

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE EVAPORACIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS
POR HAZ DE ELECTRONES CON CÁMARA DE CARGA RÁPIDA Y PREPARACIÓN SUPERFICIAL IN SITU,
PARA LA FUNDACIÓN IMDEA NANOCIENCIA**

INDICE

1. OBJETO DEL CONTRATO	2
1.1. Sistema de evaporación por haz de electrones y diseño modular.....	3
2. REQUISITOS MÍNIMOS DEL EQUIPO OBJETO DE LA ADQUISICIÓN	4
2.1. CONDICIONES GENERALES	4
2.2. ENTREGA Y SERVICIOS	5
2.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	6
2.3.1. CÁMARA PRINCIPAL Y SISTEMA DE VACÍO	7
2.3.2. CÁMARA DE CARGA RÁPIDA TIPO LOAD-LOCK	9
2.3.3. FUENTE DE EVAPORACIÓN MEDIANTE HAZ DE ELECTRONES	10
2.3.4. PORTAMUESTRAS, GEOMETRÍA DE EVAPORACIÓN, ROTACIÓN, INCLINACIÓN Y CONTROL TÉRMICO.....	11
2.3.5. FUENTE DE IONES Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y ATAQUE IN SITU	12
2.3.6. CONTROL DE ESPESOR, TASA DE EVAPORACIÓN Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO	13
2.3.7. GASES DE PROCESO, CONTROLADORES DE CAUDAL Y EVAPORACIÓN REACTIVA.....	14
2.3.8. SOFTWARE, AUTOMATIZACIÓN, ELECTRÓNICA DE CONTROL Y TRAZABILIDAD.....	15
2.3.9. MODULARIDAD Y AMPLIABILIDAD FUTURA.....	17
2.3.10. SEGURIDAD, ENCLAVAMIENTOS Y PROTECCIÓN DE OPERACIÓN.....	17
3. CONDICIONES DEL SUMINISTRO	18
3.1. PLAZO DE ENTREGA.....	18
3.2. TRANSPORTE, INSTALACIÓN, LOGÍSTICA DE ACCESO Y HUELLA (FOOTPRINT)	19
3.3. PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA Y EN SITIO.....	20
3.4. FORMACIÓN	22
3.5. ACTA DE RECEPCIÓN	22
3.6. DOCUMENTACIÓN.....	23
3.7. GARANTÍA, SOPORTE TÉCNICO Y MANTENIMIENTO	24

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE EVAPORACIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS POR HAZ DE ELECTRONES CON CÁMARA DE CARGA RÁPIDA Y PREPARACIÓN SUPERFICIAL IN SITU, PARA LA FUNDACIÓN IMDEA NANOCIENCIA

1. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato consiste en el suministro, transporte, instalación, puesta en marcha, verificación funcional, formación inicial del personal designado por IMDEA Nanociencia y entrega de la documentación técnica de un sistema de preparación de películas delgadas mediante evaporación por haz de electrones, destinado a la micro y nanofabricación de dispositivos sobre sustratos y obleas de hasta 6 pulgadas en el Laboratorio de Nanofabricación de la Fundación IMDEA Nanociencia. El sistema deberá permitir, como mínimo, la carga y transferencia ordinaria de sustratos y obleas de hasta 4 pulgadas mediante cámara de carga rápida tipo load-lock, admitiéndose para el procesado de obleas de 6 pulgadas una solución específica de carga, fijación y procesado, siempre que esté incluida en el suministro, sea segura, reproducible, compatible con sala blanca y quede descrita y verificada durante las pruebas de aceptación.

Esta inversión se financiará con fondos concedidos a la Fundación IMDEA Nanociencia en el marco de la convocatoria REDLAB 2025 de la Comunidad de Madrid, referencia 2025-REDLAB/TEC-36190, laboratorio RLAB-024, pudiendo complementarse, en su caso, con fondos propios de la Fundación IMDEA Nanociencia hasta cubrir el importe total de adjudicación del contrato.

El sistema deberá suministrarse como equipo llave en mano e incluir, como mínimo, los elementos necesarios para su operación completa: cámara principal de alto vacío, cámara de carga rápida tipo load-lock, fuente de evaporación mediante haz de electrones con múltiples crisoles, sistema de control de espesor y tasa de evaporación, portamuestras con rotación y control de inclinación compatible con sustratos y obleas de formatos habituales de 1, 2, 3 y 4 pulgadas, control térmico del sustrato (enfriamiento pasivo y calentamiento), fuente de iones para limpieza, tratamiento y ataque superficial in situ, control automatizado por software para procesos de evaporación de capas simples y multicapa con registro e histórico de proceso, sistemas de seguridad y enclavamiento, accesorios necesarios para la operación ordinaria multiusuario, repuestos iniciales críticos para la operación, transporte e instalación completa, pruebas de aceptación y formación del personal designado por IMDEA Nanociencia.

El sistema deberá presentar una arquitectura modular y ampliable que permita la incorporación futura de fuentes adicionales de proceso, en particular sputtering u otras fuentes, disponiendo de los puertos, espacio físico y capacidad de control necesarios para ello.

Las especificaciones técnicas de este pliego establecen los requisitos mínimos que deberá cumplir el equipo para ser técnicamente admisible. Cuando se mencionen materiales, configuraciones, tecnologías o arquitecturas concretas, dichas referencias se entenderán formuladas en términos funcionales, admitiéndose soluciones equivalentes siempre que el licitador acredite documentalmente que igualan o superan las prestaciones mínimas exigidas y que son compatibles con el uso previsto, el emplazamiento y la operación en sala blanca. Las prestaciones superiores a los mínimos podrán valorarse favorablemente en la puntuación final, conforme a los criterios establecidos en la documentación de licitación, cuando aporten una mejora efectiva y verificable en capacidad de proceso, estabilidad, reproducibilidad, automatización, limpieza, trazabilidad, seguridad, versatilidad, mantenimiento o vida útil del equipo.

