

DIARIO OFICIAL

DE LA REPÚBLICA DE CHILE

Ministerio del Interior

I
SECCIÓN

LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 44.392

Jueves 5 de Marzo de 2026

Página 1 de 11

Normas Generales

CVE 2778120

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Superintendencia del Medio Ambiente

APRUEBA PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL LÍMITE DE EMISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA, DS N° 5 DE 2024, DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

(Resolución)

Núm. 431 exenta.- Santiago, 24 de febrero de 2026.

Vistos:

Lo dispuesto en el artículo segundo de la ley N° 20.417, que fija el texto de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, “LOSMA”); en el decreto con fuerza de ley N° 1/19.653, de 2000, del Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, “Ley N° 19.300”); en la Ley N° 19.880, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que, establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en el decreto con fuerza de ley N° 29, que fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.834 sobre Estatuto Administrativo; en el decreto con fuerza de ley N° 3, de 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, que Fija la Planta de la Superintendencia del Medio Ambiente; en el decreto supremo N° 70, de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que nombra a la Superintendente del Medio ambiente; en la resolución exenta RA 119123/98/2023, de 2023, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que nombra Jefe de la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente; en la resolución exenta RA 119123/73/2024, de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que nombra Fiscal de la Superintendencia del Medio Ambiente; el decreto supremo N° 5, de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece norma de emisión de radiación electromagnética asociada a equipos y redes de transmisión de servicios de telecomunicaciones; en la resolución exenta N° 1.338, de 2025, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que fija su organización interna y deja sin efecto resoluciones exentas que indica, modificada por la resolución exenta N° 2.668, de 2025, de la Superintendencia del Medio Ambiente; y la resolución exenta N° 36, de 2024, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón y sus modificaciones posteriores.

Considerando:

- Que, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante e indistintamente “SMA” o “Superintendencia”) fue creada para ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de todos aquellos otros instrumentos de gestión ambiental que establezca la ley, así como imponer sanciones en caso de que se constaten infracciones de su competencia.
- Que, la letra ñ) del artículo 3 de la LOSMA, establece que esta Superintendencia tiene como atribución impartir directrices técnicas de carácter general y obligatorio, definiendo los protocolos, procedimientos y métodos de análisis que los organismos fiscalizadores, las entidades acreditadas conforme a dicha ley y, en su caso, los sujetos de fiscalización deberán aplicar para el examen, control y medición del cumplimiento de las Normas de Emisión.
- Que, el decreto supremo N° 5, de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente, establece la norma de emisión de radiación electromagnética asociada a equipos y redes de transmisión de servicios de telecomunicaciones (en adelante, “DS N° 5/2024 MMA” o “norma de emisión electromagnética”), la

CVE 2778120

Director: Felipe Andrés Perotti Díaz
Sitio Web: [www.diarioficial.cl](#)

Mesa Central: 600 712 0001 E-mail: [consultas@diarioficial.cl](#)
Dirección: Dr. Torres Boonen N°511, Providencia, Santiago, Chile.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web [www.diarioficial.cl](#)

cual tiene por objeto controlar las emisiones de radiación electromagnética provenientes de equipos y redes de transmisión de servicios de telecomunicaciones para proteger la salud de las personas, estableciendo límites estrictos para todas las tecnologías asociadas a equipos y redes para la transmisión de servicios de telecomunicaciones.
4. Que, el artículo 5 del DS N° 5/2024 MMA establece la densidad de potencia máxima y límites para estaciones base o fijas, mientras que el artículo 6 de la norma, establece las condiciones de evaluación para las áreas de libre acceso y áreas sensibles de protección.
5. Que, el artículo 11 del DS N° 5/2024 MMA, señala que la SMA dictará los protocolos, procedimientos métodos y planes de medición y análisis para determinar el cumplimiento de la norma de emisión de ondas electromagnéticas, debiendo coordinarse para ello con la Subsecretaría de Telecomunicaciones (en adelante, "Subtel").
6. Que, el artículo 48 bis de la ley N° 19.300, establece que los actos administrativos que se dicten por los Ministerios o Servicios para la ejecución o implementación de normas de calidad, emisión y planes de prevención y/o descontaminación, deberán contar siempre con el informe previo del Ministerio del Medio Ambiente.
9. Que, mediante Ord. N° 2793, de fecha 23 de diciembre de 2025, de esta Superintendencia, se solicitó al Ministerio del Medio Ambiente, informe previo del artículo 48 bis de la ley N° 19.300, respecto del "Protocolo de medición para la determinación del cumplimiento del límite de emisión de la norma de radiación electromagnética".
10. Que, a través del oficio ordinario N° 00571/2026, de fecha 23 de enero de 2026, el Ministerio del Medio Ambiente emite informe previo del artículo 48 bis de la ley N° 19.300.
11. Que, por lo señalado, esta Superintendencia se encuentra en condiciones de aprobar el "Protocolo de Medición para la Determinación del Cumplimiento del Límite de Emisión de Radiación Electromagnética, DS N° 5 de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente", cuyo texto es el siguiente:

