

Montevideo, 11 de agosto 2021

INFORME TÉCNICO N° 193

1. INTRODUCCIÓN

El señor Edil Luis Rico de la Junta Departamental de Soriano en representación de los vecinos de la localidad de Dolores, solicita el desplazamiento del transformador que constituye la subestación 4421156, -el que se encuentra en calle Zapicán, frente al padrón 4819, perteneciente a la señora Amelia Herman-, ya que de acuerdo a lo planteado por los vecinos el mismo hace descarga y podría generar problemas en la salud. Dicha subestación se ubica en la localidad de Dolores, departamento de Soriano.

La solicitud llegó a la Gerencia de Medio Ambiente (GMA) el día 22 de junio de 2021, a través del expediente EE: 20004844 proveniente de la Gerencia Regional Oeste perteneciente a la División de Distribución Interior.

Con el fin de dar una respuesta en materia ambiental a esta petición, el día 03 de agosto del corriente año entre las 13:55 y 14:15 horas, los suscriptores, realizaron una medición de campos electromagnéticos en las inmediaciones de la subestación solicitada. La misma fue presenciada por el Sr. Edil Luis Rico y la Sra. Amelia Herman, según lo pautado con la solicitante.

En el presente informe la Gerencia de Medio Ambiente de UTE informa sobre la temática de los campos electromagnéticos y su posible riesgo a la salud, la norma legal vigente, los resultados de las mediciones realizadas y la comparación con los límites de exposición establecidos.

2. ESPECIFICACIONES DEL MONITOREO

2.1 Equipamiento y metodología

La medición fue realizada con un equipo de medida de campo eléctrico y magnético Marca NARDA modelo EFA 300 y los correspondientes sensores de campo magnético y eléctrico. Los datos de campo magnético se presentan en microteslas (μT) y los de campo eléctrico en kilovoltios por metro (kV/m). Los certificados de calibración de los equipos de medida se adjuntan en anexos. La validez de la calibración es de 2 años.

En las figuras a continuación, se presentan los distintos equipos utilizados durante la medición:

Figura 1 – Equipo de medida de campo eléctrico y magnético – Marca: NARDA, Modelo: EFA 300



Figura 2– Sensor de Campo Magnético - B Field Probe 100 cm²



Figura 3– Sensor de Campo Eléctrico - E Field UNIT



Figura 4– Trípode



Figura 5– Cable de Fibra Óptica



2.2 Condiciones durante las mediciones

Las mediciones se realizaron el 03/08/21 entre las 13:55 y 14:15 horas en condiciones meteorológicas aceptables con ausencia de lluvias.

2.3 Ubicación de puntos de monitoreo

Se midió campos magnéticos en catorce puntos distribuidos en el entorno de la subestación y en la fachada de la vivienda.

Se midió campos eléctricos en cinco puntos distribuidos en el entorno de la subestación y en la fachada de la vivienda.

Las mediciones se realizaron en las zonas de mayor exposición para el cliente.

Las medidas de campo magnético fueron realizadas a 1 metro del suelo. Las medidas de campo eléctrico se realizaron a una distancia de 2 metros del sensor para no interferir en las medidas.

En las siguientes figuras se aprecia desde distintos ángulos, la ubicación de la Vivienda y la ubicación de la Subestación:

Figura 6– Vista aérea de la subestación SE 4421156 y su ubicación respecto de la vivienda.



Figura 7– Distancia desde la subestación SE 4421156 hasta la puerta de entrada a la vivienda.



Figura 8– Vista frontal de la subestación SE 4421156 y su ubicación respecto de la vivienda.

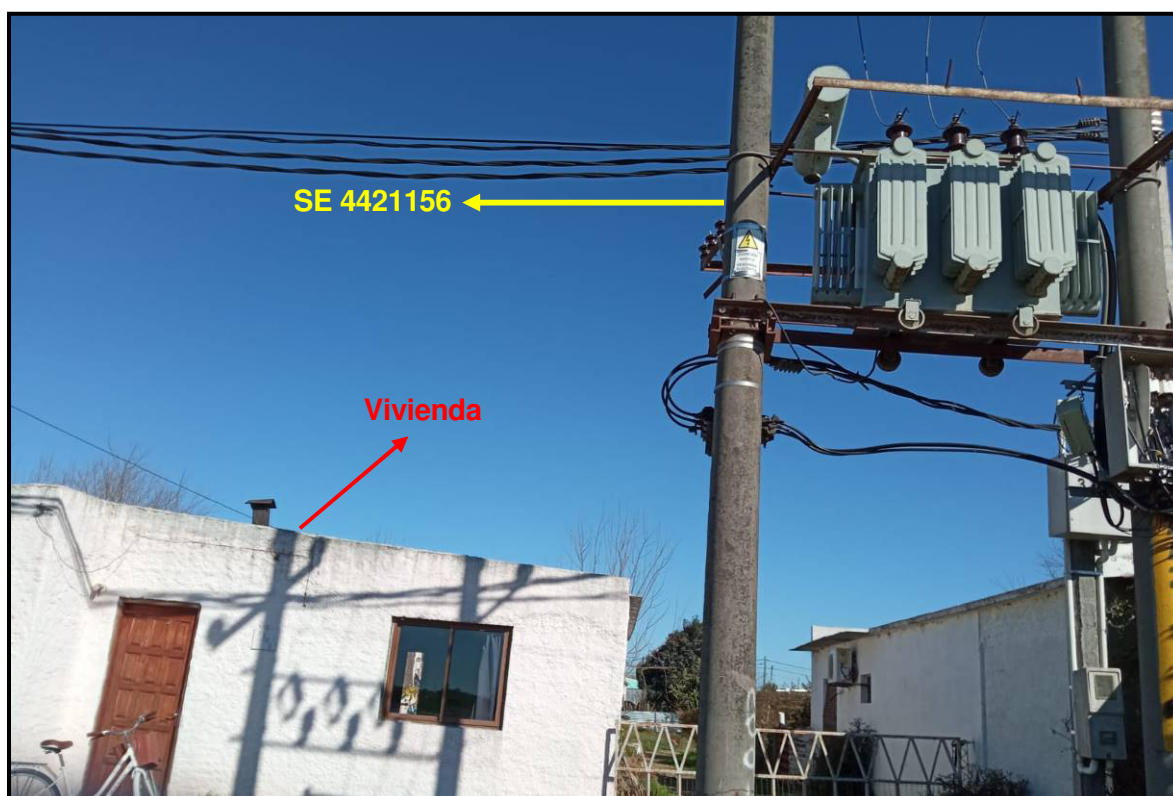


Figura 9– Vista frontal de la subestación SE 4421156



Figura 10– Vista trasera de la subestación SE 4421156



2.4 Funcionamiento de la Subestación SE 4421156

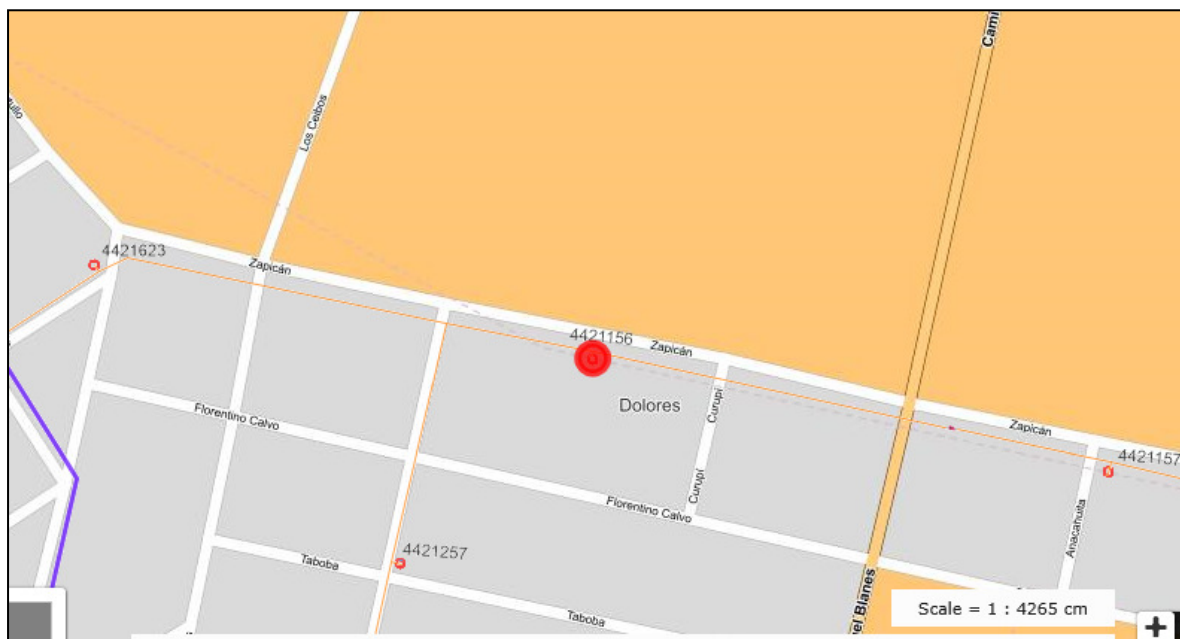
Se trata de una Subestación aérea de potencia instalada de 100 kVA, cuya tensión de entrada es de 15.000 V y su tensión de salida es de 230 V, perteneciente a la red de Distribución.

