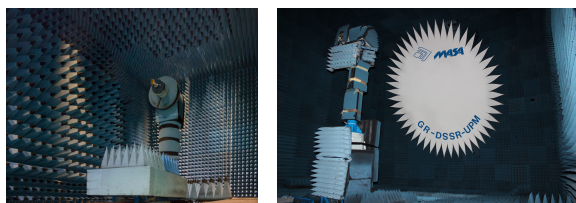
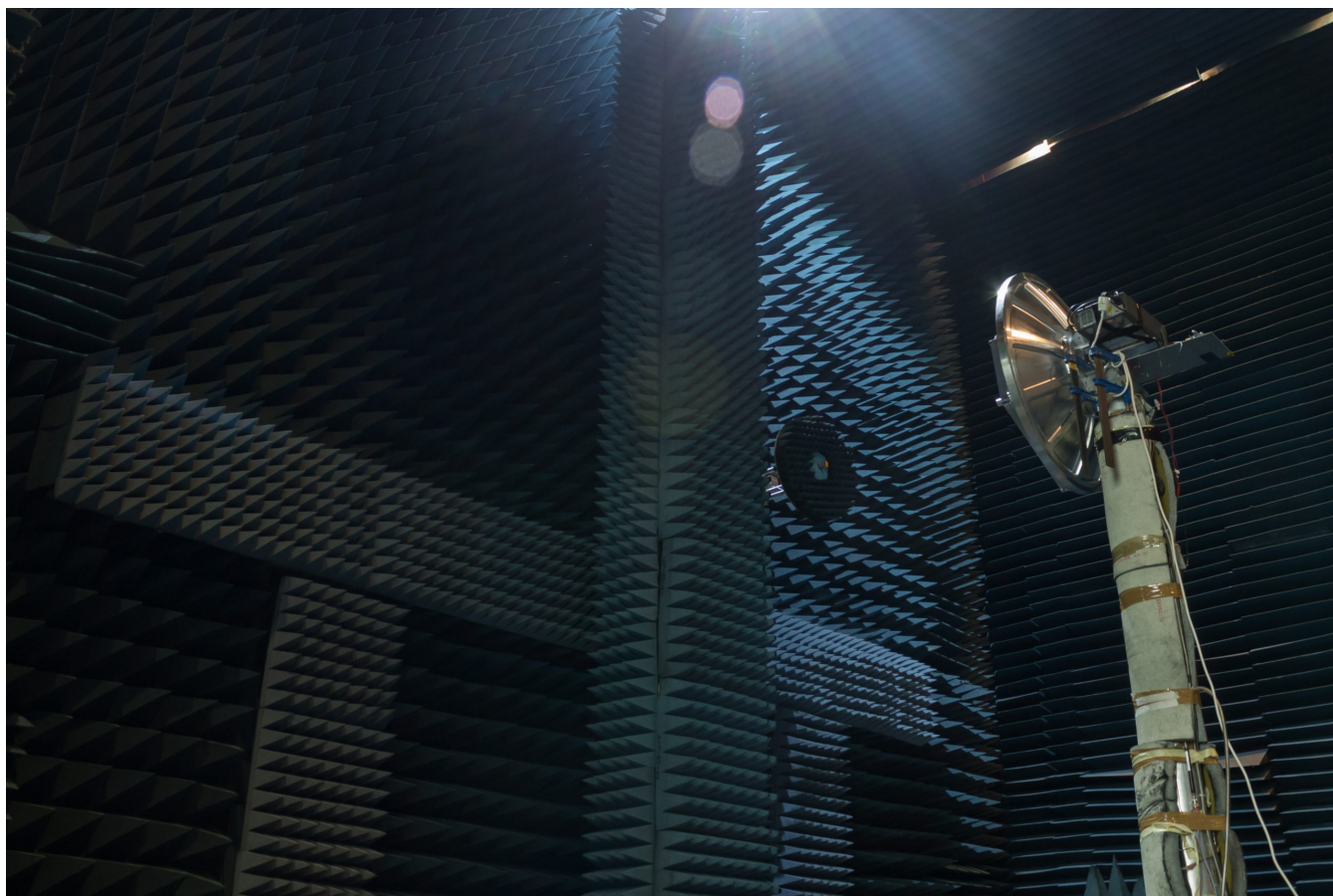


# Medida de parámetros eléctricos de antenas y de sección radar de materiales

El LEHA Cuenta con 3 recintos anecoicos. Este servicio está acreditado desde 2010 por ENAC bajo la norma ISO17025 y forma parte de la red de laboratorios de Madri+d, con el número 33.



