

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE EMISIÓN DE CAMPO (FE-SEM) DE ALTA RESOLUCIÓN PROVISTO DE DETECTOR DE TRANSMISIÓN (STEM) PARA LA FUNDACIÓN IMDEA ENERGÍA A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS

1. INTRODUCCIÓN

La Fundación IMDEA Energía tiene como objetivo promover y realizar actividades de I+D relacionadas con la energía, especialmente en relación a las cuestiones que conciernen a las energías renovables y a las tecnologías energéticas limpias, con el fin de obtener resultados científicos y tecnológicos de alto nivel que contribuyan al desarrollo de un sistema energético inteligente y sostenible. La vocación principal de IMDEA Energía es, por un lado, la búsqueda de la excelencia científica con objeto de impulsar un liderazgo a nivel internacional en la generación de conocimiento y, por otro, establecer la cooperación con el sector empresarial necesaria para la transferencia de conocimiento, lo que permitiría aportar soluciones a las necesidades presentes y futuras de nuestra sociedad.

Las actividades de I+D promovidas por IMDEA Energía se concentran en siete áreas que se enmarcan dentro las temáticas prioritarias para la sociedad identificadas por la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2020:

- ✓ Producción de combustibles sostenibles para el sector del transporte: hidrógeno, biocombustibles y combustibles derivados de residuos orgánicos.
- ✓ Almacenamiento de energía acoplado a energías renovables.
- ✓ Sistemas y tecnologías de energía solar, con especial énfasis en la energía solar térmica de concentración.
- ✓ Alternativas de valorización de CO₂.
- ✓ Desarrollo de sistemas de utilización de la energía con alta eficiencia.
- ✓ Gestión inteligente de la demanda de electricidad.
- ✓ Evaluación tecno-económica de sistemas energéticos.

El objeto de la presente licitación es la adquisición de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM) de alta resolución provisto de detector de transmisión (STEM). La compra de este equipo permitirá a IMDEA Energía dar un salto cualitativo en muchos de los campos de investigación que desarrolla en la actualidad, como es el caso de los relacionados con los combustibles, el transporte, el almacenamiento energético y la eliminación de contaminantes.

El presente pliego describe las **condiciones técnicas de carácter obligatorio** que tendrá que cumplir el contrato de suministro y montaje de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM) de alta resolución provisto de detector de transmisión (STEM) para la Fundación IMDEA Energía. **Aquellos licitadores cuyas ofertas no cumplan los requisitos obligatorios del presente pliego serán excluidos de la licitación.**

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS OBLIGATORIAS DEL SUMINISTRO

El microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM) de alta resolución equipado con detector STEM ha de permitir obtener una caracterización morfológica y química a nivel nanométrico de materiales de diversa naturaleza. Por ello el microscopio tiene que incluir propuestas técnicas que permitan trabajar tanto con muestras conductoras como con muestras poco conductoras o incluso aislantes sin necesidad de ser recubiertas.

El microscopio tiene que incluir varios detectores de electrones secundarios (SED, acrónimo en inglés de *secondary electron detector*) y electrones retrodispersados (BSED, acrónimo en inglés de *back-scattered electrons detector*), así como disponer de la posibilidad de realizar mapeados

químicos mediante espectroscopia de energía dispersiva de rayos-X (X-EDS, acrónimo en inglés de *energy dispersive x ray spectroscopy*).

Asimismo el equipo tiene que incluir necesariamente un detector de electrones transmitidos sectorizado que permita analizar muestras mediante microscopía electrónica de barrido de electrones transmitidos modo STEM (*Scanning Transmisión Electron Microscopy*), con varios sectores de detección que permitan analizar muestras en modo campo claro, campo oscuro, campo oscuro anular y campo oscuro anular de alto ángulo, modos BF (*Bright Field*), DF (*Dark Field*), ADF (*Anular Dark Field*) y HAADF (*High Angle Dark Field*).