A continuación, se incluyen los datos de la Subestación en cuestión.

Tabla 1: Datos de la SE 4421156.

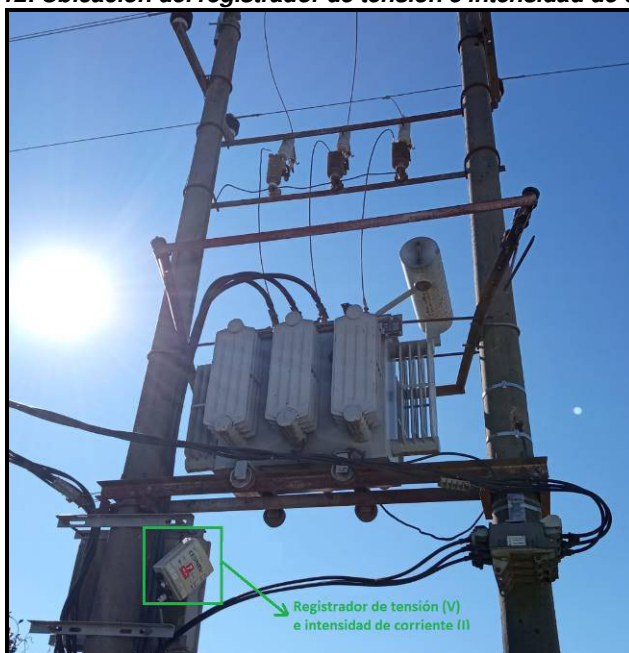
Matrícula/número identificador	4421156
Nombre	PASO DE LA ARENA BARRIO CALVO
Descripción centro	4421 OC. DOLORES
Departamento	Soriano
Localidad	Dolores
Calle	Zapicán
Tipo de subestación	Subestación de transformación
Tipo de edificación	Aérea 2 columnas
Fecha de puesta en servicio	31/12/69
Potencia (kVA)	100
Propiedad	UTE
Tensión de entrada (V)	15.000
Tensión de salida 1 (V)	230
Tensión de salida 2 (V)	Sin tensión
Transformadores	1

Figura 11: Imagen del EGEO – Base de Datos de Instalaciones utilizado en UTE



Si bien se colocó un registrador de tensión (V) e intensidad de corriente (I) para contar con el consumo al momento de la medición, por una falla técnica no se pudo obtener dicho dato, con lo cual se volvió a colocar el registrador, para así obtener los datos de consumo el día viernes 06/08/2021 en el mismo horario de la medición. Como se trata del mismo horario en que se realizó la medida original y no fue muy espaciado en el tiempo, se considera que los valores registrados el día viernes 06/08/2021 son representativos de la realidad que había durante el momento en que se midieron los campos electromagnéticos.

Figura 12: Ubicación del registrador de tensión e intensidad de corriente



El consumo promedio de la subestación registrado en el día viernes 06/08/2021 en el mismo horario de la medición (entre las 13:55 y 14:15 horas) fue de 67,93 kVA, representando un 67,93% de la potencia máxima instalada (100 kVA).

Por otro lado, el pico de consumo máximo en el año simulado de la Subestación, se da en el mes de enero de 2021 y resulta que es de 90 kVA. Por tanto, el consumo en el horario de la medición representaría un 75,47% del consumo máximo estimado para el año.

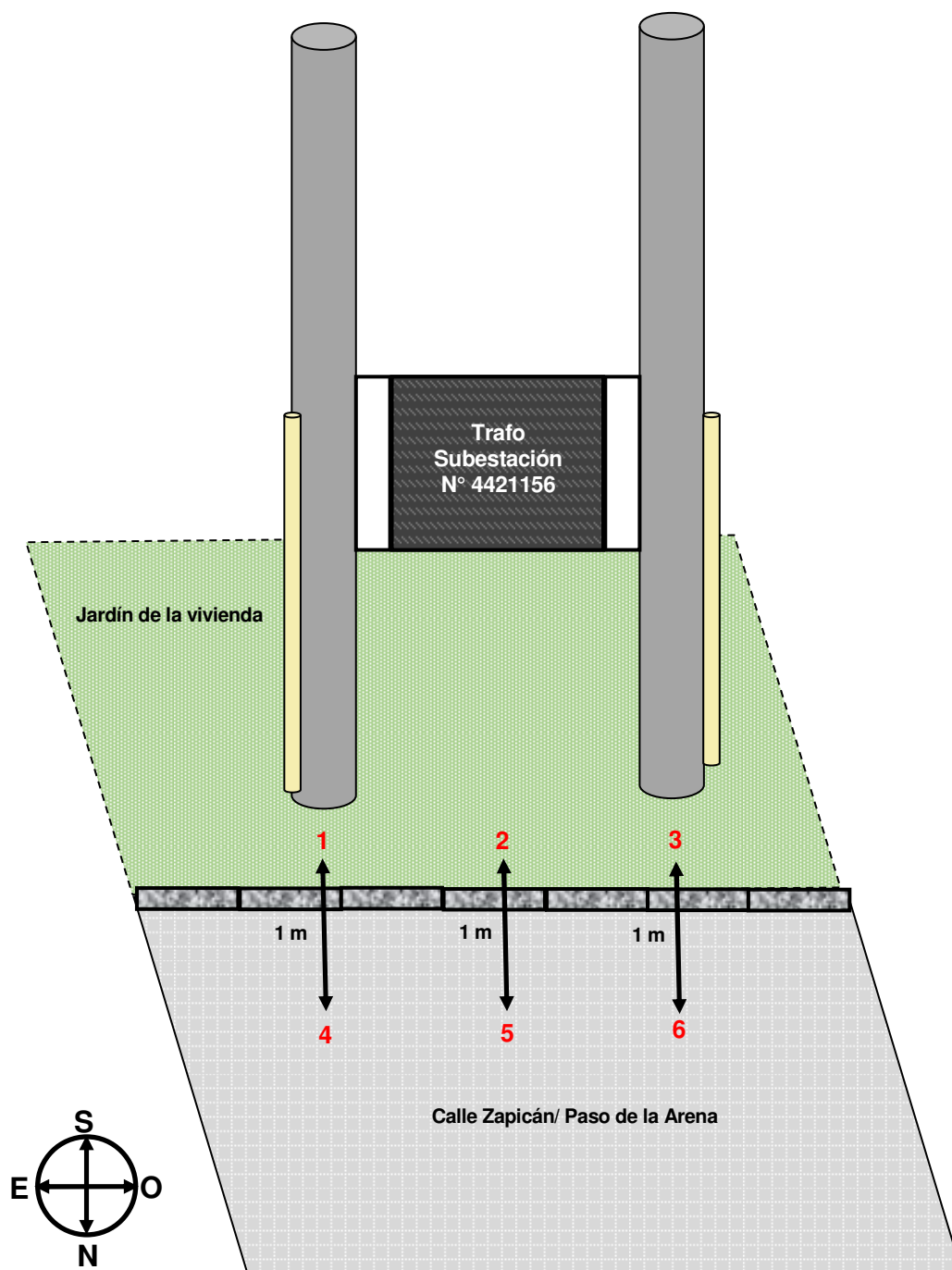
Dado que el consumo es función de la tensión y de la corriente, siendo que la tensión se mantiene estable y la corriente variable, el campo eléctrico (que depende de la tensión) se mantendría estable y el campo magnético (que depende de la corriente) sería variable.

Por consiguiente, los resultados obtenidos de campo magnético podrían multiplicarse a lo sumo por 1,47 si se estuviera utilizando toda la potencia de la instalación (situación que es prácticamente imposible) y por 1,32 para la situación de máximo consumo (situación que se daría únicamente en verano).

2.5 Ubicación de los puntos de medida

En las figuras siguientes, se presentan croquis, con la ubicación aproximada de los puntos de medida en las inmediaciones de la Subestación SE 44121156 y en el exterior de la vivienda.

