



**EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN  
ESP**

Unidad Centro de Excelencia Técnica Normalización  
y Laboratorios

**NT-07**

**Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en  
redes de distribución**

**EPM-UCET-NYL-NT-07**

**Agosto 2019**

### Elaboración, Revisión y Aprobación

Actividad	Tema	Nombre
<b>Elaboró</b>	Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución	Consultoría Colombiana S.A
	<b>Revisó</b>	José Daniel Acosta Moreno
	<b>Aprobó</b>	Mónica Rueda Aguilar

### Requeridores

Destinatario	Cargo	No. de Copias
Johan Sebastián Higuera Higuera	Profesional Gestión Proyectos e Ingeniería	1
Gabriel Jaime Romero Choperena	Profesional Gestión Proyectos e Ingeniería	1

### Revisiones

Revisión	Fecha dd/mm/aaaa	Descripción de la revisión
01	25/09/2019	Versión inicial

© Copyright: Empresas Públicas de Medellín ESP. No está permitida su reproducción por ningún medio impreso, fotostático, electrónico o similar, sin la previa autorización escrita del titular de los derechos reservados.

## CONTENIDO

1	OBJETO .....	6
2	ALCANCE.....	7
3	DOCUMENTOS DE LA REFERENCIA.....	8
4	CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	9
5	MEDICION DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN	10
5.1	MEDICION DE INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO .....	10
5.1.1	Medición del perfil lateral del campo eléctrico.....	11
5.1.2	Medición del perfil longitudinal del campo eléctrico.....	13
5.2	MEDICION DE DENSIDAD DEL CAMPO MAGNETICO .....	13
5.2.1	Medición del perfil lateral del campo magnético.....	14
5.2.2	Medición del perfil longitudinal del campo magnético .....	15



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos .....	9
Tabla 2 Puntos mínimos para medida de campos electromagnéticos en el perfil lateral..	11
Tabla 3 Especificaciones técnicas de los elementos de los equipos para medición de campos electromagnéticos .....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Medición de campo eléctrico en el perfil lateral.....	12
Figura 2 Ejemplo de perfil lateral de la intensidad del campo eléctrico .....	12
Figura 3 Ilustración de medición de perfil longitudinal para campo eléctrico .....	13
Figura 4 Medición del campo magnético de perfil lateral.....	15
Figura 5 Ilustración de medición de perfil longitudinal para campo magnético .....	16

## 1 OBJETO

Definir los niveles de exposición límite a campos electromagnéticos que se deben cumplir en las inmediaciones de las redes de distribución del grupo EPM y establecer la metodología para la medición de campos electromagnéticos en redes de distribución.

## 2 ALCANCE

La presente norma establece los límites máximos tolerables para la exposición a campos electromagnéticos generados por las subestaciones y redes de distribución de energía del grupo EPM.

Así mismo, se describe la metodología para la medición de la intensidad del campo eléctrico y la densidad del campo magnético asociado a las redes de distribución de energía. Se toman como referencia normas internacionales y los requerimientos descritos en el RETIE.

### 3 DOCUMENTOS DE LA REFERENCIA

- [1] Ministerio de Minas y Energía, Resolución No 9 0708, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Bogotá Colombia, 30 de agosto de 2013. Pag. 210.
- [2] GM-07 Guía metodológica: cálculo de campos electromagnéticos en redes de distribución. EPM, 2019.
- [3] EPRI AC Transmission Line Reference Book—200 kV and Above, Third Edition. Electric Power Research Institute.
- [4] Teoría de disrupción en gases. Dieléctricos combinados y Factor de utilización. Apuntes de la asignatura Tópicos avanzados de aislamiento. H. Torres. Universidad Nacional de Colombia.



#### 4 CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN.

El procedimiento para el cálculo de la intensidad del campo eléctrico y magnético se define en el documento *GM-07 Guía metodológica: cálculo de campos electromagnéticos en redes de distribución* [2].

