



República de Guinea Ecuatorial
*Ministerio de Transportes, Correos y
Telecomunicaciones*

EL MINISTRO

Núm.
Ref.
Secc.

**ORDEN MINISTERIAL Número 5/2018, de
fecha 22 de agosto, por el que se aprueba el
REGLAMENTO QUE ESTABLECE LAS
MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN
RELATIVAS A LAS EMISIONES
RADIOELÉCTRICAS Y CAMPOS
ELECTROMAGNÉTICOS (REM Y CEM). en
la República de Guinea Ecuatorial.**

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

El desarrollo de Internet y el uso creciente de las comunicaciones electrónicas por parte de la sociedad requiere el despliegue de una conectividad generalizada y universal que permita a los ciudadanos poder conectarse con cualquier tipo de terminal desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta conectividad es posible mediante el uso de las nuevas tecnologías de comunicaciones inalámbricas y es posible mediante un número creciente de enlaces e instalaciones radioeléctricas, cuyas emisiones radioeléctricas y electromagnéticas (REM) deber ser reguladas y controladas con el propósito de proteger las vidas y la salud de los ciudadanos, con el establecimiento de condiciones que faciliten y hagan compatible un funcionamiento simultáneo y ordenado de las diversas instalaciones radioeléctricas y los servicios a los que dan soporte.

Considerando que Ley General de Telecomunicaciones, Ley Núm. 7/2005, en sus Artículos 21 a 25, atribuye a ORTEL las facultades de regulación y control del Espectro Radioeléctrico (RE) y que la citada gestión deberá hacerse de acuerdo con las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales, en cuyo ámbito, se integra la planificación del uso de dicho espectro y la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas (REM) que se derivan de su utilización, es necesario, la adopción de un instrumento jurídico que en primer lugar, establezca los procedimientos para proteger la salud de los ciudadanos y en general, la salud de toda la sociedad de las emisiones provenientes de instalaciones radioeléctricas

y electromagnéticas que se utilizan en las comunicaciones electrónicas y en segunda lugar, determinar los niveles de emisión radioeléctrica que no supongan un peligro para la salud pública, cuya protección efectiva es tarea del Gobierno y de todos sus Órganos.

Visto asimismo el Reglamento del Régimen Jurídico del Espectro Radioeléctrico en la República de Guinea Ecuatorial, aprobado mediante la Orden Ministerial Núm. 5/2.008, de fecha 20 de junio, que en su artículo 38 regula la protección del dominio público radioeléctrico, facultando a ORTEL a imponer limitaciones a la intensidad de los campos radioeléctricos de las instalaciones radioeléctricas.

En su virtud, a propuesta de la Oficina Reguladora de Telecomunicaciones (ORTEL), y previa deliberación del Consejo Directivo en su reunión celebrada el día 16 de abril de 2018, se aprueba el **REGLAMENTO QUE ESTABLECE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN RELATIVAS A LAS EMISIONES RADIOELÉCTRICAS Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (REM Y CEM)**, que se inserta a continuación.

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Objeto.

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las medidas de control y protección relativas a las emisiones y campos radioeléctricos y electromagnéticos (REM y CEM) de las instalaciones radioeléctricas, sus equipos y aparatos, y los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas, determinando los procedimientos de protección del dominio público radioeléctrico, de verificación, inspección y evaluación de las emisiones procedentes de aquellos y de los niveles de exposición de las mismas.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

El presente Reglamento se aplicará a las emisiones de energía en forma de ondas electromagnéticas, que se propagan por el espacio sin guía artificial, y que sean producidas por estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones públicas o privadas instaladas en la República de Guinea Ecuatorial.

Artículo 3. Definiciones.

A los efectos de lo dispuesto en el presente Reglamento, se entenderá por:



- a) **Condiciones Radioeléctricas Exigibles (CRE):** Serán aquellas condiciones técnicas y de apantallamiento o protección que deban incluirse en las estaciones radioeléctricas a fin de que sus emisiones no perturben el normal funcionamiento de la estación a proteger.
- b) **Estación radioeléctrica:** uno o más transmisores o receptores, o una combinación de ambos, incluyendo las instalaciones accesorias, o necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación o el servicio de radioastronomía.
- c) **Limitación a la propiedad para la protección radioeléctrica de instalaciones:** la obligación de no hacer y de soportar de forma individualizada, que se impone a los titulares y propietarios de los terrenos o fincas cercanos a las estaciones o instalaciones objeto de la protección. La limitación a la propiedad, cuando efectivamente cause una privación singular, será indemnizable.
- d) **Servidumbre:** la obligación de no hacer y de soportar con carácter individualizado, que conlleve o pueda conllevar la correspondiente indemnización.

Para aquellos otros términos en relación con este Reglamento que no aparezcan en la lista anterior o en Capítulo 5 el Manual REM-CEM que forma parte de este Reglamento, se tomarán como definiciones válidas, las dadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT); la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos internacionales de los que la República de Guinea Ecuatorial forma parte.

Artículo 4. Tipología de las estaciones o instalaciones radioeléctricas.

A efecto de este Reglamento, las estaciones o instalaciones radioeléctricas se clasificarán en:

- a) ER1: Estaciones radioeléctricas ubicadas en suelo urbano, con potencia isotrópica radiada equivalente superior a 10 vatios.
- b) ER2: Estaciones radioeléctricas ubicadas en suelo urbano, con potencia isotrópica radiada equivalente inferior o igual a 10 vatios.
- c) ER3: Estaciones radioeléctricas ubicadas en suelo no urbano, con potencia isotrópica radiada equivalente superior a 10 vatios, en cuyo entorno existan áreas en las que puedan permanecer habitualmente personas.
- d) ER4: Estaciones radioeléctricas ubicadas en suelo no urbano, con potencia isotrópica radiada equivalente inferior o igual a 10 vatios, en cuyo entorno existan áreas en las que puedan permanecer habitualmente personas.



CAPÍTULO II

MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO RADIOELÉCTRICO

Artículo 5. Limitaciones para la protección de instalaciones radioeléctricas.

A propuesta de ORTEL o a instancia de parte, y previa instrucción del correspondiente expediente, el Ministerio Tutor podrá establecer las limitaciones a la propiedad y a la intensidad de campo eléctrico y las servidumbres que resulten necesarias para la adecuada protección radioeléctrica de las instalaciones radioeléctricas y consecuentemente del dominio público radioeléctrico.

Artículo 6. Tipos de limitaciones y servidumbres para la protección de instalaciones radioeléctricas.

1. A efectos de lo dispuesto en el artículo anterior, se establecen tres tipos de limitaciones y servidumbres para las estaciones radioeléctricas que afectan:

- a) A la altura máxima de los edificios. - Para distancias inferiores a 1.000 metros, desde el punto de ubicación de la estación radioeléctrica a proteger, el ángulo que forme, sobre la horizontal, la dirección de observación del punto más elevado de un edificio, desde la parte superior de las antenas receptoras de menor altura de la estación, será como máximo de 3 grados.
- b) A la distancia mínima a la que podrán ubicarse industrias e instalaciones eléctricas de alta tensión - La máxima limitación exigible de separación entre una industria o una línea de alta tensión y cualquiera de las antenas receptoras de la estación a proteger será de 1.000 metros.
- c) A la distancia mínima a la que podrán instalarse transmisores radioeléctricos, con o sin condiciones radioeléctricas exigibles (CRE).

2. Los valores máximos de las limitaciones y servidumbres que resulten necesarias para la protección de las instalaciones radioeléctricas, según lo previsto en el párrafo anterior, se especifican en el Manual de Niveles de Emisión, Medidas y Procedimientos REM y CEM que se anexa a este Reglamento.

Artículo 7. Obligaciones de los propietarios y operadores de telecomunicaciones.

1. Todos propietarios de predios, terrenos y fincas, que tengan algún alcance o aproximación con las instalaciones radioeléctricas, y todos los operadores de telecomunicaciones, deberán respetar las limitaciones a la propiedad y servidumbres para la protección de las instalaciones radioeléctricas, que se establecen en el presente Reglamento.

2. Los propietarios no podrán realizar obras o modificaciones en los predios sirvientes que impidan las limitaciones y servidumbres, una vez que las mismas se hayan establecido, conforme a este Reglamento.



3. A los efectos de lo previsto en el párrafo anterior, la constitución de dichas limitaciones y servidumbres deberá reducir en lo posible su gravamen y someterse a las reglas de congruencia y proporcionalidad.

Artículo 8. Obligación de los operadores de instalación de estaciones radioeléctricas en un mismo emplazamiento.

Cuando se instalen varias estaciones radioeléctricas de diferentes operadores dentro de un mismo emplazamiento, estos estarán obligados a facilitar mutuamente o a través del gestor del emplazamiento los datos técnicos necesarios para realizar el estudio de que el conjunto de instalaciones del emplazamiento no supera los niveles radioeléctricos máximos establecidos en este Reglamento.

Artículo 9. Procedimiento para la constitución de limitaciones y servidumbres.

La constitución de limitaciones y servidumbres se tramitará de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Procedimiento Administrativo, ajustándose a la tramitación siguiente:

- a) Cualquier expediente de constitución de las limitaciones o servidumbres, que causen o no una privación singular, se iniciará de oficio por ORTEL o a instancia de parte interesada, motivando la necesidad de su adopción e indicando su ámbito geográfico y su alcance. Dicho expediente deberá ajustarse a las reglas de publicidad, de igualdad de trato y de generalidad de la limitación.
- b) El escrito de solicitud, sea de oficio o a instancia de parte, se dirigirá al Ministro Tutor, acompañando al mismo los documentos y demás pruebas que se estimen necesarios.
- c) Recibido el escrito de solicitud con los documentos acompañados, se someterá al Director General de Telecomunicaciones o, en su caso, al Director General de Nuevas Tecnologías para la instrucción del correspondiente expediente.
- d) Durante la tramitación del expediente, se dará audiencia a las partes interesadas y conocidas, concediéndoles un término prudencial común para la presentación de alegaciones que estimen necesarias.
- e) Presentadas las alegaciones y practicadas las pruebas, el Director General de Telecomunicaciones o, en su caso, al Director General de Nuevas Tecnologías tendrá por concluida la instrucción del expediente, preparando la propuesta de resolución debidamente motivada y el correspondiente informe que elevará al Ministro para su adopción.
- f) El Ministro a la vista de la resolución propuesta y del informe emitido, resolverá lo que estime procedente.
- g) La resolución dictada por el Ministro se notificará a todas las partes interesadas, contra la cual podrán interponer los recursos de reposición o de alzada que correspondan.



h) Firme la resolución, se procederá a su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» y en la página web de ORTEL y a su ejecución.

Artículo 10. Indemnización por limitaciones y servidumbres a la propiedad.

Las limitaciones a la propiedad y la obligación de no hacer y de soportar de carácter individualizado relativo a la servidumbre serán indemnizables, cuando efectivamente causen una privación singular, conforme se establezca en la legislación vigente.

CAPÍTULO III

LÍMITES DE EXPOSICIÓN A LAS EMISIONES RADIOELÉCTRICAS Y MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD PÚBLICA

Artículo 11. Control de límites de exposición a las emisiones radioeléctricas.

1. Con el fin de garantizar la adecuada protección de la salud de las personas, se establecen los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas que se cumplirán en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas, y en la exposición a las emisiones de los equipos terminales e instalaciones radioeléctricas, sin perjuicio de lo dispuesto en otras disposiciones legales.

2. A los efectos de lo previsto en el párrafo anterior, los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas se fijarán en base al análisis y consecuente evaluación de los posibles efectos de dichas emisiones sobre la salud de las personas, aplicando, como factores o elementos determinantes, las restricciones básicas y los niveles de referencia en zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas, y diferenciando las restricciones básicas de los niveles de referencia para un análisis más integro, conforme se detalla en el Manual de Niveles de Emisión, Procedimientos y Medidas REM y CEM.

3. Los límites de exposición de los que se habla en los numerales anteriores serán fijados por el Ministerio Tutor de las telecomunicaciones, siguiendo la normativa de organismos tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) de las que la República de Guinea Ecuatorial forma parte.

Artículo 12. Otras restricciones a los niveles de emisiones radioeléctricas.

Además de lo previsto en el artículo anterior, se podrán establecer otras limitaciones en los niveles de emisiones de toda estación radioelectrónica, cuando tuviera lugar alguna de las circunstancias siguientes:

- a) La existencia de interferencias perjudiciales o incompatibilidades con otros servicios de telecomunicaciones previamente autorizados o con otros servicios públicos esenciales.



- b) Las limitaciones impuestas por el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAFGE).
- c) La existencia, fuera de la zona de servicio autorizada a la estación, de niveles de intensidad de campo electromagnético superiores a los máximos establecidos.

Artículo 13. Evaluación de riesgos por emisiones radioeléctricas.

1. Los potenciales riesgos de la exposición de las personas a las emisiones radioeléctricas se evaluarán en función de la evidencia científica disponible relativa a los resultados obtenidos del análisis realizado al efecto por ORTEL que informará al Ministerio Tutor.
2. En la evaluación de los referidos potenciales riesgos se tendrán en consideración el número de personas expuestas, sus características epidemiológicas, edad, partes del organismo expuestas, tiempo de exposición, condiciones sanitarias de las personas y otras variables que sean relevantes para la evaluación.
3. Recibido el referido informe, el Ministerio Tutor lo comunicará al Gobierno, a todos los Ministerios interesados y a las personas afectadas, si lo estima procedente.

Artículo 14. Evaluación de equipos y aparatos.

1. Todos los equipos y aparatos, que utilicen el espectro radioeléctrico, deberán ser sometidos a la evaluación de su conformidad y cumplir todos los requisitos que le son aplicables, conforme a la legislación vigente en la materia. A estos efectos, la referida evaluación podrá ser voluntaria a iniciativa propia del operador o proveedor, y obligatoria por decisión de ORTEL o del Ministerio Tutor a propuesta de este.

2. Adicionalmente, el Ministerio Tutor podrá establecer procedimientos de evaluación voluntaria, en los que se podrán definir los parámetros técnicos aplicables a la evaluación y la información a suministrar en el manual de usuario o en el embalaje de los equipos, así como las especificaciones técnicas aplicables, cuyo cumplimiento podrá ser verificado, según el caso, por declaración de conformidad del fabricante del equipo o por pruebas realizadas por organismos externos acreditados.

