

METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Las mediciones de radiación electromagnética se dividen en mediciones en banda ancha y en banda angosta.

Mediciones en banda ancha

Para éstas se utiliza un instrumento de medición en banda ancha de campos electromagnéticos que registra de manera ponderada el espectro en un amplio rango de frecuencias. Generalmente las unidades en las que se expresa el resultado son V/m y A/m aunque es posible expresarlos de la forma W/m^2 , este resultado se expresa en términos de valores máximo, promedio y promedio de los máximos.

Mediciones en banda angosta

Se utiliza un sistema de monitoreo de espectro que opera en el intervalo de frecuencia deseado, registrando de manera independiente cada una de sus componentes y midiendo el valor de campo eléctrico, permitiendo realizar una comparación con los valores determinados en la tabla 2.

1. Evaluación preliminar de la estación

Para el inicio de las actividades de medición, se recopilan tanto los datos de ubicación de la estación (coordenadas geográficas con su *datum* de referencia, características del entorno, cálculo de frontera de campo cercano, cálculo de frontera de zona ocupacional) como la información técnica del transmisor de la estación de interés (potencia de transmisión, frecuencia de operación, ancho de banda, tipo de modulación) y la antena (modelo, tipo, ganancia, patrón de radiación, altura de ubicación sobre el nivel del suelo, acimut, *tilt*, polarización) y se diligencia un formato como el de la tabla 1.

DATOS DEL TITULAR	
Nombre del Titular	
Dirección del Titular	
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	
Clase de Sistema o Servicio	
ESPECTRO RADIOELECTRICO	
Banda de frecuencia (MHz).	
Tipo de modulación y anchura de banda	
DATOS DE LA FUENTE RADIANTE	
Dirección y Coordenadas Geográficas.	
Tipo de elemento radiante (antena) (fabricante, modelo)	
Altura de la torre	
Altura, acimut e inclinación de antena	
Especificaciones Técnicas de la antena: Patrón de radiación Horizontal y Vertical de la antena, Ganancia de la antena, etc.	
PIRE (W)	

Tabla 1. Información básica solicitada

Con estos datos, se realizan cálculos preliminares de la densidad de potencia y distancias mínimas desde la antena considerada para los límites de exposición.

2. Selección del valor límite de referencia

Seleccionar el valor límite de campo eléctrico o magnético permite confrontar el valor medido tanto en banda ancha como en banda angosta con su valor máximo permitido. La selección del valor límite depende del rango de frecuencia en el cual opere el transmisor de la estación bajo estudio. En la medición de banda ancha, cuando se cubran frecuencias con diferentes límites de nivel de exposición, se ha de trabajar con el límite más restrictivo. En mediciones en banda angosta en cada rango de frecuencias se utilizará el límite respectivo.

3. Regiones de campo cercano y campo lejano

3.1. Mediciones en la región de campo cercano.

En la región de campo cercano la relación entre las componentes de los campos eléctrico (E) y magnético (H) es generalmente desconocida. Por ello, en todos los casos, se realiza la medición de dichos campos en forma separada, debiendo cada uno de ellos cumplir con los límites establecidos por la Tabla 2.

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m ²)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	–	2×10^5	–
	1-8 Hz	20 000	$2 \times 10^5/f^2$	–
	8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	–
	0,025-0,82 kHz	$500/f$	$20/f$	–
	0,82-65 kHz	610	24,4	–
	0,065-1 MHz	610	$1,6/f$	–
	1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	–
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$
	2-300 GHz	137	0,36	50
Público en general	Hasta 1 Hz	–	2×10^4	–
	1-8 Hz	10 000	$2 \times 10^4/f^2$	–
	8-25 Hz	10 000	$5000/f$	–
	0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	–
	0,8-3 kHz	$250/f$	5	–
	3-150 kHz	87	5	–
	0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	–
	1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
	2-300 GHz	61	0,16	10

Tabla 2. Niveles de referencia para exposición ocupacional y poblacional a campos eléctricos y magnéticos REC. UIT-T K.52

La frontera de la zona de campo cercano se calcula para cada una de las antenas existentes en el sitio de evaluación y en caso de que todas estén en la misma ubicación, se considerará la región de campo cercano más grande.

3.2. Mediciones en la región de campo lejano.

En esta región es posible determinar la densidad de potencia equivalente de onda plana S , a partir de la medición de un único campo eléctrico (E) o magnético (H), para su posterior comparación con los límites de exposición.