Resuelvo:

Primero. Apruébese el Protocolo de medición denominado "Protocolo de Medición para la Determinación del Cumplimiento del Límite de Emisión de Radiación Electromagnética, DS N° 5 de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente", cuyo texto íntegro se transcribe a continuación:

PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL LÍMITE DE EMISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA, DS N° 5 DE 2024, DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

1. INTRODUCCIÓN

El presente protocolo regula el procedimiento de medición para la evaluación del cumplimiento del DS N° 5 de 11 de enero de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Norma de Emisión de Radiación Electromagnética Asociada a Equipos y Redes de Transmisión de Servicios de Telecomunicaciones (en adelante, "DS N° 5/2024 MMA").
Para efectos de su elaboración, de acuerdo al artículo 11 del DS N° 5/2024 MMA, la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, "SMA" o "Superintendencia") ha trabajado coordinadamente con la Subsecretaría de Telecomunicaciones (en adelante, "Subtel" o "Subsecretaría"), considerando en el proceso la revisión de los procedimientos de medición establecidos en la regulación sectorial de Radiaciones Electromagnéticas, establecidas en la resolución exenta N° 3.103, de 12 de junio de 2012, de Subtel (en adelante, Res. Ex. N° 3.103/2012 Subtel) además de normas y estándares internacionales para la medición de radiación electromagnética relacionados con telecomunicaciones.
De acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del DS N° 5/2024 MMA, la densidad de potencia máxima para las áreas en evaluación de estaciones base o fijas, según bandas de frecuencia, son las siguientes:

Tabla 1 – Límites Máximos de Exposición según el DS N° 5/2024 MMA

Table with 3 columns: Áreas, Densidad de Potencia S (µW/cm²), and sub-columns for frequency bands: Para bandas de frecuencias entre 9 kHz – 2.700 MHz and Para bandas de frecuencias entre 2.700 MHz – 300 GHz. Rows include Área de Libre Acceso (S_LA) and Área Sensible de Protección (S_AS).

Cuando tecnologías de quinta generación o superior se ubiquen en bandas de frecuencia menor a 2.700 MHz, la densidad de potencia máxima en Áreas de Libre Acceso será de 100 µW/cm² y en Áreas Sensibles de Protección será de 5,8 µW/cm².

La densidad de potencia máxima, para las Áreas de Libre Acceso o Áreas Sensibles de Protección, generada por estaciones base o fijas no podrán superar los siguientes límites:

- a. Límite Área de Libre acceso (L_LA): Corresponderá a la diferencia resultante entre la densidad de potencia máxima para Área de Libre Acceso (S_LA) y la Medición de densidad de potencia de contribución de terceros (S_ct), generada dentro de las mismas bandas de frecuencias indicadas en la Tabla 1, según se especifica en la siguiente expresión:

L_LA = S_LA - S_ct

- b. Límite Áreas Sensibles de Protección (L_AS): Corresponderá a la diferencia resultante entre la densidad de potencia máxima para Área Sensible de Protección (S_AS) y la medición de densidad de potencia de contribución de terceros (S_ct), generada dentro de las mismas bandas de frecuencias indicadas en la Tabla 1, según se especifica en la siguiente expresión.

L_AS = S_AS - S_ct

2. OBJETIVO

El objetivo del presente protocolo es establecer el procedimiento técnico de medición a partir del cual se determinará el cumplimiento de las exigencias de la Norma de Emisión de Radiación Electromagnética asociada a equipos y redes de transmisión de servicios de telecomunicaciones. De este modo, se da cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 11 del DS N° 5/2024 MMA.

3. ALCANCE

El Procedimiento establece: (i) los criterios para determinar el universo de fuentes que requieren mediciones; (ii) las áreas físicas donde deben realizarse dichas mediciones; (iii) los criterios para ubicar específicamente los puntos de medición; (iv) las definiciones de las regiones de campo; y, (v) las magnitudes que se deben medir.

En lo estrictamente relacionado con las mediciones, se establece el procedimiento para su realización en el ámbito del reporte anual que deben efectuar los regulados, según se establece en el artículo 13 de la normativa, en el marco de las recepciones de obra que efectúa la Subsecretaría de Telecomunicaciones sobre infraestructura regulada por el DS N° 5/2024 MMA, y en la atención de denuncias que puedan ser recibidas en el ámbito de aplicación de la normativa ambiental.

El protocolo podrá ser aplicado por fiscalizadores y fiscalizadoras de la SMA y de la Subtel, así como también por empresas prestadoras de servicios de medición y certificación de densidad de potencia en el marco de la resolución exenta N° 3.132, del 12 de junio de 2012, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que establece el registro de empresas prestadoras de servicios de medición y certificación de densidad de potencia, aplicables a instalaciones, de servicios de telecomunicaciones que generen ondas electromagnéticas. Asimismo, el procedimiento de medición establecido en este protocolo podrá ser aplicado por Entidades Técnicas reguladas por la Ley Orgánica de la SMA.