3. A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, las especificaciones técnicas o parámetros técnicos se definirán teniendo en cuenta las normas técnicas elaboradas y adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), así como las aceptadas en la industria.



CAPÍTULO IV

AUTORIZACIÓN E INSPECCIÓN DE INSTALACIONES RADIOELÉCTRICAS EN RELACIÓN CON LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN

Artículo 15. Requisitos para la autorización de instalación de estaciones radioeléctricas.

1. Los operadores de telecomunicaciones y audiovisuales, que en sus redes utilicen tecnologías inalámbricas susceptibles de producir REM y CEM, deberán, solicitar ante el Órgano Regulador su autorización e incluir en su solicitud, la siguiente información:

- a) El proyecto o propuesta técnica con un estudio detallado, realizado por técnico competente, que indique los niveles de exposición radioeléctrica en áreas cercanas a sus instalaciones radioeléctricas.
- b) La valoración de los niveles de exposición teniendo en cuenta el entorno radioeléctrico, los cuales deberán cumplir los límites establecidos en este Reglamento.
- c) El proyecto de instalación de señalización y, en su caso, vallado que restrinja el acceso de personal no profesional a zonas en las que pudieran superarse las restricciones establecidas en este reglamento. Dicha señalización o vallado deberá estar instalado de manera previa a la puesta en servicio de la instalación radioeléctrica y después de la obtención de la correspondiente autorización.
- d) La obligación o la promesa de garantizar a todos los ciudadanos el acceso a la información sobre los niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas a que pudieran estar sometidos.
- e) La indicación de la empresa o instaladores de telecomunicaciones que ejecutarán o realizarán las instalaciones radioeléctricas solicitadas, los cuales deben estar inscritos, para el tipo correspondiente, en el Registro de Instaladores de Telecomunicación de ORTEL.
- f) Cualesquiera otros documentos y requisitos que se deriven de los anteriores y de las disposiciones legales vigentes en la materia, que ORTEL pueda precisar para la efectividad de la autorización.

2. A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, el otorgamiento de la autorización solicitada y la consecuente aprobación definitiva de instalación de las estaciones, equipos y aparatos radioeléctricos estarán condicionados a la no superación de los límites de exposición establecidos en este Reglamento, quedando prohibido implantar nuevas instalaciones radioeléctricas o modificar las existentes cuando su funcionamiento pudiera suponer que se superen los referidos límites de exposición.

Artículo 16. Criterios para la instalación de estaciones radioeléctricas.

1. En la planificación de la implantación o establecimiento de las instalaciones radioeléctricas, los titulares de las mismas deberán tener en consideración, entre otros, los criterios siguientes:



- a) La ubicación, características y condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas deben minimizar los niveles de exposición del cómo, en su caso, en los terminales asociados a las mismas, manteniendo una adecuada calidad del servicio.
- b) En el caso de instalación de estaciones radioeléctricas en cubiertas de edificios residenciales, los titulares de instalaciones radioeléctricas procurarán, siempre que sea posible, instalar el sistema emisor de manera que el diagrama de emisión no incida sobre el propio edificio, terraza o ático.
- c) La compartición de emplazamientos podría estar condicionada por la consiguiente concentración de emisiones radioeléctricas.

2. A los efectos de lo previsto en el párrafo anterior y de manera particular, la ubicación, características y condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas deben minimizar, en la mayor medida posible, los niveles de emisión sobre espacios sensibles, tales como escuelas, centros de salud, hospitales o parques públicos.

Artículo 17. Inspección y certificación de las instalaciones radioeléctricas.

1. Para la puesta en operación y/o prestación de servicio, todas las instalaciones radioeléctricas a las que se hace referencia en este Reglamento, deberán contar con el correspondiente certificado de ORTEL de cumplimiento de la normativa REM y CEM en vigor.

2. Los propietarios de las instalaciones radioeléctricas deberán solicitar de ORTEL el certificado de cumplimiento radioeléctrico citado en el numeral anterior, con al menos 30 días naturales antes de su puesta en servicio.

3. Practicadas las inspecciones o reconocimientos que correspondan, los servicios técnicos de ORTEL elaborarán un informe técnico motivado con propuesta de aceptación o no de las instalaciones y en caso positivo extenderán el correspondiente certificado a favor del interesado en un plazo no superior a 30 días contados a partir de la fecha de la solicitud.

4. Los servicios técnicos de ORTEL elaborarán planes de inspección para comprobar el cumplimiento de las instalaciones a lo dispuesto en este Reglamento.

5. Los propietarios de instalaciones radioeléctricas sujetas al presente Reglamento, deberán remitir a ORTEL, en el primer trimestre de cada año natural, una relación de todas sus instalaciones radioeléctricas detallando los niveles de emisiones radioeléctricas de cada una de ellas.

6. Con carácter anual ORTEL, sobre la base de los resultados obtenidos en las citadas inspecciones y de los informes presentados por los operadores, elaborará un



informe sobre la exposición a emisiones radioeléctricas, que elevará al Ministerio Tutor para su aprobación y posterior publicación en su página web.

Artículo 18. Infracciones y sanciones.

Las infracciones por incumplimiento de las disposiciones de este Reglamento por los operadores y demás propietarios de instalaciones radioeléctricas que incumplan el presente Reglamento (instalaciones sin certificar o emisiones radioeléctricas fuera de normas, entre otras circunstancias) o que durante las inspecciones, ORTEL compruebe funcionamientos irregulares e incumplimientos de lo establecido en este Reglamento, serán sancionadas de conformidad con lo establecido en la Ley General de Telecomunicaciones.

DISPOSICIÓN ADICIONAL

Primera: Los niveles autorizados de emisiones radioeléctricas, las condiciones de medida y los procedimientos para su realización se reúnen en el Manual de Niveles de Emisión, Procedimientos y Medidas para el Control y Certificación de Estaciones Radioeléctricas de Comunicaciones Electrónicas en la República de Guinea Ecuatorial que se anexa al presente Reglamento y forma parte inseparable del mismo.

Segunda: Se faculta al Órgano Regulador de las Telecomunicaciones de Guinea Ecuatorial (ORTEL), dictar cuantas normas técnicas complementarias fuesen necesarias para el mejor cumplimiento de lo establecido en la presente Orden Ministerial.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera: En el plazo de doce (12) meses, contado a partir de la entrada en vigor de este Reglamento, los operadores y propietarios de Estaciones Radioeléctricas de telecomunicaciones, clasificadas como de tipo ER1 y ER2 deberán tener adecuadas todas sus instalaciones radioeléctricas y remitir a ORTEL una certificación de la conformidad de dichas instalaciones con los límites de exposición y la normativa establecidos en este Reglamento.

Segunda: En el plazo de 18 meses, contando a partir de la entrada en vigor de este Reglamento, los operadores y propietarios de Estaciones Radioeléctricas de Telecomunicaciones, clasificadas como de tipo ER3 y ER4 deberán tener adecuadas todas sus instalaciones radioeléctricas y remitir a ORTEL una certificación de cumplimiento con la normativa establecida en este Reglamento.

Tercera: ORTEL se reserva el derecho de comprobar la veracidad de la referida información mediante la inspección in situ y la realización de las medidas radioeléctricas pertinentes que considere oportunas, de acuerdo con el Manual de Medidas y Procedimientos que se adjunta a este Reglamento.



Cuarta: Transcurrido los plazos citados, sin que los propietarios de las instalaciones radioeléctricas, presenten la certificación citada con anterioridad, se entenderá que no está autorizada para su funcionamiento, quedando automáticamente suspendida. Para su puesta en servicio, su propietario deberá solicitar la autorización correspondiente, conforme a este Reglamento.

DISPOSICIÓN DEROGATORIA

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en esta Orden Ministerial.

DISPOSICIÓN FINAL

La presente Orden entrará en vigor a partir de su publicación por los medios informativos nacionales.

Así lo dispongo por la presente Orden, dada en Malabo, a 22 días del mes de agosto de dos mil dieciocho.



POR UNA GUINEA MEJOR

Eucario BAKALE ANGÜE OYANA-

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS PARA EL
CONTROL Y CERTIFICACIÓN DE ESTACIONES
RADIOELÉCTRICAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS EN
LA REPÚBLICA DE GUINEA ECUATORIAL.**

Índice

1. Limitaciones y servidumbres para la protección de las instalaciones radioeléctricas.
2. Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas.
3. Método de establecimiento de las condiciones para la presentación de los estudios y certificaciones o informes por operadores de telecomunicaciones y audiovisual.
4. Procedimientos de medida de radiaciones no ionizantes (9khz-300ghz) seguido por ORTEL.
 - Medidas de Sistemas de Telefonía móvil.
 - Fórmulas de medida más usuales.
 - Emplazamientos ante múltiples campos electromagnéticos.
5. Términos y Definiciones.

CAPÍTULO 1:

Limitaciones y servidumbres para la protección de las instalaciones radioeléctricas.

En el siguiente cuadro se establecen las limitaciones máximas exigibles en distancia entre las antenas transmisoras de estaciones radioeléctricas y las antenas receptoras de la estación a proteger.

Para determinados servicios de radiocomunicación se podrá optar entre mantener las distancias mínimas establecidas sin CRE o reducir estas distancias con las CRE necesarias, según la siguiente distribución.

Gama de frecuencias (f) (MHz)	Tipo de servicio perturbador	Potencia radiada Aparente del transmisor en la dirección a la estación a proteger	Máxima limitación exigible en distancia de separación entre antena Tx y estación a proteger (km)		Máxima limitación en distancia condiciones radioeléctricas exigibles (CRE) (1)
$f \leq 30$	Radiodifusión	$0,01 < P < 1$	2		
		$1 < P \leq 10$	10		
		$P \geq 10$	20		
	Otros servicios				
		$0,01 < P < 1$	2		
		$P > 10$			
$30 < f \leq 3000$	Radiodifusión	$0,01 \leq P \leq 1$	1		
	Radiolocalización	$1 \leq P \leq 10$	2		
	Investigación	$P \geq 10$	5		
	Espacial (sentido Tierra-espacio)				
	Otros servicios	$0,01 \leq P \leq 1$	1	ó	0,3 y CRE
		$P \geq 1$	2		1 y CRE
$f > 3000$	Radiolocalización	$0,001 < P \leq 1$	1	ó	
	Investigación	$1 < P \leq 10$	2		
	Espacial (sentido Tierra-espacio)	$P > 10$	5		
	Otros servicios	$0,001 < P$	1	ó	0,2 y CRE

En caso de existir controversia sobre el grado de perturbación admisible, ORTEL establecerá la suficiencia o insuficiencia de las CRE.

En los casos de estaciones de comprobación técnica de emisiones, para el establecimiento de las CRE, dentro de las distancias mínimas establecidas en el cuadro anterior, se tendrán en cuenta además los límites establecidos en la Recomendación UIT-R SM 575.

Frecuencia fundamental (f)	Media cuadrática para más de una intensidad de campo fundamental (mV/m)	Norma de intensidad de campo (mV/m)
9 kHz < f < 174 MHz	10	30
174 MHz < f < 960 MHz	50	150

Nota: el valor de la media cuadrática de la intensidad de campo se aplica a señales múltiples, pero únicamente cuando todas ellas están dentro de la banda de paso de RF del receptor de comprobación técnica.

Por lo que respecta a las limitaciones de intensidad de campo eléctrico en las estaciones de alta sensibilidad dedicadas a la investigación en los campos de radioastronomía y astrofísica, estas limitaciones serán las siguientes:

- a) Las estaciones dedicadas a observaciones radioastronómicas, en cada una de las bandas de frecuencias que se encuentran atribuidas al servicio de radioastronomía en conformidad con el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, estarán protegidas contra la interferencia perjudicial por los niveles de intensidad de campo que se indican a continuación:

Estaciones observaciones radioastronómicas
-34,2 dB (iV/m) en la banda de 1400 a 1427 MHz.
-35,2 dB (iV/m) en la banda de 1610,6 a 1613,8 MHz.
-35,2 dB (iV/m) en la banda de 1660 a 1670 MHz.
-31,2 dB (iV/m) en la banda de 2690 a 2700 MHz.
-25,2 dB (iV/m) en la banda de 4990 a 5000 MHz.
-14,2 dB (iV/m) en la banda de 10,6 a 10,7 GHz.
-10,2 dB (iV/m) en la banda de 15,35 a 15,4 GHz.
-2,2 dB (iV/m) en la banda de 22,21 a 22,5 GHz.
-1,2 dB (iV/m) en la banda de 23,6 a 24 GHz.
4,8 dB (iV/m) en la banda de 31,3 a 31,8 GHz.
8,8 dB (iV/m) en la banda de 42,5 a 43,5 GHz.
20,8 dB (iV/m) en la banda de 86 a 92 GHz.

- b) Para la protección de las instalaciones de observatorios de astrofísica, la limitación de la intensidad de campo eléctrico, en cualquier frecuencia, será de 88,8 dB (iV/m) en la ubicación del observatorio. Para la determinación de la intensidad de campo se tendrán en cuenta las estaciones de radiocomunicaciones cuyas potencias radiadas aparentes en dirección a los observatorios sean superiores a 25 vatios y estén situadas en un círculo de 20 kilómetros de radio alrededor de la ubicación del observatorio de astrofísica o, en el caso de la Región Insular las que estén situadas en la isla donde esté ubicado el observatorio. Para los cálculos se tendrán en cuenta sus características técnicas y, en particular, las de la antena transmisora y las condiciones de apantallamiento del terreno y protección radioeléctrica. En el caso de que los cálculos teóricos den como resultado una intensidad de campo eléctrico superior al límite fijado, podrán realizarse medidas de intensidad de campo en la ubicación de los observatorios con señales de prueba.

Para un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico, ORTEL podrá imponer en las instalaciones la utilización de aquellos elementos técnicos que mejoren la compatibilidad radioeléctrica entre estaciones.

CAPÍTULO 2:

Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas.

1. Introducción
2. Restricciones básicas y niveles de referencia.
3. Corrientes de contacto y corriente en extremidades.
4. Exposición a fuentes con múltiples frecuencias.