1.1. Sistema de evaporación por haz de electrones y diseño modular

El sistema objeto del contrato consistirá en un equipo de evaporación de películas delgadas mediante haz de electrones, configurado para la evaporación controlada de metales y la preparación de estructuras multicapa sobre sustratos de distinta naturaleza (silicio, óxido de silicio, diamante, cuarzo u otros) y de distintos formatos. Deberá presentar una arquitectura modular, mantenible y ampliable que permita incorporar nuevas capacidades de proceso sin sustituir el equipo completo, sin comprometer las condiciones de limpieza en sala blanca ni las prestaciones de vacío y proceso de la configuración suministrada. Las prestaciones superiores a los mínimos de este apartado podrán valorarse favorablemente conforme a los criterios de la documentación de licitación.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá disponer de una arquitectura mecánica, de vacío, eléctrica, neumática, de gases, de refrigeración y de control compatible con ampliaciones posteriores técnicamente viables.
- El sistema deberá estar preparado para la incorporación futura de fuentes adicionales de proceso, en particular fuentes de sputtering (DC, RF o reactivo) y otras fuentes, disponiendo a tal efecto de los puertos libres o configurables, el espacio físico y la capacidad de control y de gases necesarios para integrarlas.
- La integración de futuras ampliaciones deberá ser coherente con el software de control, la electrónica, los enclavamientos de seguridad, la gestión de gases y de vacío y la trazabilidad de operación del sistema.
- El licitador deberá describir en su oferta la capacidad real de ampliación, indicando puertos ocupados, puertos disponibles o configurables, espacio reservado, conexiones eléctricas, neumáticas, de refrigeración, de gases y de control disponibles o ampliables, y las limitaciones técnicas existentes.
- El licitador deberá declarar, para cada ampliación futura previsible, si requerirá intervención del fabricante, modificación de la cámara, cambio o adición de bombas o controladores, modificación del software o de la electrónica, ampliación del armario técnico, adaptación de seguridad o de gases, y la parada de equipo estimada.

Se valorarán como mejora:

- Que el sistema incorpore ya de origen una o más fuentes de sputtering (DC, RF o reactivo) u otras fuentes de proceso integradas.
- Mayor número de puertos disponibles, mayor espacio reservado y mayor facilidad de integración de futuras fuentes sin pérdida de prestaciones, limpieza ni capacidad de procesado.
- Fuentes adicionales de iones, módulos de limpieza o tratamiento superficial, diagnóstico o instrumentación in situ, controladores de caudal másico adicionales u otros elementos que amplíen la versatilidad del equipo.
- Mayor automatización y capacidad de control asociada a las ampliaciones.

2. REQUISITOS MÍNIMOS DEL EQUIPO OBJETO DE LA ADQUISICIÓN

La presente sección establece las condiciones mínimas que deberá cumplir el equipo ofertado para ser técnicamente admisible. Los requisitos se formulan como prestaciones funcionales: cuando se mencionen materiales, configuraciones o tecnologías concretas, se admitirán soluciones equivalentes siempre que el licitador acredite de forma verificable que igualan o superan las prestaciones exigidas.

Salvo que un apartado indique expresamente un valor numérico de obligado cumplimiento, los requisitos se entenderán como prestaciones mínimas a garantizar. Las prestaciones superiores a los mínimos podrán valorarse favorablemente, conforme a los criterios de la documentación de licitación, cuando aporten una ventaja técnica real y verificable en capacidad de proceso, calidad de película, estabilidad, reproducibilidad, automatización, limpieza, trazabilidad, seguridad, mantenibilidad, modularidad, consumo energético, ampliación futura o vida útil del sistema.

Esta cláusula de equivalencia y de valoración de mejoras aplica a todos los apartados de esta sección y no se repetirá en cada uno de ellos.

2.1. CONDICIONES GENERALES

Las condiciones generales regulan los requisitos mínimos comunes a todo el suministro: garantía, alimentación eléctrica, hardware, software, periféricos, documentación, compatibilidad con los servicios de la instalación, certificaciones, seguridad y operación multiusuario. Forman parte del suministro llave en mano y deberán estar incluidas en la oferta, salvo que este pliego indique expresamente otra cosa.

- La garantía será, como mínimo, de DOS años desde la firma del acta de recepción, y cubrirá piezas, mano de obra y desplazamientos ante cualquier incidencia durante el periodo de cobertura, salvo las derivadas de un uso indebido acreditado.
- Deberán incluirse todas las fuentes de alimentación necesarias para el funcionamiento del sistema, conforme a la normativa eléctrica española.
- Deberá incluirse todo el hardware y software de control necesario para operar el sistema. Las actualizaciones de software necesarias para su correcto funcionamiento se proveerán sin coste adicional durante, al menos, el periodo de garantía.
- Deberá incluirse cualquier otro periférico, conexión, sensor, controlador, accesorio, consumible inicial o elemento auxiliar necesario para el correcto funcionamiento del sistema.
- No se admitirán ofertas que requieran la adquisición posterior de elementos esenciales para alcanzar las prestaciones mínimas exigidas, salvo que dichos elementos estén expresamente identificados como opciones o mejoras fuera del alcance mínimo del contrato.
- Deberá incluir los portamuestras, utillajes, adaptadores y elementos de fijación necesarios para operar con los formatos de sustrato especificados en este pliego.
- Incluirá manuales actualizados de todos los componentes y periféricos para la correcta operación, seguridad y mantenimiento del sistema.
- El equipo deberá poder conectarse a la red eléctrica normalizada disponible en IMDEA Nanociencia (230 V monofásica y/o 400 V trifásica, 50 Hz). El licitador indicará en su oferta los requisitos eléctricos del sistema: fases, potencia nominal y máxima, protecciones, puesta a tierra, estabilidad de suministro y SAI si procede.