Finalmente, el Procedimiento también se refiere a las características de los equipos e instrumentos para realizar las mediciones, como así también a la información o datos que deben reportarse y administrarse en el Sistema de Transferencia de Información administrado por la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

4. DEFINICIONES

Para dar cumplimiento al presente protocolo, además de las definiciones señaladas en el DS N° 5/2024 MMA, se entenderá por:

- a) Campo lejano: Región donde la energía se irradia eficientemente y los campos se comportan como ondas planas, con un patrón de radiación estable.
- b) Densidad de potencia medida total (S_mt): Corresponde a la medición de la emisión generada por todas las fuentes que se perciben desde el punto de medición, para efectos de evaluar la condición según mediciones de contribuciones totales en rangos regulados.
- c) Frontera del Dominio de Evaluación (ADB o Assesment Domain Boundary): Frontera que delimita el área que rodea la antena del equipo evaluado, fuera de la cual no es necesario realizar mediciones. El ADB determina el área máxima de medición posible dentro de la cual la fuente objeto de estudio se considera relevante.
- d) IMT: La banda de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés) corresponde a sistemas de banda ancha móviles definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones para tecnologías como 3G, 4G y 5G. Es un término genérico para referirse a diferentes generaciones de tecnologías móviles.

- e)

Potencia Irradiada Isotrópica Equivalente (PIRE): Producto de la potencia de entrada de radiofrecuencia en una antena y la ganancia absoluta de la antena en una dirección dada con respecto a un radiador isótropo.
- f)

Región de Campo Cercano: Área adyacente a una fuente radiante, en la cual los campos no tienen la forma de una onda plana, pudiéndose distinguir dos subregiones: campo cercano reactivo, el cual posee la mayoría de la energía almacenada por el campo, y campo cercano de radiación, el cual es fundamentalmente radiante. La presencia de campo reactivo hace que el campo electromagnético no tenga la distribución de una onda plana, sino distribuciones más complejas.
- g)

Región de Campo Lejano: Área distante a una fuente radiante donde la distribución angular del campo electromagnético es esencialmente independiente de la distancia con respecto de la antena y su comportamiento es predominantemente del tipo de onda plana.
- h)

Sistema de Transferencia de Información (STI): Sistema de la Subsecretaría de Telecomunicaciones que aloja la información técnica básica sobre los parámetros y características de las fuentes radiantes (georreferenciación, medición, empresa responsable de la medición, distancia desde el punto de medición a la fuente radiante, entre otros).
- i)

Antena Multibanda: Antena con capacidad de radiar en forma efectiva y eficiente en más de una banda. En particular, para los servicios móviles es posible emplearla en diversidad de bandas de servicios IMT.
- j)

Antena Monobanda: Antena que se emplea únicamente para una porción específica del espectro y que se usa para la operación de un concesionario IMT.

4.1. Acrónimos

- a)

ASP. Área sensible de protección.
- b)

ADB. Frontera del Dominio de Evaluación (Assesment Domain Boundary).
- c)

IMT. Banda de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (International Mobile Telecommunications).
- d)

PIRE. Potencia Irradiada Isotrópica Equivalente.
- e)

ER. Relación de Exposición.
- f)

TER. Relación de Exposición Total.
- g)

SID. Sistema Integrado de Datos.
- h)

UE. Equipo o terminal de usuario.
- i)

RMS. Valor cuadrático medio.
- j)

mMIMO. Massive Multiple Inputs Multiple Outputs.

5. RESPONSABILIDADES

El encargado de la medición, según los alcances definidos en el punto 3, tendrá la responsabilidad de verificar que el instrumental de medición cumpla con los requisitos técnicos definidos en el presente protocolo, de manera previa a la realización de las mediciones. Adicionalmente, deberá velar por el cumplimiento del procedimiento de medición y registrar todos los antecedentes requeridos, para efectos de facilitar la identificación de los factores que afecten al resultado y asegurar su trazabilidad.

6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

6.1. Equipos para medición de contribución total en rangos regulados por la norma.

Tabla 2 – Resumen de características de los equipos para medición en bandas reguladas por la Norma de Emisión

Parámetro	Requerimientos
Respuesta de Frecuencia ^a	• ±1,5 dB (dentro del rango de 600 MHz a 30 GHz) • ±3 dB (para las frecuencias medidas <600 MHz y >30 GHz)
Nivel de detección más bajo ^b	• 17 dB por debajo del valor mínimo especificado en los límites de exposición aplicables o la normativa en el rango de frecuencia que cubre la fuente que se mide y las fuentes ambientales
Rango dinámico	> 25 dB
Linealidad	± 1,5 dB
Isotropía de la sonda ^c	< 2,5 dB para una sonda isótropa
^a El conjunto del equipamiento (analizador, sondas y antenas) debe permitir medir en bandas reguladas por la normativa descartando aquellos rangos de frecuencia que no forman parte de las fuentes reguladas.	