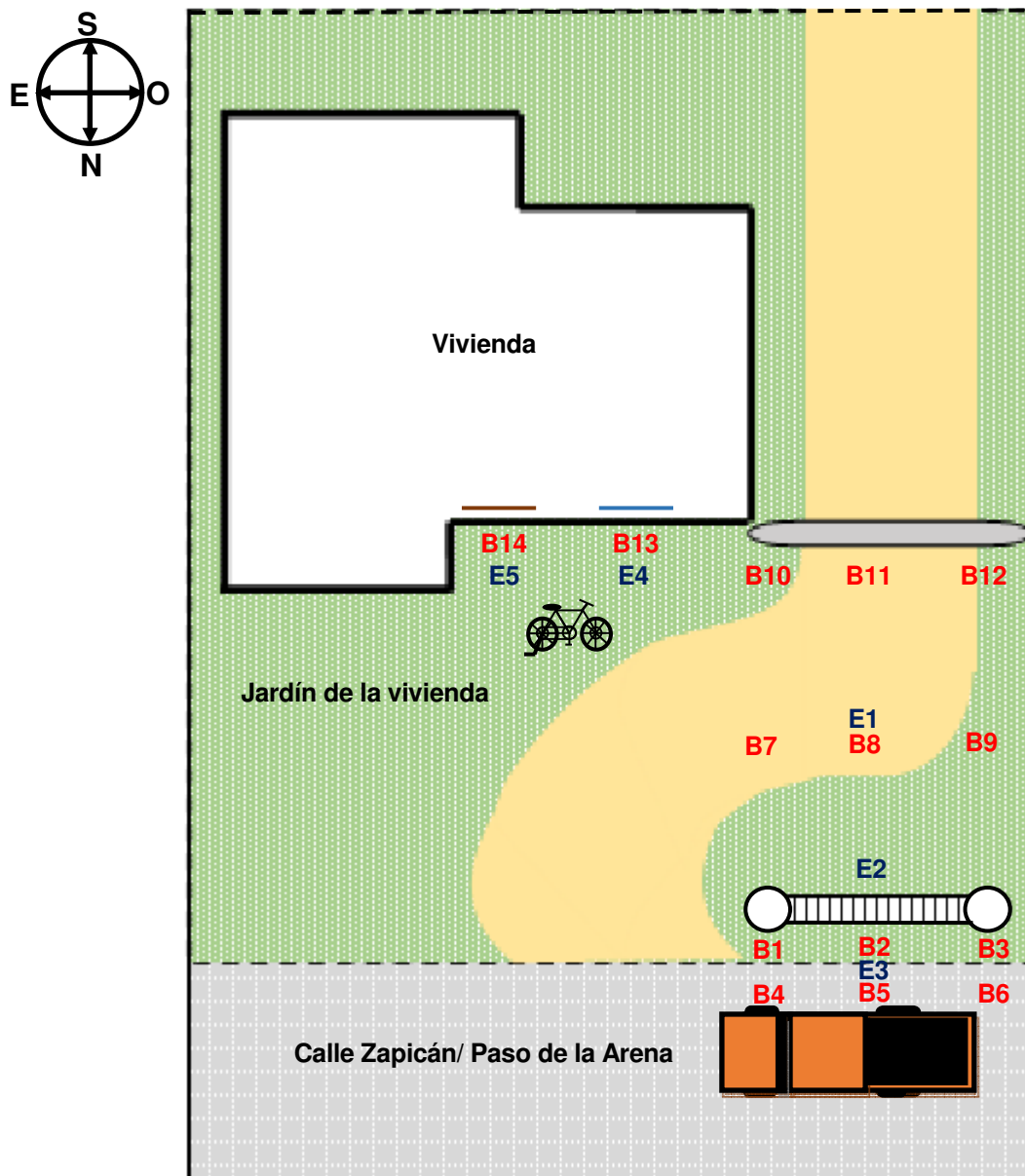
Figura 13– Croquis con los puntos donde se realizaron medidas en las inmediaciones de la subestación (diseño aproximado)





En la figura 14, se presenta croquis, con la ubicación aproximada de los puntos de medida en el exterior de la vivienda y en el entorno de la Subestación SE 4421156.

Figura 14– Croquis con los puntos donde se realizaron medidas en el exterior de la vivienda y en las inmediaciones de la subestación (diseño aproximado)



3. NORMATIVA DE REFERENCIA

Cada país establece sus propias normas nacionales sobre exposición a campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de estas normas nacionales se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda aplicar las directrices sobre límites de exposición a campos electromagnéticos de la ICNIRP.

En el caso de Uruguay, el Poder Ejecutivo aprobó el Decreto 53/014 el 28 de febrero del año 2014 que establece los límites de exposición a campos electromagnéticos para población en general y para trabajadores, el cual recoge los valores propuestos por ICNIRP (ver Anexo 1).

Independientemente, desde el año 2005, UTE estableció como posición institucional los límites de exposición recomendados por ICNIRP para sus redes e instalaciones eléctricas en Uruguay que funcionan a una frecuencia de 50 Hz.

En la tabla siguiente, se presentan los límites de exposición poblacional a campos eléctricos y campos magnéticos para frecuencias entre 1 Hz y 100 Hz, establecidos por ICNIRP en su última actualización de noviembre de 2010 los cuales son los mismos que figuran en el decreto 53/014

Tabla 2: Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctrico y magnéticos

Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias entre 1Hz y 100kHz (valores eficaces no perturbados)		
Frecuencia (Hz)	Intensidad de campo eléctrico (kV/m) ¹	Densidad de flujo magnético (μT) ²
50	5	200

Fuente: Decreto 53/014

ICNIRP es una organización no gubernamental, reconocida formalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Unión Europea, que evalúa los resultados de estudios científicos realizados en todo el

¹ Dicho valor se extrae del Decreto 53/014 a partir de la tabla 5 ingresando por la columna de Intensidad de campo eléctrico (kV/m) para la gama de frecuencias de 25 – 50 Hz. Por tanto, el valor de referencia para campos eléctricos es de 5 kV/m. Se utiliza dicha tabla porque este caso se refiere a población en general y se utiliza esta gama de frecuencias porque las instalaciones de UTE presentan frecuencias de 50 Hz.

² Dicho valor se extrae del Decreto 53/014 de la tabla 5 ingresando por la columna de densidad de flujo magnético (T) para la gama de frecuencias de 25 – 50 Hz. El valor obtenido sería de $2 \times 10^{-4} \text{ T}$ que equivalen a 200 μT. Por tanto, el valor de referencia para campos magnéticos es de 200 μT. Se utiliza dicha tabla porque este caso se refiere a población en general y se utiliza esta gama de frecuencias porque las instalaciones de UTE presentan frecuencias de 50 Hz.

mundo. Basándose en un análisis con profundidad de todas las publicaciones científicas, la ICNIRP elabora unas directrices en las que establece límites de exposición recomendados. Estas directrices se revisan periódicamente y, en caso necesario, se actualizan.

Estas directrices son una **medida de prevención** dado que, hasta el presente, no se ha establecido la existencia de una relación causa-efecto entre campos electromagnéticos de baja frecuencia (ej. equipamiento eléctrico) y afectaciones a la salud, como ser el cáncer.

Por lo expuesto, estas directrices marcan un determinado umbral por debajo del cual la exposición a campos electromagnéticos se considera segura, según los conocimientos de la ciencia. No se deduce, sin embargo, de forma automática, que por encima del límite indicado la exposición sea perjudicial.

Las directrices recomiendan prevenir la exposición a campos electromagnéticos a niveles en los que se producen cambios de comportamiento perceptibles en animales. Este umbral de cambios de comportamiento no es igual al límite recomendado en la tabla anterior, sino que la ICNIRP aplica un factor de seguridad de 25 para obtener el valor recomendado para la población general. Así, por ejemplo, los primeros cambios de comportamiento en animales (sin afectar la salud de los mismos) se han observado al alcanzar el umbral de los 5.000 μT . Por consiguiente, aplicando el factor de seguridad de 25, el nivel máximo de exposición a campo magnético recomendado es de 200 μT .

Por más información: http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/es/

Campo magnético en electrodomésticos

A los efectos de tener una referencia de la magnitud del campo magnético emitido por el equipamiento eléctrico, a modo de ejemplo, en la tabla siguiente se presenta el campo magnético que generan algunos artefactos eléctricos de uso común en los hogares.

