Medición de la potencia de RF 33
5.1	Directrices de la medición 33
5.2	Procedimientos de medición 34
6	Medición de la frecuencia 35
6.1	Directrices para la medición 35
6.2	Procedimiento de medición utilizando un frecuencímetro 36
6.3	Procedimiento de medición utilizando un analizador de espectro 37
6.4	Directrices específicas de calidad de funcionamiento 37
7	Mediciones de intensidad de campo 37
7.1	Directrices de la medición 38

1 Introducción

La inspección se lleva a cabo en una estación de radiodifusión con modulación de amplitud (MA) situada en el emplazamiento del transmisor. El Cuadro 3 presenta los principales parámetros medidos y los equipos utilizados.

CUADRO 3

Parámetros técnicos e instrumentos de medición

Parámetro medido	Instrumento
Emplazamiento	Receptor GPS
Altura de la antena	Telémetro láser, cintas de medición y goniómetro
Acimut de la antena	Goniómetro
Potencia de salida (directa y refleja)	Medidor de potencia
Frecuencia	Frecuencímetro/analizador de espectro
Potencia radiada aparente, emisiones fuera de banda, armónicos, cobertura, diagrama de radiación	Medidor de intensidad de campo, analizador de espectro

El siguiente punto describe los procedimientos típicos para evaluar el emplazamiento de radiodifusión con modulación de amplitud considerando los parámetros técnicos antes indicados.

2 Medición en el emplazamiento

El objetivo de esta medición es obtener las coordenadas geográficas exactas (latitud, longitud y elevación) de la estación de MA.

Las mediciones de las coordenadas geográficas se realizan generalmente con receptores GPS. A continuación se describe un conjunto de las directrices principales que rigen la utilización de tales equipos:

2.1 Procedimiento de medición

Antes de utilizar el instrumento por primera vez o después de reemplazar las baterías, el inspector debe configurar la unidad. Este proceso también es necesario cuando el usuario no conoce la configuración actual del instrumento.

Al configurar el receptor GPS, el usuario debe seleccionar la región geográfica adecuada y el modelo geodésico.

El modelo geodésico adoptado en Brasil para las inspecciones *in situ* es el WGS84. La conversión al modelo geodésico oficial (coordenadas geodésicas) se realiza utilizando una función especial de la base de datos. La elevación normalmente se expresa en metros.

El inspector debe asegurarse de que el emplazamiento es adecuado para el funcionamiento de los equipos, asegurando un apuntamiento libre de obstáculos de la antena hacia el cielo. Los mejores resultados normalmente se obtienen cuando el receptor funciona en zonas abiertas donde resulta menos afectado por las reflexiones de las señales y las zonas de sombra.

Las mediciones GPS vienen afectadas por condiciones medioambientales adversas tales como nubes espesas, edificios y zonas boscosas, que provocan obstrucciones en la señal.

Las funciones GPS especiales tales como «emplazamiento» y «posición» muestran un diagrama del sistema de satélite identificado donde una medición válida supone la decodificación de al menos tres señales de satélite.

El tiempo de seguimiento GPS puede variar de unos pocos segundos a algunos minutos, dependiendo del emplazamiento específico, las condiciones meteorológicas y las características de los equipos.

El receptor GPS ayuda al operador cuando se realiza la medición y ello es evidente a partir del momento en que resultan visibles las mediciones indicadas, actualizando constantemente sus lecturas.

Una vez efectuada la medición, se recomienda esperar unos diez (10) minutos para tomar nota de la posición medida. Se requiere este tiempo de ajuste debido a los procesos de promediación y filtrado necesarios para lograr la precisión requerida en la medición.

Algunos receptores GPS también proporcionan un valor estimado de la precisión, que puede utilizarse para determinar si el resultado obtenido se encuentra dentro de las tolerancias requeridas.

3 Medición de la altura de antena

El objetivo de esta tarea es medir la altura de la antena desde el aislador de su base hasta la parte activa más elevada.

3.1 Directrices de medición

El procedimiento utilizado para las mediciones de altura de antena se basa en la utilización de los típicos instrumentos de medición de dimensiones, tales como cintas de medición, telémetros de láser e inclinómetros (que miden el ángulo vertical). En la utilización de esos equipos deben considerarse las condiciones del emplazamiento de la antena tales como la accesibilidad y la rugosidad del terreno. Utilizando equipos avanzados tales como el laserhipsómetro, los teodolitos electrónicos o las estaciones totales se obtienen los resultados más fiables. No obstante, la instrumentación es más costosa y puede que se necesite una capacitación especializada del personal que utiliza instrumentos topográficos. Los temas a considerar incluyen las distancias mínima y máxima que deben medirse, la visibilidad hacia el objeto que va a medirse y la precisión del instrumento. Todos los goniómetros utilizados por Anatel van equipados con un vernier mecánico para medir ángulos verticales. Este tipo de vernier tiene una escala con una precisión de medio grado y una visión de puntería. Clasificaremos este equipo como transportador ya que la aguja que se alinea con el campo magnético de la Tierra no se utiliza.

El vernier también puede emplearse para determinar la línea de visibilidad directa horizontal. La ventana de puntería para fijar el punto de indicación a cero grados puede realizar esta tarea.

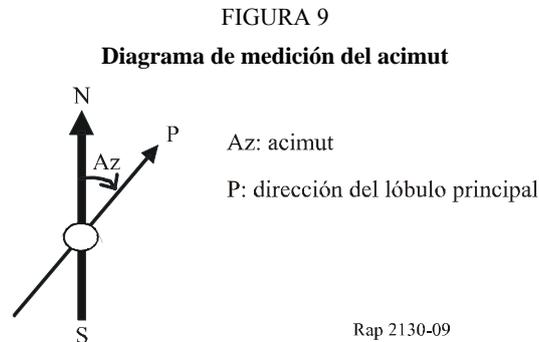
La línea de visibilidad horizontal es fundamental para definir el procedimiento de medición de la altura de antena.

4 Medición del acimut

Esta medición consiste en determinar el acimut geográfico donde está apuntando el lóbulo principal de la antena. Este procedimiento de medición se utiliza únicamente en las inspecciones de radiodifusión con modulación de amplitud cuando se utilizan antenas directivas de MA.

4.1 Directrices de la medición

El acimut de la antena es el ángulo medido en el sentido de las agujas del reloj entre la dirección del norte geográfico y la dirección del lóbulo de propagación principal. Este concepto se describe en la Fig. 9.



El norte geográfico, también denominado «norte real» o «norte verdadero», aparece representado en la mayoría de los mapas modernos y corresponde aproximadamente al eje de rotación de la Tierra que apunta en dirección del norte magnético.

El instrumento utilizado con más frecuencia para medir el acimut es el goniómetro magnético. Este tipo de instrumento no apunta hacia el norte geográfico sino hacia el norte magnético, que se encuentra en una posición sobre la Tierra al oeste de Groenlandia, aproximadamente a $77^\circ \text{ N}/102^\circ \text{ W}$, bastante alejado del norte geográfico. Por lo tanto, las lecturas del goniómetro deben corregirse para tener en cuenta este error, denominado declinación magnética. Como dicho error varía lentamente con el tiempo y el emplazamiento, deben consultarse las fuentes actuales de información (tales como los mapas de campo magnético de superficie o calculadores software) a fin de obtener un valor preciso del área donde se realiza la medición goniométrica.

En Brasil, el Observatorio Nacional proporciona tanto los mapas magnéticos regionales como el software. Cada cinco años se publican nuevos mapas con los datos de referencia. Esta información se recopila a partir de 110 emplazamientos de medición y existen dos observatorios que proporcionan mediciones continuas.

El Departamento de Anatel de Instrumentación y Metrología es responsable de normalizar a través de Intranet las nuevas versiones de software y los datos de referencia publicados por el Observatorio Nacional para uso interno.

4.2 Procedimiento de medición

Es importante considerar que el campo magnético no es plano a lo largo de la superficie de la Tierra y tiene una componente de inclinación que puede afectar a las mediciones. Teóricamente, sobre el Polo Norte, la aguja del goniómetro debería apuntar hacia abajo mientras que en el Polo Sur debería apuntar hacia arriba, siguiendo las líneas del campo magnético.

Si el goniómetro no está adecuadamente nivelado o ajustado a las condiciones locales, esta componente puede provocar que la aguja de un goniómetro normalizado se quede fija o que resulten afectadas las lecturas de un goniómetro electrónico.

Por consiguiente, el goniómetro debe situarse en un trípode o en una superficie plana que permita nivelarlo adecuadamente a fin de que la aguja se mueva con libertad y de manera aproximadamente paralela a la superficie de la Tierra. Para garantizar la nivelación de los equipos, los goniómetros utilizados por Anatel van equipados con un nivelador de burbuja incorporado.

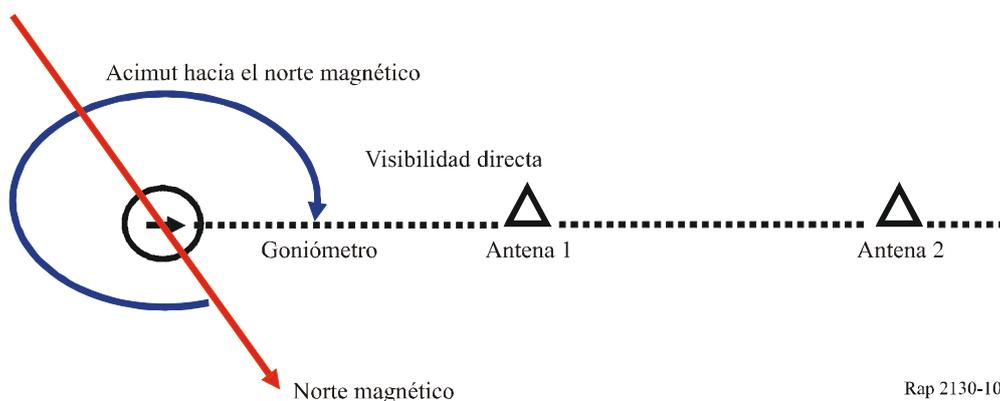
El emplazamiento de las mediciones no debe tener en sus alrededores ningún material ferromagnético, pues ello podría afectar fuertemente a la dirección de puntería del goniómetro.

Este emplazamiento debe elegirse de forma que se encuentre frente al lóbulo principal de la antena, desde donde el inspector puede utilizar el goniómetro dirigido a la ventana para determinar la dirección de la antena con referencia al orden magnético, como se describe en las directrices anteriores.

Algunas estaciones de radiodifusión de MA que funcionan en la banda 525-1 705 kHz utilizan un sistema de antenas para crear un diagrama de radiación específico. En esta configuración, la dirección indicada en la licencia corresponde a la línea definida por los dos mástiles de la antena.

FIGURA 10

Medición del acimut en un sistema de antenas de radiodifusión de AM



Rap 2130-10

La declinación magnética puede determinarse utilizando un receptor GPS y un mapa o software actualizado para establecer las coordenadas actuales del emplazamiento. El valor de acimut puede obtenerse substrayendo el valor de la declinación de la lectura del goniómetro.