1. Introducción

Las Magnitudes físicas, que inciden en la exposición a las emisiones radioeléctricas, como son la corriente de contacto (I_c) entre una persona y un objeto se expresa en amperios (A), la densidad de corriente (J), la intensidad de campo eléctrico, la intensidad de campo magnético, la densidad de flujo magnético, la densidad de potencia (S), la absorción específica de energía, así como el índice de absorción específica de energía, deben ser controladas y reguladas para proteger la salud de los ciudadanos y la salud pública en general.

En este contexto, el SAR de cuerpo entero es una medida ampliamente aceptada para relacionar los efectos térmicos adversos con la exposición a las emisiones radioeléctricas. Junto al SAR medio de cuerpo entero, los valores SAR locales, son necesarios para evaluar y limitar una deposición excesiva de energía en pequeñas partes del cuerpo como consecuencia de unas condiciones especiales de exposición. Ejemplos de tales condiciones son: La exposición a las emisiones radioeléctricas en la gama baja de Mhz de una persona en contacto con la tierra, o las personas expuestas en el espacio adyacente a una antena, según se presenta en la formula e imagen siguiente:

$$SAR = \int_{\text{muestra}} \frac{\sigma(\mathbf{r}) |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}{\rho(\mathbf{r})} d\mathbf{r}$$

donde

σ es la **conductividad eléctrica** de la muestra

E es la **media cuadrática** del campo eléctrico

ρ es la **densidad** de la muestra



De entre estas magnitudes, las que pueden medirse directamente son:

- a) La densidad de flujo magnético.
- b) La corriente de contacto.
- c) La intensidad del campo eléctrico.
- d) La intensidad del campo magnético y
- e) La densidad de potencia.

2. Restricciones básicas y niveles de referencia.

Para la aplicación de las restricciones basadas en la evaluación de los posibles efectos de las emisiones radioeléctricas sobre la salud, será necesario tener en cuenta de forma diferenciada:

- A. Las restricciones básicas y
- B. Los niveles de referencia.

Dependiendo de la frecuencia del campo, se utilizarán para especificar las restricciones y límites de exposición a las emisiones radioeléctricas las siguientes magnitudes físicas:

- La intensidad de campo eléctrico (E).
- La intensidad de campo magnético (H).
- La inducción magnética (B).
- La densidad de potencia (S) y
- La corriente en extremidades (I_l).
- La corriente (de contacto) (I_c).
- La absorción específica de energía (SA) para los campos pulsátiles.

La inducción magnética (B) y la densidad de potencia (S) se pueden medir con facilidad en los individuos expuestos y sirven a determinadas frecuencias como restricciones básicas y como niveles de referencia.

En cualquier situación particular de exposición, los valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades, pueden compararse con el nivel de referencia adecuado, considerando que:

1. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente.
2. Que el valor medido, sobrepase el nivel de referencia, no quiere decir necesariamente que se vaya a sobrepasar la restricción básica, siendo necesario comprobar si ésta se respeta.

A. Restricciones básicas

Dependiendo de la frecuencia, para especificar las restricciones básicas sobre los campos electromagnéticos se emplean las siguientes cantidades físicas (cantidades dosimétricas o exposimétricas):

- a) Entre 0 y 1 Hz se proporcionan restricciones básicas de la inducción magnética para campos magnéticos estáticos (0 Hz) y de la densidad de corriente para campos variables en el tiempo de 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central.

- b) Entre 1 Hz y 10 MHz se proporcionan restricciones básicas de la densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso.
- c) Entre 100 kHz y 10 GHz se proporcionan restricciones básicas del SAR para prevenir la fatiga calorífica de cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos. En la gama de 100 kHz a 10 MHz se ofrecen restricciones de la densidad de corriente y del SAR.
- d) Entre 10 GHz y 300 GHz se proporcionan restricciones básicas de la densidad de potencia, con el fin de prevenir el calentamiento de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.

Las restricciones básicas expuestas en el Cuadro 1 se han establecido teniendo en cuenta las variaciones que puedan introducir las sensibilidades individuales y las condiciones medioambientales, así como el hecho de que la edad y el estado de salud de los ciudadanos varían.

CUADRO 1: Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz).

Cuadro 1						
Gama de frecuencia	SAR medio de cuerpo entero (w/Kg)	Inducción Magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m ²)	RMS SAR localizado (cabeza y tronco) (w/kg)	SAR Localizado (miembros) (w/Kg)	Densidad de Potencia S (w/m ²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1.000Hz	-	2	-	-	-	-
1.000Hz-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

Notas:

1. f es la frecuencia en Hz.
2. El objetivo de la restricción básica de la densidad de corriente es proteger contra los graves efectos de la exposición sobre los tejidos del sistema nervioso central en la cabeza y en el tronco, e incluye un factor de seguridad. Las restricciones básicas para los campos frecuencias muy bajas se basan en los efectos negativos establecidos en el sistema nervioso central. Estos efectos agudos son esencialmente instantáneos y no existe justificación científica para modificar las restricciones básicas en relación con las exposiciones de corta duración. Sin embargo, puesto que las restricciones básicas se refieren a los efectos negativos en el sistema nervioso central, estas restricciones básicas pueden permitir densidades más altas en los tejidos del cuerpo distintos de los del sistema nervioso central en iguales condiciones de exposición.

3. Dada la falta de homogeneidad eléctrica del cuerpo, debe calcularse el promedio de las densidades de corriente en una sección transversal de 1 cm² perpendicular a la dirección de la corriente.
4. Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores pico de densidad de corriente pueden obtenerse multiplicando el valor cuadrático medio (rms) por $\sqrt{2}$ (aprox 1,414). Para pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente que ha de aplicarse en las restricciones básicas debe calcularse como $f = 1/(2t_p)$.
5. Para frecuencias de hasta 100 kHz y para campos magnéticos pulsátiles, la densidad de corriente máxima asociada con los pulsos puede calcularse a partir de los tiempos de subida/caída y del índice máximo de cambio de la inducción magnética. La densidad de corriente inducida puede entonces compararse con la restricción básica correspondiente.
6. Todos los valores SAR deben ser promediados a lo largo de un período cualquiera de seis minutos.
7. La masa promediada de SAR localizado la constituye una porción cualquiera de 10 g de tejido contiguo; el SAR máximo obtenido de esta forma debe ser el valor que se utilice para evaluar la exposición. Estos 10 g de tejido se consideran como una masa de tejidos contiguos con propiedades eléctricas casi homogéneas. Especificando que se trata de una masa de tejidos contiguos, se reconoce que este concepto puede utilizarse en la dosimetría automatizada, aunque puede presentar dificultades a la hora de efectuar mediciones físicas directas. Puede utilizarse una geometría simple, como una masa de tejidos cúbica, siempre que las cantidades dosimétricas calculadas tengan valores de prudencia en relación con las directrices de exposición.
8. Para los pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente que ha de aplicarse en las restricciones básicas debe calcularse como $f = 1/(2t_p)$. Además, en lo que se refiere a las exposiciones pulsátiles, en la gama de frecuencias de 0,3 a 10 GHz y en relación con la exposición localizada de la cabeza, la SA no debe sobrepasar los 2 mJ/kg-1 como promedio calculado en 10 g de tejido.

B. Niveles de referencia.

Los niveles de referencia de la exposición sirven para ser comparados con los valores de las magnitudes medidas. Para ello, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- a) El respeto de todos los niveles de referencia asegurará el respeto de las restricciones básicas.
- b) Si las cantidades de los valores medidos son mayores que los niveles de referencia, no significa necesariamente que se hayan sobrepasado las restricciones básicas. En este caso, debe efectuarse una evaluación para comprobar si los niveles de exposición son inferiores a las restricciones básicas.
- c) Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas, presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección.
- d) En los cuadros 2 y 3 figura un resumen de los niveles de referencia. Por lo general, éstos están pensados como valores promedio, calculados espacialmente sobre toda la extensión del cuerpo del individuo expuesto, pero teniendo muy en cuenta que no deben sobrepasarse las restricciones básicas de exposición localizadas.
- e) En determinadas situaciones en las que la exposición está muy localizada, como ocurre con los teléfonos móviles y con la cabeza del individuo, no es apropiado

emplear los niveles de referencia. En estos casos, debe evaluarse directamente si se respeta la restricción básica localizada.

CUADRO 2: Niveles de campo de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados).

Cuadro 2				
Gama de frecuencias (f)	Intensidad de Campo (V/m)	Intensidad de Campo (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de Potencia Equivalente de onda plana (w/m ²)
1-1 Hz	-	$3,2 \times 10 (4)$	$4 \times 10 (4)$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10(4) / f$	$4 \times 104/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 \sqrt{f}$	$0,0037 \sqrt{f}$	$0,0046 \sqrt{f}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,2	10
Nota: 10(4) significa 10 elevado a 4				

Notas:

1. Para frecuencias de 100 kHz a 10 GHz, el promedio de Seq, E2, H2 y B2, ha de calcularse a lo largo de un período cualquiera de seis (6) minutos.
2. Para frecuencias superiores a 10 GHz, el promedio de Seq, E2, H2 y B2, ha de calcularse a lo largo de un período cualquiera de $68/f1$, 05 minutos (f en GHz).
3. No se ofrece ningún valor de campo E para frecuencias R1 Hz. La mayor parte de las personas no percibirá las cargas eléctricas superficiales con resistencias de campo inferiores a 25 kV/m. En cualquier caso, deben evitarse las descargas de chispas, que causan estrés o molestias.
4. No se indican niveles de referencia más altos para la exposición a los campos de frecuencia extremadamente baja (FEB) cuando las exposiciones son de corta duración (véase nota 2 del cuadro 1). En muchos casos, cuando los valores medidos rebasan el nivel de referencia, no se deduce necesariamente que se haya rebasado la restricción básica. Siempre que puedan evitarse los impactos negativos para la salud de los efectos indirectos de la exposición (como los microshocks), se reconoce que pueden rebasarse los niveles de referencia, siempre que no se rebase la restricción básica relativa a la densidad de corriente.
5. En cuanto a valores de pico, se aplicarán los siguientes niveles de referencia para la intensidad de campo eléctrico (E) (V/m), la intensidad de campo magnético (H) (A/m)

- y a la inducción de campo magnético (B) (xT): a) Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico esta de referencia se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por $\sqrt{2}$ (1,414). Para pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente que ha de aplicarse debe calcularse como $f=1/(2t_p)$.
6. Para frecuencias de entre 100 kHz y 10 MHz, los valores de pico de referencia se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por 10a, donde $a = [0,665 \log (f/105) + 0,176]$, donde f se expresa en Hz.
 7. Para frecuencias de entre 10 MHz y 300 GHz, los valores de referencia de pico se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por 32.
 8. En lo que se refiere a frecuencias que sobrepasan los 10 MHz, el promedio Seq calculado en la anchura del pulso no debe ser mayor de 1.000 veces los niveles de referencia, o bien las intensidades de campo no deben ser mayores de 32 veces los niveles de referencia de intensidad de campo. Para frecuencias de entre unos 0,3 GHz y varios GHz, y en relación con la exposición localizada de la cabeza, debe limitarse la absorción específica derivada de los pulsos, para limitar o evitar los efectos auditivos causados por la extensión termo-elástica.
 9. En esta gama de frecuencia (>10Mhz), el umbral SA de 4-16 mJ/kg- que es necesario para producir este efecto corresponde, para pulsos 30l s, a valores máximos SAR de 130 a 520 W/kg- en el cerebro.
 10. Entre 100 kHz y 10 MHz, los valores de pico de las intensidades de campo se obtienen mediante interpolación desde el pico multiplicado por 1,5 a 100 kHz hasta el pico multiplicado por 32 a 10 MHz.

3. Corrientes de contacto y corriente en extremidades.

Para frecuencias de hasta 110 MHz se establecen niveles de referencia adicionales para evitar los peligros debidos a las corrientes de contacto. En el cuadro 3, figuran los niveles de referencia de corriente de contacto. Éstos se han establecido para tomar en consideración el hecho de que las corrientes de contacto umbral que provocan reacciones biológicas en mujeres adultas y niños, equivalen aproximadamente a dos tercios y la mitad, respectivamente, de las que corresponden a hombres adultos.

CUADRO 3: Niveles de referencia para corrientes de contacto procedentes de objetos conductores (f en kHz).

Cuadro 3	
Gama de frecuencia	Corriente máxima de contacto (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 KHz-100 kHz	0,2 f
100 KHz-110 MHz	20

Para la gama de frecuencias de 10 MHz a 110 MHz, se establece un nivel de referencia 45 mA en términos de corriente a través de cualquier extremidad. Con ello, se pretende limitar el SAR localizado a lo largo de un período cualquiera de seis (6) minutos.

4.Exposición a fuentes con múltiples frecuencias.

En situaciones en las que se da una exposición simultánea a campos de diferentes frecuencias, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que se sumen los efectos de estas exposiciones. Para cada efecto deben hacerse cálculos basados en esa actividad; así pues, deben efectuarse evaluaciones separadas de los efectos de la estimulación térmica y eléctrica sobre el cuerpo.

A. Restricciones básicas:

En el caso de la exposición simultánea a campos de diferentes frecuencias, deberán cumplirse los siguientes criterios como restricciones básicas:

- a) En cuanto a la estimación eléctrica, pertinente en lo que se refiere a frecuencias de 1 Hz a 10 MHz, las densidades de corriente inducida deben cumplir lo

$$\sum_{i=1Hz}^{10MHz} \frac{J_i}{J_{L,i}}$$

siguiente:

Donde:

- J_i es la densidad de corriente a la frecuencia i ;
 - $J_{L,i}$ es la restricción básica de densidad de corriente a la frecuencia i , según figura en el cuadro 1;
- b) En lo que respecta a los efectos térmicos, pertinentes a partir de los 100 kHz, los índices de absorción específica de energía y las densidades de potencia deben

$$\sum_{i=100Khz}^{10Ghz} SARI/SARL + \sum_{i>10Ghz}^{300Ghz} Si/Sl \leq 1$$

cumplir lo siguiente:

Donde:

- SAR_i es el SAR causado por la exposición a la frecuencia i ;
- SAR_L es la restricción básica de SAR que figura en el cuadro 1;
- S_i es la densidad de potencia a la frecuencia i ;
- SL es la restricción básica de densidad de potencia que figura en el cuadro 1.