Tabla 3: Intensidades de campo magnético típicas de algunos electrodomésticos a diversas distancias

Aparato eléctrico	A una distancia de 3 cm (μT)	A una distancia de 30 cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)
Secador de pelo	6 - 2000	0,01 - 7	0,001 - 0,003
Máquina de afeitar	15 - 1500	0,08 - 9	0,001 - 0,003
Aspiradora	200 - 800	2 - 20	0,013 - 0,2
Luz fluorescente	40 - 400	0,5 - 2	0,002 - 0,025
Horno microondas	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
Radio portátil	16 - 56	1	Menor a 0,01
Horno eléctrico	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04
Lavadora	0,8 - 50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Plancha	8 - 30	0,12 - 0,3	0,01 - 0,03
Lavavajillas	3,5 - 20	0,6 - 3	0,07 - 0,3
Computadora	5 - 300	Menor a 0,01	
Frigorífico	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	Menor a 0,001
Televisor de color	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,15

Fuente: Oficina federal alemana de seguridad radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS), 1999.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

A continuación, se presenta la tabla con los registros de las medidas realizadas:

Tabla 4: Datos de la medición.

N° de medida	193
Ubicación	Depto. Soriano, Localidad: Dolores, Calle: Zapicán, Subestación: SB 4421156
Persona de Contacto	Sr. Edil Luis Rico
Fecha	03/08/2021
Hora de comienzo	13:55
Hora de Fin	14:15
Realizado por:	Álvaro Castro/Daniel Damonte

Tabla 5: Resultados de la medición.

Punto de Medida	Ubicación/descripción del Punto de Medida	Campo Magnético B(μT)	Campo Eléctrico E (kV/m)
B1	Junto a columna izquierda (Este) de la subestación a 1 m de altura	0,1163	
B2	Junto a columna central de la subestación a 1 m de altura	0,1233	
B3	Junto a columna derecha (Oeste) de la subestación a 1 m de altura	0,1525	
B4	Frente a columna izquierda (Este) de la subestación, a 1m hacia al Norte del punto B1	0,05167	
B5	Frente a columna central de la subestación, a 1m hacia al Norte del punto B2	0,04097	
B6	Frente a columna derecha (Oeste) de la subestación, a 1m hacia al Norte del punto B3	0,08170	
B7	Detrás de la columna izquierda (Este) de la subestación, a una distancia media entre el portón y la subestación. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B1	0,08370	
B8	Detrás de la columna central de la subestación, a una distancia media entre el portón y la subestación. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B2	0,09750	
B9	Detrás de la columna derecha (Oeste) de la subestación, a una distancia media entre el portón y la subestación. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B3.	0,1014	
B10	Detrás de la columna izquierda (Este) de la subestación, junto al portón. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B7.	0,07720	
B11	Detrás de la columna central de la subestación, junto al portón. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B8.	0,07760	
B12	Detrás de la columna derecha de la subestación, junto al portón. Hubo desplazamiento hacia el Sur respecto del punto B9.	0,1084	
B13	Frente a ventana	0,03718	
B14	Frente a puerta de entrada a la vivienda	0,03574	
E1	Detrás de la columna central de la subestación, a una distancia media entre el portón y la subestación.		0,02215
E2	Junto a columna central de la subestación		0,02310
E3	Frente a columna central de la subestación a 1m hacia al Norte respecto del punto E2		0.04257
E4	Frente a ventana		0.01666
E5	Frente a puerta de entrada a la vivienda		0.01202
Límites de exposición		200	5

5. CONCLUSIONES

- Todos los valores de campo magnético y eléctrico medidos en las inmediaciones de la subestación SE 4421156 y en el exterior del establecimiento, están muy por debajo del límite de exposición máximo a campo magnético y eléctrico recomendado por la legislación nacional y por ICNIRP y la OMS para población general, correspondiente a 200 μ T (microteslas) para campos magnéticos y a 5 kv/m (kilovoltios por metro) para campos eléctricos.
- Si se modificarán las condiciones de consumo los resultados obtenidos de campo eléctrico no variarán demasiado, y los resultados obtenidos de campo magnético se multiplicarán a lo sumo por 1,47. Quedando todos los valores de campo magnético y campo eléctrico dentro de los límites establecidos en el decreto 53/014.
- De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), no se ha establecido la existencia de una relación causa-efecto entre campos electromagnéticos de baja frecuencia (equipamiento eléctrico) y afectaciones a la salud.
- La OMS recomienda aplicar las directrices sobre límites de exposición a campos electromagnéticos de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), organización no gubernamental reconocida formalmente por la OMS (Organización Mundial de la Salud), la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la Unión Europea.
- UTE aplica los límites de exposición establecidos por la legislación ambiental vigente (Decreto 53/014) y recomendados por ICNIRP y la OMS.



Ing. Ind. Alvaro Castro
Especialista en Gestión Ambiental de
Instalaciones 2
Gerencia de Medio Ambiente

Ing. Quím. Daniel Damonte
Gerencia de Medio Ambiente

5. ANEXOS

Anexo 1: Decreto 53/014

Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP);-----

IV) que a nivel nacional, los diversos actores involucrados en el ámbito de referencia, aplican criterios y valores de exposición a Campos Electromagnéticos emergentes de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la radiación No Ionizante (ICNIRP) de forma de adoptar las medidas destinadas a limitar la exposición a Campos Electromagnéticos;-----

ATENTO: a lo preceptuado por las Leyes N° 9.202 de 12 de enero de 1934, Orgánica de Salud Pública, N° 9.515 de 28 de octubre de 1935, N° 17.296 de 23 de febrero de 2001, N° 17.598 de 13 de diciembre de 2002 y las Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para la protección contra los Campos Electromagnéticos;-

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

D E C R E T A:

Artículo 1°.- (Ámbito de Aplicación)

El presente Decreto se aplica a toda exposición humana a los Campos Electromagnéticos (CEM) en toda la jurisdicción nacional.-----

Artículo 2°.- (Objeto)

El presente Decreto tiene como objeto establecer los límites para la exposición humana a los Campos Electromagnéticos (CEM), los cuales contemplan la adecuada aplicación del

Ministerio de Salud Pública

principio precautorio, con el fin de proveer protección contra efectos adversos a la salud, provenientes de cualquier instalación o dispositivo emisor de tales campos.-----

Artículo 3°.- (Alcance)

El presente Decreto establece los límites máximos de exposición a Campos Electromagnéticos para el público y trabajadores generados por emisiones de frecuencias que se encuentren entre 1 Hz (herzio) y 300 GHz (gigaherzios).-----

Se encuentran excluidos los casos de pacientes sometidos a diagnóstico o tratamiento médico bajo supervisión.-----

Artículo 4°.- (Glosario)

A los efectos del presente Decreto se entiende por: *Campos Electromagnéticos (CEM)*: entidad física que transporta o almacena energía en un espacio libre y que se manifiesta mediante fuerzas ejercidas sobre cargas eléctricas, que incluyen los campos eléctricos y magnéticos estáticos así como los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo con frecuencias no superiores a 300 GHz.-----

Efecto adverso en la salud: es aquel que



causa un deterioro detectable de la salud de los individuos expuestos, ya sea en el corto o en el mediano plazo.-----

Exposición a Campos Electromagnéticos: sometimiento de una persona a un Campo Eléctrico, Magnético o Electromagnético o a corrientes de contacto diferentes de aquellas originadas por procesos fisiológicos en el cuerpo y otros fenómenos naturales.-----

Exposición ocupacional a Campos Electromagnéticos: toda exposición a los Campos Electromagnéticos experimentadas por personas durante la ejecución de su trabajo.-----

Exposición poblacional a Campos Electromagnéticos: toda exposición a los Campos Electromagnéticos experimentadas por el público en general, comprendiendo individuos de todas las edades y de estados de salud variables. Queda excluida la exposición ocupacional y la exposición durante procedimientos médicos.-----

Fuentes: Dispositivos o instalaciones que producen Campos Electromagnéticos.-----

Límites de Exposición: límite superior para la exposición humana a los Campos Electromagnéticos, con el objetivo de

Ministerio de Salud Pública

proteger contra respuestas fisiológicas adversas que están causalmente relacionadas a dichos Campos.-----

Nivel de Referencia: nivel de exposición a los Campos Electromagnéticos, estipulado para propósitos de la evaluación práctica de la exposición, con el fin de determinar si las Restricciones Básicas son excedidas.-----

Radiaciones no ionizantes: radiaciones del Espectro Electromagnético en frecuencias inferiores a 300 GHz, que no tienen energía suficiente para ionizar la materia.-----

Restricciones Básicas: restricciones sobre la exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos que están basadas directamente sobre efectos en la salud establecidos. Dependiendo del rango de frecuencia del Campo, las magnitudes físicas usadas para especificar estas restricciones son: densidad de corriente (J), tasa de absorción específica (SAR), y densidad de potencia (S).-----

Vigilancia: Monitoreo de la exposición humana a los Campos Electromagnéticos o monitoreo de fuentes emisoras de Campos Electromagnéticos.-----



Artículo 5º.- (*Límites de Exposición a Campos Electromagnéticos*)

Se adoptan como Límites Máximos Permitidos de exposición a Radiaciones No Ionizantes aquellos recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y contenidos en las Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) detalladas a continuación, sin perjuicio de las directivas y orientaciones complementarias de la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo (OIT):-----