La lectura en el goniómetro debe hacerse con precaución porque algunos equipos vienen con escalas entre 0° y 360° y otros con escalas en cuatro cuadrantes de 0° a 90° cada uno. Hay que introducir las correcciones necesarias de acuerdo con el equipo seleccionado.

5 Medición de la potencia de RF

El objetivo de esta tarea es medir la potencia de RF nominal del transmisor de la estación de radiodifusión de MA.

5.1 Directrices de la medición

Anatel utiliza fundamentalmente dos métodos para medir la potencia de salida del transmisor de RF.

- Método indirecto:* La potencia de salida se calcula multiplicando las lecturas de los medidores de tensión y de corriente en la etapa de salida del transmisor por la eficacia medida del sistema, como establecen las regulaciones de radiodifusión brasileñas.
- Método directo:* Mediciones realizadas por la conexión física de un medidor de potencia pasante y el conector de salida del transmisor de RF, como se indica a continuación.

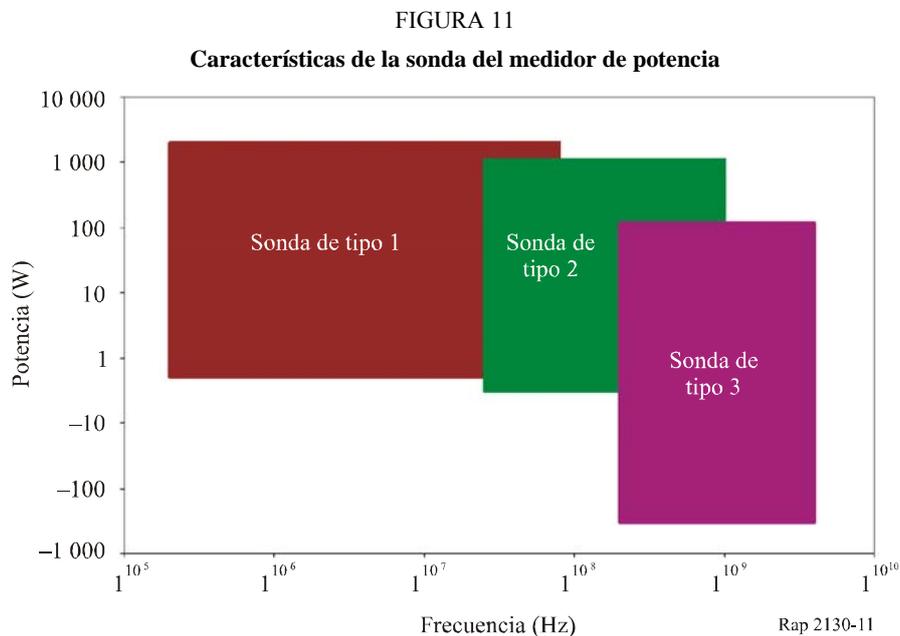
El método indirecto es bastante sencillo y no se incluirá aquí. Por otro lado, el método directo lo utiliza la Administración de Brasil en estaciones de radiocomunicaciones que funcionan en la gama de 30 mW a 1 950 W, con frecuencias comprendidas entre 200 kHz y 4 GHz, de acuerdo con los

parámetros de los equipos actualmente utilizados. Para ello, debe seleccionarse adecuadamente la sonda del instrumento de manera que funcione correctamente con la unidad central, pero no deben ignorarse los temas relativos a la seguridad. La sonda del instrumento tiene dos puertos: una entrada y una salida.

La utilización de acopladores direccionales y de cargas de potencia puede también mejorar la capacidad de las mediciones efectuadas por el método directo. Estos dispositivos deben manejarse con precaución ya que normalmente presentan unas condiciones de funcionamiento restringidas, tanto en frecuencia como en potencia.

5.2 Procedimientos de medición

Antes de iniciar cualquier actividad, debe seleccionarse la sonda adecuada teniendo en cuenta las características de frecuencia y potencia del transmisor sometido a prueba. La Fig. 11 muestra las gamas operacionales para las sondas de los medidores de potencia descritas anteriormente.



El usuario debe también asegurar la conexión apropiada entre el medidor de potencia, la salida del transmisor de RF y el cable de antena o carga de RF. Ello supone utilizar los conectores adecuados para garantizar una adaptación de impedancias eficaz.

Los daños en los equipos pueden evitarse manteniendo el cable principal de CA del medidor de potencia desconectado de la fuente y alimentado por sus baterías internas, siempre que éstas se encuentren adecuadamente cargadas.

Los riesgos de descarga eléctrica pueden reducirse asegurando que el transmisor tiene la adecuada puesta a tierra, que puede verificarse con un voltímetro antes de realizar cualquier medición. Además, las mediciones de potencia en la línea de transmisión sin apantallar (aérea) no pueden efectuarse mediante vatímetros en línea debido a la desadaptación de impedancias y al peligro de que se produzca una descarga provocada al entrar en contacto accidentalmente con una línea activa.

Si no se siguen adecuadamente algunas de estas instrucciones debe ignorarse la medición.

Para efectuar mediciones de hasta 500 W utilizando medidores de potencia debe llevarse a cabo el siguiente procedimiento paso a paso:

- a) Se desactiva el transmisor y se descargan completamente todos los dispositivos de almacenamiento reactivos situados en la fuente de alimentación, en los excitadores y en las etapas de salida, utilizando la carga ficticia de la estación.
- b) A continuación se desconecta la antena del transmisor.
- c) Se activa el medidor de potencia y se asegura que está adecuadamente configurado, incluidos los factores de corrección, las lecturas de potencia directa e inversa, las gamas de las escalas y las unidades de medición.
- d) Se inserta el medidor de potencia entre la salida del transmisor sometido a prueba y línea de transmisión de la antena o carga de potencia de RF.
- e) Se activa el transmisor sin modulación, se fija a su potencia nominal y se espera un cierto tiempo de calentamiento, de acuerdo con sus especificaciones.
- f) Se toman al menos tres lecturas y, a continuación, se desactiva el transmisor, se desconecta el medidor de potencia y se restablecen todas las conexiones.
- g) Se determina la media de los valores y se registra el resultado final una vez tenidas en cuenta todas las incertidumbres del proceso de medición.

6 Medición de la frecuencia

El objetivo de esta tarea es medir la frecuencia del transmisor de radiodifusión de MA.

6.1 Directrices para la medición

La medición de la frecuencia puede realizarse en modo directo conectando el frecuencímetro o el analizador del espectro al punto de prueba del transmisor (véase la Fig. 12), o en modo remoto detectando la señal de RF radiada con una sonda o antena de prueba conectada a los instrumentos (véase la Fig. 13).

FIGURA 12

Medición de la frecuencia en modo directo

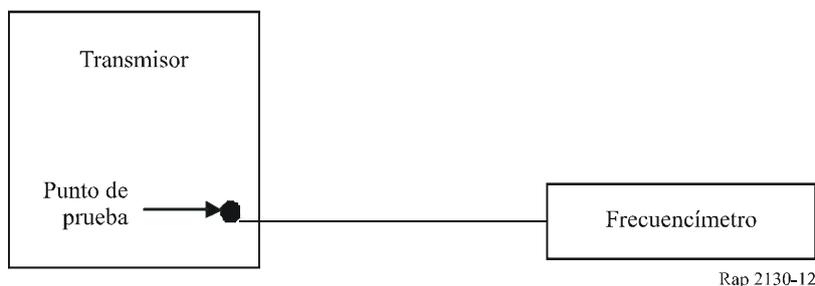
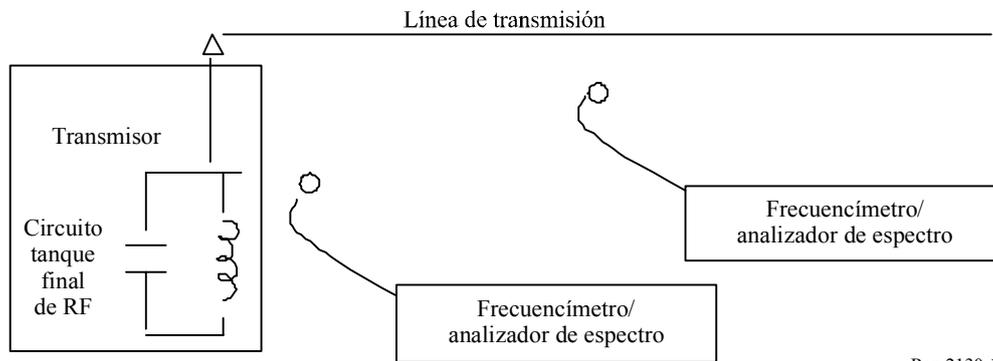


FIGURA 13
Medición de la frecuencia a distancia



Rap 2130-13

El modo adoptado dependerá generalmente de muchos factores, incluida de la sensibilidad del instrumento, la relación señal/ruido, S/N , la precisión de la base de tiempos y la tolerancia en frecuencia de la estación.

La precisión de la base de tiempos del instrumento es un factor especialmente crítico y debe ser compatible con la tolerancia requerida de la estación. Por regla general, la utilización de un oscilador de cristal de cuarzo es un requisito mínimo para este tipo de medición. Siempre que se necesite, la administración puede utilizar referencias de frecuencia externas con mayor estabilidad para mejorar la precisión de la medición.

6.2 Procedimiento de medición utilizando un frecuencímetro

Antes de realizar cualquier medición deben verificarse las siguientes condiciones:

- El nivel de señal esperado debe encontrarse dentro de la gama de funcionamiento de seguridad del frecuencímetro.
- Los conectores de potencia de CA deben encontrarse dentro de la gama de alimentación del equipo. Si funciona con baterías, debe verificarse si la carga disponible es compatible con el tiempo de medición esperado (de 10 a 30 min).
- El conector y la impedancia de salida del puerto de medición desacoplado del transmisor deben ser compatibles con los cables de conexión, adaptadores y equipo de medición disponibles.
- El frecuencímetro calibrado debe funcionar adecuadamente. Para verificar esta circunstancia hay que activarlo y esperar la señal de utilización (de audio o visual) o la ejecución de la rutina de autodiagnóstico.
- La tensión entre el chasis del transmisor y la carcasa del instrumento de medición debe ser nula. Para verificarlo el inspector debe utilizar un voltímetro de CA.

Las directrices generales para utilizar un frecuencímetro son las siguientes:

- Tras encender el equipo hay que esperar hasta que el frecuencímetro se caliente y se autoestabilice de acuerdo con el manual de funcionamiento (aproximadamente 5 a 10 min).
- Se conecta el instrumento al puerto de prueba y se ajusta el tiempo de puerta hasta que la lectura de frecuencia esté de conformidad con las tolerancias de frecuencia esperadas.
- Se toman al menos tres lecturas, se promedian los valores y se registra el resultado final una vez tenidas en cuenta todas las incertidumbres del proceso de medición.