La Tabla 1 presenta los valores límites de exposición a campos eléctricos y magnéticos, establecidos por el RETIE. [1]

**Tabla 1 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos**

TIPO DE EXPOSICION	INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO (kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO ( $\mu$ T)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas.	4,16	200

Fuente: RETIE, 2013. Artículo 14.3 – Tabla 14.1

Nota: Población expuesta ocupacionalmente se refiere a adultos que generalmente están expuestos a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas, conscientes del riesgo potencial y entrenados para tomar las medidas de protección adecuadas. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades con estados de salud variables y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles, en muchos casos no están conscientes de su exposición a los CEM.

## 5 MEDICION DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

El RETIE plantea que la medición de los campos electromagnéticos se debe hacer a partir de las distancias de seguridad en redes de distribución de energía e instalaciones de uso final, en lugares donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 horas) y en zonas de amplia circulación de público.

Cuando se realicen mediciones de campos eléctrico y magnético en las redes del grupo EPM se debe tener en cuenta lo estipulado a continuación:

- Llevar registros de las condiciones ambientales en el sitio de medición (temperatura, humedad y cobertura del suelo).
- Registrar la información de las redes eléctricas (tensiones de la línea, geometría entre conductores y ubicación de las mediciones).
- Tabular, procesar y graficar los resultados de las mediciones de los campos eléctricos y magnéticos.
- En el ANEXO A se presenta el formato sugerido para la recopilación de datos durante las mediciones de campos electromagnéticos.

El equipo con el que se realicen las mediciones debe poseer un certificado de calibración vigente y estar sometido a un control metrológico. Para la medición se pueden usar los métodos especificados en el estándar de la IEEE 644 o la IEEE 1243.

### 5.1 MEDICION DE INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICICO

La intensidad de campo eléctrico se debe medir en sentido lateral y longitudinal con respecto a la red de distribución de energía que lo genera.

Antes de la medición se debe considerar lo siguiente:

- La intensidad del campo eléctrico bajo las redes de distribución de energía debe medirse a una altura de un (1) metro sobre el nivel del suelo. Si se requiere tomar mediciones a otras alturas, se debe indicar en el registro correspondiente.
- La distancia entre el medidor de intensidad del campo eléctrico y el operador debe ser de al menos 2.5 metros. El operador y el instrumento deben estar paralelo a los conductores de la red eléctrica.
- El campo eléctrico se debe medir en la zona de servidumbre, el valor de exposición al público en general se tomará como el valor máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre [1].

### 5.1.1 Medición del perfil lateral del campo eléctrico

Para la medición del perfil lateral del campo eléctrico se debe tener en cuenta:

- Preparar el equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil lateral (ver Figura 1) para medir el campo eléctrico.
- Las mediciones en el perfil lateral se deben realizar a ambos lados del eje de la red, dentro de la zona de servidumbre definida en el documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción grupo EPM*, mínimo en los puntos definidos en la Tabla 2.