- b Esto permite determinar las contribuciones de las fuentes relevantes (es decir, un rango de 13 dB considerando una Razón de Exposición de 5%), incluyendo un margen de 4 dB correspondiente a la incertidumbre objetivo. Esto corresponde a una densidad de potencia de 4 µW cm⁻², considerando los límites de exposición del público general establecidos en ICNIRP-2020, ICNIRP-1998 o la norma IEEE C95.1-2019.
- c Se recomiendan sondas y antenas de medición con respuesta isótropa. Se permiten antenas de medición uniaxiales (p. ej., dipolos) y direccionales, siempre que las mediciones se procesen posteriormente para obtener la intensidad total del campo de radio frecuencias (equivalente a una medición con una sonda o antena de medición isótropa).

Otras características:

- El instrumento debe presentar el valor RMS (valor cuadrático medio) de la intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia según corresponda.
- En caso de que no se pueda cumplir con el valor mínimo de detección y el resultado de la medición corresponda al valor máximo que es capaz de medir el instrumento dado su rango dinámico y este valor sea inferior al límite más restrictivo de la banda de medición indicado en la Tabla 1, se deberá realizar mediciones de banda selectiva.

6.2. Equipos para medición en banda selectiva

Tabla 3 – Resumen de características de los equipos para medición en Banda Selectiva

Parámetro	Requerimientos
Respuesta de Frecuencia ^a	±1,5 dB (dentro del rango de 600 MHz a 30 GHz) ±3 dB (para las frecuencias medidas <600 MHz y >30 GHz)
Nivel de detección más bajo ^b	44 dB por debajo del valor mínimo especificado en los límites de exposición aplicables o la normativa en el rango de frecuencia que cubre la fuente que se mide y las fuentes ambientales - Relación señal-ruido de al menos 10 dB en el ancho de banda de medición
Rango dinámico	> 60 dB
Linealidad	± 1,5 dB
Isotropía de la sonda ^c	< 2,5 dB (< 900 MHz) < 3 dB (entre 900 MHz y 3 GHz) < 5 dB (> 3 GHz)
^a El conjunto del equipamiento (analizador, sondas y antenas) debe permitir medir en bandas reguladas por la normativa descartando aquellos rangos de frecuencia que no forman parte de las fuentes reguladas.	
^b Esto permite determinar las contribuciones de las fuentes de interés (es decir, un rango de 40 dB considerando una Razón de Exposición de 0,01%), incluyendo un margen de 4 dB correspondiente a la incertidumbre objetivo. Esto corresponde a una densidad de potencia de 0,008 µW cm⁻², considerando los límites de exposición del público general de ICNIRP-2020, ICNIRP-1998 o la norma IEEE C95.1-2019.	
^c Se recomiendan sondas y antenas de medición con respuesta isótropa. Se permiten antenas de medición uniaxiales (p. ej., dipolos) y direccionales, siempre que las mediciones se procesen posteriormente para obtener la intensidad total del campo de radio frecuencias (equivalente a una medición con una sonda o antena de medición isótropa).	

Otras características:

- El instrumento debe presentar el valor RMS (valor cuadrático medio) de densidad de potencia medida.
- Para el caso de mediciones de campos electromagnéticos donde se requiera evaluar la contribución de estaciones del servicio de telecomunicaciones móviles en bandas IMT deberá contarse con equipos que sean capaces de medir o calcular el nivel total de campo electromagnético a máximo tráfico en las bandas de frecuencias usadas para estos servicios, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la guía del apéndice II de la recomendación UITT K.100 o en el Anexo E del estándar IEC 62232:2022.

7. PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA MEDICIÓN

7.1. Universo de evaluación

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 del DS N° 5/2024 MMA: “Las mediciones se harán, al menos una vez al año, sobre el total de fuentes en operación, además de actualizar las mediciones correspondientes a las nuevas antenas instaladas en el periodo”. Para cubrir el total de fuentes en operación se deberá tomar en consideración los siguientes elementos.

7.1.1. Fuentes reguladas por la norma que requieren acompañar mediciones

7.1.1.1. Criticidad y representatividad

Anualmente, los regulados deberán realizar mediciones para todas aquellas fuentes cuyas mediciones más recientes y con una antigüedad no mayor a 10 años cuando cumplan una de las siguientes condiciones:

- La Densidad de Potencia (S) individual sea mayor o igual al 75% del límite máximo de exposición que le corresponda de acuerdo con la Tabla 1 y a su tecnología.
La Densidad de Potencia de Contribución de Terceros (SCT) sea mayor o igual al 75% de LLA o LAS según corresponda de acuerdo con la Tabla 1 y a su tecnología.

Sin perjuicio de lo anterior, la SMA podrá solicitar mediciones puntuales a fuentes específicas, o autorizar la realización de mediciones sólo para una muestra estadísticamente representativa de aquellas fuentes que estén sobre el límite antes señalado o de aquellas fuentes para las que, a juicio de la SMA, no se cuente con información suficiente o confiable respecto de su impacto en áreas de libre acceso, ASP, cuando los datos registrados no presenten coherencia histórica, o no presenten coherencia de acuerdo a lo informado por otros operadores, o cuando el procedimiento de medición empleado no corresponda exactamente al indicado en este protocolo, entre otras consideraciones.