- El licitador indicará los requisitos de servicios auxiliares necesarios para la instalación y operación: refrigeración, gases, aire comprimido, nitrógeno, extracción, comunicaciones y cualquier otro.
- El equipo completo y todos sus subsistemas deberán cumplir las directivas y requisitos de seguridad aplicables en la Unión Europea y España. Antes de la recepción definitiva, el licitador aportará la Declaración UE de Conformidad del sistema completo, el marcado CE cuando sea aplicable, la identificación del fabricante y del responsable de cumplimiento, importador o representante autorizado en la UE cuando proceda, y la documentación técnica que acredite el cumplimiento. No se admitirá una declaración genérica ni referida solo a componentes individuales; deberá poder verificarse documentalmente la conformidad del equipo completo. El licitador indicará las directivas, reglamentos y normas armonizadas aplicables (seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética, máquinas, equipos a presión, gases, restricción de sustancias y demás aplicables). La falta de documentación suficiente de conformidad podrá impedir la recepción definitiva del equipo.
- El sistema deberá permitir operación segura en régimen multiusuario, con perfiles diferenciados de acceso (p. ej. administrador, ingeniero de procesos y usuario), registro de parámetros relevantes de proceso y sistemas de seguridad y enclavamiento que protejan al personal, las muestras, el equipo y la instalación.

2.2. ENTREGA Y SERVICIOS

Esta sección resume las actuaciones de entrega, instalación, puesta a punto, formación y verificación inicial incluidas en el suministro llave en mano. El detalle de plazo, logística de entrega y acceso, pruebas de aceptación, formación y acta de recepción se desarrolla en la sección 3 (Condiciones del suministro), que prevalecerá en caso de discrepancia.

- El suministro incluirá, llave en mano, el transporte, entrega, descarga, desembalaje, movimiento interno, ubicación final, montaje y reensamblado si fuera necesario, conexión a servicios auxiliares, nivelación, puesta en marcha y comprobación funcional del equipo en las instalaciones del NanoFabLab (Sala Blanca) de IMDEA Nanociencia (C/ Faraday 9, Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid), así como todos los medios técnicos y humanos necesarios, salvo los que IMDEA Nanociencia indique expresamente como disponibles. Las condiciones de acceso al emplazamiento y los límites de bultos se establecen en la sección 3.2.
- La instalación se realizará por personal especializado del adjudicatario o del fabricante, con experiencia en sistemas de vacío, evaporación por haz de electrones, fuentes de proceso, control, seguridad eléctrica y gases, y operación en sala blanca.
- El licitador incluirá en su oferta un plan preliminar de entrega e instalación coherente con la sección 3.2, indicando como mínimo número de bultos, dimensiones y peso de cada uno, medios de izado y manipulación, ruta de acceso prevista, tiempo estimado de instalación, personal desplazado y condiciones previas exigibles al emplazamiento.
- El adjudicatario impartirá un curso de formación de al menos DOS días, para un mínimo de cuatro (4) personas designadas por IMDEA Nanociencia, cubriendo operación ordinaria, carga y descarga de muestras, uso del software, creación y ejecución de recetas, control de espesor y tasa, operación de la fuente de evaporación y de la fuente de iones, seguridad, arranque y parada, mantenimiento preventivo básico, sustitución de consumibles críticos y actuación ante incidencias.
- El adjudicatario realizará las pruebas de aceptación establecidas en la sección 3.3 y corregirá, antes de la recepción definitiva, cualquier defecto o desviación detectado durante la instalación, puesta en marcha, formación o aceptación.

Se valorarán como mejora:

- Formación de mayor duración, formación avanzada en procesos multicapa, formación específica en mantenimiento preventivo, sesiones adicionales para usuarios avanzados, formación remota posterior o documentación formativa complementaria.
- Reducción del plazo de entrega, instalación o puesta en marcha, soporte técnico reforzado durante la puesta en marcha y disponibilidad de asistencia local, siempre que sean realistas y no comprometan la calidad del suministro ni las pruebas de aceptación.

2.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Esta sección establece las prestaciones mínimas del sistema de evaporación por haz de electrones. Reúne los requisitos transversales de proceso; las prestaciones de cada subsistema se detallan en los apartados 2.3.1 a 2.3.10. Salvo los valores expresamente indicados como de obligado cumplimiento, los requisitos se entienden como prestaciones mínimas a garantizar, admitiéndose soluciones equivalentes conforme a la cláusula general de la sección 2. Las especificaciones mínimas exigibles a cada subsistema del equipo se establecen de forma detallada en la sección de COMPONENTES (apartados 2.3.1 y siguientes). Dichos apartados constituyen los requisitos técnicos de obligado cumplimiento a efectos de admisibilidad; en caso de discrepancia entre la presente sección de requisitos generales y el detalle por componente, prevalecerá lo establecido en dichos apartados.