- a) para el rango comprendido entre 1 Hz (un herzio) y 100 kHz (cien kilohertzios)
 - se adoptan las “Directrices para limitar la exposición a los campos eléctricos y magnéticos variables con el tiempo (entre 1 Hz to 100 KHz) – ICNIRP 2010” que lucen en las Tablas 1, 4 y 5 que se anexan y forman parte integral del presente Decreto;-----
- b) para el rango comprendido entre 100 KHz y 300 GHz, se adoptan las – “*Directrices para limitar la exposición a los Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos variables con el*

Ministerio de Salud Pública

tiempo (hasta 300 GHz) ICNIRP -1998”
que lucen en las Tablas 2, 3, 6 y 7 que
se anexan y forman parte integral del
presente Decreto.-----

Artículo 6°.- (Competencia)

El órgano rector y de contralor de la
exposición humana a los Campos
Electromagnéticos será el Ministerio de
Salud Pública, en coordinación con los
demás Organismos y áreas estatales
concurrentes como son el Ministerio de
Industria, Energía y Minería, el
Ministerio de Trabajo y Seguridad Social,
la Unidad Reguladora de Servicios de
Energía y Agua (URSEA) y la Unidad
Reguladora de Servicios de
Comunicaciones (URSEC).-----

Artículo 7°.- (Cumplimiento)

El Ministerio de Salud Pública, para la
implementación de las medidas
apropiadas establecidas en el presente
Decreto, podrá:-----

- a) Exigir requerimientos y vigilancia para
medir y/o calcular y monitorear las
exposiciones del público y trabajadores
a Campos Electromagnéticos.-----
- b) Ordenar acciones de mitigación cuando
las fuentes no cumplan con los
Límites de Exposición a los Campos



- Electromagnéticos.-----
- c) Requerir la medición y monitoreo de las fuentes de Campos Electromagnéticos.-----
- d) Establecer penalidades cuando los límites de exposición sean excedidos, pudiendo aplicar multas que oscilen entre 1.000 y 6.000 Unidades Reajustables, según la gravedad de la infracción cometida.-----
- e) Incluir cualquier otra medida necesaria para asegurar el cumplimiento de los Límites de Exposición.-----

Artículo 8°.- (Restricciones)

El Ministerio de Salud Pública podrá requerir del titular de instalaciones generadoras de Campos Electromagnéticos en áreas expuestas al público, adoptar las previsiones respecto al acceso, permanencia y evacuación, evitando inconvenientes y asegurando a los trabajadores dependientes la debida capacitación e información, así como otras protecciones propias de la legislación laboral vigente.-----

Artículo 9°.- (Procedimientos)

El Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y el Ministerio de Industria, Energía y



Ministerio de Salud Pública

Minería, en coordinación con las Unidades Reguladoras correspondientes, brindarán la oportunidad a todas las partes involucradas para emitir su opinión, a los efectos de adoptar los procedimientos técnico-administrativos aplicables, en cumplimiento de lo establecido en el presente Decreto, en el marco de sus competencias específicas, en un plazo de dos años desde la publicación de este Decreto.-----

Artículo 10°.- El Ministerio de Salud Pública realizará el seguimiento de las actividades y decisiones que en el ámbito de la Organización Mundial de la Salud se efectúen y adopten, estableciendo las medidas correspondientes destinadas a adecuar la normativa nacional vigente.---

Artículo 11°.- Exhortar a los Gobiernos Departamentales a la utilización de los criterios establecidos en esta Reglamentación para el otorgamiento de las autorizaciones que, en el ámbito de sus competencias, otorguen para el despliegue de infraestructura soporte y fuentes generadoras de Campos Electromagnéticos.-----

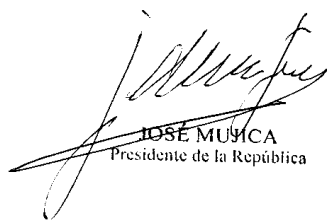
Artículo 12°.- Comuníquese, publíquese.-----

Decreto Interno N°

Decreto Poder Ejecutivo N°

Ref. N° 001-2714/2013

/IDL



JOSE MUJICA
Presidente de la República

Rbto

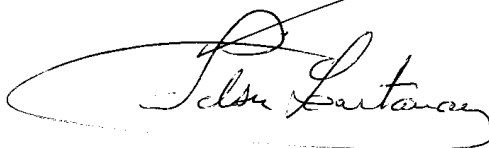


Tabla 1
Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias entre 1 Hz y 100 kHz (año 2010)

Características de la exposición	Tejido	Rango de frecuencias	Campo eléctrico interno (V/m)
Ocupacional	Sistema Nervioso Central - Cabeza	1 – 10 Hz	$0,5/f$
		10 Hz – 25 Hz	0,05
		25 Hz – 400 Hz	$2 \times 10^{-3}f$
		400 Hz – 3kHz	0,8
		3 kHz – 100 kHz	$2,7 \times 10^{-4}f$
	Todos los tejidos de la cabeza y el cuerpo	1 Hz – 3 kHz	0,8
Poblacional	Sistema Nervioso Central - Cabeza	1 – 10 Hz	$0,1/f$
		10 Hz – 25 Hz	0,01
		25 Hz – 1000 Hz	$4 \times 10^{-4}f$
		1000 Hz – 3kHz	0,4
		3 kHz – 100 kHz	$1,35 \times 10^{-4}f$
	Todos los tejidos de la cabeza y el cuerpo	1 Hz – 3 kHz	0,4
		3 kHz – 100 kHz	$1,35 \times 10^{-4}f$
Nota 1 f está expresada en Hz			
Nota 2 Todos los valores se expresan en valores eficaces (rms)			

Tabla 2
Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias de 100 kHz hasta 10 GHz (año 1998)

Características de la exposición	Rango de frecuencias	Densidad de corriente en la cabeza y el tronco (mA/m^2) (valor eficaz)	SAR media en todo el cuerpo (W/kg)	SAR localizada (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizada (extremidades) (W/kg)
Ocupacional	100 kHz - 10 MHz	$f/100$	0,4	10	20
	10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20
Poblacional	100 kHz - 10 MHz	$f/500$	0,08	2	4
	10 MHz - 10 GHz	-	0,08	2	4
Nota 1: f es la frecuencia en Hz					
Nota 2: Debido a que el cuerpo humano no es eléctricamente homogéneo, las densidades de corriente deben promediarse en una sección de corte de 1 cm^2 perpendicular a la dirección de la corriente.					
Nota 3: Todos los valores de SAR han de promediarse en cualquier periodo de 6 (seis) minutos.					
Nota 4: La masa para promediar el SAR localizado es cualesquier tejido contiguo de 10 (diez) gramos, el máximo SAR así obtenido debe ser el valor utilizado para estimación de la exposición.					

Nota 5: Para pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente aplicable en las Restricciones Básicas debe calcularse como $f = 1/(2t_p)$. Adicionalmente, para exposiciones a pulsos en el rango de frecuencias entre 0,3 y 10 GHz y para exposiciones localizadas de la cabeza, de forma de limitar o evitar efectos auditivos causados por expansión termomecánica, se recomienda una restricción básica adicional que consiste en que el SAR promediado sobre 10 gramos de tejido no debe exceder los 10 mJ.kg⁻¹ para trabajadores y 2 mJ.kg⁻¹ para el público en general.

Tabla 3
Restricciones básicas para densidad de potencia para frecuencias entre 10 y 300 GHz
(año 1998)

Tipo de Exposición	Densidad de potencia (W/m ²)
Ocupacional	50
Poblacional	10

Nota 1: Las densidades de potencia deben ser promediadas sobre cualquier área expuesta de 20 cm² y sobre cualquier periodo de 68/(f^{1/2}) minutos (f en GHz) para compensar la disminución de la distancia de penetración conforme se incrementa la frecuencia.

Nota 2: Las densidades de potencia máximas espaciales, promediadas sobre 1 cm², no deberían exceder 20 (veinte) veces los valores antes mencionados.

Tabla 4
Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos para
frecuencias entre 1 Hz y 100 kHz (valores eficaces no perturbados)
(año 2010)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (kV/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de flujo magnético (T)
1 – 8 Hz	20	$1,63 \times 10^3/f^2$	$0,2/f^2$
8 – 25 Hz	20	$2 \times 10^3/f$	$2,5 \times 10^{-3}/f$
25 – 300 Hz	$5 \times 10^2/f$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz – 3 kHz	$5 \times 10^2/f$	$2,4 \times 10^3/f$	$0,3/f$
3 kHz – 100 kHz	$1,7 \times 10^{-1}$	80	1×10^{-4}

Nota: f es la frecuencia y se expresa en Hz.