B. Niveles de referencia:

Para la aplicación práctica de las restricciones básicas deben considerarse los siguientes criterios relativos a los niveles de referencia de las intensidades de campo:

- a) En relación con las densidades de corriente inducida y los efectos de estimulación eléctrica, pertinentes hasta los 10 MHz, a los niveles de campo deben

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{EL,i} + \sum_{i>1\text{MHz}} E_i/a \leq 1$$

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{Khz}} \frac{H_j}{HL,j} + \sum_{j>150\text{Khz}} H_j/b \leq 1$$

aplicarse las dos exigencias siguientes:

Donde:

- E_i es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i ;
- EL,i es el nivel de referencia de campo eléctrico del cuadro 2;
- H_j es la densidad de campo magnético a la frecuencia j ;
- HL,j es el nivel de referencia de campo magnético derivado del cuadro 2;
- a es 87 V/m y b es 5 A/m (6,25 μ T).

El uso de los valores constantes (a y b) por encima de 1 MHz en lo que respecta al campo eléctrico, y por encima de 150 kHz en lo que se refiere al campo magnético, se debe al hecho de que la suma está basada en densidades de corriente inducida y no debe mezclarse con las circunstancias de efectos térmicos. Esto último constituye la base para EL,i y HL,j por encima de 1 MHz y 150 kHz, respectivamente, que figuran en el cuadro 2.

- b) En relación con las circunstancias de efecto térmico, pertinentes a partir de 100 kHz, a los niveles de campo deben aplicarse las dos exigencias siguientes:

$$\sum_{i=100\text{Khz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{EL,i} \right)^2 + \sum_{i>1}^{300\text{Ghz}} \left(\frac{E_i}{EL,i} \right)^2 \leq 1 \quad \text{nota: } () \text{ elevado a } 2$$

$$\sum_{j=100\text{Khz}}^{150\text{khz}} \left(\frac{H_j}{HL,j} \right)^2 + \sum_{j>1}^{300\text{Ghz}} \left(\frac{H_j}{HL,j} \right)^2 \leq 1$$

Donde:

- $()^2$ Significa: elevado al cuadrado.
- E_i es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i ;
- EL,i es el nivel de referencia de campo eléctrico del cuadro 2;
- H_j es la densidad de campo magnético a la frecuencia j ;
- HL,j es el nivel de referencia de campo magnético derivado del cuadro 2;
- a es 87 V/m y b es 5 A/m (6,25 μ T).

- c) Para la corriente de extremidades y la corriente de contacto, respectivamente, deben aplicarse las siguientes exigencias:

$$\sum_{K=10\text{Mhz}}^{110\text{Mhz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{n>1\text{hz}}^{110\text{Mhz}} \left(\frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1$$

Donde:

- ()² significa: Elevado al cuadrado.
- I_k es el componente de corriente de extremidades a la frecuencia k ;
- $I_{L,k}$ es el nivel de referencia de la corriente de extremidades, 45 mA;
- I_n es el componente de corriente de contacto a la frecuencia n ;
- $I_{C,n}$ es el nivel de referencia de la corriente de contacto a la frecuencia n (véase el cuadro 3);

Las anteriores fórmulas de adición presuponen las peores condiciones de fase entre los campos. En consecuencia, las situaciones típicas de exposición pueden dar lugar, en la práctica, a unos niveles de exposición menos restrictivos de lo que indican las fórmulas correspondientes a los niveles de referencia.

CAPÍTULO 3:

Método de establecimiento de las condiciones para la presentación de los estudios y certificaciones o informes por operadores de telecomunicaciones y audiovisual.

1. Certificación de Instalaciones Radioeléctricas.
2. Modelos a ser utilizado para certificaciones e informes.
3. Procedimiento para la realización de medidas de niveles de emisión.
4. Informe de medidas.

1. Certificación de Instalaciones Radioeléctricas.

Teniendo en cuenta la tipología de las estaciones o instalaciones radioeléctricas, que establece este Reglamento, los operadores que establezcan redes soporte de servicios de radiodifusión sonora y televisión y los titulares de licencias de redes públicas autorizadas para el uso del espectro radioeléctrico y demás agentes económicos afectos al presente Reglamento, presentarán ante ORTEL un estudio detallado e incorporado en el proyecto o propuesta técnica necesarios, que indique los niveles de exposición a emisiones radioeléctricas en áreas cercanas a sus instalaciones en las que puedan permanecer habitualmente personas, para solicitar la autorización de las instalaciones radioeléctricas, conforme se detalla a continuación:

1. Estudio y proyectos o propuesta técnica.
 - a) Para estaciones tipo ER1 y ER3, los planos abarcarán, en todo caso, la superficie necesaria para representar el resultado de los cálculos de exposición, conforme a los límites establecidos en este Reglamento, y como mínimo un radio de 50 metros. Se representará la disposición de la estación en su entorno, mediante planos en planta y alzado en las direcciones de máxima emisión de las antenas hacia las áreas más cercanas en las que pudieran permanecer habitualmente personas. Se señalarán las zonas de acceso restringido. Se podrán incluir fotografías o esquemas de perspectiva.
 - b) Para estaciones tipo ER2 y ER4, se aportará un plano esquemático de la situación de la estación, con referencia a las áreas cercanas en las que pudieran permanecer habitualmente personas.
 - c) Para estaciones tipo ER3 y ER4, se ubicará la estación en mapa de escala 1:50.000.
 - d) Para todas las estaciones, se aportarán los valores de los niveles de emisión radioeléctrica calculados, teniendo en cuenta los niveles de emisión preexistentes, en los puntos que se consideren más desfavorables según las direcciones de máximo nivel de emisión de las estaciones en áreas de su entorno en las que pudieran permanecer habitualmente personas.

- e) Para las estaciones tipo ER1 y ER3, se calculará un volumen de referencia en forma de paralelepípedo u otra figura geométrica adecuada, que tenga en cuenta los niveles de emisión radioeléctrica preexistentes en el entorno de la estación, aplicando, según sea el caso, las hipótesis de campo cercano o campo lejano, y con los factores de reflexión que resulten adecuados al emplazamiento, de manera que en el exterior al volumen no se superen los niveles de exposición contenidos en el Capítulo 2 de este Manual que establece restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las mismas. Dicho volumen se representará integrado en los planos de disposición de la estación.
- f) En su caso, se mostrará la señalización y, si procede, el vallado que restrinja el acceso de personal no profesional a la zona comprendida dentro del volumen de referencia.
- g) Para las estaciones tipo ER1 y ER2, cuando en un entorno de 100 metros de las mismas existan espacios considerados sensibles (guarderías, centros de educación infantil, primaria, centros de enseñanza obligatoria, centros de salud, hospitales, parques públicos y residencias o centros geriátricos), el estudio tendrá en consideración la presencia de dichos espacios, para lo que se justificará la minimización de los niveles de exposición sobre los mismos según lo previsto en este Manual y se aportarán los niveles de emisión radioeléctrica calculados, teniendo en cuenta los niveles de emisión preexistentes, en dichos espacios.
- h) Cuando los terminales de abonado a los que se da servicio desde la estación radioeléctrica requieran la instalación de una estación fija de abonado exterior, el estudio deberá justificar que las normas generales de instalación de dichos terminales fijos garantizan el cumplimiento de los límites de exposición establecidos en el Reglamento.
- i) Las medidas de los niveles de emisión a los que se hace referencia se realizarán siguiendo el método establecido en este Manual.

2. Certificación anual de instalaciones.

Los titulares de estaciones radioeléctricas sujetos a este Reglamento, deberán remitir ORTEL, en el primer trimestre de cada año natural, una certificación o informe emitida por técnico competente, de que las instalaciones citadas, han sido medidas y cumplen con la normativa vigente y han respetado durante el año anterior, los límites de exposición establecidos en el mismo.

El informe deberá estar acorde con el formato especificado a estos efectos y contener, como mínimo, la siguiente información:

- a) Identificación del técnico competente que la firma.
- b) Identificación de la estación.
- c) Para las estaciones puestas en servicio, o cuyas características técnicas hayan sido modificadas, en el año anterior, la certificación debe contener medidas de

los niveles de emisión en las áreas cercanas en las que puedan permanecer habitualmente personas.

- d) Para las estaciones tipo ER1 y ER3, cuyos valores de los niveles de emisión, comunicados en certificaciones correspondientes a años anteriores, en las áreas del entorno en las que pudieran permanecer habitualmente personas alcancen el 25 por 100 de los niveles de potencia o el 50 por 100 de los niveles de intensidad de campo de referencia que se establecen en este Reglamento deberán formar parte de la certificación.
- e) Para el resto de las estaciones tipo ER1 y ER3 que no superen dicho nivel, así como para las del tipo ER2 y ER4, deberá figurar en la certificación una constatación de que en el entorno de la estación, en las áreas que pudieran permanecer habitualmente personas, se mantienen los valores de los niveles de emisión por debajo de los límites establecidos en este Reglamento.
- f) Para las estaciones que se encuentren comprendidas en el apartado f) del apartado tercero, la certificación deberá contener medidas de niveles de emisión radioeléctrica en dichas áreas sensibles.

3. Instalaciones radioeléctricas en un mismo emplazamiento.

En el supuesto de que varias estaciones radioeléctricas de un mismo operador o de diferentes operadores se ubiquen en el mismo emplazamiento la certificación o informe se podrá realizar de forma conjunta para dichas estaciones.

4. Certificaciones de instalaciones preexistentes.

La certificación o informese realizará, para cada estación radioeléctrica, por un técnico competente y contendrá, en función de la tipología de la misma, la información relativa al estudio que le sea de aplicación, con las medidas de los niveles de emisión reales correspondientes, conforme al formato y estructura especificados en este Anexo.

2. **Modelos a ser utilizado para certificaciones e informes.**

Con la finalidad de conseguir una más efectiva aplicación de este Reglamento, los estudios y certificaciones e informes deberán tener un formato y estructura homogéneos para todos los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas y demás agentes económicos que usen el espectro público radioeléctrico a la vez que contar con un nivel de detalle adecuado, por lo que se hace preciso, establecer las condiciones en las que los citados estudios y certificaciones e informes deben ser presentados a ORTEL.

MODELO 3A: Modelo de certificación de estaciones en proyecto

Don/doñaDIP o pasaporte titulación número de Registro....., en cumplimiento del Orden Ministerial Núm....., de fecha, por el que se aprueba el Reglamento REM y CEM que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas («Boletín Oficial del Estado» del) y del Manual anexo al citado Reglamento por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones,

CERTIFICA:

Que la estación proyectada cuyas características se especifican a continuación cumple los límites de exposición establecidos en el Capítulo 2 del Manual del mencionado Reglamento, de acuerdo con los cálculos técnicos efectuados al respecto.

Características técnicas de la estación proyectada (Para cada estación se adjuntará en soporte papel e informático los datos especificados a continuación.)

1. Características generales:
 - ✓ Tipo de sistema (LMDS, UMTS, GSM, 2G, WIMA, WIFI, soporte de difusión,... y otros similares).
 - ✓ Operador (nombre o razón social). Tipo de estación (ER1, ER2,...).
2. Datos correspondientes al emplazamiento: Situación (calle, plaza o lugar geográfico).
 - ✓ Población.
 - ✓ Término municipal.
 - ✓ Provincia.
 - ✓ Coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos).
 - ✓ Cota del terreno s/nivel del mar (m).
 - ✓ Altura de la antena s/terreno (m).
 - ✓ ¿Se trata de un emplazamiento compartido? (Sí/No).
3. Características radioeléctricas de la estación (este apartado se rellenará para cada uno de los sectores de radiación):
 - ✓ Código identificativo de la estación.
 - ✓ Sector de radiación.
 - ✓ Frecuencias de transmisión.
 - ✓ Polarización.
 - ✓ Ganancia de la antena.
 - ✓ Pire máxima por portadora.
 - ✓ Número de portadoras.
 - ✓ Pire máxima total.
 - ✓ Acimut de máxima radiación (grados).
 - ✓ Abertura horizontal del haz (grados).
 - ✓ Abertura vertical del haz (grados).
 - ✓ Inclinación del haz sobre la horizontal (grados).
 - ✓ Nivel lóbulos secundarios.
4. Cálculo de los niveles de emisión radioeléctrica.
Informe de medidas de acuerdo con los formatos señalados en el procedimiento para la realización de las mismas (modelo 3D).
5. Información adicional.
Planos, esquemas, fotografías, justificación de minimización de los niveles de exposición, etc., conforme a lo especificado en apartado tercero de la Orden citada.

MODELO 3 B: Modelo de certificación anual de estaciones instaladas

Don/doña.....,DIP o pasaporte Núm., titulación..... Número de Registro....., en cumplimiento del

Orden Ministerial Núm..... por el que se aprueba el Reglamento REM y CEM que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas («Boletín Oficial del Estado» del.....).

CERTIFICA:

1. Que en cumplimiento del Reglamento REM y CEM y de acuerdo con el Capítulo 3 del Manual anexo al citado Reglamento, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones, han sido efectuadas las mediciones siguientes para las correspondientes estaciones:
 - ✓ Operador (nombre o razón social).
 - ✓ Tipo de sistema (LMDS, UMTS, GSM, CDMA, WIMAX, soporte de difusión,...).
 - ✓ Informe de medidas de acuerdo con los formatos señalados en el procedimiento para la realización de las mismas (Modelo 3 D).
2. Que en cumplimiento del citado Reglamento, se han efectuado las medidas siguientes para las correspondientes estaciones:
 - ✓ Informe de medidas de acuerdo con los formatos señalados en el procedimiento para la realización de las mismas (Modelo 3D).
3. Que en cumplimiento del citado Reglamento Anexo 3, el resto de estaciones tipo ER1 y ER3 no incluidas en el apartado dos anterior y las del tipo ER2 y ER4 del mismo operador y sistema mantiene niveles de emisión inferior a los límites establecidos en el Reglamento REM y CEM.
4. Que en cumplimiento del citado Reglamento se han efectuado las preceptivas mediciones con los resultados siguientes:
 - Tipo de estación (ER1, ER2,...).Informe de medidas de acuerdo con los formatos señalados en el procedimiento para la realización de las mismas (Modelo 3D).