7.1.1.2. Áreas Sensibles de Protección

Sin perjuicio del criterio de criticidad antes establecido, en el caso de estaciones cuyo sistema irradiante se encuentre a menos de una distancia de 4 veces la altura de la torre de cualquier ASP, anualmente siempre deberá incluirse a lo menos un punto de medición en los deslindes del recinto correspondiente.

7.1.2. Fuentes reguladas por la normativa que no requieren acompañar mediciones

Las fuentes reguladas por el DS N° 5/2024 MMA, señaladas en su artículo 3, que, por sus características de construcción, condiciones típicas de instalación y operación cumplen los límites máximos de emisión, no requerirán que se les efectúe mediciones. Lo anterior no obsta a que, tal como se indica en el acápite sobre la información a reportar, deberán siempre estar incluidas en la información que debe entregarse periódicamente a través del sistema que en dicho capítulo se indica.

Las características de estas fuentes son las siguientes:

- Fuentes con PIRE máxima de 2 W.
Fuentes cuya potencia de radiación total es de 100 mW o menos, y emplean antenas de microondas de muy pequeña apertura o de ondas milimétricas.
Fuentes usadas en enlaces de microondas o de transmisión satelital, las cuales por sus escenarios típicos de instalación deben tener una línea de vista física y radioeléctrica entre transmisión y recepción, por lo cual generalmente no dan lugar a que haya exposición de campos electromagnéticos en zonas de acceso a las personas. Sin embargo, la SMA podrá solicitar la evaluación del cumplimiento de los límites en el caso en que para las estaciones de enlaces microondas o satelitales se identifiquen en el entorno ASP.
Fuentes de servicios móviles convencionales, con frecuencia de funcionamiento de 130 MHz a 508 MHz, con PIRE menor o igual a 200 W y altura del sistema radiante (tomado desde el nivel del suelo del público en general hasta la parte media del arreglo) mayor a 5 metros.
Fuentes correspondientes a sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), que usan libremente el espectro radioeléctrico.

7.2. Área de evaluación

El área de evaluación corresponderá a las áreas donde las personas puedan transitar libremente, tales como calles, veredas, plazas, entre otros. Por su parte, en el caso de las Áreas Sensibles de Protección, se deberá medir según lo indicado en el punto 7.1.4. anterior, procurando que la medición se efectúe desde la cara más expuesta a la fuente en evaluación, siempre que las condiciones del entorno lo permitan.

7.3. Fase preliminar

Para el inicio de las actividades de medición en una estación base, se requiere tener la información técnica básica sobre los parámetros y características de las fuentes radiantes que la componen, información que también formará parte del Sistema de Transferencia de Información (STI) según se detalla más adelante.

7.3.1. Ubicación de los puntos de medición

Se deberá ubicar al menos 1 o 2 puntos de medición distribuidos en la dirección de la propagación de la antena, en dirección del acimut estimado de radiación, lo anterior, en la medida que las condiciones espaciales del lugar de medición así lo permitan. En el caso de obtener mediciones mayores a los límites normativos, se deberán efectuar mediciones adicionales por sector. Adicionalmente, si se detecta cumplimiento en los puntos antes mencionados, no será necesario medir a mayores distancias. Se debe buscar que en los puntos de medición a una altura de 1.5 metros exista visibilidad con los sistemas irradiantes de la estación radioeléctrica objeto de la medición.

7.3.2. Definición de las magnitudes que se deben medir

Con base en los lineamientos de la Norma de Emisión y considerando los lineamientos de ICNIRP 2020, en la Tabla 4 siguiente se indican las magnitudes físicas que se deben medir en las diferentes bandas y en los diferentes tipos de medición para demostrar el cumplimiento de los límites de exposición a los campos electromagnéticos.

Tabla 4 - Especificaciones sobre magnitudes físicas para diferentes tipos de medición y bandas para validar el cumplimiento de los límites

Table with 3 columns: Frecuencia, Mediciones de contribuciones totales en rangos regulados, and Mediciones en banda selectiva. It details measurement requirements for frequency ranges 9 kHz - 2 GHz and 2 GHz - 300 GHz.

1 Si bien, el rango regulado en la normativa inicia en 9 kHz, las mediciones deberán efectuarse desde la frecuencia más baja autorizada por Subtel para las tecnologías que se consideran fuente emisora según el Artículo 3 del DS N° 5 de 2024 del MMA.