NOTA – Siempre que se conecte el frecuencímetro al transmisor y siempre que sea necesario desconectar algunas de las partes de la estación para realizar la medición, un técnico de la estación debe encargarse de estas operaciones.

6.3 Procedimiento de medición utilizando un analizador de espectro

Antes de realizar cualquier medición deben verificarse las siguientes condiciones:

- a) Igual que los apartados a) a e) del § 6.2.
- b) Deben efectuarse verificaciones especiales tales como la observación visual de la estabilidad de la referencia de cresta «frecuencia cero» y la fuente de autocomprobación de 10 MHz, como se describe en el manual de funcionamiento.

Las directrices generales para utilizar un analizador de espectro son las siguientes:

- a) Tras encender el instrumento, hay que esperar hasta que se caliente y se estabilice de acuerdo con el manual de funcionamiento (aproximadamente 5 a 10 min).
- b) Se conecta el instrumento al puerto de prueba utilizando los conectores/adaptadores adecuados.
- c) Se utiliza la función de modo contador del analizador de espectro considerando la anchura de banda de resolución adecuada (RBW) de manera que la lectura de frecuencia esté de conformidad con las tolerancias de frecuencia esperadas. No deben utilizarse marcadores para medir la frecuencia ya que no proporcionan la precisión requerida.
- d) Se deben tomar al menos tres lecturas, se promedian los valores y se registra el resultado final tras tener en cuenta todas las incertidumbres del proceso de medición.

6.4 Directrices específicas de calidad de funcionamiento

El funcionamiento directo proporciona normalmente una mejor relación señal-ruido de manera que se recomienda su utilización siempre que se disponga del conector de RF adecuado.

Si el conector de RF proporciona únicamente señal modulada o se lleva a cabo el procedimiento a distancia, debe suprimirse la modulación de manera que sólo permanezca la portadora.

En el método a distancia, la sonda o la antena de prueba pueden situarse cerca del circuito tanque de RF final o en la línea de transmisión. Debe tenerse la precaución de no cerrar el contacto con dichos circuitos y no inducir un valor de campo excesivo. Lo más conveniente es iniciar la medición desde una distancia segura y aproximarse lentamente para aumentar la relación señal/ruido hasta el nivel deseado. Cabe recordar que el nivel varía con el cuadrado de la distancia y unos pocos pasos puede suponer una gran diferencia.

7 Mediciones de intensidad de campo

El objetivo de esta tarea es medir varios parámetros de la estación relativos a las características espectrales de una fuente de emisión; por ejemplo, la potencia radiada aparente, las emisiones fuera de banda, los armónicos, la zona de cobertura, el diagrama de radiación, etc.

Aunque las estaciones de comprobación técnica móviles pueden llevar a cabo más fácilmente la mayoría de estas mediciones, puede que este tipo de equipos no esté disponible o que no sea posible llegar con él a ciertos emplazamientos y en ese caso la utilización de los mediadores de intensidad de campo o de analizadores de espectro es una alternativa válida y a veces buena.

La unidad de intensidad de campo viene dada en voltios por metros (V/m). Normalmente se expresan submúltiplos de este valor, tales como milivoltio por metro (mV/m) y microvoltios por metro (μ V/m) o se utiliza la escala logarítmica (dB μ V/m).

7.1 Directrices de la medición

Antes de realizar cualquier medición debe tenerse la precaución de seleccionar el modelo y el sistema de antena adecuados, de acuerdo con la polarización de la señal o el campo del transmisor sometido a análisis.

Para frecuencias en ondas miriamétricas y decamétricas, las ondas de superficie mantienen la misma polarización que la señal transmitida, siempre que el frente de onda esté ligeramente inclinado.

Debido a las reflexiones ionosféricas, salvo para ciertas distancias y frecuencias, la señal entrante será una combinación de las polarizaciones vertical y horizontal.

Servicios tales como la radiodifusión de MA, en onda corta y en onda larga sufren fenómenos producidos por la ionosfera, especialmente en la mañana y en la tarde, de manera que las mediciones se ven afectadas debido a la presencia de señales cocanal fuera de fase que llegan procedentes de transmisores distantes.

El lugar seleccionado para realizar las mediciones puede encontrarse a una cierta distancia de estructuras naturales y artificiales tales como líneas de energía eléctrica, árboles de gran tamaño, edificios, montañas y muchos otros objetos que podrían distorsionar fuertemente el frente de onda. Ello es especialmente crítico en frecuencias próximas a 30 MHz.

Para la radiodifusión de MA, es muy recomendable que la distancia entre las antenas de medición y del transmisor se encuentre en la gama de 700 a 1 000 m obtenida con un GPS. Esta distancia se relaciona con la región geométrica donde puede encontrarse el campo de emisión.

Por debajo de 30 MHz ($\lambda > 10$ m), las longitudes de antena son pequeñas comparadas con la longitud de onda de la señal y la utilización de antenas de bucle es una práctica habitual. Muchas veces las antenas de este tipo están incorporadas directamente en el medidor de intensidad de campo.

Para señales por debajo de 30 MHz, deben seguirse los siguientes criterios:

- Se eligen zonas donde el terreno circundante sea casi llano.
- Es conveniente que el suelo sea homogéneo, presente una buena conductividad eléctrica, no tenga escombros ni sea rocoso.
- Las líneas de potencia aéreas deben encontrarse al menos a 100 m de distancia de la antena de recepción.
- A bajas frecuencias, donde una media longitud de onda es igual o inferior a 100 m, la distancia desde la antena a las líneas aéreas se calcula multiplicando la altura de la antena por 20 y añadiendo media longitud de onda al resultado.

El emplazamiento de prueba debe estar muy alejado de obstáculos naturales o artificiales en los que la proximidad de líneas de energía eléctrica, edificios, montañas y otros obstáculos pueden alterar o incluso distorsionar el frente de onda. La calidad de los resultados depende de muchos factores entre los que cabe citar la banda de frecuencias analizada, el tipo de antena (unidireccional, directiva, activa o pasiva, etc.) y el emplazamiento (altura, acimut, inclinación). La ganancia de antena a la frecuencia de funcionamiento debe ser lo suficientemente alta como para preservar el trayecto de la señal, de no ser así sólo se recibirá ruido.

Aunque la intensidad de campo medida se debe principalmente a la componente de campo eléctrico (campo E) resultante de los fenómenos electromagnéticos, los instrumentos de medición con antenas de bucle pueden no obstante obtener esta mención a partir de la componente de campo magnético (campo H). Por consiguiente la antena de bucle debe estar adecuadamente aceptada al frente de onda a fin de mejorar el nivel de la señal de muestra.

Los parámetros técnicos (UIT) de la emisión deben ser conocidos antes de iniciar la prueba práctica. Esos parámetros incluyen la anchura de banda ocupada por el servicio y los canales, el tipo de modulación y la denominación de la emisión.

La elección de una antena de bucle de medición significa que se necesita un número menor de muestras para finalizar las pruebas en comparación con una antena dipolo, puesto que funciona basándose en el campo magnético en vez del campo eléctrico y, en consecuencia, es menos sensible a las reflexiones y a las reradiaciones.

Por otro lado, cuando las antenas directivas apuntan al acimut de la antena del transmisor y el campo medido no alcanza el valor máximo, pueden producirse en el emplazamiento perturbaciones tales como reflexiones. En este caso, debe descartarse ese emplazamiento inadecuado y seleccionarse otro.

Ejemplo – Formulario de inspección de radiodifusión de MA

 AGENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES			
INFORME DE INSPECCIÓN TÉCNICA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN DE MA		INFORME N°	
OBJETIVO DE LA INSPECCION	<input type="checkbox"/> RUTINA	<input type="checkbox"/> CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TIPO DE SERVICIO (BANDA) <input type="checkbox"/> ONDAS MEDIAS <input type="checkbox"/> TROPICAL
	<input type="checkbox"/> QUEJA DE INTERFERENCIA EN R.F.	<input type="checkbox"/> RENOVACIÓN DE LICENCIA	
	<input type="checkbox"/> NUEVA LICENCIA	<input type="checkbox"/> OTRAS	
1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ENTIDAD			
1.1 – NOMBRE _____			
1.2 – DIRECCIÓN _____ CÓDIGO POSTAL _____			
CIUDAD: _____ ESTADO ____ TELÉFONO _____			
DESCRIPCIÓN	ESTADO	MARCO LEGAL	
2 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
2.1 – FRECUENCIA (kHz)	AUTORIZADA	VERIFICADA	
2.2 – DIRECCIÓN			
AUTORIZADA _____			
CIUDAD _____ ESTADO ____ CÓDIGO POSTAL _____			
VERIFICADA _____			
CIUDAD _____ ESTADO ____ CÓDIGO POSTAL _____			
2.3 – COORDINADAS GEOGRÁFICAS	AUTORIZADA	VERIFICADA	
LATITUD _____			
LONGITUD _____			
2.4 – SISTEMA RADIANTE			
2.4.1.1 – OMNIDIRECCIONAL)	<input type="checkbox"/> SENCILLO <input type="checkbox"/> PLEGADO		
2.4.1.1.1 – ALTURA (m)			
2.4.1.1.2 – VALLA DE PROTECCIÓN EN TORNO A LA BASE DE LA TORRE			
2.4.1.1.3 – AVISO GRÁFICO FIJADO EN LA BASE DE LA TORRE			
2.4.1.1.4 – SISTEMA DE TOMA DE TIERRA – CABLEADO RADIAL			
2.4.1.1.4.1 LONGITUD (m)			
2.4.1.1.4.2 – NÚMERO			
2.4.1.2 – DIRECCIONAL			
2.4.1.2.1 – ALTURA DEL ELEMENTO (m)			
2.4.1.2.2 – SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS (m)			
2.4.1.2.3 – ACIMUT DE ORIENTACIÓN (°) (Elemento 01 como referencia)			
2.4.1.2.4 – VALLA DE PROTECCIÓN EN TORNO A LA BASE DE LA TORRE			
2.4.1.2.5 – AVISO GRÁFICO FIJADO EN LA BASE DE LA TORRE			
2.4.1.2.6 – SISTEMA DE TOMA DE TIERRA – CABLEADO RADIAL			
2.4.1.2.6.1 – LONGITUD (m)			
2.4.1.2.6.2 – NÚMERO			