Fdo.:

MODELO 3C: Modelo de certificación de estaciones radioeléctricas autorizadas con anterioridad a la entrada en vigor de este Reglamento.

Don/doña, titulación, N° DIP o pasaporte, número de Registro....., en cumplimiento de la Orden Ministerial, por el que se aprueba el Reglamento REM y CEM («Boletín Oficial del Estado» del) que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas y por el que se establecen condiciones para la presentación de estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones,

CERTIFICA:

Que las estaciones cuyas características se especifican a continuación cumplen los límites de exposición establecidos en el anexo II del mencionado Reglamento de acuerdo con los resultados de las mediciones y comprobaciones detalladas a continuación,

Características técnicas de la estación (Para cada estación se adjuntará en soporte papel e informático los datos especificados a continuación.)

1. Características generales:
 - ✓ Tipo de sistema (LMDS, UMTS, GSM, 2G, CDMA, WIMAX, etc, soporte de difusión,...).
 - ✓ Operador (nombre o razón social).
 - ✓ Tipo de estación (ER1, ER2,...).
 - ✓ Fecha de autorización.
 2. Datos correspondientes al emplazamiento:
 - ✓ Situación (calle, plaza o lugar geográfico).
 - ✓ Población.
 - ✓ Término municipal.
 - ✓ Provincia.
 - ✓ Coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos).
 - ✓ Cota del terreno s/nivel del mar (m).
 - ✓ Altura de la antena s/terreno (m).
 - ✓ ¿Se trata de un emplazamiento compartido? (Sí/No).
 3. Características radioeléctricas de la estación (este apartado se rellenará para cada uno de los sectores de radiación):
 - ✓ Código identificativo de la estación.
 - ✓ Sector de radiación.
 - ✓ Frecuencias de transmisión.
 - ✓ Polarización.
 - ✓ Ganancia de la antena.
 - ✓ Pire máxima por portadora.
 - ✓ Número de portadoras.
 - ✓ Pire máxima total.
 - ✓ Acimut de máxima radiación (grados).
 - ✓ Abertura horizontal del haz (grados).
 - ✓ Abertura vertical del haz (grados).
 - ✓ Inclinación del haz sobre la horizontal (grados).
 - ✓ Nivel lóbulos secundario.
 4. Informe de medidas de acuerdo con los formatos señalados en el procedimiento para la realización de las mismas (Modelo 3D).
 5. Información adicional.
- Planos, esquemas, fotografías, justificación de la minimización de los niveles de exposición, etc., conforme a lo especificado en apartado tercero de la Orden citada.

Fdo.:

3. Procedimiento para la realización de medidas de niveles de emisión

En el presente procedimiento se distinguen tres fases de medida: Fase-1, Fase-2 y Fase-3, dependiendo del grado de precisión y de las características del proceso de mediciones.

En todos los casos, habrá de tenerse en cuenta un conjunto de consideraciones y actuaciones necesarias para la realización de las medidas que se resumen en lo que se denomina fase previa.

Fase previa a las mediciones

Previamente al proceso de medida, se deberá recopilar toda la información necesaria de la/s estación/es radioeléctrica/s a evaluar y su entorno, al objeto de asegurar que las mediciones se efectúen en puntos de máximo nivel de emisión en los espacios en los que puedan permanecer habitualmente personas, contemplando, para ello, tanto los factores del entorno, como los factores radioeléctricos que intervendrán en las mediciones.

- a) Factores del entorno de las estaciones:
 - Identificación de zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas, próximas a los centros emisores, particularmente en la dirección de máxima radiación de las antenas emisoras.
 - Presencia de edificios u otros obstáculos, estimando de qué manera su presencia puede afectar a la medida (fundamentalmente en reflexiones).
 - Otros factores relevantes como presencia de espacios considerados sensibles (guarderías, centros de educación infantil, primaria, centros de enseñanza obligatoria, centros de salud, hospitales, parques públicos y residencias o centros geriátricos) en lugares próximos a las estaciones radioeléctricas.
- b) Factores radioeléctricos:
 - Deberá tenerse en cuenta que el equipo de medida sea el más adecuado, en función del tipo de medida que vaya a realizarse. Además habrá de asegurarse que los equipos utilizados hayan sido calibrados y estén en el período válido de calibración dado por el fabricante.
 - Deberá asegurarse que el umbral de detección de señal del equipo de medida sea considerablemente menor que cualquiera de los «niveles de decisión» que se señalan en los apartados siguientes.
 - Habrá de considerarse que los valores de referencia establecidos en el Reglamento REM-CEM son los valores RSM imperturbados. En consecuencia, se deberán realizar las mediciones de los campos electromagnéticos sin la presencia de elementos perturbadores para estos campos como pueda ser el cuerpo humano del operario que realiza las mediciones.

- Por ello, se utilizarán elementos adicionales para la medida, tales como trípodes no metálicos o mástiles, que permitan separar el equipo de medida del cuerpo del operario.
- Se evaluará si, a tenor con el servicio radioeléctrico predominante y las frecuencias utilizadas por el mismo, el punto de medida estaría inmerso en la zona de «campo cercano» o en la zona de «campo lejano». Para ello sería necesario conocer la distancia entre el punto de medida y antena radiante. Si fuese preciso se utilizará un telémetro óptico.
- Como criterio práctico y aproximativo, para establecer el límite entre «campo cercano» y «campo lejano», se establece, para frecuencias inferiores a 1 GHz:
 - Si $d < \lambda/2$; «campo lejano».
 - Si $d > \lambda/2$; «campo cercano».
 - Donde «d» es la distancia desde el punto de medida a la antena cuya emisión se pretende medir y « λ » es la longitud de onda de la frecuencia en estudio.
- Si el punto de medida estuviese en «campo cercano», sería necesario verificar las intensidades de campo eléctrico $E(V/m)$, y magnético $H(A/m)$, a fin de comparar con los valores establecidos, para cada caso.
- Si el punto de medida se encontrase en «campo lejano», sólo sería necesario medir una de las magnitudes de intensidad de campo, deduciéndose la otra por las expresiones:

$$|E| = |H| \times \mu^0 \text{ y } |H| = |E| / \mu^0 \quad \text{donde } \mu^0 = 377\Omega$$

- Se realizarán, en esta fase previa, a las mediciones la «puesta a cero» del equipo, si éste lo requiere, a fin de garantizar unas mediciones libres de errores.
- Se considerarán, a fin de llevar a cabo las mediciones con la mejor garantía de éxito, factores como: Tipo de servicio a medir; potencias que pueden ser usadas (temporalidad de este factor para las estaciones radioeléctricas); polarización de las emisiones; directividad, altura, orientación, inclinación y dimensiones de antenas radiantes; posible presencia de otras fuentes de emisiones radioeléctricas y su aportación a la medida de exposición total en un emplazamiento determinado, y, en general, cualquier aspecto radioeléctrico que pueda condicionar el resultado de la medida.
- Se recomienda la utilización de equipos de medida con posibilidad de almacenamiento de datos en su memoria interna, a fin de permitir el procesado de los mismos para la elaboración del informe final de medidas.

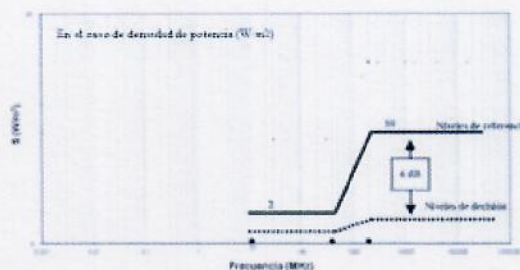
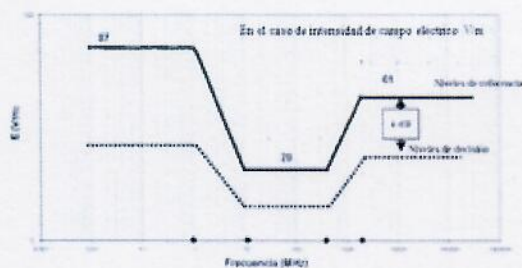
Fase-1 de medida (vista rápida del ambiente radioeléctrico)

En la Fase-1 de medida se utilizarán equipos de medida de banda ancha con sondas isotrópicas que permiten caracterizar ambientes radioeléctricos de forma rápida, aunque no ofrecen información acerca de cada componente espectral.

El proceso de medida para esta fase-1 será el siguiente:

- a) Recorrer con la sonda el entorno de la estación accesible al público, tomando medidas instantáneas con el fin de identificar los puntos de máxima exposición, variando la altura relativa de la sonda respecto del suelo entre 0 y 2 metros, estimando los más significativos para realizar las medidas.
- b) Una vez identificados los puntos de máxima exposición, se realizará la medida, evitando que la presencia del técnico afecte al resultado. (Utilización de trípode y proceso de inicialización del equipo, según indicaciones del manual de uso.) Se tomarán muestras (una por segundo) durante un período de seis minutos y se obtendrá el valor promediado en ese período).
- c) Se medirá la distancia desde el punto de medida a la fuente emisora con ayuda de un telémetro óptico, si éste fuese preciso.
- d) Se almacenarán los valores obtenidos de las medidas para cada ubicación en que éstas se realicen.
- e) Se anotarán los valores RMS obtenidos.
- f) Si en el momento de la medición la estación no emitiera con su máxima potencia autorizada, se efectuará una extrapolación del valor medido, al objeto de obtener el nivel de exposición en ese punto en el supuesto de que dicha estación emitiera a máxima potencia.
- g) Los resultados obtenidos en el proceso de medida, para cada magnitud, deberán compararse con los denominados «niveles de decisión».

Estos niveles de decisión se establecen en 6 dB por debajo de los niveles de referencia señalados en el Reglamento para la protección de REM y CEM.



Si para todos los puntos de medida los niveles observados en las medidas no alcanzasen el umbral de detección del equipo o, si aun superando éste, fuesen inferiores a los niveles de decisión, podrán considerarse, el sistema radioeléctrico o la zona en estudio, adaptados a las exigencias del Reglamento REM y CEM y, en consecuencia, no sería necesario realizar mediciones adicionales en fases posteriores.

Si algún valor de los obtenidos en el proceso de medida superase los niveles de decisión, deberá procederse a la realización de nuevas mediciones en la fase-2 o en la fase-3, en función de las circunstancias que se aprecien en cada caso, según se indica en los apartados siguientes.

Fase-2 de medida

En esta fase se deberán utilizar analizadores de espectro o receptores de banda ancha selectivos en frecuencia, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Estos equipos al tener una mayor sensibilidad son más precisos y las medidas requerirán de un mayor tiempo.
- Deben emplearse antenas cuyas características radioeléctricas estén definidas, esto es, polarización, impedancia de entrada, ganancia o factor de antena y un cable cuya atenuación en función de la frecuencia sea conocida.
- La Fase-2 de medidas se circunscribirá a la realización de medidas en la banda de frecuencias comprendida entre 9 kHz y 3 GHz. Las medidas, siempre que sea posible, se realizarán en «campo lejano».
- Las medidas consistirán en determinar todas las componentes espectrales significativas, buscando para cada una de ellas el caso peor, esto es, maximizar su nivel en función de la orientación y polarización de la antena.

- Los equipos a utilizar en esta Fase-2 deberán ofrecer valores RMS y permitir el promediado de éstas en el intervalo de 6 minutos, establecido en el Reglamento REM y CEM.

El proceso de medida será el siguiente:

- a) El técnico deberá buscar en el espectro radioeléctrico el máximo nivel de exposición en orientación y polarización.
- b) El técnico observará en tiempo real la variación de cada componente espectral en función de la orientación de la antena. Deberá ponerse especial cuidado en la iteración de su cuerpo con la medida, intentando minimizar este efecto.
- c) Para maximizar la lectura de todas las componentes espectrales deberán utilizarse las funciones que para este fin disponga el receptor de medida.
- d) Una vez obtenido el nivel de cada componente espectral, se deberá calcular la magnitud adecuada para su comparación con los límites de exposición indicados en el Capítulo 2 del Manual del Reglamento REM y CEM. Si el equipo utilizado no proporcionase unidades de medida en las magnitudes comparables (intensidades de campo eléctrico y magnético o densidad de potencia), se realizarán las conversiones necesarias utilizando el correspondiente factor de antena, pérdidas en cable, etc., para expresar la lectura en dichas magnitudes de manera correcta.
- e) A efectos de obtener la exposición total de las componentes espectrales significativas, se considerarán las que superen el nivel de (40 dB) por debajo de los niveles de referencia establecidos en el Capítulo 2 de este Manual y se procederá a la verificación de las condiciones señaladas en el apartado 4 del referido Capítulo.

Si, con el sumatorio de los niveles correspondientes a las componentes espectrales consideradas en cada punto de medida, se cumplen las condiciones referidas, podrán considerarse el sistema radioeléctrico o la zona en estudio, adaptados a las exigencias de este Reglamento REM y CEM.

Fase-3 de medida

Cuando las fuentes emisoras a analizar estén operando en frecuencias distintas a las de la Fase 2, o bien no sea posible la realización de las medidas en «campo lejano», se procederá a la realización de estas medidas, con un análisis más exhaustivo de las emisiones, con la utilización del equipamiento de medida apropiado para cada caso y se realizarán mediciones de las magnitudes necesarias a fin de que pueda documentarse técnicamente cada una de las fuentes emisoras y la verificación de que sus niveles de intensidades de campos electromagnéticos presenten valores fácilmente comparables con los niveles de referencia fijados en el Reglamento REM y CEM.

En esta Fase-3, deberán incluirse los casos de mediciones para frecuencias bajas en las que el punto de medida haya de ubicarse lo suficientemente cerca de la antena como para estar inmerso en el «campo cercano».

También serán incluidos en esta Fase-3 las emisiones pulsantes (p.e. radar) o cualquier otra que por sus especiales características necesite ser analizada de manera singular, debiendo ser señaladas estas circunstancias en el correspondiente informe de medidas en cada caso.