Video: <https://www.youtube.com/watch?v=N1LYvLK67w>

## Información de contacto

**Dirección:** Manuel Sierra Castañer: Responsable Científico

Belén Galocha Iragüen: Responsable Técnico

Laboratorio de Ensayo y Homologación de Antenas (LEHA-UPM). ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, Avenida Complutense nº 30, 28040 Madrid. Laboratorio B-031

**Teléfono:** 910672372

**Página web:** [gr.ssr.upm.es](http://gr.ssr.upm.es)

**Correo electrónico:** [manuel.sierra@upm.es](mailto:manuel.sierra@upm.es)

- Disponible

## Tipo de oferta tecnológica

Servicios científico - Tecnológicos

## Áreas de investigación e innovación

- Ciencia para la ingeniería y la arquitectura
- Espacio y Observación de la Tierra
- Industria, materiales y economía circular
- Tecnologías digitales, Inteligencia Artificial, ciberseguridad, 5G, robótica

## ODS



Disponible desde: 2022

### ¿Dónde?

[Centro de I+d+i en Procesado de la Información y Telecomunicaciones \(IPTC\) Grupo de Radiación](#)

### Infraestructuras

[LEHA \(Laboratorio de Ensayos y Homologación de Antenas\)](#)

### Documentación

[Descargar documentación adicional \(pdf\)](#)[Descargar documentación adicional \(pdf\)](#)

Palabras clave: | [Antenas](#) | [Medidas](#) | [Radiofrecuencia](#) | [Sección Radar](#)

### Necesidades demandadas y aplicaciones

El LEHA (Laboratorio de Ensayo y Homologación de Antenas) de la UPM está ubicado en el laboratorio B-031 de la ETSI Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (Avda. Complutense, 30. 28040 Madrid).

Cuenta con 3 recintos anecoicos en la ETSI de Telecomunicación gestionados por profesores del SSR pertenecientes al Grupo de Radiación (GR) [1]. La primera cámara anecoica del GR se puso en servicio en 1978. Desde entonces se ha trasladado en varias ocasiones hasta la construcción en 2000 del recinto que la alberga en la actualidad.

Este servicio está acreditado desde 2010 por ENAC bajo la norma ISO17025 para medida de parámetros de antena como diagrama de radiación copolar y contrapolar, ROE, aislamiento, ganancia, directividad, y pérdidas en la banda de frecuencias de 1 GHz hasta 60 GHz. Además, este laboratorio forma parte de la red de laboratorios de Madri+d, con el número 33.

Los servicios que se ofrecen son la medida de parámetros de antenas y sección radar de materiales:

- Medida de ROE y aislamiento entre puertas.
- Medida de diagrama de radiación copolar y contrapolar de antenas.
- Medida de ganancia, directividad y pérdidas de antenas.
- Medida de relación axial de antenas.
- Medida de sección radar de materiales en disposición monoestática.

Con la adquisición de un nuevo equipamiento (en proceso) abriremos un nuevo servicio de medida de parámetros activos de terminales 5G.

---

## Sector o área de aplicación

Los sectores de aplicación son:

- Ciencia para la ingeniería y la arquitectura
  - Tecnologías digitales, Inteligencia Artificial, ciberseguridad, 5G, robótica
  - Espacio y Observación de la Tierra
  - Industria, materiales y economía circular
  - Seguridad, defensa y resiliencia
- 

## Competencias diferenciales

Desde 1995 estamos reconocidos por la Agencia Espacial Europea para la medida de antenas de espacio, habiendo medido antenas de las misiones a Venus, Marte, Mercurio, Júpiter y el Sol; antenas para los satélites Galileo, Astra, Hispasat, Envisat, Eutelsat... Participar en estas medidas nos ha permitido también trabajar en nuevas técnicas de medida de antenas, abriendo una línea novedosa en técnicas de post-procesado en medida de antenas.

Los procedimientos de medida y de calidad están desarrollados en procedimientos técnicos acorde al sistema de calidad acreditado según norma ISO17025:2017. Los procedimientos de medida son internos están basados en los estándares del IEEE [5-6]. No se realiza muestreo.

Los investigadores del LEHA-UPM participan activamente en campañas de intercomparación dentro de la Red Europea de Antenas (EurAAP), y en la elaboración de los estándares de medida de antenas del IEEE.

---

## Referencias previas de prestación

Algunos de los usuarios finales se muestran en la tabla 1.4. En nuestra base de datos de clientes contamos con 125 instituciones. Con las más activas trabajamos de manera continua no solo en la medida de sus antenas, ya sean productos finales o prototipos, como en el asesoramiento para el desarrollo de antenas, y sobre todo para la correcta caracterización de las mismas, de modo que cuando se llegue al producto final, este cumpla con las especificaciones requeridas.