7.3.3. Otros aspectos para considerar

- a. Las mediciones sólo podrán realizarse en horario hábil y excepcionalmente fuera de este, cuando las condiciones, ya sea por ubicación o temporada del año, lo requiera.
- b. Si cualquier medición resulta mayor al 75% del valor límite establecido en la norma, entonces deberá repetirse en el período cargado.
- c. En el caso de que la estación objeto de evaluación se utilice para prestar servicios IMT y tenga implementado un sistema de antenas con haces dinámicos (mMIMO) es necesario contar con por lo menos un equipo de usuario (UE) que se comunique con la estación para que ésta genere tráfico (Downlink).
- d. Para las estaciones en las que la potencia corresponda a un parámetro técnico esencial autorizado, se debe asegurar que en el momento de la medición la estación opere con ese valor de potencia dentro de la tolerancia permitida.

7.4. Mediciones de contribuciones totales en rangos regulados

Este procedimiento se utiliza para poder obtener el valor de densidad de potencia medida total (S_{mt}) del campo electromagnético, incluyendo la contribución de todas las fuentes reguladas que incidan en el sitio de medición. Para la realización de estas mediciones es necesario atenderse a las siguientes instrucciones:

- a. La medición en cada punto se deberá hacer con la sonda a una altura de 1,5 metros sobre el nivel del piso donde se encuentren las zonas de accesibilidad.
- b. Se debe alejar la sonda de medición a una distancia de por lo menos 3 veces su longitud respecto a superficies metálicas para evitar efectos de acoplamiento que puedan distorsionar la lectura del equipo, la medición en cada punto deberá realizarse sin perturbaciones. Con este fin el equipo debe montarse sobre un soporte no conductor

- y cualquier posible accesorio metálico deberá estar suficientemente alejado de la sonda.
- c. Se deberá tomar todas las medidas necesarias para que ninguna persona ni ningún objeto en movimiento se acerque al equipo durante la medición.
 - d. El personal que realiza la medición deberá ubicarse a una distancia mínima de 2 metros de la sonda, acercándose a esta solo para iniciar las mediciones y para la visualización o registro de éstas una vez que haya concluido el periodo de tiempo de promediación.
 - e. La configuración del equipo de medición deberá permitir filtrar aquellas señales que se encuentran en rangos de frecuencia no regulados por la normativa.
 - f. En cada punto se debe realizar la medición durante un tiempo de seis (6) minutos y registrar el valor RMS durante este tiempo.
 - g. Si la estación objeto de evaluación se utiliza para prestar servicios IMT y cuenta con un sistema de antenas con haces dinámicos (mMIMO) se utilizará un equipo de usuario (UE) que se comuniquen con la estación para que esta genere tráfico en la dirección del enlace descendente (downlink) de modo que los haces de servicio de la estación base estén dirigidos a la ubicación del punto de medición, para lo cual se debe mantener una separación, idealmente de 5 metros, pero no menor a 1.5 m entre el UE y la sonda de medición. En caso de no ser posible garantizar esta distancia entre el UE y el instrumento de medición, se debe colocar un material absorbente entre ambos elementos para reducir el impacto de la emisión del UE (dirección uplink) sobre la sonda de medición. Estos dos elementos deberán estar ubicados aproximadamente a la misma altura y en la misma proyección de línea hacia el arreglo de antenas.
 - h. Se debe propender contar con un perfil alto de carga de la estación para lo cual se debe originar una transmisión con un flujo continuo de datos de alta velocidad binaria (p. ej., transferencia de enlace descendente UDP o Protocolo de Datagramas de Usuario) en la dirección de enlace descendente (downlink) hacia el UE; para el efecto se podrán usar herramientas tales como Iperf o utilizar un UE configurado para pruebas de ingeniería con scripts de generación de tráfico de la celda. En algunos casos puede ser necesario que se requiera hacer uso de varios UE para generar las condiciones de alto tráfico, esto dependerá principalmente de la configuración para el manejo de tráfico de la estación. En esta condición deberá procurarse la disposición espacial de los diferentes UE para que los haces incidan sobre la sonda de medición.

La estación será declarada conforme cuando los valores de densidad de potencia total obtenidos en todas las mediciones se mantengan dentro de los límites permitidos para la zona de exposición correspondiente, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1 y las magnitudes indicadas en la Tabla 4. Para este efecto se deberá tener en cuenta:

- a. Si se excede el valor límite de la magnitud correspondiente en uno o varios de los puntos de medición, es necesario llevar a cabo mediciones de banda selectiva en esos mismos puntos.
- b. Si el resultado de la medición corresponde al valor máximo que es capaz de medir el instrumento dado su rango dinámico y este valor es inferior al límite más restrictivo de la banda de medición indicado en la Tabla 1, también se deberá realizar mediciones en banda selectiva.