Tabla 5
Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos para
frecuencias entre 1 Hz y 100 kHz (valores eficaces no perturbados)
(año 2010)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (kV/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de flujo magnético (T)
---------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------



1 – 8 Hz	5	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^{-2}/f^2$
8 – 25 Hz	5	$4 \times 10^3/f$	$5 \times 10^{-3}/f$
25 – 50 Hz	5	$1,6 \times 10^2$	2×10^{-4}
50 – 400 Hz	$2,5 \times 10^2/f$	$1,6 \times 10^2$	2×10^{-4}
0,4 – 3 kHz	$2,5 \times 10^2/f$	$6,4 \times 10^3/f$	$8 \times 10^{-2}/f$
3 – 100 kHz	$8,3 \times 10^{-2}$	21	$2,7 \times 10^{-5}$

Nota: f es la frecuencia y se expresa en Hz

Tabla 6
Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz (valores eficaces no perturbados) (año 1998)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente (mW/cm ²)
0,1 – 1 MHz	610	$1,6/f$	$2/f$	-
1 – 10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	$2/f$	-
10-400 MHz	61	0,16	0,2	10
400-2000 MHz	$3f^{0,5}$	$0,008f^{0,5}$	$0,01f^{0,5}$	$f/40$
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50

Nota 1: f es la frecuencia y se expresa en la unidad que corresponde a la gama de frecuencias considerada.
 Nota 2: En la medida que las restricciones básicas se cumplan y pueden excluirse efectos indirectos adversos, los valores de intensidad de campo pueden ser excedidos.
 Nota 3: Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 y B^2 deben ser promediados sobre cualquier período de 6 minutos.
 Nota 4: Entre 100 kHz y 10 MHz los valores de pico de las intensidades de campo se obtienen por interpolación desde 1,5 veces la cresta a 100 kHz hasta 32 veces la cresta a 10 MHz. Para valores que sobrepasen 10 MHz, se sugiere que la densidad de potencia de onda plana equivalente de cresta, promediada a lo largo de la anchura del impulso, no sobrepase 1000 veces el límite S_{eq} , o que la intensidad de campo no sobrepase en 32 veces los niveles de exposición de intensidad de campo indicados en esta tabla.
 Nota 5: Para frecuencias superiores a 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 y B^2 deben ser promediados sobre cualquier período de $68/(f^{0,5})$ minutos (f en GHz).

Con formato

Con formato

Con formato

Tabla 7
Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz (valores eficaces no perturbados) (año 1998)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente (mW/cm ²)
100 -150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 – 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1 – 10 MHz	$87/f^{0,5}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2



Anexo 2: Certificado de calibración del sensor de campo magnético realizada por el Laboratorio de UTE



Certificado de Calibración
Calibration Certificate

Marca de Calibración
Calibration mark



Objeto Object	Analizador de CEM con sensor de 100 cm ² .	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación del Laboratorio de UTE. Certificados de calibración sin firmas no son válidos
Fabricante Manufacturer	NARDA	
Tipo Type	Analizador: EFA 300 Sensor : 2245/90.10	Los resultados informados son válidos al momento de la calibración
Número de serie Serial number	Analizador: Z-182 Sensor: AV-0127	
Cliente Customer	UTE – SG. Control y Gestión Ambiental de Instalaciones. Paraguay 2431. Montevideo	This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the UTE laboratory. Calibration certificates without signatures are not valid
Número de certificado Certificate number	193754	
Fecha de calibración Date of calibration	11/11/19	The reported results are valid at the moment of the calibration
Número de páginas del certificado Number of pages of the certificate	4	

	Fecha Date 11/11/19	Energía – Dpto. Laboratorio Eléctrico Energy – Electrical Laboratory Dept. Per. Ing. Daniel Izquierdo	Técnico Technician Luis Vique
Laboratorio de UTE Paraguay 2385. Montevideo, Uruguay.		Tel.: (+ 598) 29242049 e-mail: labute@ute.com.uy	C.P.: 11800



Página 2/4
Page

B-12990

193754
11/19

Item a Calibrar (Calibration Item)

Medida de campo magnético: 20 μ T, 50 μ T, 80 μ T, 100 μ T, 200 μ T, 300 μ T y 500 μ T.

Método de Calibración (Calibration Method)

Se midió el valor de campo magnético generado por la bobina de referencia.
Los diferentes valores de campo magnético se obtuvieron ajustando la corriente aplicada a la bobina generadora, la cual se midió con el multímetro de referencia.

Instrumental de Referencia (Reference Instruments)

Objeto Object	Fabricante Manufacturer	Modelo Model	N° de serie Serial N°	Fecha de última calibración Date of last calibration	Laboratorio Laboratory	N° certificado Certificate N°
Bobina	LABUTE	80	0501	08/17	UTE	172537
Multímetro	FLUKE	289	30000089	01/18	UTE	180019

Condiciones de Calibración (Measurements Conditions)

Sitio de Calibración: Metrología Eléctrica.
La bobina generadora de campo magnético se alimentó con corriente de onda sinusoidal de 50 Hz.
El instrumento bajo prueba o el sensor utilizado con él, se colocaron en el centro de la bobina.
Se realizaron las siguientes configuraciones en el instrumento de medida:
Modo de medida: Isotrópico. Rango automático. Filtro 400 Hz

Condiciones Ambientales (Environmental Conditions)

Temperatura ambiente 23 °C $\pm$ 1 °C Humedad relativa 45 % $\pm$ 15 %
Ambient temperature Relative humidity



B-12990
 LABORATORIO
193754
11/19

Declaración de Incertidumbre de la Medida (*Measurement Uncertainty Statement*)

La incertidumbre de la medida está compuesta por la incertidumbre del procedimiento de calibración y la del instrumento a calibrar, en el momento de realizada la calibración. Componentes de largo plazo no son incluidas. Las incertidumbres de medida informadas sin dimensión son valores relativos, relacionados al valor convencional verdadero.

Se declara la incertidumbre expandida de la medida como la incertidumbre estándar de la medida multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre estándar de la medida ha sido determinada de acuerdo con la publicación "JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement".

The measurement uncertainty is composed of the uncertainty of the calibration procedure and those of the calibration item at the time the calibration is performed. A contribution of the long term stability is not included. The measurement uncertainties, which are indicated without a dimension are relative values, related to the conventional true value.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with the "JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement".



Resultados (Measurement Results)

Los desvíos e Incertidumbres informados en las tablas son relativos y están referidos al valor aplicado. Se considera desvío positivo cuando el instrumento indica más que lo aplicado.

- 1- Sensor interno
Frecuencia: 50 Hz
Modo de medida: Isotrópico

Campo aplicado (μT)	Desvío (%)	Incertidumbre (%)
20	-1	3
50	1	3
80	2	3
100	2	3
200	4	3
300	6	3
500	7	3

- 2- Sensor 100 cm²
Frecuencia: 50 Hz
Modo de medida: Isotrópico

Campo aplicado (μT)	Desvío (%)	Incertidumbre (%)
20	-1	3
50	-1	3
80	-1	3
100	-1	3
200	-1	3
300	-1	3
500	-1	3

Anexo 3: Certificado de calibración de la unidad central de medida

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Calibration Certificate

Narda Safety Test Solutions hereby certifies that the object referenced to this certificate has been calibrated by qualified personnel using Narda's approved procedures. The calibration was carried out in accordance with a certified quality management system which conformed to ISO 9001.

OBJECT	B-Field Meter EFA-300
MANUFACTURER	Narda Safety Test Solutions GmbH
PART NUMBER (P/N)	2245/30
SERIAL NUMBER (S/N)	Z-0182
CUSTOMER	
CALIBRATION DATE	13-Sep-2017
CONFIRMATION INTERVAL (RECOMMENDED)	24 months
AMBIENT CONDITIONS	Temperature: (23 ± 3) °C Relative humidity: (20 to 60) %
CALIBRATION PROCEDURE	2245-8711-00C

ISSUE DATE: 13-Sep-2017



CALIBRATED BY



AUTHORIZED SIGNATORY

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.





Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Field Generation

The calibration on magnetic field measurement is performed in a pair of Helmholtz coils. The magnetic flux density B is calculated from the coil's radius r , the spacing $2a$, the number of turns N and the current flowing in the coils. This current is derived from the AC voltage U across a shunt resistor R at each frequency test point.

$$B = \mu_0 * \frac{N * r^2}{(r^2 + a^2)^{3/2}} * \frac{U}{R}$$

Reference: IEEE Std 1309-1996

Nominal radius: $r = 0.33$ m
Nominal spacing: $2a = 0.33$ m

Method of Measurement

Isotropic Response

The DUT is oriented with each of the three sensors (coils) oriented for maximum interception with the fields successively to calculate the tracking of all the sensors.