Requisitos mínimos:

- El equipo deberá permitir la evaporación controlada de metales y la preparación de estructuras multicapa sobre sustratos y obleas de hasta 6 pulgadas. Como mínimo, deberá permitir la carga y transferencia ordinaria mediante load-lock de sustratos y obleas de hasta 4 pulgadas y de formatos menores mediante los portamuestras y utillajes incluidos. Para obleas de 6 pulgadas se admitirá una solución específica de carga directa, portamuestras dedicado, apertura de cámara principal, adaptador especial o procedimiento funcionalmente equivalente, siempre que esté incluida en el suministro, sea compatible con la operación en sala blanca, no comprometa la seguridad ni las prestaciones de vacío y permita verificar la uniformidad y reproducibilidad exigidas.
- El equipo deberá ser compatible con procesos de lift-off en resinas para litografía óptica y electrónica, sin causar daño térmico, mecánico o por contaminación a las muestras en condiciones normales de operación.
- La distancia entre la fuente de evaporación y el sustrato deberá ser igual o superior a 450 milímetros.
- El portamuestras deberá permitir rotación y control de inclinación durante la evaporación, así como control térmico del sustrato (enfriamiento pasivo compatible con lift-off y calentamiento), conforme a las prestaciones detalladas en el apartado 2.3.4.
- La uniformidad en espesor de un metal evaporado deberá ser igual o mejor que $\pm 5\%$ sobre una oblea de 4 pulgadas, medida con rotación del portamuestras, sobre el área útil, con exclusión de borde máxima de 5 mm y empleando aluminio como material de ensayo. El licitador declarará el procedimiento y las condiciones de verificación.
- El licitador declarará asimismo la uniformidad garantizada en obleas de 6 pulgadas, en las condiciones de medida que especifique, que se verificará durante las pruebas de aceptación
- El sistema deberá permitir el control estable, reproducible y programable de la tasa de evaporación, incluyendo rampas, estabilización previa a la apertura del obturador, control durante la evaporación y finalización automática al alcanzar el espesor programado. El licitador

declarará el rango de tasas alcanzable y controlable para materiales representativos, indicando condiciones de medida, potencia, tipo de crisol, distancia fuente-sustrato, presión de proceso y sistema de monitorización.

- El sistema deberá estar concebido para operación en sala blanca, minimizando la generación de partículas, la contaminación por aceites, la contaminación cruzada entre materiales y la necesidad de intervenciones internas frecuentes.

Se valorarán como mejora:

- Se valorará favorablemente que la carga, transferencia y procesado de obleas de hasta 6 pulgadas pueda realizarse mediante load-lock o mediante una solución automatizada o semiautomatizada que reduzca tiempos de operación, exposición de la cámara principal, riesgo de contaminación y manipulación manual.

- Prestaciones de uniformidad superiores a ± 5 % en 4 pulgadas y su verificación en formatos mayores.

- La posibilidad de ajustar la distancia fuente-sustrato o una geometría de evaporación que mejore la uniformidad, la reproducibilidad o la compatibilidad con lift-off.

- El trabajo estable tanto a tasas bajas (capas finas, contactos delicados, lift-off, control de interfaces) como a tasas elevadas (capas de mayor espesor), manteniendo uniformidad, reproducibilidad y calidad de película.

COMPONENTES

Los siguientes apartados detallan las prestaciones mínimas exigibles a cada subsistema del equipo y constituyen, junto con las condiciones generales de la sección 2, los requisitos técnicos de obligado cumplimiento para que la oferta sea técnicamente admisible. Salvo los valores expresamente indicados como de obligado cumplimiento, los requisitos se entienden como prestaciones mínimas a garantizar, admitiéndose soluciones equivalentes que las igualen o superen conforme a la cláusula general de la sección 2. Las prestaciones superiores se valoran como mejora según los criterios de la documentación de licitación.

2.3.1. CÁMARA PRINCIPAL Y SISTEMA DE VACÍO

La cámara principal aloja el proceso de evaporación y debe garantizar las condiciones de vacío, limpieza y acceso necesarias para la deposición reproducible de metales y multicapas en sala blanca. Los requisitos de bombeo se formulan por prestación (vacío de proceso y tiempos), sin fijar la tecnología concreta de bombas más allá de su carácter libre de aceite.

Requisitos mínimos:

- La cámara y todos sus sistemas deberán operar de forma continua en condiciones de limpieza compatibles con sala blanca ISO 6, en procesos de evaporación de metales y estructuras multicapa.

- La cámara deberá estar fabricada en aluminio o en acero inoxidable (calidad igual o superior a AISI 304L), con acabado de superficies compatibles con alto vacío, baja desorción, limpieza de sala blanca en su parte exterior, estabilidad mecánica y ausencia de contaminación incompatible con los procesos previstos.

- La cámara de vacío deberá alcanzar una presión base igual o mejor que 5×10^{-7} Torr.

- La cámara deberá disponer de un sistema de bombeo de alto vacío libre de aceite (bomba turbomolecular respaldada por bomba seca) capaz de alcanzar la presión base exigida y de

mantener de forma estable el vacío de proceso durante la evaporación de capas de al menos 200 nm de espesor, con un tiempo de recuperación de vacío compatible con la operación rutinaria. El licitador justificará documentalmente que la arquitectura de bombeo ofertada alcanza estas prestaciones.

- El sistema deberá contar con medición de vacío de rango amplio, desde presión atmosférica hasta el rango de 10^{-9} Torr, suficiente para monitorizar las condiciones de bombeo, proceso, seguridad y aceptación.