2.5 – EQUIPO					
2.5.1 – TRANSMISOR PRINCIPAL	AUTORIZADO	VERIFICADO			
2.5.1.1 – FABRICANTE					
2.5.1.2 – MODELO					
2.5.1.3 – CERTIFICACIÓN					
2.5.1.4 – POTENCIA OPERACIONAL [kW]					
2.5.1.5 – ETAPA FINAL (COLECTOR O PLACA) amperímetro de RF					
2.5.1.6 – ETAPA FINAL (COLECTOR O PLACA) VOLTÍMETRO DE RF					
2.5.1.7 – CONEXIÓN EXTERNA DE COMPROBACIÓN DE MODULACIÓN Y FRECUENCIA					
2.5.1.8 – DISPOSITIVO DE SEGURIDAD QUE DETIENE EL FUNCIONAMIENTO Y SE ACTIVA EN AUSENCIA O INSUFICIENCIA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN FORZADA (CUANDO EXISTE)					
2.5.1.9 – ID DE ANATEL <input type="checkbox"/> AUSENCIA <input type="checkbox"/> INCOMPLETA					
2.5.1.10 – ESTABILIDAD DE LA PORTADORA (± 10 Hz)		MEDIDA			
2.5.1.11 – DISPOSITIVOS QUE INHIBEN CUALQUIER CONTROL EXTERIOR QUE PUEDAN PERMITIR REBASAR EL VALOR AJUSTADO DE LA POTENCIA DE FUNCIONAMIENTO AUTORIZADA					
2.5.1.12 – DISPOSITIVO DE DESCARGA PARA EL BANCO DE CONDENSADORES					
2.5.1.13 – DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN (DESCONEXIÓN) EN PUERTAS Y CUBIERTAS CUANDO APARECEN TENSIONES SUPERIORES A 350 VOLTIOS					
2.5.1.14 – TRANSMISOR ENCERRADO EN BASTIDOR METÁLICO Y ESTRUCTURAS METÁLICAS PUESTAS A TIERRA					
2.5.1.15 – AJUSTES EXTERNOS DE LOS CIRCUITOS CUANDO APARECEN TENSIONES SUPERIORES A 350 VOLTIOS					
2.5.1.16 – PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS PARA SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE ALTA TENSIÓN					
2.5.2 – TRANSMISOR AUXILIAR	AUTORIZADO	VERIFICADO			
2.5.2.1 – FABRICANTE					
2.5.2.2 – MODELO					
2.5.2.3 – CERTIFICACIÓN					
2.5.2.4 – POTENCIA OPERACIONAL [kW]					
2.5.2.5 – ETAPA FINAL (COLECTOR O PLACA) AMPERÍMETRO DE RF					
2.5.2.6 – ETAPA FINAL (COLECTOR O PLACA) VOLTÍMETRO DE RF					
2.5.2.7 – CONEXIÓN EXTERNA DE SUPERVISIÓN DE LA MODULACIÓN Y FRECUENCIA					
2.5.2.8 – DISPOSITIVO DE SEGURIDAD QUE DETIENE EL FUNCIONAMIENTO Y SE ACTIVA EN AUSENCIA O INSUFICIENCIA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN FORZADA (CUANDO EXISTE)					
2.5.2.9 – ID DE ANATEL <input type="checkbox"/> AUSENCIA <input type="checkbox"/> INCOMPLETA					
2.5.2.10 – ESTABILIDAD DE LA PORTADORA (± 10 Hz)		MEDIDA			
2.5.2.11 – DISPOSITIVOS QUE INHIBEN CUALQUIER CONTROL EXTERIOR QUE PUEDAN PERMITIR REBASAR EL VALOR AJUSTADO DE LA POTENCIA DE FUNCIONAMIENTO AUTORIZADA					
2.5.2.12 – DISPOSITIVO DE DESCARGA PARA EL BANCO DE CONDENSADORES					
2.5.2.13 – DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN (DESCONEXIÓN) EN PUERTAS Y CUBIERTAS CUANDO APARECEN TENSIONES SUPERIORES A 350 VOLTIOS					
2.5.2.14 – TRANSMISOR ENCERRADO EN BASTIDOR METÁLICO Y ESTRUCTURAS METÁLICAS PUESTAS A TIERRA					
2.5.2.15 – AJUSTES EXTERNOS DE LOS CIRCUITOS CUANDO APARECEN TENSIONES SUPERIORES A 350 VOLTIOS					
2.5.2.16 – PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS PARA SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE ALTA TENSIÓN					

2.6 – OTROS EQUIPOS DE UTILIZACIÓN OBLIGATORIA			
2.6.1 – AMPERÍMETRO DE RF DEL ELEMENTO DE ANTENA			
2.6.2 – AMPERÍMETRO DE RF DEL DIPLEXOR DE POTENCIA (ANTENAS DIRECTIVAS)			
2.6.3 – LIMITADOR DE MODULACIÓN			
2.6.4 – MONITOR DE MODULACIÓN			
2.6.5 – FASÍMETRO (ANTENAS DIRECTIVAS)			
2.6.6 – MONITOR DE AUDIO			
2.6.7 – CARGA ARTIFICIAL DE RF (POTENCIA OPERACIONAL POR ENCIMA DE 10 kW)			

3 – ESTUDIOS			
3.1 – ESTUDIO PRINCIPAL			
3.1.1 – DIRECCIÓN			
AUTORIZADA			
CIUDAD: _____	ESTADO: ____	CÓDIGO POSTAL _____	
VERIFICADA			
CIUDAD: _____	ESTADO: ____	CÓDIGO POSTAL _____	
3.1.2 – EQUIPO DE GRABACIÓN DE AUDIO			
3.2 – ESTUDIO AUXILIAR			
3.2.1 – DIRECCIÓN:			
AUTORIZADA:			
CIUDAD: _____	ESTADO: ____	CÓDIGO POSTAL _____	
VERIFICADA			
CIUDAD: _____	ESTADO: ____	CÓDIGO POSTAL _____	
4 – OTRAS INFORMACIONES			
4.1 – LICENCIA DISPONIBLE EN LA ESTACIÓN			
4.2 – ARMÓNICOS Y EMISIONES NO ESENCIALES DE RF			
4.2.1 – TRANSMISOR PRINCIPAL	MÁXIMO NIVEL PERMITIDO	VERIFICADO	
2° ARMÓNICO	73+P(dBk) HASTA 5 kW máximo 80 dB sobre 5 kW		
3° ARMÓNICO			
NO ESENCIAL	VÉASE EL § 3.2.5 BATR		
4.2.2 – TRANSMISOR AUXILIAR	PERMITIDO	VERIFICADO	
2° ARMÓNICO	73+P(dBk) HASTA 5 kW máximo 80 dB, sobre 5 kW		
3° ARMÓNICO			
NO ESENCIAL	VÉASE EL § 3.2.5 BATR		
4.3 – INTERFERENCIA PERJUDICIAL EN RF			
4.4 – INSPECCIÓN NO PERMITIDA BAJO NINGÚN CONCEPTO			

Anexo 5

Ejemplo de métodos de inspección utilizados en Francia

Inspección de estaciones radioeléctricas para verificar el cumplimiento de los parámetros de la licencia

1 Introducción

Este Informe fue elaborado en respuesta a la Cuestión UIT-R 225/1.

La inspección de las estaciones radioeléctricas es una tarea habitualmente realizada por la (Agence Nationale de Fréquences (ANFR)). Existen tres tipos de inspección:

- inspección de la estación radioeléctrica para estaciones PMR (móviles terrestres privadas);
- inspección de estaciones radioeléctricas *in situ* donde están situadas varias instalaciones radioeléctricas;
- inspección de estaciones radioeléctricas para eventos especiales (por ejemplo, los Campeonatos Internacionales de Atletismo que se celebraron en París en agosto de 2003).

Además, las estaciones remotas fijas de comprobación técnica realizan otro tipo de inspecciones de estaciones radioeléctricas, en las que se miden menos parámetros.

Estas inspecciones de estaciones radioeléctricas pueden realizarse para verificar el cumplimiento con los parámetros de la licencia de acuerdo a la reglamentación nacional, europea o internacional.

Dichas inspecciones las efectúa un equipo especial incluido en cada uno de los seis servicios regionales de ANFR situados en: Villejuif cerca de París, Nancy, Lyon, Aix-en-Provence cerca de Marsella, Tolosa y Donges cerca de Saint Nazaire.

2 Procedimientos administrativos

Antes de finales de año se establece previamente un plan anual, de conformidad con las prioridades, con el presupuesto y con la carga de trabajo de cada servicio regional.

Cada tipo de inspección de estación radioeléctrica se define de forma distinta.

Inspección de estaciones radioeléctricas en el caso de estaciones PMR

Este tipo de inspección se lleva a cabo eligiendo en primer lugar el 10% de las estaciones PMR que van a inspeccionarse. Se avisa de la inspección a las estaciones correspondientes aproximadamente un mes antes de la misma y en una segunda etapa solamente se controlan el 5% por inspectores de ANFR.

Inspección de estaciones radioeléctricas en emplazamientos con una elevada concentración de transmisores

Estos tipos de emplazamientos se definen como «Zona de agrupación» o «Puntos calientes» en la legislación francesa y tienen una categoría especial. Cada emplazamiento lo gestiona un coordinador que es:

- el propietario del emplazamiento o del mástil;
- el primer usuario de radiocomunicaciones del emplazamiento; o
- la ANFR en los casos en que los emplazamientos contienen únicamente transmisores gubernamentales.

Este coordinador es responsable de la compatibilidad electromagnética de todas las nuevas instalaciones. Si existe la posibilidad de que aparezca interferencia con un usuario ya autorizado en tales casos, se solicita a ANFR que realice pruebas electromagnéticas con la colaboración de todos los usuarios del emplazamiento. Estas pruebas electromagnéticas son responsabilidad de ANFR que gestiona la operación.

Estos emplazamientos especiales se controlan en su totalidad cada 3 años y existen aproximadamente unos 12 000 en el territorio francés.

Inspección radioeléctrica para eventos especiales

Cuando ANFR participa en un evento especial, se llevan a cabo inspecciones de la estación radioeléctrica y se comprueba el funcionamiento de todos los equipos utilizados en la zona definida.

3 Procedimiento

Inspección radioeléctrica para estaciones PMR

e

Inspección radioeléctrica en emplazamientos de alta concentración de transmisores

Objetivos de la inspección:

- hacerse una idea de todas las instalaciones y frecuencias utilizadas;
- comparar los equipos existentes en el emplazamiento con los datos contenidos en la base de datos de ANFR: Base de Datos Nacional de Frecuencias y Base de Datos de Estaciones;
- establecer un diálogo con los usuarios y entre ellos para suprimir, si es posible, las interferencias y encontrar una solución que garantice la compatibilidad electromagnética entre las distintas instalaciones en el emplazamiento.

Los resultados de estas inspecciones son fundamentalmente:

- Una mayor fiabilidad de las bases de datos:
 - corrección de los errores incluidos en las bases de datos;
 - sanciones contra usuarios o instalaciones ilegales.
- Una mejor transparencia frente a la población:
 - publicación en la dirección web www.cartoradio.fr de las instalaciones existentes en cada emplazamiento;
 - publicación en la misma dirección web de las mediciones «Salud» realizadas por ANFR y también por laboratorios autorizados.
- Una disminución de la interferencia:
 - fuerte disminución de las instalaciones no autorizadas;
 - mejor conocimiento de los emplazamientos por los equipos técnicos de ANFR;
 - mejor relación entre los diversos usuarios del emplazamiento.

Inspección radioeléctrica para eventos especiales



La inspección se lleva a cabo en todos los equipos utilizados en el lugar del evento. Tras inspeccionar cada una de las piezas de los equipos se coloca una etiqueta visible en ellos para indicar que este equipo ha sido controlado y además ello supone una ayuda de comprobación visual para que los inspectores localicen equipos no autorizados.