En todos los casos, para la realización de las medidas, deberán utilizarse las antenas apropiadas para las bandas de frecuencia en las que se ubiquen las emisiones objeto de análisis.

La consideración del sistema radioeléctrico o la zona en estudio, adaptados o no a las exigencias del Reglamento, una vez llevadas a cabo las medidas en esta fase-3, seguirá criterios análogos a los de las fases precedentes.

4. Informe de medidas

Para confeccionar el informe de medidas se seguirán los formatos que, para cada caso, se señalan a continuación (modelos 1 y 2).

INFORME DE MEDIDAS: Modelo 1 (Aplicable a los estudios y las certificaciones de Estaciones ya instaladas, cuyas mediciones se lleven a cabo en FASE-1).

Equipo de medida utilizado.	Datos de las Mediciones.
Marca:	
Modelo:	Código de Estación:
Nº Serie:	
Fecha última calibración:	Fecha de realización:
Valor del umbral de detección:	
Antena utilizada.	Técnico responsable:
Marca:	
Modelo:	Nº total de mediciones: (*):
Longitud de cable (m):	

Localización del punto de medida respecto del soporte de antena (8) Distancia (m) /Azimut (o)	Hora de inicio de cada medición	Nivel de referencia (w/m2) (1)	Nivel de referencia (w/m2) (2)	Nivel de decisión (w/m2) (3)	Nivel de decisión (v/m) (4)	Valor medido promedio (5)	Valor calculado (6)	Diferencia (3)-(5) o (4)-(5) (7)

Notas aclaratorias:

(1), (2) Según lo indicado en el Reglamento REM y CEM en función de la frecuencia.

(3), (4) Según se señala en el procedimiento para la realización de las medidas de emisión.

(5) En las unidades señaladas en (1) o en (2), si las mediciones estuviesen por debajo del umbral de detección del equipo. Señálese “< umbral”. Para las estaciones proyectadas indíquese el nivel preexistente.

(6) Rellenar únicamente para el caso de estaciones de nueva instalación.

(7) Caso de resultar la diferencia negativa, deberán realizarse mediciones en FASE-2.

(*) (8) Rellénese un registro por cada medición llevada a cabo.

El nº de éstas no será inferior a cinco.

INFORME DE MEDIDAS: Modelo 2 (Aplicable a las certificaciones de estaciones ya instaladas, cuyas mediciones se lleven a cabo en FASE-2 o FASE-3).

Equipo de medida utilizado.	Datos de las Mediciones.
Marca:	
Modelo:	Código de Estación:
Nº Serie:	
Fecha última calibración:	Fecha de realización:
Valor del umbral de detección:	
Antena utilizada.	Técnico responsable:
Marca:	
Modelo:	Nº total de mediciones: (*):
Longitud de cable (m):	

Localización del punto de medida respecto del soporte de antena. Distancia (m) / Azimut (º) (7)*	Hora de inicio de cada medición	Frecuencia medida (1)	Nivel de referencia (w/m2) (2)	Nivel de referencia (A/m) (3)	Valor medido (v/m) (4)	Valor medido (A/m) (5)	Supera el nivel de 40 dB inferior nivel de referencia SI o NO (6)

Notas aclaratorias:

(1) Indíquese la frecuencia del máximo de señal en la banda analizada.

(2), (3), en función de la frecuencia.

(4) En las mismas unidades señaladas en (2).

(5) Sólo a rellenar en las mediciones de campo cercano.

(6) Señálese SI o NO según proceda.

(*) (7) Rellénese un registro por cada medición llevada a cabo.

CAPÍTULO 4:

PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE RADIACIONES NO IONIZANTES (9Khz-300Ghz) SEGUIDO POR ORTEL.

1. Introducción.
2. Fases de las mediciones.
3. Equipos de Medida y Calibración del equipo.
4. Procedimiento de medida.

Medidas de Sistemas de Telefonía móvil.

Expresiones útiles de cálculo.

Emplazamientos ante múltiples campos electromagnéticos.

1. Introducción

El presente procedimiento describe el método de medida de radiaciones no ionizantes en el margen de frecuencia entre 9 kHz y 300 GHz que seguirá ORTEL en cumplimiento del presente Reglamento de protección frente a REM y CEM.

Los valores obtenidos se compararán con los límites indicados en este Reglamento REM – CEM con el objeto de validar emplazamientos.

El objetivo de este procedimiento es el de comprobar si los emplazamientos bajo estudio cumplen con el citado Reglamento.

El procedimiento de medidas se divide en tres fases tal y como se indica en el Capítulo 3 de este Manual.

Dependiendo de la exactitud y complejidad de la medida se utilizará una fase u otra.

Antes de comenzar el proceso de medida es necesaria una fase previa con el objetivo de recopilar toda la información necesaria que pueda ayudar al técnico a la hora de realizar las medidas.

2. Fases de las mediciones (las mismas indicadas en el Capítulo 3) se resumen a continuación:

Fase previa a las mediciones

El objetivo es el de medir, en cada emplazamiento, los puntos de mayor exposición radioeléctrica. Para ello es útil realizar un estudio previo antes del proceso de medida. De esta forma será más fácil identificar dichos puntos.

Toda información previa que se pueda recopilar junto con su propia experiencia de medida, ayudará al técnico a determinar los puntos de mayor exposición radioeléctrica. Se realizará un estudio de los factores de entorno y de los factores radioeléctricos; estos son:

Factores de entorno

- Identificación de zonas accesibles para el público en general, próximas a centros emisores.
- Existencia de lugares de residencia habitual en distancias cortas desde las antenas radiantes, particularmente en la dirección de máxima radiación de éstas.
- Presencia de edificios u otros obstáculos, estimando de qué manera su presencia puede afectar al proceso de medida, fundamentalmente debido a reflexiones.
- Otros factores relevantes como la presencia de escuelas, hospitales, parques públicos, etc, situados en lugares próximos a las estaciones radioeléctricas.

Factores radioeléctricos

- Identificar el tipo de servicio a evaluar, características generales de la señal radiada (transmisión continua o discontinua, polarización de la señal, potencia emitida, etc.). Altura, orientación, dimensiones y directividad de los sistemas radiantes. Para conocer muchos de los anteriores parámetros será necesaria la colaboración con el operador del sistema radioeléctrico.
- Presencia de otras fuentes de señal radioeléctrica en las inmediaciones del entorno de medida y su posible aportación a la medida total en un emplazamiento determinado.
- Todos los parámetros técnicos adicionales que, a juicio del técnico, pudiesen condicionar el resultado final de la medida.

Con toda la información anterior se puede tener una idea bastante aproximada de las zonas de mayor concentración, verificándolas en el posterior proceso de medida.

Fases de medida

El proceso de medida se ha dividido en tres fases, escogiendo la fase más adecuada tal como se explicará a continuación.

El equipo de medida empleado en cada fase estará calibrado y se usará dentro del periodo de calibración dado por el fabricante.

El objetivo es la de emplear una fase de medida sencilla y rápida (útil para validar la mayor parte de los emplazamientos y zonas a verificar) y pasar a otra fase de medida más compleja y exacta en aquellos emplazamientos que así lo precisen (los más complejos y menos numerosos). Las tres fases de medida se detallarán a continuación:

Fase 1ª de medida (vista rápida del entorno radioeléctrico). Esta fase se utilizará cuando se necesite el nivel total de radiación no ionizante en el emplazamiento bajo estudio. Como equipo de medida se utilizan sondas isotrópicas. Es el método menos preciso pero el más rápido de los tres, pudiendo ser utilizado en la mayoría de los emplazamientos.

No se debe aplicar cuando:

- El emplazamiento está en la zona de campo cercano.
- Se necesite conocer el nivel de radiación no ionizante por frecuencia.
- El valor dado por el equipo de medida excede del nivel de decisión de Fase1, necesitándose otro método de medida más preciso.
- No exista lectura en el equipo de medida, por ser el valor de radiación no ionizante existente más bajo que el umbral de sensibilidad del equipo, y necesitemos, por cualquier motivo justificado, dar el nivel de señal medido en el emplazamiento bajo estudio.

Fase 2ª de medida: Medida selectiva en frecuencia: Esta fase se empleará cuando se necesite conocer el nivel de radiación no ionizante por frecuencia que existe en el emplazamiento o cuando una vez empleada la fase1ª, el valor obtenido exceda del nivel de decisión de Fase1.

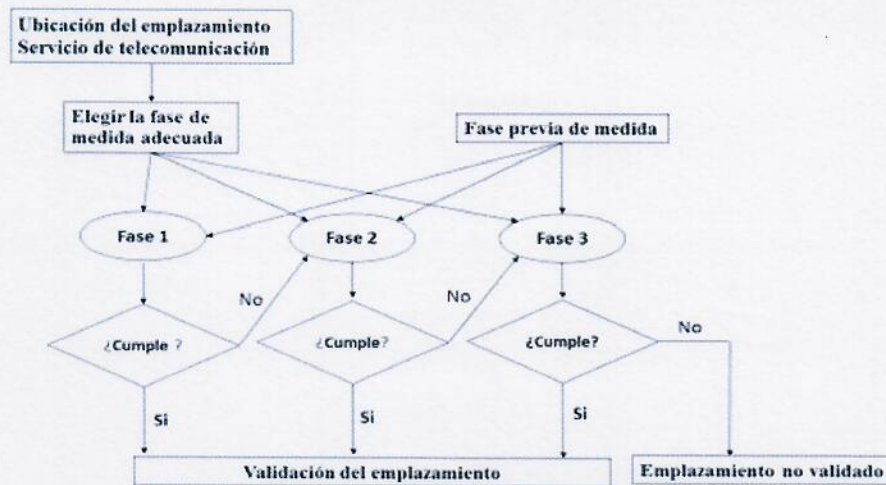
Para realizar las medidas se emplearán analizadores de espectro o receptores selectivos que cubran las bandas de frecuencia bajo estudio. Además, será necesario el uso de antenas y cables calibrados. Este método de medida es más preciso que el anterior, pero es más complejo y consume un mayor tiempo para obtener el valor final de la medida.

Este método no se debe emplear cuando:

- Se necesite medir en campo cercano.
- Se deban medir señales pulsantes (ej. Radar)
- Los valores obtenidos exceden del nivel de referencia.
- La tasa total de exposición excede de los límites expresados en el Capítulo 2 de este Manual.

Fase 3ª de medida: Investigación detallada: Es la fase de medida más compleja proporcionando la mayor exactitud. Se aplica en aquellas situaciones donde las anteriores fases no se han podido emplear.

El proceso completo de medida se describe a continuación:



3. Equipos de medida.

Se emplean medidores provistos de sondas isotrópicas. Este tipo de equipos están formados por un sensor electromagnético donde se capta la señal y por una unidad de visualización donde se procesan y se representan los datos obtenidos.

Son equipos de gran ancho de banda e isotrópicos (permiten recibir todas las componentes electromagnéticas sin necesidad de girar el sensor).

Los sensores son de campo E ó de campo H. Es decir, dependiendo de la componente de campo que se desea medir se debe elegir el tipo de sensor adecuado. La unidad de visualización, después de procesar los datos, nos presenta el nivel de campo E ó H (dependiendo de la sonda elegida) y además puede presentar el valor de densidad de potencia. Este último valor se calcula a partir de las componentes E ó H como ya se ha explicado y por lo tanto sólo es válido este cálculo en la zona de campo lejano radiado de la antena.

Sensor electromagnético



Unidad de procesamiento

Sensores con termoacopladores

Tienen poco rango dinámico (típico 30 dB) y responden bien ante grandes niveles de exposición electromagnética. Al ser dispositivos sensibles a la temperatura representan el nivel de campo electromagnético en función del calentamiento que produce. Hay que tener cuidado con las variaciones térmicas en los emplazamientos donde se realicen las medidas, calibrando el equipo para evitar lecturas falsas.

Sensores con diodos

Obtienen el nivel de campo electromagnético rectificando la señal de alta frecuencia. Tienen el inconveniente de saturarse ante grandes niveles de señal, pero son más sensibles.

4. Calibración del equipo

Antes de comenzar el proceso de medida es necesario calibrar el equipo.

Para ello, de acuerdo con las instrucciones del fabricante se procede a realizar la rutina de calibración (es importante recordar que algunas sondas necesitan un tiempo de adaptación).

Una vez realizada, si se introduce la sonda en una zona libre de campos electromagnéticos (ej, en su funda) el valor leído será nulo.

Con los sensores térmicos hay que tener precaución con las variaciones de temperatura (ejemplo al calibrar en el interior de un edificio, medir y luego pasar a medir al exterior). Si a juicio del técnico existen evidencias de que las lecturas que ofrece el equipo no son fiables, puede verificarse la condición de campo nulo como se explicó anteriormente y si fuera necesario volver a realizar la rutina de calibración.

5. Procedimiento de medida

Elegir la sonda de medida más adecuada a la frecuencia bajo estudio.

Con el equipo calibrado, la información previamente recopilada del entorno y la propia experiencia del técnico, se trata de buscar el punto de mayor exposición electromagnética.

Para ello, midiendo con el equipo en forma continua (visualizando el valor instantáneo de señal), se recorre el emplazamiento variando la altura de la sonda entre 1,1 m y 1,7 m aprox.

Una vez identificados los puntos de máxima exposición, se realizará la medida en ellos, evitando que la presencia del técnico afecte al resultado (utilización de trípode y proceso de inicialización del equipo, según indicaciones del manual de uso). Se realizará una medida durante 6 minutos obteniendo el valor promediado en ese periodo de tiempo.

Este procedimiento sólo se aplica en campo lejano, por lo tanto el valor obtenido (E ó H) son fácilmente convertibles entre ellos, así como el cálculo del valor de densidad de potencia.

Los valores obtenidos se deben comparar con los niveles de decisión de Fase 1. En esta fase los niveles de decisión se calculan restando 6 dB a los niveles de referencia dados en el Capítulo 2 de este Manual.

Si en la zona bajo estudio existe un emisor predominante (ej. GSM-900), el nivel de referencia elegido será en esta frecuencia. Si en la zona bajo estudio existen varios emisores y no es posible, a priori, identificar un emisor predominante (evidentemente se puede contar con la ayuda del analizador de espectros), ejemplo, una zona con

radiodifusión sonora y TV, GSM-900, se tomará el nivel de referencia más bajo dentro del rango de frecuencia bajo estudio.