A continuación se especifican las características técnicas mínimas obligatorias de los diferentes equipos y componentes:

2.1.- Óptica electrónica

- Fuente de electrones. Fuente de emisión de campo tipo Schottky de alta estabilidad.
- Sistema de deceleración del haz de electrones a lo largo de la columna del microscopio que permita, junto con la inserción de detectores en la propia columna, obtener imágenes de alta resolución y alto contraste usando bajos voltajes de aceleración.
- Rango de voltaje de trabajo de 20V a 30 kV, así como el control por software que permita cambiar y seleccionar de forma automática los voltajes y las condiciones de trabajo del microscopio.
- Sistema de lentes objetivo combinado por lentes electromagnéticas y lente finalelectrostática libre de campos que permita trabajar incluso con muestras magnéticas.
- El intercambio de aperturas y/o corrientes de sonda debe ser controlado por software permitiendo el intercambio de forma automatizada para trabajar en los diferentes modos de funcionamiento del microscopio (alta energía, baja energía).
- Resoluciones mínimas garantizadas de:

0.8 nm trabajando a 30 kV con detector STEM.

0.8 nm trabajando a 15 kV.

1.0 nm trabajando a 1 kV.

2.2.- Detectores de electrones secundarios y retrodispersados

El equipo tiene que incluir al menos los siguientes detectores:

- Detector de electrones secundarios en cámara tipo Everhart-Thornley.
- Detector de electrones retrodispersados en cámara sectorizado y retráctil.
- Detector de electrones secundarios de alta resolución en columna tipo “in-lens”.
- Segundo detector de electrones en columna tipo “in-lens” con posibilidad de identificar electrones retrodispersados.

El equipo tiene que permitir la detección simultánea de 2 señales.

2.3.- Detector de Electrones Transmitidos en cámara sectorizado (STEM)

El microscopio tiene que incluir un detector de electrones transmitidos que permita analizar muestras mediante microscopía electrónica de barrido de electrones transmitidos modo STEM (acrónimo en inglés *Scanning Transmisión Electron Microscopy*). El detector STEM debe tener varios sectores de detección que permitan analizar muestras en modo campo claro, campo oscuro, campo oscuro anular y campo oscuro anular de alto ángulo (modos BF, DF, ADF y HAADF).

Dicho detector debe ser retráctil y permitir obtener imágenes simultáneamente con otros detectores descritos con anterioridad.

El equipo tiene que permitir obtener una resolución mínima de 0.8 nm trabajando en modo STEM a 30 kV.

Además se tienen que incluir los accesorios y los portamuestras necesarios para poder analizar las muestras mediante microscopía STEM en rejillas estándar de transmisión de 3 mm de diámetro.

2.4.- Sistema de detección de rayos X por dispersión de energías (EDS)

El equipo tiene que incluir un detector EDS refrigerado por sistema Peltier, sin necesidad de utilizar nitrógeno líquido ni sistemas externos adicionales, con una superficie activa de al menos 65 mm² y una resolución mínima de 127 eV para el Mn K-alpha a 130.000 cps. El sistema de detección del mismo debe ser de alta eficiencia permitiendo obtener microanálisis cuantitativos a > 400.000 cps y mapeado químico a > 1.000.000 cps. El sistema de microanálisis debe estar optimizado para permitir la detección de elementos ligeros con un número atómico superior a 4 (Be). Asimismo debe permitir trabajar a bajos kV y bajas corrientes para poder minimizar la contaminación y el daño sobre las muestras de análisis y obtener altas resoluciones espaciales. Dicho detector debe ser retráctil.

Además tiene que incluir un paquete de software para el tratamiento de datos que permita obtener microanálisis puntuales, lineales, de área y mapeado de muestras en modo análisis dinámico. También tiene que permitir la captura de imágenes y la identificación de elementos.

Asimismo se incluirán los equipos informáticos necesarios para realizar todas las funciones descritas con anterioridad con sistema operativo Windows 7 o superior y un monitor de al menos 24 pulgadas.

2.5.- Sistema de vacío

El equipo tiene que ir equipado con un sistema de vacío automatizado libre de aceite, compuesto por al menos una bomba primaria de prevacío que permita el intercambio de muestras en menos de 5 minutos, una bomba turbomolecular que permita alcanzar un vacío suficiente en cámara y varias bombas iónicas que permitan alcanzar un alto vacío en columna y en cañón para poder asegurar la integridad del filamento durante su vida útil.

2.6.- Cámara de muestra

La cámara de muestra tiene que ser de grandes dimensiones e incluir múltiples puertos de entrada para accesorios.