4 Equipos

Inspecciones radioeléctricas para estaciones PMR

La inspección para verificar el cumplimiento de los parámetros técnicos de los servicios de radiocomunicaciones se realiza con instrumentos, equipos y dispositivos portátiles.



En las fotografías aparecen los equipos típicos utilizados en la inspección radioeléctrica de emplazamientos con alta concentración de transmisores y en las inspecciones radioeléctricas para eventos especiales. Los equipos figuran en la lista del Cuadro 1, § 2.3, al principio de este Informe.

5 Mediciones *in situ*

Para cada tipo de inspección de estación radioeléctrica normalmente se llevan a cabo las siguientes mediciones:

- Frecuencia (desviación y estabilidad).
- Potencia del transmisor.
- Coordenadas geográficas.
- Armónicos, productos de intermodulación y emisiones no esenciales.
- Anchura de banda.

- Intensidad de campo.
- Modulación.
- Altura y acimut de la antena.

6 Informe de la inspección

Para cada inspección de estación radioeléctrica, se elabora un Informe que se remite a cada Ministerio y Autoridad Nacional con equipos radioeléctricos ubicados en el emplazamiento. El Informe también lo estudian los servicios de ANFR implicados.

Este Informe contiene toda la información relativa a:

- descripción del emplazamiento (con fotografías si es necesario): coordenadas geográficas, dirección, acceso al emplazamiento y detalles de las instalaciones, edificios, mástiles y antenas;
- personal que realiza la inspección;
- lista de equipos utilizados;
- Informe de la reunión o reuniones preparativas;
- medidas que deben tomarse tras la inspección;
- observaciones de los usuarios;
- conclusión.

El Informe también incluye Anexos con los Cuadros de frecuencia medidos con todos los parámetros descritos en el § 5.

Anexo 6

Ejemplo de métodos de inspección utilizados en Nueva Zelanda

1 Introducción

La Administración de Nueva Zelanda, mediante el Grupo de Gestión del Espectro Radioeléctrico (RSM) del Ministerio de Desarrollo Económico, administra el espectro de radiofrecuencias con arreglo a la Ley de Radiocomunicaciones de 1989 y las Regulaciones y Boletines publicados en virtud dicha Ley.

RSM es responsable de las siguientes funciones:

- Concesión de licencias radioeléctricas, registro de los derechos de gestión y licencias del espectro.
- Investigación de las quejas de interferencia.
- Realización de programas de auditoría para maximizar el valor del recurso del espectro.

Formando parte del Ministerio de Desarrollo Económico gestionamos el espectro radioeléctrico para crear un entorno comercial que promueva una tasa más elevada de crecimiento de ingresos sostenible para los neozelandeses.

Las inspecciones radioeléctricas forman parte del trabajo que realiza RSM. Tras un examen de la gestión realizado en 2002, que derivó en la revisión de las prácticas comerciales y una intensa estrategia de cumplimiento y fiscalización (incluido el aumento de los niveles de auditoría), los trabajos de inspección se han incorporado en el cometido de «Auditoría de Licencias» de radiocomunicaciones. Dichas auditorías se llevan a cabo de acuerdo con un Plan Comercial.

2 Previsiones de las actividades comerciales de RSM para el periodo 2007-2008

Concesión de licencias y registro

- 3 000 nuevas aplicaciones para licencias radioeléctricas.
- 350 nuevas licencias de espectro en derechos de gestión pertenecientes a la corona.
- 1 000 modificaciones de licencias radioeléctricas.
- 2 000 registros de instrumentos en derechos de gestión de la corona y privados.
- Todas las licencias se emitirán con la concesión/registro completado y verificado su cumplimiento.
- Auditorías realizadas de conformidad con los procesos ISO 9001 establecidos.
- Se mantendrá la certificación ISO tras las auditorías de calidad.

Interferencia

- 550 investigaciones sobre interferencia de TV/radiodifusión sonora.
- 190 investigaciones de interferencia comercial.
- 65 investigaciones de interferencia relativas a servicios de seguridad pública.

Auditorías

- 1 900 auditorías de licencias.
- 650 auditorías de producto.

Cumplimiento

RSM lleva a cabo las auditorías de las licencias y productos EMC para garantizar que se satisfacen los requisitos, manteniendo de esa forma la integridad del registro de radiofrecuencias y minimizando la probabilidad de interferencia.

RSM ha elaborado una Guía de Cumplimiento para proporcionar a los usuarios del espectro radioeléctrico y a los fabricantes de productos información sobre:

- requisitos de cumplimiento;
- auditorías de cumplimiento;
- fiscalización;
- procedimientos de apelación.

La Guía de Cumplimiento para usuarios del espectro radioeléctrico y fabricantes de productos eléctricos y radioeléctricos está disponible para su descarga en la siguiente dirección:

<http://www.rsm.govt.nz/cms/resource-library/publications/compliance/compliance-guide.pdf>

3 Estrategia de cumplimiento y fiscalización

La estrategia de cumplimiento RSM en los últimos tres años ha tenido gran éxito. Nuestros esfuerzos de auditoría de emplazamientos para mantener la precisión del registro de radiofrecuencias y asegurar que las licencias cumplen con las condiciones y de auditorías de productos para garantizar el cumplimiento de las normas de compatibilidad electromagnética (EMC) han sido muy bien recibidos por la industria.

Desde que introdujimos nuestro programa, hemos completado un total de 7 454 auditorías de licencias y 2 014 auditorías de EMC. La tasa de cumplimiento de las auditorías de licencias ha pasado del 88% al 92% y la tasa de cumplimiento de las auditorías de EMC ha pasado del 91% al 92%.

En el Registro de Radiofrecuencias (RRF) está disponible al público en general a través de la dirección web de Tecnología de Registro y Gestión del Espectro (SMART). No sólo es el registro oficial de los derechos de espectro comerciales sino también una base de datos técnica para gestionar la interferencia entre los servicios radioeléctricos.

RSM lleva a cabo un programa completo de auditorías para garantizar la integridad del registro.

4 Auditorías de licencias

En el periodo 2006-2007 RSM realizó un total de 1 781 auditorías de licencias a instalaciones individuales y multitransmisores. En estas auditorías RSM identificó 148 violaciones que dieron lugar a notificaciones de avisos y 82 violaciones que dieron lugar a notificaciones de infracción.

En el periodo 2005-2006 RSM realizó un total de 2 562 auditorías de instalaciones con licencias y 67 emplazamientos de radiocomunicaciones importantes. RSM emitió 177 notificaciones de avisos y 37 notificaciones de infracción como resultado de las auditorías sobre licencias y emplazamientos.

Los transmisores sin licencia totalizaron el 29% de las notificaciones emitidas mientras que los enlaces fijos fueron el 24% y los transmisores de MF el 11%. Las notificaciones restantes se refirieron a una amplia variedad de servicios, incluido el servicio móvil terrestre, el servicio de radiodifusión sonora y el servicio de televisión.

Además de los transmisores sin licencia, el incumplimiento de la reglamentación se detectó fundamentalmente en enlaces con exceso de potencia, emplazamientos incorrectos y errores de frecuencia o anchura de banda.

Estado de las licencias auditadas:

- Licencias existentes 76%
- Licencias revocadas 9%
- Nuevas licencias 15%

Auditorías de licencias por tipo de licencia:

- Licencia radioeléctricas 80%
- Derechos de gestión del espectro (corona) 10%
- Derechos de gestión del espectro (privados) 10%

Las auditorías de licencias se centraron en las que se consideraban que presentaban un mayor riesgo de incumplimiento, por ejemplo, los transgresores persistentes. El resultado fue una disminución con respecto al último año en el porcentaje de licencias que cumplían la reglamentación.

5 Auditorías de cumplimiento de compatibilidad electromagnética (EMC)

RSM llevó a cabo 676 auditorías de productos eléctricos y electrónicos para determinar el cumplimiento con las normas de compatibilidad electromagnética (EMC) en 2006-2007. RSM también efectuó 143 auditorías de documentos de cumplimiento para determinar si se mantenían adecuadamente.

Se prestó especial atención a los dispositivos inalámbricos utilizados normalmente para la prestación del servicio Internet.

6 Auditorías de instalaciones de estaciones radioeléctricas con licencia

RSM realizará aleatoriamente auditorías de licencias aproximadamente en el 5% de las licencias actuales incluyendo las licencias existentes, las nuevas licencias y las licencias canceladas.

7 ¿Quién puede ser auditado?

La gestión del espectro radioeléctrico (RSM) puede auditar a cualquier persona, empresa u organización que transmita ondas radioeléctricas, incluidos:

- Los actuales titulares de licencias de radiocomunicaciones o de espectro.
- Los titulares de licencias de radiocomunicaciones o de espectro de licencias recientemente canceladas.
- Las personas que explotan una licencia de usuario general.

8 Requisitos de auditoría de licencias en general

Todas las transmisiones por ondas radioeléctricas en Nueva Zelanda deben ser actualizadas por una licencia. Cualquier persona que transmita ondas radioeléctricas de manera distinta a la especificada en su licencia comete un delito. Obsérvese que algunas condiciones generales se aplican a todas las licencias, incluido el requisito de franquear el paso a los inspectores autorizados a una hora razonable y a cualquier lugar, instalación o edificio, con objeto de garantizar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la licencia.

9 Requisitos para el funcionamiento con arreglo a una licencia de usuario general

Las licencias de usuario general facilitan que ciertas clases de transmisores radioeléctricos puedan utilizarse sin la necesidad de que el propietario obtenga una licencia a su propio nombre. Cualquier persona puede emplear libremente los equipos siempre que satisfagan las normas técnicas aplicables, funcionen únicamente en las frecuencias asignadas y cumplan cualquier otro requisito especificado en la licencia.

10 Requisitos para los titulares de licencias radioeléctricas

Las licencias radioeléctricas están sometidas a una tasa anual. Aunque puede que en la licencia no aparezca ninguna fecha de caducidad, si no se abona esta tasa anual se producirá una revocación de la licencia. El contenido de una licencia radioeléctrica debe especificar como mínimo:

- el nombre del titular de la licencia;
- el emplazamiento;

- las frecuencias o bandas de frecuencias que se aplican a la transmisión de las ondas radioeléctricas o las frecuencias o bandas de frecuencias que se aplican a la protección, caso de existir, garantizada contra la interferencia perjudicial procedente de emisiones cocanal;
- la clase de licencia radioeléctrica (categoría y tipo de servicio de radiocomunicaciones).