4. Selección de los puntos de medición

Los puntos de medición se seleccionan de acuerdo con las características del sistema radiante y la longitud de onda de las emisiones. Se mide en puntos tales como: salas de soporte técnico, vías de acceso, salones de equipos, puntos que por inspección rápida de niveles de campo es necesario considerar, puntos cercanos a la torre de la antena, puntos ubicados en la zona de campo cercano, en la zona de influencia de otras fuentes radiantes y en la frontera de las áreas ocupacional y de público general.

Para evitar efectos capacitivos, los puntos de medición se ubicarán a una distancia superior a 20 cm de cualquier objeto conductor o tres veces el tamaño de la sonda.

5. Mediciones en sitio

Se debe establecer una hora adecuada de medición, de tal manera que refleje en lo posible un nivel nominal de alto tráfico o de utilización de los equipos de telecomunicaciones y el horario que represente las condiciones cotidianas de trabajo.

5.1. Procedimiento de medición en banda ancha

La primera medición para verificación de límites de exposición se realiza con el uso del medidor de campo de banda ancha y las sondas de campo correspondientes a la banda que se evalúa, de tal manera que se obtiene el efecto total de todas las fuentes radiantes posibles en el sitio. Se sugiere un instrumento que emplee un método de ajuste de cero automático, cuya medición sea válida también en presencia de intensidades de campo elevadas.

La medición en banda ancha tiene por objeto registrar el nivel máximo de la componente de los campos eléctrico, magnético o de la densidad de potencia, a lo largo de una línea vertical que represente la altura del cuerpo humano en el punto de medición. Para esto, se inicia la toma de mediciones en la zona de campo cercano con las sondas de campo eléctrico y magnético a una distancia que presente una lectura significativa, tratando en lo posible de describir dos trayectos perpendiculares con respecto a la fuente radiante en forma de cruz con la sonda de medición en el caso de las estaciones con antenas de cobertura en 360°. Para el caso de las estaciones con antenas directivas se realiza un procedimiento similar recorriendo una distancia de aproximadamente 50 m en la dirección de radiación de la antena objetivo.

En cada punto de evaluación se determina la variación de los datos tomados a lo largo de una línea vertical que representa la altura del cuerpo humano, partiendo a una altura de 20 cm del suelo y con una velocidad lenta y constante, llegando a una altura promedio de 1.80m. Si durante el proceso se presentan fluctuaciones que superen el 50% del límite de máxima exposición permitida, o se considera que la medición en dicho punto será valiosa para el proceso de análisis se realiza una medición de promediado temporal (duración de 6 minutos), almacenándose estas mediciones, para su posterior análisis.

En el caso que la medición exceda el valor límite de exposición o que se considere pertinente para enriquecer el análisis de los datos obtenidos en campo, como lo sugiere la recomendación ITU-T K.91 sección 7.2 “mediciones”, se realizará la medición en Banda Angosta.

5.2. Procedimiento de medición en banda angosta

Siempre que los resultados de las mediciones en banda ancha superen los valores límites de exposición o los valores del nivel de decisión se deben realizar mediciones en banda angosta con el propósito de evaluar las condiciones de conformidad de la portadora de interés.

Por lo tanto, ubicando el equipo en el punto de interés a la altura detectada en las medidas en banda ancha, se realizan barridos de medición con el analizador de

espectro considerando las dos polarizaciones y diferentes orientaciones buscando determinar los niveles más representativos, como se observa en la figura 1.

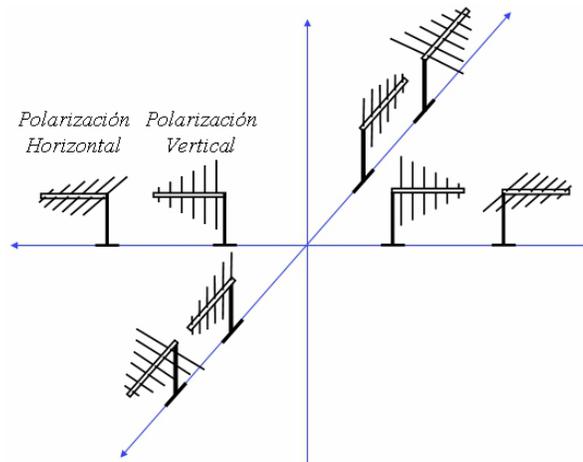


Figura 1: Medición en banda angosta con antenas directivas

Durante el desarrollo del estudio es necesario soportar el proceso de medición con registros fotográficos de los sistemas radiantes, del acceso a la estación, de las principales características de la estación y de los montajes de medición realizados en los diferentes puntos seleccionados.