**Tabla 2 Puntos mínimos para medida de campos electromagnéticos en el perfil lateral**

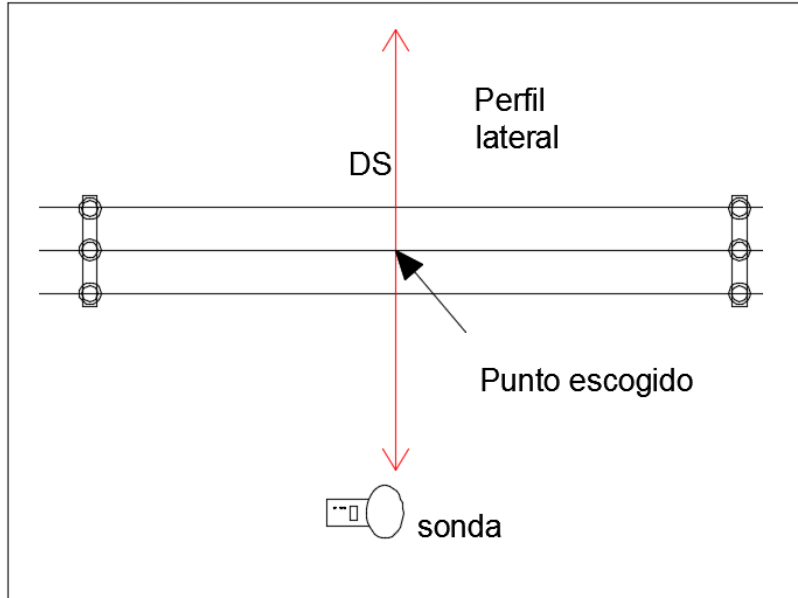
Medida a cada lado del eje de la red	Distancia con respecto al eje de la red
1	0
2	$\frac{DS}{3}$
3	$\frac{2 * Ds}{3}$
4	$DS$

Donde:

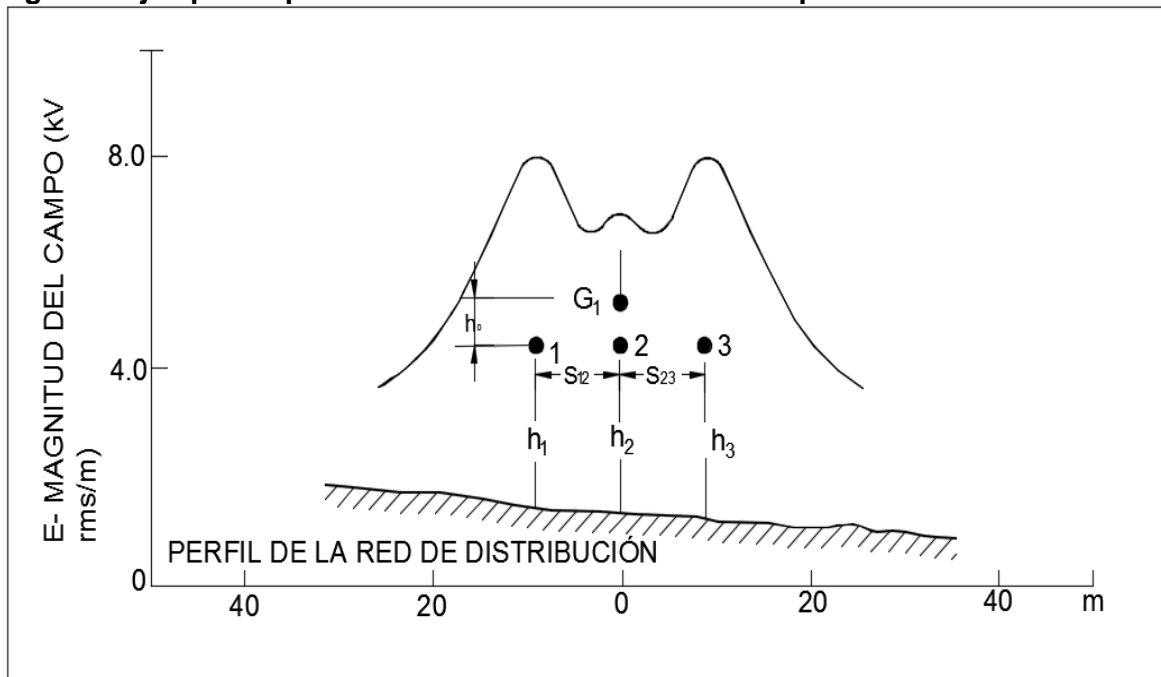
DS: distancia mínima de seguridad horizontal a edificaciones expresada en metros. Este valor se define en 2,3 m para los niveles de media tensión.

- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de intensidad del campo eléctrico.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin facilitar una revisión posterior.

La Figura 1 ilustra la forma en la cual se debe realizar la medición del campo eléctrico en el perfil lateral.