Frequency Response

The probe under test (DUT) is fixed in the center of the Helmholtz coils. A single field sensor (coil) is aligned for the maximum interception with the field.
The reading B_{disp} of the DUT is compared to the applied flux density B_{appl} to derive a correction factor CAL.

$$CAL = \frac{B_{appl}}{B_{disp}} \quad (1)$$

Device under Test

The B-Field probe is directly connected to the EFA-300 base meter. The probe is located in the center of the set of Helmholtz coils. The exact location of the meter may be derived from the coil's dimensions (see above).

The device settings:

- Mode: FIELDSTRENGTH
- Channels: Isotropic
- Detection Mode: RMS
- Display Mode: Live
- Frequency Range: see result table
- Measurement Range: see result table

The meter does not contain a memory chip to hold the correction factors reported below. These values shall be considered by the user.



Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Uncertainty

The uncertainty stated in this document is the expanded uncertainty with a coverage factor of 2 (corresponding, in the case of normal distribution, to a confidence probability of 95 %).

The uncertainty analysis for this calibration was done in accordance with the ISO/TAG-Guide (Guide to the expression of uncertainty in measurement). The uncertainties are derived from contributions from the measurement of power, reflection, attenuation and frequency, mismatch, stability of instrumentation and repeatability of handling.

This statement of uncertainty applies to the measured values only and does not include effects like temperature response and long term stability of the calibrated device.

Traceability of Measuring Equipment

The calibration results are traceable to SI-units according to ISO/IEC 17025. Physical units, which are not included in the list of accredited measured quantities such as field strength or power density, are traced to the basic units via approved measurement and computational methods.

The equipment used for this calibration is traceable to the reference listed below and the traceability is guaranteed by ISO 9001 Narda internal procedure.

Reference- / Working- Standard	Manufacturer	Model	Serial Number	Certificate Number	Cal. Due Date	Trace
Waveform Generator	Agilent	33120A	MY40017646	MMID-00751-20170410	2019-04	in-house
# Frequency Counter	Advantest	R5362B	120700137	382978 D-K-15012-01-00 2016-04	2018-03	DAkkS
Helmholtz Coil, with integral Shunt	Narda	HHC- 332/1	---	MMID-00841-20170120	2019-01	in-house
# Digital Multimeter	Agilent	3458A	US28029061	1-8374074743-1	2017-12	UKAS 0147
# Calliper	Preisser	0223703	310121016	14104161 D-K-15181-01-00 2014-02	2017-02	DAkkS
Digital Multimeter	Agilent	34401A	MY41015076	1-8056191023-1	2018-08	UKAS 0147

Reference standard; not used for routine calibration



Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
 Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Results

Frequency response and Correction Factor

Orientation: y-axis
 Range: 5 Hz to 32 kHz

Frequency in Hz	B_applied in μT	Uncertainty in %	final B_displ in μT	Corr. Factor CAL
16	2.480	1	2.545	0.974
30	2.484	1	2.527	0.983
60	2.485	1	2.532	0.981
133	2.486	1	2.522	0.986
200	2.486	1	2.515	0.989
400	2.486	1	2.511	0.990
800	2.486	1	2.487	1.000
1000	2.486	1	2.480	1.002
1600	2.486	1	2.464	1.009
2000	2.486	1	2.460	1.011
3000	2.485	1	2.463	1.009
10000	2.483	1	2.503	0.992
22000	2.477	1	2.445	1.013
30000	2.473	1	1.942	1.273
31900	2.471	2	1.702	1.452

Orientation: y-axis
 Range: 30 Hz to 2kHz

Frequency in Hz	B_applied in μT	Uncertainty in %	final B_displ in μT	Corr. Factor CAL
16	2.480	8	0.228	10.902
30	2.484	0,8	1.782	1.394
40	2.485	0,6	2.406	1.033
60	2.486	0,6	2.515	0.988
133	2.486	0,6	2.520	0.987
200	2.487	0,6	2.511	0.990
400	2.487	0,6	2.498	0.996
800	2.487	0,6	2.445	1.017
1000	2.486	0,6	2.408	1.033
1600	2.487	0,6	2.097	1.186
2000	2.486	0,8	1.669	1.489
3000	2.486	1	0.675	3.683



La energía que nos une



Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Isotropic Response

Frequency: 400 Hz / 10 μ T

Orientation	B_applied in μ T	Uncertainty in %	B_displ in μ T	Corr. Factor CAL
x-axis	2.485	0.6	2.498	0.995
y-axis	2.486	0.6	2.497	0.996
z-axis	2.486	0.6	2.500	0.995

Anexo 4: Certificado de calibración del sensor de campo magnético

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Calibration Certificate

Narda Safety Test Solutions hereby certifies that the object referenced to this certificate has been calibrated by qualified personnel using Narda's approved procedures. The calibration was carried out in accordance with a certified quality management system which conformed to ISO 9001.

OBJECT	B-Field Probe 100 cm ² B-Field Meter EFA-300
MANUFACTURER	Narda Safety Test Solutions GmbH
PART NUMBER (P/N)	2245/90.10 2245/30
SERIAL NUMBER (S/N)	AV-0127 Z-0182
CUSTOMER	
CALIBRATION DATE	13-Sep-2017
CONFIRMATION INTERVAL (RECOMMENDED)	24 months
AMBIENT CONDITIONS	Temperature: (23 ± 3) °C Relative humidity: (20 to 60) %
CALIBRATION PROCEDURE	2245-8711-00C

ISSUE DATE: 13-Sep-2017


CALIBRATED BY


AUTHORIZED SIGNATORY

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.



Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Field Generation

The calibration on magnetic field measurement is performed in a pair of Helmholtz coils. The magnetic flux density B is calculated from the coil's radius r , the spacing $2a$, the number of turns N and the current flowing in the coils. This current is derived from the AC voltage U across a shunt resistor R at each frequency test point.

$$B = \mu_0 * \frac{N * r^2}{(r^2 + a^2)^{3/2}} * \frac{U}{R}$$

Reference: IEEE Std 1309-1996

Nominal radius: $r = 0.33$ m

Nominal spacing: $2a = 0.33$ m

Method of Measurement

Isotropic Response

The DUT is oriented with each of the three sensors (coils) oriented for maximum interception with the fields successively to calculate the tracking of all the sensors.

Frequency Response

The probe under test (DUT) is fixed in the center of the Helmholtz coils. A single field sensor (coil) is aligned for the maximum interception with the field.

The reading B_{disp} of the DUT is compared to the applied flux density B_{appl} to derive a correction factor CAL .

$$CAL = \frac{B_{appl}}{B_{disp}} \quad (1)$$

Device under Test

The B-Field probe is directly connected to the EFA-300 base meter. The probe is located in the center of the set of Helmholtz coils. The exact location of the meter may be derived from the coil's dimensions (see above).

The device settings:

- Mode: FIELDSTRENGTH
- Channels: Isotropic
- Detection Mode: RMS
- Display Mode: Live
- Frequency Range: see result table
- Measurement Range: see result table

The meter does not contain a memory chip to hold the correction factors reported below. These values shall be considered by the user.

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Uncertainty

The uncertainty stated in this document is the expanded uncertainty with a coverage factor of 2 (corresponding, in the case of normal distribution, to a confidence probability of 95 %).

The uncertainty analysis for this calibration was done in accordance with the ISO/TAG-Guide (Guide to the expression of uncertainty in measurement). The uncertainties are derived from contributions from the measurement of power, reflection, attenuation and frequency, mismatch, stability of instrumentation and repeatability of handling.

This statement of uncertainty applies to the measured values only and does not include effects like temperature response and long term stability of the calibrated device.

Traceability of Measuring Equipment

The calibration results are traceable to SI-units according to ISO/IEC 17025. Physical units, which are not included in the list of accredited measured quantities such as field strength or power density, are traced to the basic units via approved measurement and computational methods.

The equipment used for this calibration is traceable to the reference listed below and the traceability is guaranteed by ISO 9001 Narda internal procedure.