También se levanta un croquis de la estación con el fin de ilustrar gráficamente los sitios de medición seleccionados e ilustrar las zonas consideradas como zonas poblacionales, ocupacionales y de rebasamiento, como se ilustra en la figura 2.

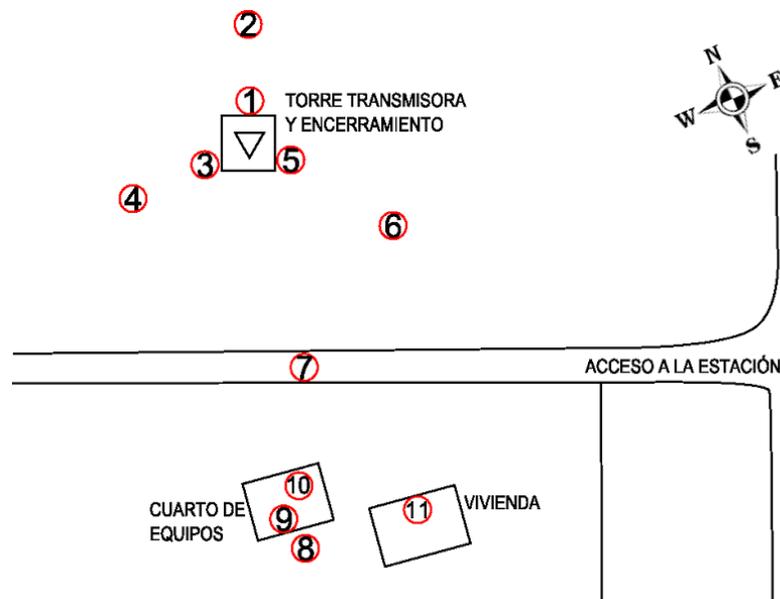


Figura 2. Ejemplo de croquis de los puntos de medición

6. Determinación de la categoría de accesibilidad

Determinar la categoría de accesibilidad permite evaluar la probabilidad de que una persona pueda acceder a la zona de rebasamiento del emisor. Las categorías de accesibilidad dependen de las circunstancias en la instalación y se encuentran catalogadas en la recomendación UIT–T K.52 Anexo B numeral B.2.1

CONTENIDO DEL REPORTE:

1. Ubicación geográfica del sitio
2. Resultados referenciados respecto al punto de medición del nivel de intensidad de campo eléctrico (E) en V/m, el nivel de intensidad de campo Magnético (H) en A/m y el nivel de exposición porcentual irradiado respecto al límite.
3. Copia de los certificados de calibración del equipo, indicando explícitamente la vigencia de la calibración.
4. Fotografías de la estación objeto de medición, en las cuales se debe poder observar:
 - a. Antenas transmisoras instaladas.
 - b. Panorámicas del sitio en donde se observen las zonas expuestas y el entorno que rodea a la estación.
 - c. Puertas o demás medios de acceso al sitio.
5. Un plano del emplazamiento en el que se indiquen las zonas de rebasamiento, ocupacional y zona de público en general.
6. Procedimiento o metodología utilizada para realizar las mediciones.
7. Formato de declaración de conformidad de emisión radioeléctrica debidamente diligenciado.

Formato de declaración de conformidad de emisión radioeléctrica

Ciudad y Fecha

DECLARACIÓN

Declaro que, de acuerdo con los documentos anexos, las mediciones hechas en los sistemas de telecomunicaciones de (Nombre empresa), autorizadas por (Regulador) para prestar los siguientes servicios de telecomunicaciones (Servicios), cumplen con (Norma establecida), por la cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones, no exponiendo a la población a campos electromagnéticos de valores superiores a los establecidos en esta norma, se ha seguido la metodología propuesta para asegurar la conformidad de los mismos, se han delimitado en forma adecuada las zonas de exposición a campos electromagnéticos y se han efectuado las técnicas de mitigación, en los casos en los que aplican.

Declaro, además, que las mediciones serán conservadas por los términos establecidos en (norma establecida), y estarán a disposición del (Regulador).

Firma

FORMATO DE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE EMISIÓN RADIOELÉCTRICA

Empresa: _____
Actividad de Telecomunicaciones: _____
Fecha: _____



Datos de la(s) antena(s)

ESTADO									
N°	Codigo No	Dirección	Ciudad	Estado	Categoría de accesibilidad	Nivel de exposición ocupacional porcentual		Empresa que realizó la medición	Fecha de la medición
						E max	H max		
1									

Firma del operador o concesionario

Firma empresa de mediciones