**Figura 1 Medición de campo eléctrico en el perfil lateral**


En la Figura 2 se presenta el perfil lateral de intensidad del campo eléctrico típico. En el eje de las abscisas se muestran los valores de las distancias en metros a las cuales se realiza la medición del campo eléctrico y en el eje de las ordenadas los resultados de las mediciones del campo eléctrico.

**Figura 2 Ejemplo de perfil lateral de la intensidad del campo eléctrico**


Nota: Los símbolos (H1, S12, etc.) representan las alturas y espaciamento de conductores.

Fuente: IEEE Std 644 – 1994. IEEE Standard procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Field.

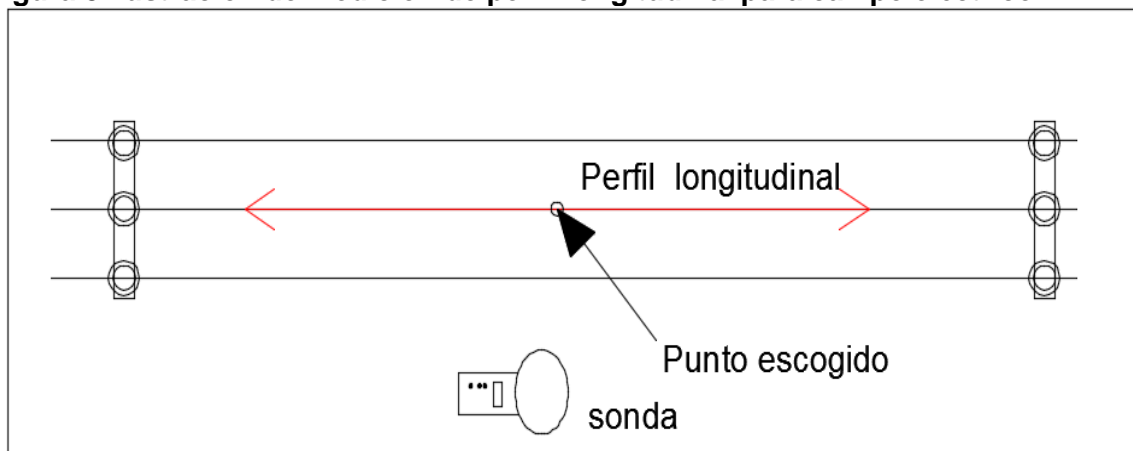
### 5.1.2 Medición del perfil longitudinal del campo eléctrico

Para la medición del perfil longitudinal del campo eléctrico se debe tener en cuenta:

- Preparar equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil longitudinal (ver Figura 3) para medir el campo eléctrico.
- Iniciar las mediciones en el punto donde se haya registrado la medida más alta de campo eléctrico en el perfil lateral.
- Realizar las mediciones a un metro por encima del nivel del suelo, y paralelo a la red eléctrica.
- Las mediciones del perfil longitudinal se deben hacer a lo largo de un vano, partiendo desde el punto medio de este y en ambas direcciones. Se deben tomar al menos 5 mediciones espaciadas la misma distancia.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de intensidad del campo eléctrico.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin facilitar una revisión posterior.

La Figura 3 ilustra la forma en que se debe medir el campo eléctrico en el perfil longitudinal.

**Figura 3 Ilustración de medición de perfil longitudinal para campo eléctrico**



### 5.2 MEDICION DE DENSIDAD DEL CAMPO MAGNETICO

La densidad de campo magnético se debe medir en sentido lateral y longitudinal con respecto a la red de distribución de energía que lo genera. Antes de realizar la medición, se debe considerar lo siguiente:

- Los campos magnéticos bajo las redes eléctricas deben medirse a una altura de 1 metro sobre el nivel de suelo.