Las medidas que se realizan fundamentalmente para nuestros clientes son de espacio, midiendo antenas de satélite como Hispasat, ASTRA, Eutelsat, Envisat, Galileo, ..., las antenas de las misiones espaciales de la Agencia Espacial Europea como Mars Express, Venus Express, Solar Orbiter, Bepi-Colombo (a Mercurio) o Juice (a Júpiter); antenas para comunicaciones móviles a Ericsson, Nokia o Huawei; antenas para sistemas de medida de antenas para Rohde&Schwarz, Microwave Vision Group, Antenna Systems Solutions, Thales Alenia; antenas en los sectores de defensa para Indra, o de espacio para Sener y Airbus, entre otros. Actualmente en torno a la mitad de los servicios de medida externos son para clientes de fuera de España. Esta experiencia, junto al sistema de calidad implantado y acreditado por ENAC, nos han supuesto un prestigio nacional e internacional que nos han posicionado como uno de los laboratorios referentes en Europa en el ámbito de la medida de antenas.

Algunos de los ejemplos concretos de experiencias con usuarios finales son:

- Con INDRA hemos desarrollado de manera conjunta las técnicas de medida para sus antenas de RADAR en aplicaciones de defensa (radares LANZA Naval y Terrestres, RADAR de banda L y banda X para fragatas F110). Para el caso de los radares LANZA pusimos en marcha un sistema de medidas específico en las instalaciones del CEAR (de INTA). En el caso de los radares de las F110, hemos desarrollado un sistema para interactuar con el sistema del radar y de este modo reducir los tiempos de medida, midiendo con la propia señal pulsada del radar.
- En el caso de Rohde&Schwarz, trabajamos en la medida de las antenas de su sistema de Plane Wave Generator y otras antenas que utilizan en sus sistemas de medida de antenas comerciales.
- En el caso de Airbus, utilizamos nuestros sistemas para backup de sus sistemas de medida de antenas y cuando la Agencia Espacial Europea (o el responsable del satélite) les solicita la medida en un sistema independiente.
- En el caso de SENER colaboramos en el diseño y la medida de sistemas de antenas para misiones espaciales como Solar Orbiter, Juice, Bepi Colombo... En algunos casos hemos realizado medidas en altas temperaturas.
- En el caso de Microwave Vision Group, además de caracterizar las antenas que comercializan para sus sistemas, colaboramos con esta empresa multinacional desde 2012 en el desarrollo de procedimientos innovadores de medida de antenas. Algunos de estos se describen en [2] y [3].
- Creamos la empresa Antenna Systems Solutions y, aunque ya no formamos parte de la gestión de la empresa, seguimos caracterizando algunas de sus antenas.

- Además a lo largo de los años hemos desarrollado sistemas de medida de antenas para Sener (entonces Rymasa), Airbus, Indra, TTI, Dirección General de Telecomunicaciones, Universidad de Valencia, Universidad de Sevilla, Universidad de Oviedo, Universidad de Alcalá, entre otros.

Con la extensión de los servicios ofrecidos al ámbito de los terminales móviles aspiramos a abrir una nueva línea de trabajo, y posicionarnos en un ámbito, de medida de antenas integradas al sistema, donde se está evolucionando rápidamente, y consideramos que va a ser el futuro de los sistemas radiantes. Aunque el equipo que se adquiere es para 5G, la adquisición de este nos permitirá abrir líneas de investigación (algunas ya en fase inicial) para medida de antenas sin referencia trabajando bajo otros estándares.

---

## Descripción del equipamiento

En el primer recinto, de 7.3 x 4.3 x 4.3 m, está instalado un sistema esférico de roll sobre acimut, equipados con juntas rotatorias hasta 40 GHz, en el que la antena bajo prueba (ABP) puede situarse a una distancia de entre 3 m y 5.45 m de la sonda de medida. La frecuencia mínima de uso es de 660 MHz y la máxima de 110 GHz. El posicionador de roll está situado sobre una mesa lineal para colocar la ABP en el centro de la esfera de medida. La sonda de medida cuenta con un posicionador de polarización sobre una mesa manual de 5 ejes para alinear el eje z de la sonda con el de la ABP. La precisión de posicionado es de 0.03°. La incertidumbre en la medida de ganancia ( $2\sigma$ ) varía entre 0.12 dB y 0.20 dB en función del procedimiento de medida, la banda de frecuencia de medida, la distancia de medida y el tamaño de la ABP.