Una vez obtenido el valor final de la medida, se pueden tener tres casos:

1. Si el nivel total de exposición electromagnética obtenido está por encima del nivel de decisión de Fase 1, el emplazamiento se debe validar por medio de una medida más precisa pasando a la Fase 2ª.
2. Si el nivel total de exposición electromagnética obtenido está por debajo del nivel de decisión de Fase 1, se puede considerar que el sistema radioeléctrico o la zona en estudio están adaptados a las exigencias del Reglamento. Existen emplazamientos donde el nivel medido estará por debajo de la sensibilidad del equipo, en este caso, evidentemente, se puede validar el emplazamiento, pero si se necesita un nivel medido (por una causa bien justificada) se obtendrá mediante la Fase 2ª con diferente equipamiento.

En ciertas situaciones es necesario utilizar más de una sonda ya que es habitual medir en un gran ancho de banda. En este caso los valores obtenidos para cada banda se utilizan para calcular el nivel total tal como se detalla a continuación:

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2} \qquad H = \sqrt{\sum_{i=1}^n H_i^2}$$

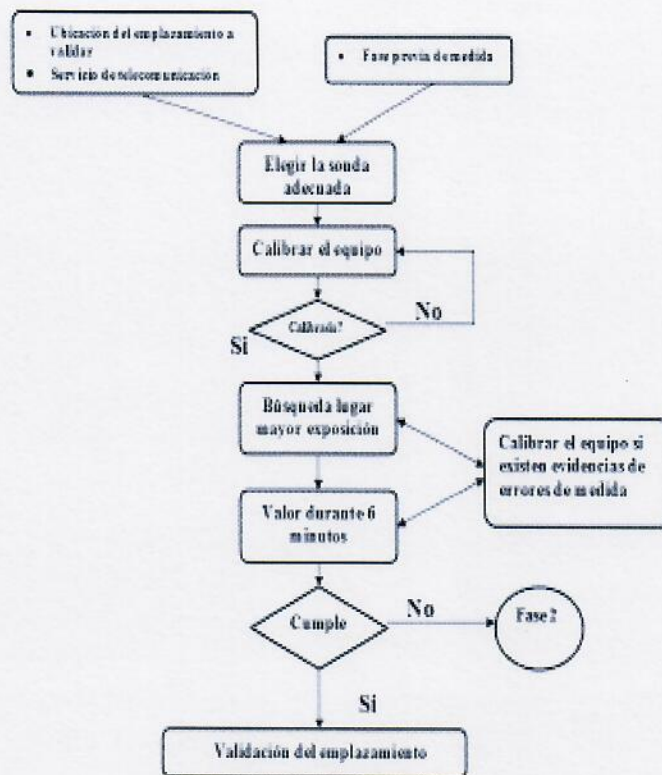
Siendo n el número de sondas utilizadas para cubrir el margen de frecuencia total de estudio.

El valor obtenido siempre será por exceso ya que evidentemente las bandas de sondas contiguas se solapan y las expresiones anteriores no excluyen este hecho.

Ejemplo: Si se trata de validar un emplazamiento donde existen estaciones de radiodifusión FM y estaciones de telefonía móvil a 1800 Mhz, y se tienen dos sensores, por ej. Uno entre 300 kHz y 300 MHz y el otro entre 300 MHz y 50 GHz. Se obtienen las siguientes medidas

- $E(300 \text{ KHz} - 300 \text{ Mhz}) = 3,24 \text{ v/m}$
- $E(300 \text{ Mhz} - 50 \text{ Ghz}) = 1,12 \text{ v/m}$
- $E_t = 3,43 \text{ v/m}$

Gráficamente, la fase 1ª medida sería:



FASE 2ª: Medida selectiva en frecuencia

Si se necesita conocer los niveles de exposición electromagnética por frecuencia o el nivel obtenido en la fase anterior supera el nivel de decisión de fase 1, se emplea la fase 2ª. Es más precisa que la anterior fase pero requiere mayor tiempo de adquisición. Sólo se aplica en emplazamientos situados en la región de campo lejano.

Se utilizan analizadores de espectro o receptores.

Como equipos auxiliares se emplean antenas y cables cuyas características eléctricas deben ser conocidas: ganancia o factor de antena, impedancia, polarización, etc., para las antenas y la atenuación en el caso de los cables. La configuración de medida sería la siguiente:

Primero se debe configurar el equipo en función de la medida a realizar, esto es, el margen de frecuencia, ancho de banda, velocidad de barrido etc. Para ello el técnico deberá evaluar el tipo de señal radiada, potencia emitida, posición respecto de los sistemas radiantes, etc. Además, se deben tener en cuenta las propias instrucciones del

fabricante del equipo. A veces, dado el margen de banda a evaluar, no es posible hacerlo con una única antena, repitiéndose el proceso de medida para cada banda.

Una vez conectado el equipo de medida a la antena a través del cable, se deben identificar los puntos de medida, que serán donde se reciba mayor señal. Para ello se recurre como se explicó en la fase 1, a la información previamente recopilada y a la propia experiencia del técnico (o a la información obtenida en la Fase 1, en el caso de haberse realizado previamente).

Cuando se han encontrado dichos puntos, se deben maximizar todas las componentes espectrales activando para ello la función de que disponga el equipo de medida (ej. MAX HOLD en el analizador de espectro). De esta forma se asegura la medida en el caso peor. Se busca el máximo de todas las componentes espectrales que aparecen moviendo la antena, en altura, orientación y polarización.

Una vez que todas las componentes espectrales se estabilicen, se deben tener sólo en cuenta aquellas que estén 40 dB por debajo de los niveles de referencia; a este valor se le denomina nivel de referencia de Fase 2. En cada nivel obtenido se debe calcular el nivel de campo eléctrico E con ayuda de la siguiente expresión, que en unidades logarítmicas es:

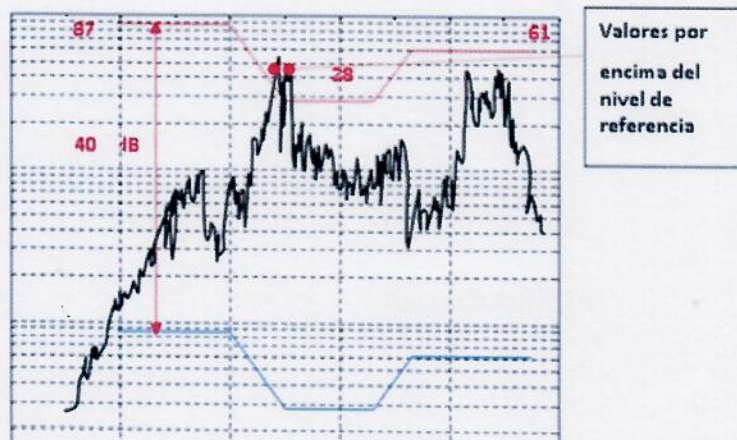
$$E \text{ dB (v/m)} = N + FA + AT$$

Siendo:

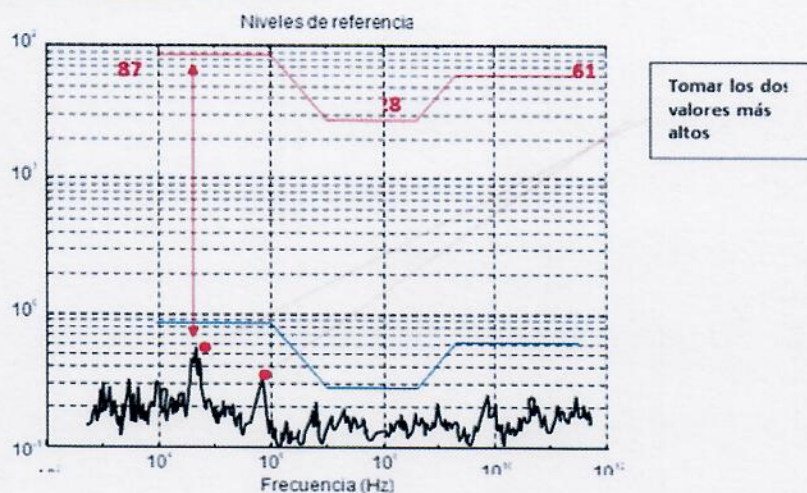
- N: Nivel leído en el receptor en (dBv), realizando las conversiones oportunas si fuera necesario.
- FA: Factor de antena.
- AT: Atenuación del cable.

Pueden existir tres casos.

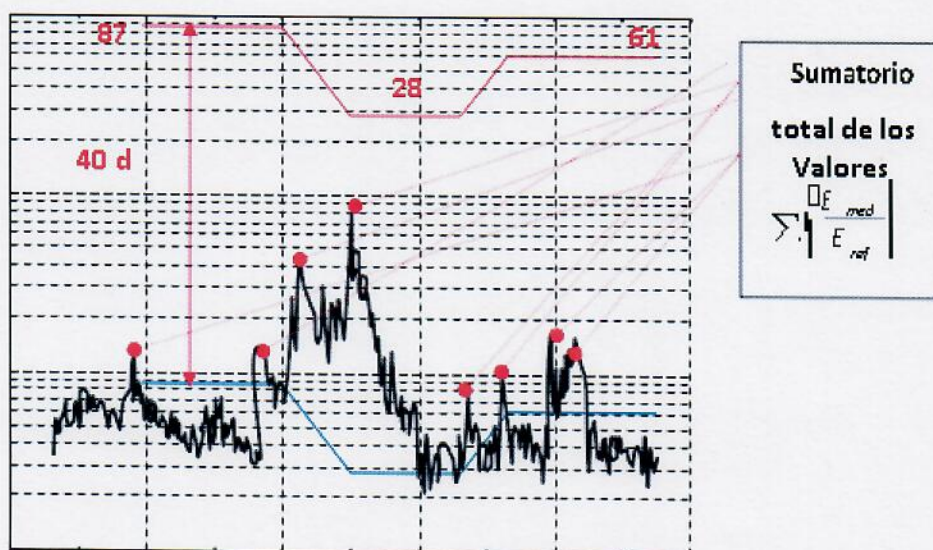
1. El nivel leído de una o varias componentes supera el nivel de referencia indicados en este Reglamento en la frecuencia correspondiente. Se puede afirmar que el sistema radioeléctrico o la zona en estudio no cumple el presente Reglamento.
2. Todas las componentes espectrales están por debajo de los niveles de

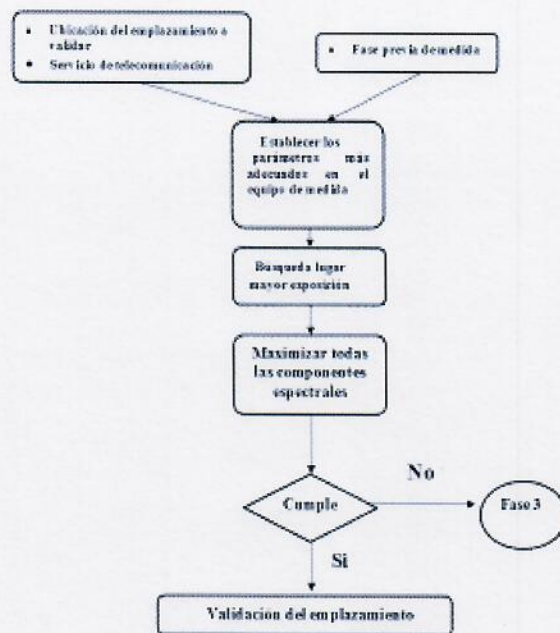


referencia. En este caso se debe asegurar el cumplimiento de exposición a fuentes con múltiples frecuencias tal como se expone en el Capítulo 2 de este Manual. Se realiza el cálculo tal como se explica, y dependiendo del resultado, se valida o no el sistema radioeléctrico o la zona en estudio



3. Todas las componentes espectrales están por debajo del nivel de decisión de Fase 2 (nivel de referencia menos 40dB). En este caso el emplazamiento o sistema radioeléctrico es válido. Se toman los dos niveles más elevados como resultado de la medida, sólo si es necesario dar una medida.





Como aclaración de la fase 2, si al realizar las medidas ninguna supera los niveles de referencia, se toman aquellas que superen el nivel de decisión de Fase 2 obteniendo los siguientes valores:

Frecuencia(MHz)	Valor Medido (V/m)	Valor de referencia (V/m)
98	2.5	28
103	4.2	28
105	1.7	28
695	3.1	36.25
823	2.7	39.44
943.8	1.7	42.24
955	1.1	42.49
1862.8	0.8	59.34

Es necesario calcular la tasa total de exposición para validar el emplazamiento, tal como se recoge en el Anexo II de este Reglamento. De esta forma se asegura que la suma acumulativa de las componentes espectrales cumple con la legislación. Para ello se realiza el siguiente cálculo:

$$St = \sum_i^0 \left(\frac{Emi}{Eri} \right)^2$$

Siendo:

- ST = Tasa total de exposición
- Emi = Campo eléctrico medido
- Eri = Campo eléctrico referencia

El resultado anterior es de: ST = 0.048 siendo menor que la unidad, por lo tanto se puede afirmar que el emplazamiento cumple con lo dispuesto en este Reglamento.

FASE 3ª Investigación detallada

En esta fase se incluyen las medidas que por sus especiales características necesitan ser analizadas de manera singular, por ejemplo, las medidas en campo cercano, señales pulsantes (radar), etc. Es el método más preciso, pero requiere un mayor tiempo de medida. Si el valor obtenido en la fase 2ª es superior al nivel de referencia, se debe usar la fase 3ª, si se necesita una mayor exactitud de medida. La mayoría de los emplazamientos se podrán validar mediante la fase 1ª y 2ª, reservando la fase 3ª para situaciones especiales.

Equipos de medida: Los equipos de medida serán iguales a los utilizados en la fase 2ª y en algunos casos los de la fase 1ª. Todo lo dicho anteriormente respecto a ajustes y calibraciones iniciales, modos de operación, etc. es válido para esta fase.