- La cámara deberá disponer de acceso óptico al cañón de electrones, o sistema digital equivalente (cámara CCD/CMOS u otro), que permita monitorizar el proceso, alinear la fuente, verificar la posición del haz en el crisol y controlar el modo de barrido durante la evaporación, con protección frente al depósito sobre la ventana o sensor (obturador, protección intercambiable, película protectora o geometría protegida).

- La cámara deberá disponer de una puerta frontal o sistema de acceso equivalente que permita el mantenimiento ordinario, la limpieza interna y la sustitución de crisoles, liners, escudos, obturadores y consumibles, con acceso seguro a la fuente de evaporación.

- La cámara deberá disponer de protección interna frente al depósito de material evaporado, mediante escudos desmontables, paredes o liners internos extraíbles, o solución equivalente, que permita la limpieza periódica de las superficies internas y el mantenimiento de las condiciones de limpieza durante la vida útil del equipo. Deberá suministrarse, al menos, un juego completo de los elementos de protección instalado.

- La cámara deberá disponer de los puertos, pasos eléctricos, de refrigeración y de gases, conexiones de vacío, sensores, pasamuros y accesos ópticos necesarios para la operación completa del sistema ofertado (fuente de evaporación, fuente de iones, obturadores, sensores de vacío, monitorización de espesor, refrigeración del cañón, iluminación, venteo, carga rápida y elementos de seguridad).

- La cámara deberá disponer de puertos libres o configurables para futuras ampliaciones, sin requerir la sustitución de la cámara principal, conforme a la arquitectura modular del apartado 1.1.

- El diseño de cámara y vacío deberá minimizar la contaminación cruzada entre materiales, facilitar la limpieza y reducir el tiempo de parada por mantenimiento, mediante superficies internas de baja desorción y arquitectura seca libre de aceite.

- El licitador describirá la arquitectura de la cámara y del sistema de vacío: material, volumen útil, dimensiones, tipo y capacidad de bombas, presión base garantizada, rango de los sensores, puertos disponibles/ocupados/reservados, procedimiento de limpieza, requisitos de horneado si aplica, tiempo estimado de recuperación de vacío y limitaciones relevantes.

Se valorarán como mejora:

- La capacidad de alcanzar condiciones de ultra alto vacío (UHV), con presión base en el rango de 10^{-8} Torr o mejor, mediante arquitectura de bombeo, horneado (bakeout), getter o soluciones equivalentes.

- La capacidad de horneado (bakeout) de la cámara para mejorar la presión base, la limpieza y la reducción de agua residual.

- Menor tiempo de recuperación de vacío, mayor velocidad de bombeo y mayor estabilidad del vacío de proceso.

- El suministro de juegos de repuesto adicionales de los elementos de protección interna (escudos, liners o equivalentes) más expuestos al depósito.

- Puertos adicionales y mayor capacidad de integración de futuras fuentes sin pérdida de prestaciones.

2.3.2. CÁMARA DE CARGA RÁPIDA TIPO LOAD-LOCK

La cámara de carga rápida (load-lock) permite introducir y retirar sustratos sin ventear la cámara principal, preservando su vacío y limpieza y reduciendo los tiempos de proceso. Su prestación se define por el tiempo de obtención de un vacío seguro para la transferencia y por la ausencia de impacto sobre la cámara principal, sin fijar la tecnología concreta de bombas más allá de su carácter libre de aceite.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá disponer de una cámara de carga rápida independiente de la cámara principal, que permita introducir y retirar sustratos y obleas sin ventear la cámara principal.
- La cámara de carga rápida deberá permitir la carga y transferencia de sustratos y obleas de hasta 4 pulgadas como mínimo y de formatos menores (1, 2 y 3 pulgadas) mediante los utillajes, adaptadores o portamuestras incluidos.
- El procesamiento de obleas de hasta 6 pulgadas no requerirá necesariamente transferencia mediante load-lock, siempre que el licitador suministre una solución específica de carga, fijación y procesamiento que permita operar dicho formato de forma segura, reproducible y compatible con sala blanca, y que dicha solución quede incluida en la oferta y verificada durante las pruebas de aceptación.
- Deberá estar fabricada en aluminio o en acero inoxidable (calidad igual o superior a AISI 304L), con superficies compatibles con alto vacío, baja desorción, limpieza de sala blanca, resistencia mecánica y ausencia de contaminación incompatible con los procesos previstos.
- Deberá conectarse a la cámara principal mediante una válvula de compuerta o sistema equivalente que mantenga el vacío de la cámara principal durante la carga, descarga y transferencia.
- La cámara de carga rápida deberá disponer de un sistema de bombeo propio, libre de aceite (bomba turbomolecular respaldada por bomba seca), capaz de alcanzar un vacío seguro para la transferencia de muestras en un tiempo igual o inferior a 15 minutos tras venteo con nitrógeno, sin comprometer la presión, limpieza ni estabilidad de la cámara principal.
- Deberá contar con medición de vacío de rango amplio, desde presión atmosférica hasta el rango necesario para verificar las condiciones de bombeo, venteo, transferencia y seguridad.
- El sistema de transferencia deberá permitir el movimiento seguro y reproducible de sustratos y portamuestras, evitando daños mecánicos, caídas, desalineamientos o contaminación.
- Deberá permitir el venteo controlado con nitrógeno u otro gas compatible, minimizando la incorporación de humedad, partículas o contaminantes a la cámara principal.
- Deberá incluir los enclavamientos y sistemas de seguridad (físicos por hardware y mediante software) necesarios para impedir operaciones incompatibles (cierre indebido de válvulas, apertura de cámara bajo vacío, transferencia incompleta, fallo de bombeo o venteo, pérdida de presión y demás condiciones de riesgo para el personal, el equipo o las muestras).
- El licitador describirá la arquitectura de la cámara de carga rápida: material, dimensiones útiles, formatos compatibles, tipo de válvula de conexión, tipo de bombeo, vacío garantizado y tiempo para alcanzarlo, tipo de venteo, sensores, sistema de transferencia, enclavamientos y limitaciones operativas.