11 Requisitos para los titulares de licencia del espectro

Las licencias del espectro se conceden por periodos de hasta 20 años y también requieren el pago de una tasa anual. Si no se paga dicha tasa se revocará la licencia. La licencia del espectro deberá especificar:

- el nombre del titular de los derechos;
- el emplazamiento del transmisor o, cuando éste no se encuentre en un emplazamiento fijo, la zona dentro de la cual el transmisor puede transmitir con arreglo a la licencia;
- la máxima potencia de emisión permitida;
- los límites de emisiones no deseadas aplicables a las emisiones procedentes del transmisor, expresados como la máxima p.i.r.e. de dichas emisiones;
- las clases de emisiones permitidas;
- el diagrama de radiación horizontal;
- la polarización de la antena;
- la altura de la antena (para un transmisor situado en un emplazamiento fijo);
- los emplazamientos en la cobertura del receptor aplicables a la licencia; o una zona para que se aplique la cobertura de recepción de la licencia especificando el valor máximo de las señales interferentes permitidas aplicadas a ese emplazamiento o a esos emplazamientos o a esa zona;
- la fecha de inicio;
- la fecha de expiración de la licencia;
- las condiciones que se apliquen al ejercicio de los derechos del titular de la licencia.

12 ¿Por qué deben realizarse auditorías?

Las inspecciones regulares de licencias radioeléctricas y las auditorías de los emplazamientos son una forma proactiva de RSM de mantener la integridad del registro de radiofrecuencias y promover un cumplimiento voluntario de la reglamentación. Ello minimiza la probabilidad de causar interferencia así como los costes asociados a las medidas de cumplimiento legal.

Las auditorías proactivas proporcionan a RSM la oportunidad de:

- Garantizar que la transmisión está autorizada por una licencia.
- Garantizar que se cumplen las condiciones establecidas en la licencia.
- Promover una gestión y control técnico firmes de las licencias de radiocomunicaciones y los emplazamientos de transmisión.
- Fortalecer la relación con la industria radioeléctrica.
- Mantener el valor y usabilidad del espectro de radiofrecuencias en Nueva Zelanda.

13 ¿Cuáles son los criterios de selección de la auditoría?

Consideraciones generales

RSM seleccionará aleatoriamente las licencias que van a auditarse de la base de datos, pero centrándose fundamentalmente en licencias de «alto riesgo» y emplazamientos «de riesgo». Un Inspector Radioeléctrico puede también decidir realizar una auditoría si:

- la comprobación técnica u otra información indica un funcionamiento sin licencia;
- una investigación de interferencia detecta un funcionamiento de equipo sin licencia o defectuoso;
- existe un registro previo de incumplimiento de las condiciones de la licencia o historia de interferencia;
- se recibe una queja por escrito.

Licencias de alto riesgo

Las licencias de «alto riesgo» tienen la posibilidad de provocar mayor interferencia que otras. Por eso motivo, se hace mayor hincapié en la auditoría de estos servicios. Los servicios con licencia de «alto riesgo» incluyen emplazamientos multiusuarios utilizados normalmente para:

- servicios móviles terrestres;
- servicio fijo;
- servicio de radiodifusión.

Emplazamientos de riesgo

RSM ha identificado numerosos emplazamientos «de riesgo» intensamente utilizados a efectos de radiocomunicaciones. Es muy probable que estos emplazamientos experimenten problemas de interferencia.

14 ¿En qué consiste el proceso de auditoría?

RSM seleccionará aleatoriamente las licencias que van a auditarse del Registro de Frecuencias Radioeléctricas para centrarse en las licencias de «alto riesgo» y los emplazamientos «de riesgo». Las auditorías se planifican con anticipación y normalmente se le da al titular de la licencia un aviso 10 días antes. Un Inspector Radioeléctrico se pondrá en contacto con el titular de la licencia para fijar una hora. Si se ha identificado un riesgo importante para las radiocomunicaciones, o se está produciendo interferencia, el Inspector Radioeléctrico puede decidir la realización inmediata de la auditoría. Estas auditorías puntuales están diseñadas para evitar cualquier perturbación en el espectro radioeléctrico utilizando los recursos de RSM y manteniendo la integridad del marco de conformidad.

Si es preciso obtener el permiso del propietario de un terreno o del dueño de una propiedad para acceder al lugar donde está ubicado el transmisor, el Inspector Radioeléctrico realizará los trámites necesarios para obtener dicho permiso directamente o solicitará al titular de la licencia que así lo haga.

El Inspector Radioeléctrico puede solicitar la desconexión de equipos durante la auditoría. Ningún equipo será desconectado a menos que el titular de la licencia o el agente consientan en este requisito.

Durante la auditoría, el Inspector Radioeléctrico puede realizar mediciones y registrar detalles incluyendo:

- Verificación con emplazamientos GPS y altitudes para confirmar las referencias en la rejilla.
- Tomar nota de todos los transistores, receptores y equipos asociados.
- Tomar nota del tipo polarización y acimut de la antena y de su altura sobre el suelo.
- Tomar nota del tipo y longitud del cable coaxial.
- Establecer los detalles de cualquier transmisor que funcione sin licencia.
- Tomar nota de todos los parámetros técnicos.
- Tomar fotografías de los equipos o emplazamientos de transmisión.

Lista de verificación para preparar al cliente a una auditoría de sus transmisores radioeléctricos:

- ¿Tiene una licencia en curso?
- ¿Está situado el transmisor en el emplazamiento correspondiente a la licencia?
- ¿Se cumplen todas las condiciones establecidas en la licencia, incluidas la frecuencia, la potencia, la anchura de banda, el tipo de emisión, la polarización de antena, el diagrama de radiación y el número de equipos?
- ¿Está disponible el acceso al emplazamiento?
- ¿Hay algún tema de seguridad que deba considerarse?
- ¿Han sido identificadas otras partes afectadas (propietario del emplazamiento, cousuarios)?

15 Resultado de las auditorías incluidos los objetivos comerciales

Una vez considerados todos los elementos de la auditoría, RSM comunicará al cliente los resultados.

Si la auditoría se considera satisfactoria, el cliente recibirá una carta indicando que no se necesita ninguna medida posterior. Al 90% de los clientes sujetos a auditoría se les notificará el resultado de la misma por escrito en el plazo de 10 días laborables.

Si la auditoría se considera insatisfactoria, el cliente recibirá una notificación de aviso o una notificación de infracción. El 90% de las notificaciones de aviso o de infracción se enviarán en el plazo de 28 días laborables. La sección de Fiscalización de la Guía de Conformidad proporciona más información.

PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA**(PARA LA AUDITORÍA DE LICENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO
Y DE EMPLAZAMIENTOS DE USUARIOS MÚLTIPLES)****SELECCIÓN DE LAS LICENCIAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO QUE VAN A
AUDITARSE****Inspectores Radioeléctricos/Centro de contacto**

- 1) A principios de mes se elabora un informe con todas las nuevas licencias radioeléctricas emitidas en el mes precedente para su distrito.
- 2) Se selecciona al menos el 5% del número total de nuevas licencias de su distrito. Estas licencias serán auditadas en los próximos 12 meses.

a) Factores de selección de licencias

Existen muchos motivos interrelacionados que repercutirán en la selección de licencias que van a auditarse. Al realizar la selección hay que considerar las siguientes circunstancias:

- i) Licencias de «alto riesgo»

Algunos servicios con licencias radioeléctricas tienen el potencial de crear más interferencia que otros y, por consiguiente, se denominan licencias radioeléctricas de «alto riesgo». Por esa razón, se hace hincapié en auditar estos servicios. Los servicios con licencia radioeléctrica de alto riesgo incluyen, entre otros:

- **Servicios móviles terrestres** (dos frecuencias, simplex, distribución troncal, servicio troncal, misceláneos).
- **Fijo** (punto a punto, punto a multipunto, radiodeterminación por satélite, ayudas a la meteorología, radioastronomía, telemedida y telemando).
- **Radiodifusión** (frecuencia modulada, modulación de amplitud, televisión y cualquier otra estación que pueda considerarse de «radiodifusión», por ejemplo GURL de baja potencia).
- **Aeronáutico** (aeronaves, móvil, terrestre y repetidor).
- **Móvil marítimo** (barcos, móvil, repetidor, costero).

- ii) (Suprimido en noviembre de 2003)

- iii) Motivos: Cuando sea informado de un funcionamiento sin licencia o de un posible problema de interferencia puede llevarse a cabo una auditoría.

- iv) Registro previo: Puede auditarse un servicio cuando el suministrador del mismo es conocido por sus deficientes prácticas o aplicación de normas técnicas.

- v) Comprobación técnica: Si al realizar la comprobación técnica se descubre un servicio sin licencia o fuera de especificación, puede llevarse a cabo una auditoría.

- vi) Historial de interferencias: Cuando los usuarios del emplazamiento han sufrido interferencia en el pasado puede hacerse más hincapié en las auditorías.

- vii) Selección práctica: Por razones prácticas, si existen otras licencias radioeléctricas en el mismo emplazamiento que la seleccionada bajo 2I, también pueden auditarse y pueden incluirse en el objetivo del 5%.

- viii) El dispositivo al que hace referencia la licencia no es operacional; **O**

- ix) La licencia se refiere a un emplazamiento remoto o a un lugar inaccesible en determinadas estaciones del año por los Inspectores Radioeléctricos; **O**
- x) El proceso de auditar la licencia causará graves inconvenientes a las actividades comerciales de los titulares de la licencia y/o a sus clientes; **O**
- xi) La licencia ya ha pasado una auditoría en los últimos 12 meses.

PREPARACIÓN DE LAS VISITAS DE AUDITORÍA

Las siguientes directrices ayudarán a los Inspectores Radioeléctricos y al Centro de Contacto a preparar las visitas de auditoría.

También aparece una lista de verificación previa a la visita en los apéndices (LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA AUDITORÍA DE EMPLAZAMIENTO Y LICENCIA).

Para las auditorías de licencias, se crean casos a fin de registrar todos los trabajos con el muestreador de auditorías SMART. El muestreador creará casos para cada licencia que va a auditarse.

- a) El Centro de Contacto distribuirá mensualmente informes de nueva licencia SMART a las oficinas.
- b) Las Oficinas Regionales indicarán en los informes de nueva licencia aquellas licencias que es necesario auditar y devolver el informe al centro de contacto.
- c) El Centro de Contacto se pondrá en comunicación con los titulares de las licencias seleccionadas para verificar si la licencia es operacional, obtener detalles del personal de contacto de la licencia e introducir detalles en SMART creando de esta manera un nuevo caso de conformidad. El caso de conformidad de la auditoría de la licencia se remite a continuación al espectro radioeléctrico respectivo.
- d) Todos los trabajos, incluidos los desplazamientos relativos al caso, deben registrarse en SMART como «tiempo» en la página «detalles del caso»:
 - 1) Se determina el equipo de prueba necesario.
 - 2) Se estima el tiempo necesario para la visita de auditoría.
 - 3) Se entra en contacto con el titular de la licencia y el gestor del emplazamiento a fin de solicitar permiso para llevar a cabo la auditoría.
 - 4) Se obtiene el permiso del propietario de los terrenos para acceder a la propiedad.
 - 5) Se introducen las citas en el calendario de planificación semanal.
 - 6) Se conciertan citas comunes para los usuarios del emplazamiento cuando sea posible.
 - 7) Se comprueban las condiciones meteorológicas del emplazamiento, ¿permiten el acceso estas condiciones?
 - 8) Si existe un fichero del emplazamiento se deja una copia impresa para historia/referencia.
 - 9) Se consideran los aspectos de seguridad y registro para evaluar el número de inspectores radioeléctricos necesarios para llevar a cabo la auditoría.