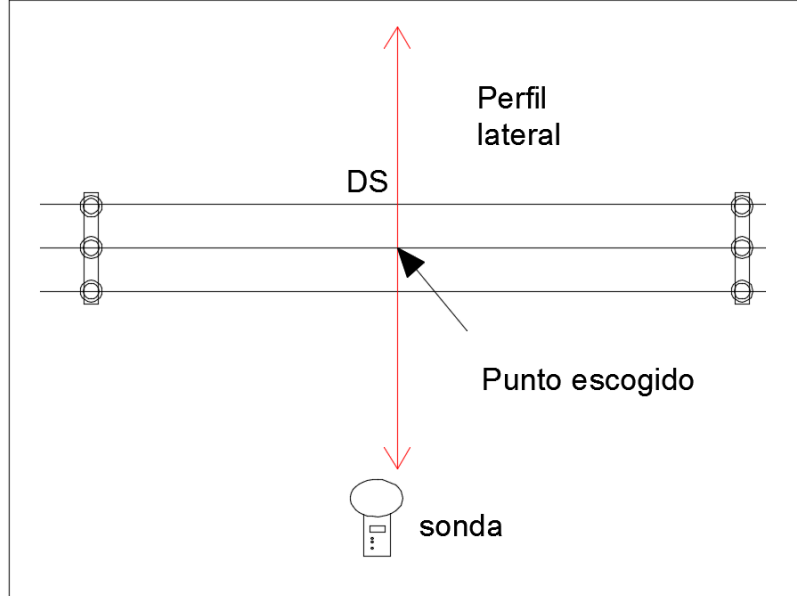
- En el mercado se dispone de medidores con sondas de uno y tres ejes. El medidor de tres ejes entrega una mejor medida porque calcula el campo magnético resultante de los tres valores tomados, mientras que el de un eje entrega un solo valor.
- Elementos ferromagnéticos que se encuentren en la trayectoria de la medición, como vallas publicitarias, podría afectar la medida, por lo que se debe evitar realizar las mediciones en puntos con estas características.
- En la medición de campo magnético la proximidad del operador al equipo de medida es irrelevante.
- El campo magnético se debe medir en la zona de servidumbre, el valor de exposición al público en general se tomará como el valor máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre [1].

### 5.2.1 Medición del perfil lateral del campo magnético

La medición sobre el perfil lateral de la densidad del campo magnético es análoga a la medición realizada para el campo eléctrico. Para la medición se debe tener en cuenta:

- Preparar el equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil lateral (ver Figura 4) para medir la densidad de campo magnético.
- Las mediciones en el perfil lateral se deben realizar a ambos lados del eje de la red, dentro de la zona de servidumbre definida en el documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción grupo EPM*, mínimo en los puntos definidos en la Tabla 2.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de la densidad del campo magnético.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin facilitar una revisión posterior. La densidad de campo magnético es dependiente de la magnitud de la corriente que circula por las redes por lo que se recomienda realizar las mediciones cerca de los picos de la curva de carga.

La Figura 4 ilustra la manera en que se debe medir el campo magnético en el perfil lateral.