7.5. Mediciones en banda selectiva

La medición de densidad de potencia en banda selectiva es más precisa y permite conocer la contribución individual de cada estación (densidad de potencia medida, S_m) cuyos campos electromagnéticos incidan en el punto de medición. Las mediciones en banda selectiva pueden llevarse a cabo para demostrar la conformidad de la estación sin haber realizado las mediciones en bandas totales reguladas; si estas últimas sí se efectuaron y los resultados indican que se exceden los límites en por lo menos uno de los puntos se debe realizar mediciones en banda selectiva exactamente en aquellos puntos en donde se superaron los niveles límites. Se deben usar equipos que cumplan con las características indicadas en el acápite sobre “Equipos de medición de Banda Selectiva”. Para efectuar las mediciones se deben seguir las siguientes instrucciones:

- a. Ubicar la sonda de medición o la antena a una altura de 1.5 metros en los puntos en los que el resultado de la medición en banda totales reguladas indique que se excede el límite de la magnitud correspondiente. En caso de que no se haya hecho medición de banda totales reguladas, las mediciones deben ser hechas en los puntos

- seleccionados con los criterios indicados en el acápite sobre “Ubicación de los Puntos de Medición”.
- b. La distancia mínima entre la sonda o antena de medición y cualquier obstáculo (por ejemplo, una pared o una elevación del terreno) en la dirección de la antena de la estación objeto de evaluación debe ser de al menos 1λ , es decir es la longitud de onda en metros calculada como ya se expresó previamente en función de la velocidad de la luz en el espacio libre y la frecuencia de operación en Hz.
- c. Se deberá tomar todas las precauciones necesarias para que ninguna persona ni ningún objeto en movimiento se acerque al equipo durante la medición.
- d. El personal que realiza la medición deberá ubicarse a una distancia mínima de 2 metros de la sonda o antena de medición, acercándose sólo para iniciar las mediciones y para la visualización o registro de éstas una vez haya concluido el periodo de tiempo de promediación.
- e. Configurar adecuadamente el instrumento de medición en banda selectiva para que promedie durante 6 minutos y registre la magnitud correspondiente de cada una de las emisiones que se capten en el punto, tanto aquella correspondiente a la fuente bajo estudio (S_m), como la densidad de potencia de contribución de terceros presente en el punto de medición (S_{ct}). Para este efecto se deben registrar las emisiones provenientes de la estación objeto de evaluación. En la configuración del equipo se deberá tener en cuenta el margen dinámico del instrumento para que pueda medir adecuadamente las emisiones particularmente ante la existencia de niveles de campos muy altos.
- f. En caso de que en las mediciones no se utilice antena isotrópica sino antenas direccionales con respuesta de un solo eje se deberán llevar a cabo mediciones secuenciales en cada uno de los tres planos (x, y, z), luego de lo cual se deberá calcular el valor resultante para cada emisión mediante la siguiente expresión:

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

- g. Para el registro y procesamiento de las emisiones y para la extrapolación de la potencia máxima de estaciones IMT de acuerdo con la tecnología con la que operen se deberá usar la guía del Apéndice II de la Recomendación UIT-T K.100 o la del Anexo E del estándar IEC 62232:2022. Este paso no será necesario si la estación cuenta con un sistema de antenas con haces dinámicos (mMIMO) y se sigue el procedimiento de medición con generación de alta carga que se indica al final de esta sección.
- h. Para cada una de las emisiones medidas se debe calcular la respectiva Relación de Exposición (ER) y posteriormente a partir de la sumatoria de estas obtener la Relación de Exposición Total (TER). Se deben usar las magnitudes específicas para cada banda de frecuencias de acuerdo con los valores de la Tabla 1 para evaluar el cumplimiento de los límites ante exposición a múltiples fuentes.

Si la estación objeto de evaluación se utiliza para prestar servicios IMT y cuenta con un sistema de antenas con haces dinámicos (AAS, massiveMIMO) la ER de dicha estación se obtiene haciendo que ésta genere tráfico (downlink) a partir de uno (o varios) UE, tal como se indicó en el procedimiento de mediciones en banda totales reguladas. Además de las instrucciones anteriormente mencionadas para la medición en banda selectiva se debe:

- a. Identificar la frecuencia central de la portadora.
- b. Identificar el ancho de banda del canal aplicable.
- c. Configurar el analizador de espectro para medir la portadora completa; si las mediciones se realizan en una sub-banda del ancho de banda del canal, se debe aplicar una escala. La medición en una sub-banda podría ser necesaria si el UE no puede soportar la operación de banda ancha. En otros casos, las medidas de sub-banda permiten superar posibles limitaciones en el analizador de espectro.
- d. Medir la potencia del canal utilizando el analizador de espectro: establezca los marcadores de canal a cada lado de la portadora de la estación base.
- e. Para el escenario de alta carga de la estación base con dirección del enlace descendente (downlink), es poco probable que la señal de alto nivel permanezca estable durante todo el periodo de tiempo de promediación de 6 min.
- f. Registrar el valor de la señal recibida promediada en el tiempo y cualquier otra característica de medición relevante.

Finalmente, si la densidad de potencia medida (S_m) obtenida es menor a los límites calculados según el numeral 2 del artículo 5, del DS N° 5, de 2024, del MMA, la estación objeto de evaluación puede ser declarada conforme. En caso contrario, el titular deberá aplicar medidas de mitigación y realizar nuevas mediciones para verificar el cumplimiento normativo.