Pueden darse tres casos:

Campo cercano: En aquellos puntos cercanos al sistema radiante, donde no se cumple la condición de campo lejano, hay que medir las dos componentes de campo electromagnético (E y H) para validarlos. Se pueden usar analizadores de espectro, receptores o sondas de medida. Estas últimas presentan la ventaja de soportar niveles mucho mayores que los dos primeros equipos. En todo caso hay que tener la precaución de proteger los equipos de medida, ya que se esperan niveles altos de campos electromagnéticos.

Una vez obtenidos los valores se deben comparar por separado con los niveles de referencia, ya que no es posible utilizar las expresiones vistas para el cálculo entre las componentes E, H y S.

El emplazamiento se validará si los niveles obtenidos de E y H están por debajo de los niveles de referencia.

El método de medida será análogo a los explicados anteriormente, pero con las debidas precauciones motivado por la presencia de elevados campos electromagnéticos. Por lo que las medidas serán más complejas y necesitarán mayor preparación.

Señales pulsantes (RADAR): La medida de este tipo de señales es complicada, ya que típicamente son señales de muy alta frecuencia y con una duración muy corta (segundos). El filtro del equipo debe dejar pasar la mayor parte de la energía del pulso. Para ello se toma como ancho de banda

$$Bw = (4 / \tau) \text{ Hz} \quad \tau = \text{segundos}$$

$$E_{\text{pico}} < E_{\text{referencia}} \times 32$$

$$S_{\text{pico}} < S_{\text{referencia}} \times 1000$$

Si las anteriores fases han fallado: Se debe realizar una investigación más detallada sobre aquellas componentes espectrales que han superado el nivel de referencia. Para ello se tomarán medidas de las tres componentes ortogonales del campo electromagnético, usando a continuación las siguientes expresiones:

$$E_r = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}$$

$$H_r = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

Estos valores totales se compararán con los niveles de referencia con el objeto de validar el emplazamiento bajo estudio.

4 A: Medidas para los de sistemas de telefonía móvil.

Introducción

Para validar estas estaciones o los emplazamientos cercanos a ellas se actuará tal como se ha explicado en las fases anteriores al tener la señal constantemente. No obstante, dado que:

- En los sistemas de telefonía móvil la potencia de la estación base es función del tráfico cursado.
- El tráfico a su vez es función de diversos parámetros como son la hora, día de la semana, ubicación de la estación, etc; en definitiva, su naturaleza es aleatoria.
- Cada estación base tiene un transmisor (portadora) de control por sector, que emite continuamente, además de los transmisores (portadoras) aleatorios de tráfico en cada sector.
- La mínima configuración que instalan los operadores de telefonía móvil es de un transmisor (una portadora) por sector, lógicamente en zonas rurales.
- Como cada portadora lleva multiplexado en el tiempo varios canales, unos se dedicarán a control y el resto a tráfico.

- En zonas urbanas los operadores de telefonía móvil utilizan más de un transmisor (portadora) por sector. En estos casos sólo una de las portadoras por sector será de control y el resto de tráfico.
- La portadora de control siempre estará presente con la máxima potencia y las de tráfico aparecerán cuando existan voz o datos que transmitir hacia los abonados. Aquí la medida es más compleja, ya que evidentemente el valor medido es una función aleatoria. Además, las portadoras de tráfico no siempre transmiten a la máxima potencia y a veces incluso varían su frecuencia (si tienen activada la función Hopping) de acuerdo a algún algoritmo prefijado. Situaciones análogas se encuentran también en otros sistemas similares ej. Trunking.

Por lo anterior, es poco probable que, en el momento de efectuar la medida, todos los transmisores asignados a la estación base, estén radiando a la vez y con la máxima potencia.

Por lo tanto, una estación base estará formada por N transmisores:

- 1 canal de control (conocido como BCCH en GSM), siempre activo con la máxima potencia autorizada.
- (N-1) canales de tráfico, de naturaleza aleatoria.

Procedimiento de medida

- En la Fase1, con los medidores de radiación se obtendrá un valor que, como ya se ha explicado, representará el nivel total de radiación presente, no pudiendo determinar cuántos canales de tráfico de la estación base están emitiendo. Se actuará de la misma forma que lo explicado en la Fase1, anotando el valor medio.
- En la Fase2, al tener maximizadas todas las componentes espectrales (con ayuda de la función Max-Hold), aparecerán en pantalla los canales de control y los de tráfico. Evidentemente existirán más canales ya que si tienen la opción Hopping activada estos nos aparecerán varias veces. Si se sigue el procedimiento dado por la Fase 2 se tendrán en cuenta más canales de los que existen realmente. Validando un emplazamiento de acuerdo a lo explicado en la Fase 2 se tendrá evidentemente siempre el caso peor, según lo visto anteriormente.
- En fase 3, se puede realizar una medida más precisa. Con ayuda del analizador de espectro, o la información dada por el operador, se puede identificar la presencia del canal de control operativo de la estación base siempre activo, a la máxima potencia.

Se calcula el campo eléctrico radiado del canal de control (E_{control}), tal como se ha explicado anteriormente.

Para tener en cuenta todos los efectos mencionados se realiza la siguiente extrapolación:

$$E_{Total} = E_{Control} \times \sqrt{N_{Tráfico}}$$

Siendo $N_{Tráfico}$ Número canales de tráfico

El nivel total calculado, se debe utilizar para validar el emplazamiento. Si la estación base tiene varios sectores, cada uno de ellos estará orientado de forma diferente y con un canal de control. Se repetirá el proceso anterior para cada sector de la estación base.

4B: Expresiones útiles de cálculo

A continuación, se dan unas expresiones útiles para realizar cálculos de los niveles de radiación producidos por una estación radioeléctrica. Evidentemente los resultados serán aproximados, ya que no tienen en cuenta los múltiples efectos que tienen lugar en la propagación de una señal electromagnética, entorno de medida, características reales de los sistemas radiantes, etc. Pero nos darán una idea aproximada de los niveles esperados.

Para tener en cuenta las reflexiones en el suelo, que proporcionarán puntos con mayor o

$$S(w|m^2) = \frac{PIRE(w)}{4\pi d^2(m)}$$

menor nivel (depende de la posición), la FCC americana propone multiplicar la expresión anterior por cuatro, para tener en cuenta el caso peor (un máximo de señal).

$$S(w|m^2) = \frac{PIRE(w)}{\pi d^2(m)}$$

Otras expresiones útiles para el campo eléctrico son:

$$E(v|m) = \frac{\sqrt{30 \cdot PRA(w)}}{d(m)}$$

Siendo la PRA el producto de la potencia del transmisor por la ganancia de la antena (referida al dipolo en $\lambda/2$).

La relación entre la ganancia de una antena sobre el dipolo en $\lambda/2$ y sobre la antena isotrópica se muestra a continuación:

$$G_{isotrópica}(dB) = G_{dipolo}(dB) + 2.15$$

Otras expresiones útiles para el campo eléctrico:

$$E(mV / m) = 173 \sqrt{PRA(kW) / d (km)}$$

$$E(dB/ \mu V / m) = 74.8 + PARA (dBw) - 20 \log d (km)$$

4 C Emplazamientos ante múltiples campos electromagnéticos

Como ejemplo, con ayuda de las anteriores expresiones, podemos realizar un sencillo cálculo de un emplazamiento con múltiples campos electromagnéticos. Con este ejemplo se pretende presentar el efecto de que la contribución total de los campos electromagnéticos es, fundamentalmente, debida a los transmisores cercanos y menor a los más alejados, aunque emitan con mucha más potencia.

Ejemplo. Se trata de obtener el valor de campo electromagnético de un emplazamiento con los siguientes sistemas de telecomunicación:

- Sistema GSM-900 a 20 metros de distancia con una PRA de 200W (para este cálculo se considera como un solo transmisor, sin tener en cuenta la extrapolación de los canales aleatorios de tráfico).
- Radiodifusión sonora en ondas métricas, frecuencia de trabajo de 89 MHz a 500 metros de distancia con una potencia de 2kW.
- Radiodifusión sonora en ondas hectométricas, frecuencia de trabajo de 1 MHz a 1 kilómetro de distancia con una potencia de 5kW.

El valor de campo eléctrico en el emplazamiento bajo estudio:

$$E (v/m) = \frac{\sqrt{30 \cdot PRA(w)}}{d (m)}$$

GSM900	3.9 vm
FM (89 MHz)	0,5 vm
AM(1MHz)	0.4 vm

$$E_t = \sqrt{(3.9)^2 + (0.5)^2 + (0.4)^2} = 3.95 Vm$$

Como se puede comprobar la contribución total al campo electromagnético en el emplazamiento bajo estudio, se debe al sistema más próximo (GSM-900) a pesar que los otros radian mucha mayor potencia.

Nota: Este ejemplo de cálculo no tiene nada que ver con las expresiones dadas en la Fase 2 para validar emplazamientos expuestos a múltiples señales radioeléctricas.

CAPÍTULO 5:

TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

A los efectos de lo dispuesto en el presente Reglamento, se entenderá por:

1. Condiciones Radioeléctricas Exigibles (CRE): Serán aquellas condiciones técnicas y de apantallamiento o protección que deban incluirse en las estaciones radioeléctricas a fin de que sus emisiones no perturben el normal funcionamiento de la estación a proteger.
2. Campo cercano: Zona del espacio en la proximidad de la antena transmisora. En esta zona los campos eléctricos y magnéticos varían considerablemente alrededor de la antena. Su relación es bastante compleja, por lo que el cálculo directo entre componentes no es posible.

En la región de campo cercano, se medirá cada una de las componentes del campo radiado, al no existir una relación sencilla entre ellas.

1. Campo lejano: Región alejada de la antena donde la distribución angular de los campos es independiente de la distancia. El campo electromagnético radiado tiene un carácter de onda plana y los campos eléctricos y magnéticos son ortogonales entre sí, relacionándose de forma sencilla a través de la impedancia del medio: $E = H \times Z_0$ donde $Z_0 = 120 \pi \Omega \approx 377 \Omega$

En la región de campo lejano sólo es necesario medir una de las componentes del campo electromagnético radiado. Si fuese necesario conocer la otra componente, se podrá realizar con ayuda de las siguientes expresiones:

$$a) E = H \times Z_0$$

$$b) H = E / Z_0$$

$$c) S = E \times H$$

2. Estación radioeléctrica: uno o más transmisores o receptores, o una combinación de ambos, incluyendo las instalaciones accesorias, o necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación o el servicio de radioastronomía.
3. Limitación a la propiedad para la protección radioeléctrica de instalaciones: la obligación de no hacer y de soportar de forma individualizada, que se impone a los titulares y propietarios de los terrenos o fincas cercanos a las estaciones o instalaciones objeto de la protección. La limitación a la propiedad, cuando efectivamente cause una privación singular, será indemnizable.
4. Servidumbre: la obligación de no hacer y de soportar con carácter individualizado, que conlleve o pueda conllevar la correspondiente indemnización.

5. Magnitudes físicas: La corriente de contacto (I_c) entre una persona y un objeto se expresa en amperios (A), la densidad de corriente (J), la intensidad de campo eléctrico, la intensidad de campo magnético, la densidad de flujo magnético, la densidad de potencia (S), la absorción específica de energía, y el índice de absorción específica de energía, que inciden en la exposición a las emisiones radioeléctricas.
6. El límite (R) entre Campo Cercano y Campo Lejano es función de la frecuencia. Desde el punto de vista de este Reglamento, a la hora de realizar las medidas, se hace la siguiente aproximación:
 - a. Si la zona a validar se encuentra a una distancia mayor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo lejano. $R > 3\lambda$
 - b. Si la zona a validar se encuentra a una distancia menor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo cercano. $R \leq 3\lambda$.



Campo Cercano Campo Lejano
 $R = 3\lambda$

A) Muestre radiante de onda media a la frecuencia de 1 MHz.
 $R = 3\lambda \Rightarrow R = 900m$.



7. La densidad de corriente (J): La corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de la corriente, en un conductor volumétrico, como puede ser el cuerpo humano o parte de éste, expresada en amperios por metro cuadrado (A/m²).
8. La intensidad de campo eléctrico (E): Una magnitud vectorial que corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa en voltios por metro (V/m).
9. La intensidad de campo magnético (H): Una magnitud vectorial que, junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m).
10. La densidad de flujo magnético o inducción magnética (B): Una magnitud vectorial que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1 \text{ A/m} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

11. La densidad de potencia (S): La magnitud utilizada para frecuencias muy altas, donde la profundidad de penetración en el cuerpo es baja. Es la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de la superficie, y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2) y se relaciona con los campos eléctricos y magnéticos a través de la siguiente relación: $S = E \times H$.
12. SA (specific energy absorption): La absorción específica de energía, es la energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico, expresada en julios por kilogramo (J/kg). En esta recomendación se utiliza para limitar los efectos no térmicos de la radiación de microondas pulsátil.
13. SAR (specific energy absorption rate): Índice de absorción específica de energía, es la potencia absorbida por unidad de masa de tejido corporal, cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, y se expresa en vatios por kilogramo (W/kg).
14. Restricciones básicas: Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocida y en consideraciones biológicas. Dependiendo de la frecuencia del campo, las magnitudes físicas empleadas para especificar estas restricciones son la inducción magnética (B), la densidad de corriente (J), el índice de absorción específica de energía (SAR) o la densidad de potencia (S). La inducción magnética y la densidad de potencia se pueden medir con facilidad en los individuos expuestos.
15. Niveles de referencia: Los niveles de referencia son los límites de exposición recogidos en el Capítulo 2 del Manual REM y CEM de este Reglamento. Algunos niveles de referencia se derivan de las restricciones básicas pertinentes utilizando mediciones o técnicas computarizadas, y algunos se refieren a la percepción y a los efectos adversos indirectos de la exposición a las emisiones radioeléctricas.
16. Niveles de decisión: Los niveles de decisión se sitúan 'X dB' por debajo de los niveles de referencia. Permiten tener en cuenta los errores e incertidumbres de las medidas. En cada fase de medida se explican los niveles de decisión empleados, denominados nivel de decisión de Fase 1 y nivel de decisión de Fase 2.

Para aquellos otros términos en relación con este Reglamento que no aparezcan en la lista anterior, se tomarán como definiciones válidas, las dadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT); la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos internacionales de los que la República de Guinea Ecuatorial forma parte.