Reference- / Working- Standard	Manufacturer	Model	Serial Number	Certificate Number	Cal. Due Date	Trace
Waveform Generator	Agilent	33120A	MY40017646	MMID-00751-20170410	2019-04	in-house
# Frequency Counter	Advantest	R5362B	120700137	382978 D-K-15012-01-00 2016-04	2018-03	DAkkS
Helmholtz Coil, with integral Shunt	Narda	HHC-332/1	---	MMID-00841-20170120	2019-01	in-house
# Digital Multimeter	Agilent	3458A	US28029061	1-8374074743-1	2017-12	UKAS 0147
# Calliper	Preisser	0223703	310121016	14104161 D-K-15181-01-00 2014-02	2017-02	DAkkS
Digital Multimeter	Agilent	34401A	MY41015076	1-8056191023-1	2018-08	UKAS 0147

Reference standard; not used for routine calibration



Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
 Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Results

Frequency response and Correction Factor

Orientation: y-axis
 Range: 5 Hz to 32 kHz

Frequency in Hz	B_applied in μ T	Uncertainty in %	final B_displ in μ T	Corr. Factor CAL
16	2.480	1	2.472	1.003
30	2.483	1	2.483	1.000
60	2.485	1	2.485	1.000
133	2.485	1	2.485	1.000
200	2.486	1	2.485	1.000
400	2.486	1	2.485	1.000
800	2.486	1	2.485	1.000
1000	2.486	1	2.485	1.000
1600	2.486	1	2.485	1.000
2000	2.485	1	2.485	1.000
3000	2.485	1	2.486	1.000
10000	2.482	1	2.497	0.994
22000	2.477	1	2.452	1.010
30000	2.472	1	1.968	1.256
31900	2.470	2	1.725	1.432

Orientation: y-axis
 Range: 30 Hz to 2kHz

Frequency in Hz	B_applied in μ T	Uncertainty in %	final B_displ in μ T	Corr. Factor CAL
16	2.479	8	0.204	12.172
30	2.483	0,8	1.756	1.414
40	2.484	0,6	2.368	1.049
60	2.485	0,6	2.478	1.003
133	2.485	0,6	2.484	1.001
200	2.486	0,6	2.483	1.001
400	2.486	0,6	2.477	1.004
800	2.486	0,6	2.448	1.015
1000	2.486	0,6	2.417	1.028
1600	2.486	0,6	2.121	1.172
2000	2.485	0,8	1.688	1.473
3000	2.485	1	0.675	3.682



Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Isotropic Response

Frequency: 400 Hz / 10 μ T

Orientation	B_applied in μ T	Uncertainty in %	B_displ in μ T	Corr. Factor CAL
x-axis	2.484	0.6	2.495	0.996
y-axis	2.485	0.6	2.477	1.003
z-axis	2.486	0.6	2.489	0.998

Anexo 5: Certificado de calibración del sensor de campo eléctrico

Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
 Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Calibration Certificate

Narda Safety Test Solutions hereby certifies that the object referenced to this certificate has been calibrated by qualified personnel using Narda's approved procedures. The calibration was carried out in accordance with a certified quality management system which conformed to ISO 9001.

OBJECT	E-Field Unit
MANUFACTURER	Narda Safety Test Solutions GmbH
PART NUMBER (P/N)	2245/90.31
SERIAL NUMBER (S/N)	Y-0170
CUSTOMER	
CALIBRATION DATE	13-Sep-2017
AMBIENT CONDITIONS	Temperature: (23 ± 3) °C Relative humidity: (20 to 60) %
CALIBRATION PROCEDURE	2245-8712-00A

ISSUE DATE: 13-Sep-2017


 CALIBRATED BY


 AUTHORIZED SIGNATORY

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

MANAGEMENT
SYSTEM



Certified by DQS against
 ISO 9001:2008
 (Reg.-No. 099379 QM 08)

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Electric Field Strength Meter (EUT)

The E-Field Unit EFA-3 (p/n 2245/90.30) or EFA-300 (p/n 2245/90.31), respectively is a free-body meter that is detecting the induced current between sensor plates while the unit exposed to an alternating electrical field. A separate set of plates for each of the three axes (x, y, z) is orthogonally installed to allow fully isotropic measurement. The unit's dimension is 10.5 cm x 10.5 cm x 10.5 cm.

The field strength meter's circuit includes an integrating stage per axis to determine the field strength independently of the frequency.

The meter does not contain a memory chip to hold the correction factors reported below. These values shall be considered by the user.

Field Generation

The electric field is generated in a set of parallel plates that are vertically installed to minimize the impact from nearby ground planes. The plate's dimensions (1.2 m x 1.2 m) and the spacing (0.6 m) ensure a homogenous field in respect of the EUT's dimensions. The influence of the proximity effect is negligible.

The two plates are energized to the polarity-reversed steady state sinusoidal voltage of the same amplitude with a bridged amplifier. The unperturbed electric field strength E is calculated from the plate's spacing d and the AC voltage U applied to the plates.

$$E_{\text{applied}} = \frac{U}{d}$$

The electric field strength meter is placed on a low distortion material right in the centre between the parallel plates.

Reference: IEC 61786 (1998-08) section A.2 "calibration of electric field strength meters"

Method of Measurement

The equipment under calibration (EUT) is calibrated in the mode FIELDSTRENGTH. During calibration the EUT is set to the isotropic mode and RMS detection. The meter is indication the resultant electric field strength E_{display}

$$E_{\text{display}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad \text{with } E_x, E_y, E_z \text{ the r.m.s. value of the field strength in the three axes}$$

The reading E_{display} of the EUT is compared to the applied field E_{applied} to derive a correction factor CAL of the individual axis.

$$CAL = \frac{E_{\text{applied}}}{E_{\text{display}}}$$

For each of the measurement the unit is visually aligned between the parallel plates for the orientation given in the result table.

The frequency, orientation and field strength are chosen accordingly to the application.



Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
 Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Uncertainty

The uncertainty stated in this document is the expanded uncertainty with a coverage factor of 2 (corresponding, in the case of normal distribution, to a confidence probability of 95 %).

The uncertainty analysis for this calibration was done in accordance with the ISO/TAG-Guide (Guide to the expression of uncertainty in measurement). The uncertainties are derived from contributions from the measurement of power, reflection, attenuation and frequency, mismatch, stability of instrumentation and repeatability of handling.

This statement of uncertainty applies to the measured values only and does not include effects like temperature response and long term stability of the calibrated device.

Traceability of Measuring Equipment

The calibration results are traceable to SI-units according to ISO/IEC 17025. Physical units, which are not included in the list of accredited measured quantities such as field strength or power density, are traced to the basic units via approved measurement and computational methods.

The equipment used for this calibration is traceable to the reference listed below and the traceability is guaranteed by ISO 9001 Narda internal procedure.

Reference- / Working- Standard	Manufacturer	Model	Serial Number	Certificate Number	Cal. Due Date	Trace
Calliper	Preisser	0 – 800 mm	310121015	14104161 D-K-15181-01-00 2014-02	#	DKD
Digital Multimeter	agilent	34401A	MY45025635	1-8618846035-1	2019-02	UKAS 0147

Reference standard; not used for routine calibration



Narda Safety Test Solutions GmbH
 Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
 Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Results

Frequency response and Correction Factor

Orientation: y-axis

Mode: Broadband 5 Hz to 32 kHz

Range: 100 V/m

Frequency in Hz	E _{applied} in V/m	Uncertainty in %	final E _{displ} in V/m	Corr. Factor CAL
16	49.565	1.0	50.213	0.987
30	49.899	1.0	50.422	0.990
60	49.939	1.0	50.415	0.991
133	49.966	1.0	50.447	0.990
200	49.964	1.0	50.472	0.990
400	49.978	1.0	50.447	0.991
800	49.983	1.0	50.395	0.992
1000	49.983	1.0	50.388	0.992
1600	49.977	1.0	50.323	0.993
2000	49.969	1.0	50.328	0.993
3000	49.969	1.0	50.390	0.992
10000	49.944	1.0	50.710	0.985
22000	49.804	1.0	49.705	1.002
30000	49.573	1.0	39.337	1.260
32000	49.465	1.0	33.825	1.462



Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Orientation: y-axis
Mode: Broadband 30 Hz to 2 kHz
Range: 100 V/m

Frequency in Hz	E _{applied} in V/m	Uncertainty in %	final E _{displ} in V/m	Corr. Factor CAL
16	49.938	1.0	4.124	12.111
30	49.961	1.0	35.579	1.404
40	49.930	1.0	47.875	1.043
60	50.010	1.0	50.185	0.996
133	49.987	1.0	50.273	0.994
200	49.984	1.0	50.283	0.994
400	49.972	1.0	50.226	0.995
800	49.984	1.0	49.956	1.001
1000	49.982	1.0	49.537	1.009
1600	50.001	1.0	44.110	1.134
2000	49.995	1.0	35.301	1.416
3000	49.999	1.0	14.093	3.548



La energía que nos une



Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstrasse 7 - 72793 Pfullingen - Germany
Phone: +49 7121 9732 0 - Fax: +49 7121 9732 790



Isotropic Response

Frequency: 400 Hz

Orientation	E_applied in V/m	Uncertainty in %	E_displ in V/m	Corr. Factor CAL
x-axis	49.980	1.0	49.940	1.001
y-axis	49.982	1.0	50.219	0.995
z-axis	49.979	1.0	50.368	0.992