REALIZACIÓN DE VISITAS DE AUDITORÍA

- 1) En los apéndices figura una lista de comprobación para llevar a cabo las auditorías de licencia y emplazamiento (LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA AUDITORÍA DE EMPLAZAMIENTO Y LICENCIA). Llévela consigo así como una copia de la licencia cuando esté sobre el terreno.
- 2) Mientras realice la auditoría de la licencia rellene un informe de auditoría «INFORME DE AUDITORÍA DE EMPLAZAMIENTO O LICENCIA», (véanse los apéndices)

(véase R:\Operations\Field\Site Audits\Site hoja de cálculo del informe de auditoría), o alternativamente adjunte la conformidad de los parámetros de la licencia en una copia de la misma.

- 3) Cuando lleve a cabo las auditorías tenga la precaución de evitar cualquier peligro físico o de radiación. En caso de duda utilice el detector de radiación.
- 4) Si es necesario desconectar los equipos, asegúrese que el titular de la licencia/operador es consciente de ello por anticipado.
- 5) Si encuentra algún equipo que funciona sin licencia debe realizarse una inspección completa.
- 6) Fotografías: fotografíe los mástiles con una altura de referencia en la base, de manera que puedan hacerse estimaciones de las alturas y de las longitudes del cable, si es necesario. Para calcular las alturas de antena puede utilizarse cintas de medición y niveles Abney. Fotografíe en las instalaciones los diversos tipos de transmisor/receptor/filtro/fuentes de alimentación de manera que estas fotografías puedan utilizarse posteriormente.
- 7) Algunos edificios son de difícil acceso debido al tamaño (tipo perrera). Puede que la operación deban llevarla a cabo dos personas, una realizando las comprobaciones y la otra tomando las notas pertinentes.
- 8) Puede que el emplazamiento no disponga de alimentación eléctrica para garantizar autosuficiencia en la inspección.
- 9) Recuerde que la información que recoge puede utilizarse como evidencia en casos de acciones judiciales por lo que conviene que efectúe registros rigurosos y completos.

PROCEDIMIENTO POSTERIOR A LA AUDITORÍA

- 1) Visita posterior a la auditoría: Compare todas las mediciones con los detalles y condiciones establecidos en la licencia. (Utilice los INFORMES DE AUDITORÍA DE EMPLAZAMIENTO O LICENCIA, un informe de hoja de cálculo o una copia de la licencia.)
- 2) Si el operador o el usuario cuentan con una licencia Y las mediciones cumplen con los detalles y condiciones de la licencia, vaya a: PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA SATISFACTORIO.
- 3) Si el operador o el usuario no cuentan con una licencia O una medición no cumple con los detalles y condiciones de la licencia, destaque la discrepancia y vaya: PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA NO SATISFACTORIO.
- 4) En los apéndices aparece una lista de verificación posterior a la visita. (LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA AUDITORÍA DE EMPLAZAMIENTO Y LICENCIA.)

PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA SATISFACTORIO

- 1) Las auditorías de licencia y emplazamientos son «SATISFACTORIAS» si:
 - a) el operador o el usuario cuentan con una licencia válida; Y
 - b) el operador o el usuario funcionan ateniéndose a sus derechos y de conformidad con las especificaciones y condiciones establecidos en su licencia.
- 2) Notifique al titular de la licencia el resultado de la auditoría en el plazo de 10 días laborables tras la misma. Puede tratarse de un informe provisional si se contempla tomar medidas adicionales.
- 3) Adjunte un informe de la auditoría o indique el lugar donde se encuentra el informe de auditoría en la hoja relativa al caso donde se adjunta el informe a un caso primario. El resto de documentos pertinentes deben adjuntarse al caso como un «acontecimiento».

- 4) Registre todos los trabajos y con una inscripción en la hoja de control de tiempo SMART.
- 5) Finalice los casos conformes como «satisfactorios».

PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA NO SATISFACTORIO

- 1) Las auditorías de licencia y emplazamiento son «NO SATISFACTORIAS» si:
 - a) el operador o usuario no tienen una licencia válida; **O**
 - b) el operador o el usuario funcionan fuera de sus derechos o no de conformidad con las especificaciones o condiciones establecidas en su licencia. La causa de ello pueden ser infracciones MENORES o infracciones MAYORES.

Ejemplos de infracciones MENORES

- a) Fallos en los equipos (en contraposición a los equipos instalados o explotados sin respetar las condiciones de la licencia o las normas del producto) que causan interferencia a los servicios de radiodifusión o comerciales (**verifique con el Oficial de Conformidad si resultan afectadas las frecuencias de seguridad**).
- b) Pequeñas variaciones en la potencia (<6 dB).
- c) Pequeñas variaciones en el emplazamiento (<400 m).
- d) Anchura de banda excesiva (sin causar interferencia).
- e) Errores en la tolerancia de frecuencia (no en canales distintos o que causen interferencia). Toda sospecha de que pueda tratarse de un error deliberado debe discutirse con el oficial de conformidad.

Una infracción «menor» generalmente se tramitará mediante el proceso BP 01.12.

Ejemplos de infracciones MAYORES

- Frecuencia o canal incorrecto.
- Emplazamiento incorrecto significativo (es decir, en otro emplazamiento distante más de 400 m).
- Nivel de p.i.r.e. notablemente mayor del especificado (>6 dB por encima del especificado).
- Equipo con especificaciones no aprobadas o incorrectas.
- Funcionamiento sin una licencia válida.
- Infracción menor continuada sin rectificar.
- Parámetros de antena incorrectos.

Una infracción «mayor» generalmente dará lugar a la publicación inmediata de una NOTIFICACIÓN DE INFRACCIÓN (véanse los apéndices).

- 1) Si la auditoría revela cualquier discrepancia o infracciones de la licencia, debe realizarse un registro de esa circunstancia en SMART.
- 2) Vaya a: «NOTIFICACIÓN DE AVISO» para infracciones menores.
- 3) Vaya a: «NOTIFICACIÓN DE INFRACCIÓN» para infracciones mayores.

Apéndice A del Anexo 6

Lista de verificación para auditorías de emplazamiento y licencia

Lista de verificación de la auditoría de emplazamiento y licencia

Visita previa

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Obtención del informe con todos los servicios del emplazamiento con licencia o de los titulares con licencia en los últimos 30 días. <input type="checkbox"/> Elección de licencias o emplazamientos que van a auditarse. <input type="checkbox"/> Crear un fichero en copia impresa para la auditoría. <input type="checkbox"/> Generar un caso de conformidad maestro para registrar todos los trabajos preliminares. <input type="checkbox"/> Enviar una carta de «solicitud de auditoría» a los titulares de licencia para obtener los detalles de contacto. <input type="checkbox"/> Ponerse en contacto con el gestor del emplazamiento o el titular de la licencia para obtener permiso e información sobre el acceso. <input type="checkbox"/> Verificar fichero del emplazamiento para historial y referencia. <input type="checkbox"/> Determinar el número de edificios y transmisores en el emplazamiento. <input type="checkbox"/> Generar un caso de conformidad para cada licencia que va a auditarse. <input type="checkbox"/> Determinar los servicios que se comprobarán para su conformidad y de los que se va a tomar nota. <input type="checkbox"/> Obtener permiso del propietario del terreno si es necesario. <input type="checkbox"/> Tramitar el acceso con objeto del emplazamiento/titular de la licencia o usuario. <input type="checkbox"/> Estimar el tiempo requerido antes de concertar las citas. <input type="checkbox"/> Realizar citas comunes con usuarios y emplazamiento cuando sea posible. <input type="checkbox"/> Anotar las citas en el calendario compartido Outlook. <input type="checkbox"/> Determinar los equipos de prueba y los requisitos de los vehículos. <input type="checkbox"/> ¿Dispone de alimentación eléctrica el emplazamiento? <input type="checkbox"/> Verificar las condiciones meteorológicas. <input type="checkbox"/> Evaluar el número de personal necesario para seguridad o registro. | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tomar nota de emplazamientos y altitudes con el GPS para confirmar las referencias de la rejilla. <input type="checkbox"/> Debe tomarse nota de todos los transmisores, receptores y equipos asociados. <input type="checkbox"/> Todo transmisor sin licencia debe ser plenamente inspeccionado. <input type="checkbox"/> Tomar nota de todos los parámetros técnicos y compararlos con los que figuran en la licencia. La evaluación de estos parámetros puede que sea posible únicamente en la oficina. <input type="checkbox"/> Tomar nota del tipo de antena, polarización y acimut y altura sobre el suelo – tomar fotografías. <input type="checkbox"/> Tomar nota del tipo y longitud del cable coaxial – realizar una medición con cinta. <input type="checkbox"/> ¿Es de suficiente calidad la información con la que cuenta para utilizarse como evidencia? <input type="checkbox"/> Fotografiar mástiles con una altura de referencia en la base de manera que puedan realizarse posteriormente estimaciones de las alturas y de las longitudes del cable. <input type="checkbox"/> Bastidores, transmisores, receptores, filtros y fuentes de alimentación. <input type="checkbox"/> Considerar que algunos edificios pueden ser de difícil acceso debido al tamaño (tipo perrera). Puede requerir el trabajo de dos personas, una para realizar las pruebas y la otra para tomar notas. <input type="checkbox"/> Garantizar la autosuficiencia si no se dispone de alimentación de energía eléctrica. |
|--|---|

Visita posterior

- Comparar todas las mediciones con los detalles y condiciones establecidos en la licencia.
- Destacar cualquier discrepancia.
- Abrir otros casos de conformidad para cualquier equipo sin licencia descubierto.
- Preparar resumen de infracción para las notificaciones de aviso y/o las notificaciones de infracción.
- Si no hay infracciones, redactar la carta confirmando la conformidad y dando las gracias.
- Cerrar los casos de conformidad en el MIS tras registrar toda la información en la hoja del caso. Guardar todas las fotografías en el fichero informático.
- Si el equipo no es conforme seguir las «directrices de auditoría de licencia/emplazamiento no conforme».

Visita del emplazamiento

- Peligros debido a la radiación – utilización del detector de radiación en caso de duda.
- ¿Debe desconectarse el equipo durante las pruebas? De ser así, asegurar que es consciente de ello el operador/titular de la licencia.
- Completar un informe de inspección.