8. RESULTADOS

8.1. Información y modo de reportar

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 del DS N° 5, de 2024, del MMA: "En julio de cada año, el titular de la fuente emisora deberá reportar los resultados obtenidos en las mediciones de densidad de potencia (en µW/cm2) a la Superintendencia del Medio Ambiente, por medio del sistema y procedimientos que ésta determine".
El reporte indicado en el párrafo anterior deberá ser efectuado por los regulados mediante el Sistema de Transferencia de Información (STI) de la Subsecretaría de Telecomunicaciones¹, creado mediante la resolución exenta N° 2.099, de 2016, de Subtel, para el seguimiento de la resolución exenta N° 3.103, de 2012, de Subtel, o aquel que lo reemplace.
Las empresas deberán mantener actualizado el catastro de fuentes emisoras reguladas de todas sus fuentes en operación incorporando a lo menos la información que se detallará más adelante.

8.2. Campos mínimos requeridos a reportar

Los campos mínimos requeridos para reportar serán los especificados en el Anexo N° 7 de la resolución exenta N° 2.099, de 2016, Subtel, o aquella que la reemplace, denominado "Solicitud de información sobre mediciones de densidad de potencia de antenas de servicios de telecomunicaciones"². Dentro de la información mínima a considerar se encuentran las mediciones de densidad de potencia en bandas totales reguladas o bandas selectivas, según corresponda, Identificación del emplazamiento, registro de mediciones, emplazamiento y mediciones en lugar sensible, el detalle de los campos a informar es el indicado en el anexo N° 7 mencionado.

8.3. Evaluación de los resultados con límites normativos

Se entenderá que existe cumplimiento normativo cuando las fuentes emisoras cumplan con los criterios establecidos en el punto 7.1.3, las que acreditan cumplimiento por medio de características técnicas de la fuente, así como también cumpliendo con los criterios establecidos en los puntos 7.4 sobre mediciones de densidad de potencia de contribuciones totales en rangos regulados y 7.5, sobre mediciones de densidad de potencia en banda selectiva.
Por otra parte, cuando se acredite que las mediciones de contribuciones totales en bandas reguladas, o la medición de densidad de potencia de terceros resulte en un valor mayor a los límites establecidos por la normativa (ver tabla 1), según lo establecido en el artículo 8 del DS N° 5, de 2024, del MMA, la Subsecretaría de Telecomunicaciones podrá declarar zona saturada por sistemas radiantes, y elaborar su respectivo plan de mitigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7, de la ley N° 18.168, Ley General de Telecomunicaciones."

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. Decreto supremo N° 5, de 2024, del Ministerio del Medio Ambiente, Norma de Emisión de Radiación Electromagnética asociada a equipos y redes de transmisión de servicios de telecomunicaciones.
2. Resolución exenta N° 3.103, del 12 de junio de 2012, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que modifica resolución exenta N° 403, de 2008, Norma Técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones y equipos que indica, de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas, fijando texto refundido de la misma.

¹ Acceso al sistema en el siguiente enlace: https://sti.subtel.cl/sti/jsp/login.jsp
² Documentación disponible en el enlace: https://www.subtel.gob.cl/images/stories/apoyo_articulos/normativa_ley_de_torres/STI_Anexo_7_actualizado.pdf

- 3. Resolución exenta N° 2.099, del 12 de septiembre de 2016, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que modifica resolución exenta N° 159, de 2006, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que crea el Sistema de Transferencia de Información de telecomunicaciones y fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la misma y sus anexos.
4. Resolución exenta N° 3.132, del 12 de junio de 2012, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, que establece el registro de empresas prestadoras de servicios de medición y certificación de densidad de potencia, aplicables a instalaciones, de servicios de telecomunicaciones que generen ondas electromagnéticas
5. IEC 62232, edition 3.0 de 2022, Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of base stations for the purpose of evaluating human exposure.
6. IEC Technical Report 62669 Edition 2.0 2019-04, Case studies supporting IEC 62232 - Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure.
7. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Published in: Health Phys 118(5): 483-524; 2020.
8. ITU-T K.100 (08/2024). Measurement of radio frequency electromagnetic fields to determine compliance with human exposure limits when a base station is put into operation."

Segundo: Remítase copia del presente Protocolo a la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Tercero: Publíquese la presente resolución en el Diario Oficial de la República de Chile.

Cuarto: Publicidad. El texto del Protocolo aprobado por la presente resolución, será archivado en la Oficina de Partes de la SMA, y además, estará accesible al público en la página del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) en el siguiente link: https://snifa.sma.gob.cl/, sin perjuicio de su publicación en el Diario Oficial.

Cuarto: Entrada en vigencia. La presente resolución entrará en vigencia desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial, sin perjuicio de los plazos de entrada en vigencia del DS N° 5/2024 MMA.

Anótese, publíquese en el Diario Oficial, dese cumplimiento y archívese.- Marie Claude Plumer Bodin, Superintendente del Medio Ambiente.