Se valorarán como mejora:

- Transferencia automática o semiautomática de muestras, con secuencias programables de bombeo, venteo y transferencia integradas en el software de control y con registro de eventos.
- Menor tiempo de obtención de vacío para la transferencia, mejor presión final y mayor estabilidad de vacío.
- Mejor protección frente a la contaminación cruzada de la cámara principal.
- Capacidad de carga y transferencia de obleas de hasta 6 pulgadas mediante load-lock.

2.3.3. FUENTE DE EVAPORACIÓN MEDIANTE HAZ DE ELECTRONES

La fuente de haz de electrones es el subsistema de deposición del equipo. Debe permitir la evaporación controlada y reproducible de varios metales, de forma secuencial y por receta, con control del haz y estabilización de la tasa adecuados para procesos monocapa y multicapa de calidad. El control de la tasa de evaporación se rige por lo establecido en la sección 2.3.

Requisitos mínimos:

- La fuente de evaporación por haz de electrones deberá disponer de un mínimo de cuatro crisoles, cada uno con volumen igual o superior a 5 cm³, que permita la evaporación secuencial de varios materiales.
- Deberá incluir selección de crisoles controlada por software para procesos multicapa, con posibilidad de selección manual para evaporaciones individuales, de forma segura y reproducible.
- Deberá estar alimentada por una fuente de potencia igual o superior a 5 kW, con tensión de aceleración ajustable, que permita evaporar de forma estable y reproducible los materiales previstos.
- Deberá disponer de control del posicionamiento del haz sobre el crisol, con deflexión automatizada en los ejes X e Y, modo, geometría y velocidad de barrido programables, para optimizar las condiciones de evaporación de cada material.
- El barrido del haz deberá permitir, como mínimo, patrones programables que estabilicen la evaporación, distribuyan la energía sobre el material y reduzcan salpicaduras, inestabilidad y degradación del crisol.
- Deberá permitir la visualización directa o digital del crisol y de la zona de incidencia del haz (acceso óptico, cámara CCD/CMOS o equivalente), para verificar la posición del haz y el modo de barrido durante la evaporación.
- Deberá disponer de obturador (tipo shutter) de fuente de accionamiento automático, integrado en el sistema de control, apto para apertura y cierre reproducibles, y deberá permitir la estabilización de la tasa antes de exponer la muestra.
- Deberá contar con los elementos de refrigeración, alimentación, aislamiento, enclavamiento y protección necesarios para una operación segura (protección frente a apertura de cámara, fallo de refrigeración, fallo de vacío, sobre-potencia, arco eléctrico, fallo de crisol y demás condiciones de riesgo).
- El licitador indicará los materiales compatibles, los tipos de crisoles, liners o insertos incluidos, los consumibles, las limitaciones de uso, el mantenimiento ordinario y los repuestos iniciales de la fuente de evaporación.

Se valorarán como mejora:

- Mayor número de crisoles (configuraciones de seis o más) y mayor volumen útil por crisol, cuando mejoren la versatilidad y reduzcan intervenciones internas sin comprometer estabilidad, limpieza o contaminación cruzada y ayuden al mantenimiento preventivo del sistema.
- Mayor potencia de la fuente (configuraciones de hasta 10 kW o superiores) cuando aporten mayor estabilidad, mayor rango de materiales o margen operativo.
- Capacidad de almacenar, seleccionar y ejecutar patrones de barrido por material o por capa, con cambio automático del patrón dentro de una receta multicapa.
- Mayor estabilidad del haz y de la tasa, reducción de salpicaduras, facilidad de limpieza, disponibilidad de repuestos y compatibilidad con mayor rango de materiales.
- La capacidad de co-evaporación, es decir, la evaporación simultánea de dos o más materiales desde crisoles independientes con control individual de la tasa de cada uno, para la preparación de aleaciones, mezclas, dopajes o gradientes de composición de forma controlada y reproducible. El licitador deberá indicar el número de materiales co-evaporables simultáneamente, el control de tasa por material, los monitores de espesor empleados y las limitaciones aplicables.

2.3.4. PORTAMUESTRAS, GEOMETRÍA DE EVAPORACIÓN, ROTACIÓN, INCLINACIÓN Y CONTROL TÉRMICO

El portamuestras determina la geometría de evaporación, el movimiento de la muestra (rotación e inclinación) y su control térmico durante el proceso. Debe garantizar uniformidad, compatibilidad con procesos de lift-off y control de temperatura reproducibles sobre los formatos de sustrato previstos.