En el segundo recinto, de 15.2 m x 7.9 m x 7.3m, está instalado un Rango Compacto (RC) Gregoriano y un sistema Plano-Cilíndrico-Esférico para medida de grandes antenas. El reflector principal del RC es un reflector offset de 4.5 m de diámetro con aserramientos cosenoidales de 60 cm. El diámetro del reflector elíptico es de 2.2 m. La frecuencia mínima de uso del sistema es de 6 GHz y la máxima de 110 GHz. La zona quieta, en la banda de 6 GHz a 40 GHz es de 2 m de diámetro, ( $\pm 0.25$  dB,  $\pm 3^\circ$ ) con una XP de -30 dB. El sistema de posicionadores de la ABP es roll sobre elevación sobre acimut. La sonda está equipada con un posicionador idéntico al del sistema esférico. La incertidumbre en la medida de ganancia ( $2\sigma$ ) varía entre 0.27 y 0.35 dB

El escáner plano tiene un recorrido de 4.75 m x 4.75 m. Está equipado con un posicionador de roll sobre acimut para la ABP y un posicionador de sonda. El posicionador de ABP está situado sobre una mesa lineal que permite ajustar la distancia sonda-ABP. La planitud de escáner (eje Z) es mejor que 237  $\mu$ m pico a pico en la zona central (4 m x 4 m). El error de posicionado asociado a los husillos es menor que 0.4 mm. La frecuencia mínima de uso es de 1 GHz y la máxima 110 GHz.

El tercer recinto, de 5.4 x 3.30 x 3.30 m está en construcción. Dispone de un rango compacto con un reflector offset de apertura cuadrada de 66 x 66 cm con aserramientos cosenoidales de 17 cm con una zona quieta de 40 cm; un escáner plano de 2 x 2 m y un sistema cilíndrico-esférico. El posicionador de Antena bajo prueba, común para todos los sistemas, es de roll sobre elevación sobre acimut. Las sondas de medida del rango compacto y del sistema plano-cilíndrico-esférico están equipados con posicionadores de polarización. La frecuencia mínima de medida es de 20 GHz y la máxima de 220 GHz. Esta cámara está instalada en la sala B-105, sustituyendo a la antigua cámara semianecoica de arco que servía para la medida escalada de antenas embarcadas en navíos.

Estamos también en proceso de adquisición de un sistema multisonda en la banda desde 650 MHz hasta 18 GHz para la medida de antenas pasivas y para medida de parámetros activos de sistemas 5G de sistema como sensibilidad, potencia radiada aparente, ganancia de diversidad, ganancia MIMO..., mediante técnicas OTA (over-the-air), que se completará con la adquisición de un emulador de señales 5G.

Para la transformación de campo cercano a campo lejano esférico, se dispone de software comercial y de software de elaboración propia. Para la transformación de campo cercano a campo lejano cilíndrico y plano se dispone de SW propio que permite hacer reconstrucción de fuentes. En los últimos años los investigadores del LEHA-UPM, junto a las empresas líderes del sector, han estado investigando en nuevas técnicas de postprocesado para mejorar la precisión en la medida de antenas y reducir los tiempos de medida. Estas técnicas están recopiladas en [1] y [2].

[1] M. Sierra Castañer, Lars J. Foged. "Post-processing techniques in Antenna Measurements". Scitech Publishing (IET). 2019. ISBN: 9781785615375. e-ISBN: 9781785615382. DOI: 10.1049/SBEW529E

[2] L. J. Foged & M. Sierra-Castaner. "Modern automotive antenna measurements", Artech house, Boston 2022, ISBN: 9781630818494. 30 septiembre 2022.

---

## Solicitud del servicio

Para poder solicitar un servicio de medida, se tienen que poner en contacto con la directora técnica del LEHA-UPM, Prof. Belén Galocha ([belen.galocha@upm.es](mailto:belen.galocha@upm.es)).

En este correo se indicará la siguiente información:

- Datos de la empresa.
- Datos de la persona de contacto.

- Datos de la antena o dispositivo bajo prueba: tipo, dimensiones, peso, características esperadas.
- Descripción de los servicios de medida a realizar: frecuencias de medida y parámetros de medida.
- Plazo de medida requerido.

La directora técnica se pondrá en contacto con el cliente para recabar más información y poder completar el estudio de viabilidad de la medida y realizar la oferta. La decisión sobre la viabilidad del servicio solicitado se tomará atendiendo a la capacidad y disponibilidad del equipamiento implicado, las tareas subsidiarias necesarias para la realización de los ensayos y las actividades propias del centro y será comunicada al solicitante a la mayor brevedad. En caso desfavorable, el procedimiento se considerará cerrado. En caso favorable, se propondrá una fecha en la que el dispositivo será enviado a las instalaciones del LEHA-UPM.

Las normas de manejo de las antenas están descritas en los procedimientos del sistema de calidad del LEHA-UPM.

Se ha aprobado por Comisión de Investigación de la UPM la tarifa horaria del servicio, calculada de modo que se cubran los gastos (personal, fungible, amortización de infraestructura, calibración de equipos, mantenimiento acreditación y reparación de equipos) sin generar beneficio industrial.

---

#### Tarifas UPM

**100,00€**

Medida de parámetros eléctricos de antenas y de sección de radar de materiales (€/h)

#### Tarifas Externas

**125,00€**

Medida de parámetros eléctricos de antenas y de sección de radar de materiales (€/h)