**Figura 4 Medición del campo magnético de perfil lateral**

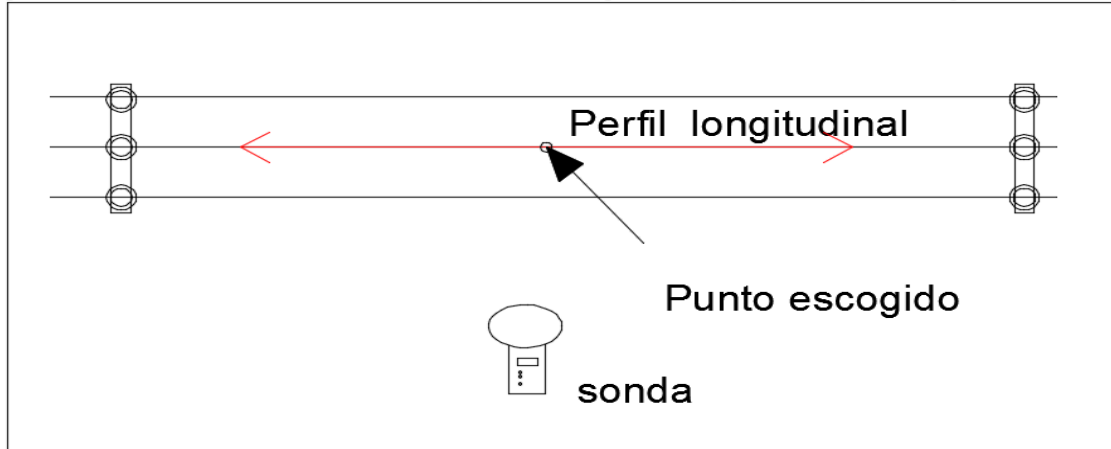
### 5.2.2 Medición del perfil longitudinal del campo magnético

La medición de la densidad del campo magnético en el perfil longitudinal es análoga a la medición realizada para el campo eléctrico. Para la medición se debe tener en cuenta:

- Preparar el equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil longitudinal (ver Figura 5) para medir la densidad de campo magnético.
- Iniciar las mediciones donde se haya medido el mayor valor de la densidad de campo magnético, para lo cual se debe revisar los resultados obtenidos en el perfil lateral.
- Realizar las mediciones un metro por encima del nivel del suelo, y paralelo a la red eléctrica.
- Las mediciones del perfil longitudinal se deben hacer a lo largo de un vano, partiendo desde el punto medio de este y en ambas direcciones. Se deben tomar al menos 5 mediciones espaciadas la misma distancia.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de densidad de campo magnético.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin facilitar una revisión posterior. La densidad de campo magnético es dependiente de la magnitud de la corriente que circula por las redes por lo que se recomienda realizar las mediciones cerca de los picos de la curva de carga.

La Figura 5 ilustra la forma en que se debe medir la densidad de campo magnético en el perfil longitudinal.

**Figura 5 Ilustración de medición de perfil longitudinal para campo magnético**







## **ANEXOS**

**ANEXO A FORMATO PARA TOMA DE DATOS DURANTE LA MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

<b>Medición de campos electromagnéticos</b>			
<b>Datos generales</b>			
Campo eléctrico [KV/m]	<input type="checkbox"/>	Campo magnético [ $\mu$ T]	<input type="checkbox"/>
Temperatura [°C]:			
Humedad relativa:			
Presión atmosférica [atm]:			
Velocidad del viento [m/s]:			
Estado del clima			
Tipo de conductor			
Calibre			
Altura fase R [m]			
Altura fase S [m]			
Altura fase T [m]			
Norma de construcción			
Material de la estructura			
Tipo de medidor:			
Modelo de medidor:			
<b>Medidas perfil longitudinal</b>			
Medida	Distancia desde el eje	Intensidad de campo	Hora
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
<b>Medidas perfil lateral</b>			
Medida	Distancia desde el eje	Intensidad de campo	Hora
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

## ANEXO B CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO PARA MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los equipos para medición de campos electromagnéticos se componen de elementos como el sensor y el medidor de campo. En la Tabla 3 se detallan las especificaciones técnicas de estos componentes.

**Tabla 3 Especificaciones técnicas de los elementos de los equipos para medición de campos electromagnéticos**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	<b>Sensor</b>	<b>Medidor</b>
<b>Geometría del sensor</b>	Dos placas separadas 5 cm	Tres bobinas
<b>Componente</b>	Vertical	Tres ejes
<b>Rango de medición</b>	0-13 kV/m	0.1 – 3000 mG
<b>Exactitud Típica</b>	N.A.	1 % - 2 %
<b>Resolución</b>	N.A.	0.1 mG
<b>Pértiga</b>	Pértiga en fibra de vidrio	N.A.
<b>Rango de Frecuencia</b>	40-800 Hertz	