Apéndice B del Anexo 6

Informe de auditoría de emplazamiento o licencia

Informe de auditoría de emplazamiento o licencia

Nombre del emplazamiento:	Referencia de rejilla: ¿Es correcto? Sí/No
Nombre y dirección del titular de la licencia: _____ _____ _____	Ref. GPS:
	Fecha de la auditoría
	Auditoría del emplazamiento <input type="checkbox"/> Auditoría de la licencia <input type="checkbox"/>
	ID

	Frecuencia/canal	Tolerancia	Emisión	Especificación	Potencia	% modulación/ desviación	Tipo de antena	Polarizac.	Ganancia
Valor autorizado									
Valor medido									
Conforme Sí/No									
Nº de licencia:		Fabricante del equipo:			Caso Nº:				
Observaciones:									

	Frecuencia/canal	Tolerancia	Emisión	Especificación	Potencia	% modulación/ desviación	Tipo de antena	Polarizac.	Ganancia
Valor autorizado									
Valor medido									
Conforme Sí/No									
Nº de licencia:		Fabricante del equipo:			Caso Nº:				
Observaciones:									

	Frecuencia/canal	Tolerancia	Emisión	Especificación	Potencia	% modulación/ desviación	Tipo de antena	Polarizac.	Ganancia
Valor autorizado									
Valor medido									
Conforme Sí/No									
Nº de licencia:		Fabricante del equipo:			Caso Nº:				
Observaciones:									

Inspector Radioeléctrico: _____ Fecha: _____ Distrito: _____

Anexo 7

Procedimientos de inspección para estaciones terrenas en Brasil

1 Introducción

Este texto presenta una visión general de los procedimientos de medición utilizados por Anatel (Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil) para verificar la conformidad de las estaciones terrenas de satélite con las regulaciones nacionales del espectro radioeléctrico.

Los procedimientos aquí presentados son genéricos para las estaciones terrenas del sistema troncal nacional o para los terminales de apertura muy pequeña (VSAT), teniendo en cuenta si el enlace utiliza una OSG (órbita de los satélites geoestacionarios) o un satélite no OSG.

2 Medición de las coordenadas geográficas

En los procesos de concesión de licencias, los algoritmos informáticos calculan el acimut y el ángulo de elevación de la antena basándose en las coordenadas geográficas y en la posición orbital del satélite.

En las comprobaciones de campo reglamentarias, los inspectores utilizan receptores GPS para confirmar si las coordenadas geográficas reales de la antena son conformes a las coordenadas indicadas en la licencia. El inspector debe estar seguro de que el receptor GPS funciona de conformidad con las prácticas adecuadas y permite obtener una medición precisa. Si es posible, conviene utilizar equipos que muestran en pantalla una evaluación de la precisión a fin de garantizar que el resultado actual se encuentra dentro de la tolerancia requerida.

3 Medición de la altura de antena

Aunque la altura de la antena puede considerarse insignificante con respecto a la longitud del enlace del satélite, este parámetro es un criterio pertinente en un proceso de coordinación de frecuencias entre el satélite y los enlaces de microondas terrenales, siempre que las zonas de sombra y las obstrucciones puedan causar interferencia, dispersión o interrupción de la señal.

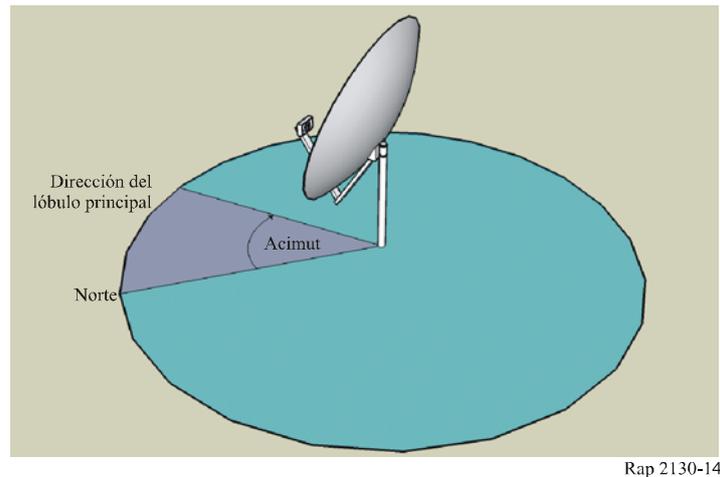
La altura se mide desde el suelo hasta el centro geométrico de la antena. Esta tarea normalmente se realiza utilizando una cinta de medición o un telémetro láser. La diferencia principal entre estos métodos depende de las capacidades de medición de distancia mínima y máxima, de la resolución y de la precisión.

Los telémetros normalmente tienen un límite en la mínima distancia de medición que normalmente oscila entre 5 y unos 20 m y la resolución se encuentra en la escala del metro. Las cintas de medición pueden realizar mediciones de hasta 50 m en una escala de centímetros o milímetros. Para antenas instaladas cerca del suelo, normalmente la mejor elección es la cinta de medición.

4 Medición del acimut de la antena

El acimut de la antena es el ángulo medido en el sentido de las agujas del reloj entre la dirección del norte geográfico y la dirección del lóbulo principal de propagación. En la práctica, esta dirección corresponde al eje entre la bocina del alimentador y el centro de simetría del reflector parabólico.

FIGURA 14
Medición del acimut



Generalmente, el instrumento utilizado para medir el acimut es un goniómetro magnético. Desafortunadamente, este instrumento no apunta hacia el norte geográfico sino hacia el norte magnético. El ángulo entre el norte geográfico y el norte magnético se denomina declinación magnética y varía ligeramente con el tiempo y fuertemente con el emplazamiento. El valor del acimut puede obtenerse sustrayendo el valor de la declinación de la lectura del goniómetro.

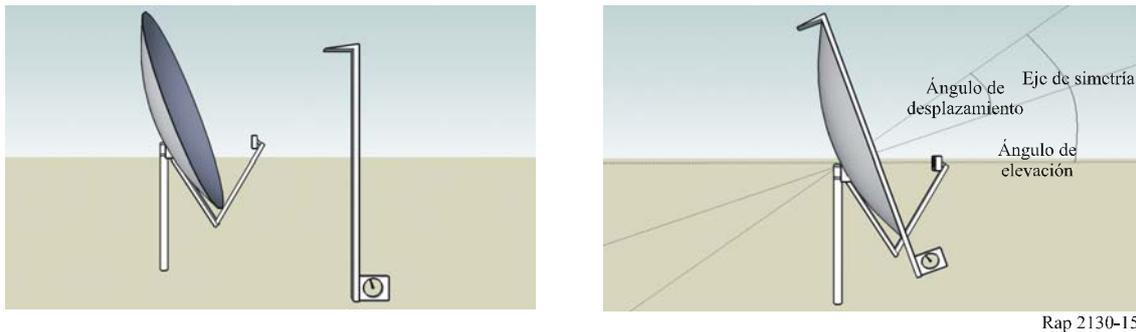
Las dos alternativas principales para obtener el valor de la declinación son los mapas de campo magnético de superficie y los calculadores de software. En Brasil, el Observatorio Nacional proporciona tanto los mapas magnéticos regionales como el software y cada cinco años se publican nuevos mapas con datos de referencia. Esta información se recoge a partir de 110 emplazamientos de medición y existen dos estaciones de comprobación técnica que efectúan mediciones continuas. En todo el mundo esta información puede obtenerse a partir de varios observatorios y organizaciones, incluidos los servicios en línea ofrecidos por los distintos servicios web.

5 Medición del ángulo de elevación

El ángulo de elevación al satélite se define como el ángulo entre el plano horizontal y la posición del satélite en el cielo. Aunque se refiere a antenas en general, tiene una especial importancia para antenas de satélite debido a sus formas típicas y al hecho de que los errores en elevación pueden afectar a la interferencia. Salvo en el caso de antenas con alimentación descentrada, la posición del satélite se refiere al eje de simetría del reflector parabólico. Por otro lado, el ángulo entre el eje de simetría y el horizonte puede medirse con un inclinómetro adosado a un vástago que debe situarse en el borde de la parábola de la antena. Este ángulo coincide con el ángulo de elevación en las antenas de diseño axisimétrico.

FIGURA 15

Utilización de un inclinómetro para medir el ángulo de elevación



Entre otras formas, existen ventajas prácticas que implican la selección de una antena con un alimentador desplazado especialmente diseñado, en particular parábolas pequeñas. Evidentemente, para una antena con alimentación descentrada, como el reflector es una sección de la parábola y considerando que el punto focal se encuentra por debajo del eje de simetría, la zona de sombra debida al alimentador se elimina. Además, como el ángulo de elevación es mayor que el ángulo del eje de simetría, el reflector se encuentra en una posición más vertical impidiendo así la acumulación del agua de lluvia o de la nieve. En ese caso particular, el ángulo de elevación puede determinarse como sigue:

$$\text{Ángulo de elevación}_{\text{desplazamiento}} = \text{Ángulo del eje de simetría} + \text{Ángulo de desplazamiento}$$

El ángulo de desplazamiento figura en la documentación de la antena. Como ejemplo, el medidor SKY Patriot.76 de la Banda Ku tiene un ángulo de desplazamiento de 22,75°.

6 Medición de la frecuencia

El procedimiento de medición de frecuencia del transmisor de la estación terrena puede llevarse a cabo con un analizador de espectro en modo cursor (menos precisión, modelo normalizado) o en modo contador (elevada precisión), o con un frecuencímetro de referencia. El instrumento de medición normalmente se conecta al punto de prueba de salida atenuado del HPA (amplificador de alta potencia) del sistema de satélite de la estación terrena.

Debido a consideraciones prácticas, por ejemplo, en ausencia del conector del punto de prueba HPA, la entrada de RF del instrumento de medición puede conectarse a una antena o a una sonda de intensidad de campo instalada en las cercanías de un lóbulo lateral adecuado de la antena parabólica sometida a inspección. Por consiguiente, el procedimiento resultará afectado por las condiciones de la instalación, y habrá que tener en cuenta la sensibilidad del instrumento de prueba y la precisión de la base de tiempos, la relación señal/ruido, S/N y la tolerancia en frecuencia de la estación.

7 Medición de la potencia

En la práctica, si la estación no cuenta con un punto de prueba de salida calibrado incorporado derivado de un acoplador direccional insertado entre el HPA y la línea/antena de transmisión, la tarea de medición de potencia puede ser difícil y debe evitarse a menos que la línea de transmisión pueda desconectarse del HPA y pueda insertarse entre ellos un vatímetro digital. Para superar este inconveniente, el personal de inspección puede decidir verificar únicamente la potencia del transmisor nominal indicada en la documentación de la estación. De no ser así, si es estrictamente necesario medir la potencia, el inspector debe programar una ventana de tiempo de prueba con el propietario de la estación terrena a fin de instalar un acoplador direccional o un sensor de vatímetro pasante para llevar a cabo esta medición.

La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) puede determinarse como sigue:

$$\text{PIRE} = \text{Potencia directa} + \text{Ganancia de antena} - \text{Pérdidas}$$

Hay que tener la precaución de asegurar que el medidor de potencia, los sensores y el acoplador direccional se han calibrado al menos a la frecuencia portadora y pueden funcionar con los niveles de potencia esperados. Todas las conexiones eléctricas deben asegurarse con la ayuda de un instrumento de medición del par de torsión antes de alimentar el sistema.