Requisitos mínimos:

- El portamuestras deberá ser compatible con sustratos y obleas de hasta 6 pulgadas de diámetro. Para formatos de hasta 4 pulgadas, deberá incluir carga y transferencia a través de la cámara de carga rápida tipo load-lock. Para obleas de 6 pulgadas se admitirá una solución específica de carga directa, portamuestras dedicado, adaptador, procedimiento de apertura de cámara principal o sistema funcionalmente equivalente, siempre que esté incluido en el suministro, sea seguro, reproducible, compatible con sala blanca y permita verificar las prestaciones de uniformidad, rotación, inclinación y control térmico que el licitador declare para dicho formato.
- La distancia entre la fuente de evaporación y el sustrato deberá ser igual o superior a 450 milímetros.
- El portamuestras deberá permitir rotación continua de 360° durante la evaporación, con velocidad igual o superior a 5 rpm, que garantice uniformidad y reproducibilidad.
- El portamuestras deberá permitir el control de inclinación de la muestra respecto a la fuente, independiente y simultáneo con la rotación cuando la geometría lo permita, con ángulo ajustable al menos en el rango de $\pm 30^\circ$, para procesos de evaporación angular, mejora de cobertura y optimización de lift-off. El licitador indicará el rango completo, la precisión angular y las limitaciones según el tamaño de sustrato. El ángulo de inclinación efectivo respecto a la fuente, que podrá lograrse mediante inclinación del portamuestras, geometría de montaje o en combinación con la rotación, debiendo el licitador justificar la solución ofertada.
- El portamuestras deberá disponer de enfriamiento pasivo (o solución térmica equivalente) que limite el calentamiento no deseado de las muestras durante la evaporación, compatible con procesos de lift-off, resinas o sustratos de naturaleza delicada.

- El portamuestras deberá permitir el calentamiento controlado de las muestras durante la evaporación hasta una temperatura igual o superior a 250 °C, indicando el licitador la temperatura máxima, la estabilidad, el método de medida y control, la uniformidad térmica y los formatos de sustrato compatibles.
- El sistema deberá disponer de un obturador automático del portamuestras, de accionamiento automático, que proteja las muestras antes del inicio de la evaporación y durante la estabilización de la tasa.
- El licitador describirá los formatos compatibles, portamuestras incluidos, adaptadores y utillajes, sistema de fijación, compatibilidad con el load-lock, rango y velocidad de rotación, rango y precisión de inclinación, capacidades de calentamiento y enfriamiento, limitaciones por tamaño de muestra y mantenimiento asociado.

Se valorarán como mejora:

- Se valorará favorablemente que el procesado de obleas de hasta 6 pulgadas incluya carga y transferencia mediante load-lock, operación automatizada o semiautomatizada, menor manipulación manual, menor exposición de la cámara principal a atmósfera, menor tiempo de recuperación de vacío, mejores prestaciones de uniformidad sobre el área útil y plena compatibilidad de rotación, inclinación y control térmico en dicho formato.
- Procesamiento simultáneo y reproducible de varias muestras pequeñas, con fijación segura.
- Distancia fuente-sustrato ajustable o geometría que mejore la uniformidad, reduzca gradientes de espesor o favorezca el lift-off.
- Rango de inclinación ampliado, mayor precisión angular, movimiento eucéntrico, control por receta y sincronización inclinación-rotación.
- Refrigeración activa del portamuestras (agua, nitrógeno líquido o equivalente) para muestras sensibles, lift-off, reducción de daño térmico y estabilidad de proceso.
- Calentamiento controlado por encima de 250 °C y hasta 700 °C, con estabilidad igual o mejor que ± 2 °C y portamuestras adecuados incluidos.
- Mayor uniformidad sobre formatos grandes, facilidad de carga y descarga y compatibilidad reforzada con lift-off.

2.3.5. FUENTE DE IONES Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y ATAQUE IN SITU

La fuente de iones realiza la limpieza, el tratamiento y el ataque superficial in situ de los sustratos antes o durante la secuencia de preparación de películas, mejorando la adhesión y la calidad de interfaz. Debe estar integrada en el control del equipo y disponer de los consumibles necesarios para su operación.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá estar equipado con una fuente de iones (tipo Kaufman o sistema equivalente) con diámetro de haz igual o superior a 40 mm, destinada a la limpieza, tratamiento y ataque superficial in situ de los sustratos.
- La fuente de iones deberá poder alinearse con el portamuestras para tratar la zona útil de la muestra, y permitir procesos combinados con la rotación y la inclinación del portamuestras cuando dichos movimientos estén disponibles.
- La uniformidad del proceso de limpieza o ataque deberá ser igual o mejor que ± 5 % sobre una oblea de 3 pulgadas. El licitador declarará las condiciones de medida y el área útil considerada.

- La velocidad de grabado de óxido de silicio deberá ser igual o superior a 5 nm/min en condiciones representativas (del orden de 500 V y 35 mA), justificada documentalmente mediante datos del fabricante, ensayos o referencias verificables.
- La fuente de iones deberá admitir, al menos, argón y oxígeno como gases de proceso, y los gases adicionales compatibles con la configuración ofertada. El licitador indicará gases compatibles, rangos de flujo, pureza requerida, limitaciones y condiciones de seguridad.
- La fuente de iones deberá incorporar neutralización de carga (o solución equivalente) para evitar la acumulación de carga en muestras o superficies aislantes.
- La fuente de iones deberá estar integrada en el sistema de control, con control de los parámetros principales, secuencias de proceso, registro de eventos, alarmas y enclavamientos.
- La fuente de iones deberá disponer de obturador o pantalla de protección que aisle o proteja las muestras cuando no esté en uso, evitando exposición no deseada, contaminación o daño.
- La fuente de iones deberá suministrarse con un juego inicial de repuestos suficiente para su operación y mantenimiento inicial, incluyendo los elementos fungibles propios de la tecnología ofertada (p. ej. filamentos de descarga, filamentos o elementos de neutralización, rejillas o separadores, y juego de tornillería y piezas cerámicas asociadas). El licitador detallará el contenido y la vida útil estimada de cada elemento.
- El licitador describirá la tecnología de fuente de iones propuesta: energía de operación, corriente de haz, geometría, distancia a la muestra, gases compatibles, sistema de neutralización, obturación o protección, uniformidad garantizada, tasa de grabado, repuestos incluidos, mantenimiento ordinario, vida útil de consumibles y limitaciones de operación.