La plataforma del microscopio tiene que ser eucéntrica con 5 ejes motorizados (X,Y,Z,R,T) y permitir movimientos en X, Y al menos en el rango 0-100 mm y Z al menos en el rango 2-50 mm, así como la inclinación de la misma al menos entre -5 y 70 grados.

La plataforma tiene que incluir el control por software que permita la navegación por las muestras, guardado de posiciones y posterior rellamada de posiciones de interés de la muestra.

Además el equipo tiene que incluir una cámara CCD de infrarrojos para visualizar el interior de la cámara de muestras y alarma o sistemas de protección para movimientos inadecuados.

También es obligatorio incluir los portamuestras necesarios para poder trabajar en los distintos modos de trabajo, incluyendo un portamuestras para albergar rejillas estándar de transmisión de 3 mm de diámetro.

2.7.- Sistema de limpieza por plasma

En la cámara del microscopio se tiene que incluir un sistema de limpieza por plasma acoplado, “*plasma cleaner*”, que permita la eliminación de contaminación por hidrocarburos tanto de la muestra como de la cámara. Además, se incluirá el control por software del dispositivo que permita definir los parámetros de los ciclos de limpieza del mismo.

2.8.- Sistema de barrido e imagen

El software de obtención de imágenes tiene que permitir la adquisición de imágenes con distintas velocidades de barrido y de calidad y resolución variables con una densidad de píxeles de al menos 1280x960. Así mismo el equipo debe permitir obtener imágenes en distintos formatos (BMP, JPG o TIFF mínimo de 16 bits), así como la grabación de video en formato AVI.

El software tiene que permitir diferentes estrategias de barrido para mejorar la calidad de imagen, minimizar el efecto de acumulación de cargas y corrección de la deriva de la imagen durante la adquisición de imágenes.

Además, el software dispondrá de funciones que permitan obtener señales de dos canales diferentes, la manipulación en vivo de la escala de grises, sumar y restar imágenes entre sí y diferentes opciones de procesamiento de imágenes.

2.9.- Control del microscopio

El equipo incluirá todo el software y hardware necesarios para poder controlar y manejar los diferentes parámetros del microscopio. El mismo debe permitir trabajar con diferentes perfiles de usuario personalizables y acceder a diferentes funciones automáticas y/o guiadas de alineación, enfoque, corrección de brillo y de contraste.

La oferta de los licitadores incluirá una estación de trabajo de última generación con sistema operativo Windows 7 o posterior, con dos monitores de al menos 24 pulgadas, teclado, ratón y panel de control con diales rotatorios para las opciones básicas y joystick para el movimiento de la pletina portamuestras.

2.10.- Equipos auxiliares

Las ofertas de los licitadores tienen que incluir los siguientes elementos auxiliares:

- Un compresor de aire autónomo.
- Un circuito cerrado de refrigeración de agua.
- El mobiliario adecuado para la instalación del microscopio.

3. CONDICIONES MÍNIMAS OBLIGATORIAS DE LA SALA DONDE SE INSTALARÁ EL EQUIPO

La sala donde se instale el microscopio electrónico de barrido tiene que cumplir unos requisitos obligatorios en cuanto a cambios en la temperatura, vibraciones acústicas, vibraciones mecánicas y campos magnéticos, entre otros, para asegurar la resolución del mismo y la estabilidad de las imágenes obtenidas.

La Fundación IMDEA Energía dispone de varias salas donde se podría instalar el microscopio. La empresa que resulte finalmente adjudicataria del contrato tendrá que abordar los trabajos que se indican a continuación:

- Comunicar a la Fundación los requisitos obligatorios que tiene que cumplir la sala donde se instale el microscopio.
- Medir las condiciones de las salas disponibles en la Fundación.
- Elaborar un informe o declaración de conformidad con los resultados obtenidos indicando cuál sería la ubicación más adecuada. En el caso de que no se pueda elaborar una declaración de conformidad porque las salas disponibles no cumplan alguno/s de los requisitos obligatorios, la empresa adjudicataria tendrá que trasladar a la Fundación las recomendaciones, modificaciones y posibles alternativas para asegurar el funcionamiento óptimo del microscopio y el cumplimiento de los parámetros de resolución del mismo en los diferentes rangos de voltaje y detectores especificados.

4. PLAN DE FORMACIÓN OBLIGATORIO

Las empresas licitadoras tendrán que incluir obligatoriamente en sus ofertas un plan de formación para el personal de la Fundación que incluya un módulo de formación básico y un módulo de formación avanzado sobre el manejo, mantenimiento del equipo, puesta a punto, modos de medida, tratamiento de datos, aplicaciones, entre otros, que será impartido por personal de la empresa adjudicataria. La primera parte del plan de formación se deberá llevar a cabo durante la instalación y puesta en funcionamiento del equipo en las instalaciones de la Fundación IMDEA Energía. Posteriormente, después de un periodo de funcionamiento del equipo de al menos 3 meses se deberá completar la formación con un módulo avanzado en un periodo máximo de 6 meses desde la puesta en marcha del equipo.

Las empresas licitadoras incluirán en sus ofertas los planes de formación propuestos especificando entre otros el número de cursos propuestos así como la duración y el programa detallado de cada curso.

5. PLAN DE GARANTÍA Y MANTENIMIENTO OBLIGATORIO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA

El equipo dispondrá de un plazo de garantía de dos años a contar desde la fecha de firma del acta de recepción o superior a dos años, en caso de que el licitador oferte un incremento del plazo de garantía. En cualquier caso, la garantía debe cubrir el microscopio y todos sus componentes, accesorios y elementos auxiliares que se suministren con el mismo.

Durante el periodo de garantía las empresas licitadoras deben incluir, sin coste adicional para la Fundación, un plan de mantenimiento básico del microscopio que permita garantizar su correcto funcionamiento. En este plan de mantenimiento básico los licitadores deberán detallar específicamente las operaciones de mantenimiento previstas, así como el número de visitas preventivas y los fungibles y piezas incluidos.

Los licitadores deberán disponer de un servicio técnico especializado que, además de encargarse del plan de mantenimiento básico del microscopio, atienda las posibles incidencias o averías que puedan surgir durante el periodo de garantía. El tiempo de respuesta de dicho servicio técnico deberá ser inferior a 72 horas desde la comunicación de la incidencia por parte de la Fundación. Si para la resolución de las incidencias o averías fuera necesario el desplazamiento de personal técnico especializado de la empresa al lugar donde se encuentra instalado el equipo, el tiempo de respuesta en este caso deberá ser inferior a diez días hábiles.

6. PLAN DE MANTENIMIENTO POSTERIOR AL PERIODO DE GARANTÍA

El objeto de la presente licitación no incluye la contratación del plan mantenimiento del equipo una vez vencido el periodo de garantía. No obstante, y sólo a título informativo, las empresas licitadoras deberán incluir en el SOBRE Nº2 información completa y detallada sobre las diferentes modalidades de mantenimiento disponibles, indicando: operaciones incluidas, visitas, fungibles, piezas, precios, tiempo de respuesta, entre otros.

7. PLAZO Y LUGAR DE ENTREGA, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

La entrega, montaje y puesta en marcha del equipo objeto del presente contrato se realizará en un plazo máximo de seis meses a contar desde la fecha de firma del contrato. Al finalizar todos los trabajos las partes firmarán la correspondiente acta de recepción. Los costes del transporte, aduanas, tasas o cualquier otro importe derivado de estas operaciones serán por cuenta de la empresa adjudicataria.

El adjudicatario deberá encargarse de la retirada de los restos de embalaje y del instrumental dentro de los plazos anteriormente señalados.

El lugar de entrega y montaje será en las instalaciones de la Fundación IMDEA Energía situadas en la Avda. Ramón de la Sagra número 3, Parque Tecnológico de Móstoles, 28935 Móstoles, Madrid, España.

8. REPUESTOS Y SERVICIO POSTVENTA

La Fundación tendrá derecho a un adecuado servicio técnico y a la existencia de repuestos originales, este derecho se extiende hasta 10 años a partir de la fecha en que el producto deje de fabricarse. La empresa adjudicataria garantizará a la Fundación el cumplimiento de las condiciones indicadas.

CONFORME:

EL ADJUDICATARIO
FECHA Y FIRMA
Fdo.:

POR LA FUNDACIÓN:
FECHA Y FIRMA
Fdo.