Se valorarán como mejora:

- Mayor rango de energía, mayor estabilidad de corriente y uniformidad superior, en particular verificada sobre formatos grandes.
- Integración avanzada con recetas, control automatizado y neutralización automática.
- Mayor número de gases compatibles y control mediante controladores de caudal másico.
- Mayor facilidad de mantenimiento y disponibilidad de repuestos.
- Posibilidad de incorporar en el futuro fuentes adicionales de iones o módulos equivalentes de limpieza, tratamiento o diagnóstico.

2.3.6. CONTROL DE ESPESOR, TASA DE EVAPORACIÓN Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO

El control de espesor y tasa mediante balanza de cuarzo (QCM) gobierna la precisión y reproducibilidad de la deposición, capa a capa, y la finalización automática del proceso. Debe estar integrado con la fuente de evaporación y el software de control.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá disponer de al menos una balanza de cuarzo (QCM) para el control de espesor y tasa, integrada con el sistema de control y con la fuente de evaporación.
- La balanza deberá permitir medir la tasa antes de la apertura del obturador del portamuestras, de modo que el proceso se establezca antes de exponer la muestra.
- El sistema deberá permitir definir espesores objetivo, tasas, rampas de potencia, estabilización previa, apertura y cierre de obturadores y finalización automática al alcanzar el espesor programado, con control independiente de tasa y espesor por capa en procesos multicapa.

- El sistema deberá registrar, como mínimo, tasa, espesor acumulado, tiempo de proceso, material o crisol seleccionado, estado de obturadores, presión de cámara, parámetros de fuente, eventos, alarmas e incidencias.
- La balanza deberá estar protegida frente a la exposición innecesaria al material evaporado (obturador, posición protegida o protección intercambiable) para reducir el consumo de cristales y preservar la fiabilidad de medida.
- La balanza deberá estar refrigerada o disponer de solución térmica equivalente cuando sea necesario para garantizar estabilidad y reproducibilidad de medida.
- El licitador indicará resolución, rango de medida, estabilidad y reproducibilidad del control de espesor y tasa, condiciones de calibración y factores de corrección para materiales representativos.
- El suministro deberá incluir un juego inicial de cristales, soportes y consumibles necesarios para la puesta en marcha y operación inicial.

Se valorarán como mejora:

- Doble balanza, sensor de doble cristal, cambio automático de cristal o monitorización en posiciones diferenciadas, que mejoren la continuidad y redundancia en procesos largos o multicapa.
- Mayor estabilidad de tasa, calibraciones por material, corrección de tooling factor, bibliotecas de materiales y recetas asociadas a materiales.
- Exportación de datos, trazabilidad por usuario y generación de informes de proceso.

2.3.7. GASES DE PROCESO, CONTROLADORES DE CAUDAL Y EVAPORACIÓN REACTIVA

El sistema debe permitir la introducción controlada de los gases necesarios para la operación de la fuente de iones y, opcionalmente, para procesos de evaporación reactiva. Los caudales se gobiernan mediante controladores de caudal másico (MFC) integrados en el software de control.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá permitir el uso de argón y oxígeno como gases de proceso para la fuente de iones (limpieza, tratamiento y ataque superficial in situ), mediante los correspondientes controladores de caudal másico (MFC) integrados en el sistema de control y operables por receta.
- El sistema deberá incluir las líneas, válvulas, conexiones, controladores, sensores y elementos auxiliares necesarios para la introducción controlada de los gases incluidos en la configuración ofertada.
- Los MFC deberán estar integrados en el software de control, permitiendo la definición de consignas (set points), la lectura de caudal, el registro de parámetros, la inclusión en recetas de proceso y las alarmas y enclavamientos cuando proceda.
- El sistema deberá permitir controlar el caudal o la presión parcial de los gases de forma reproducible, evitando inestabilidades de proceso, contaminación no controlada o condiciones incompatibles con la seguridad del equipo y de la instalación.
- El sistema deberá incluir los elementos de seguridad necesarios para la operación con gases: válvulas de cierre, enclavamientos, purgas, venteo controlado, compatibilidad de materiales, protección frente a sobrepresión y parada segura cuando proceda.

- El licitador indicará el número de líneas de gas incluidas, el número y rango de los MFC, los gases compatibles y excluidos, los requisitos de pureza, el tipo de conexiones, la presión de suministro requerida, la estrategia de purga y las limitaciones de operación.

Se valorarán como mejora:

- La capacidad de evaporación reactiva controlada (p. ej. con oxígeno) mediante MFC dedicado integrado en el software de control. Si el licitador la oferta, deberá indicar el rango del MFC (orientativamente igual o superior a 20 sccm), los materiales y óxidos compatibles, las condiciones de proceso y las medidas de seguridad asociadas.

- La compatibilidad con gases de proceso adicionales (nitrógeno u otros), con indicación de condiciones de operación, seguridad, compatibilidad de materiales, riesgos de corrosión o contaminación y necesidades de extracción o tratamiento de gases.

- La capacidad de incorporar de forma sencilla MFC adicionales (orientativamente hasta cuatro o número equivalente) para ampliar el trabajo con gases reactivos o auxiliares, de forma compatible con la seguridad, el vacío, el software y la cámara ofertada.

- Mayor versatilidad reactiva, mejor estabilidad de caudal, calibración por gas, corrección de factores de gas, purgas automáticas y registro completo de gases.

2.3.8. SOFTWARE, AUTOMATIZACIÓN, ELECTRÓNICA DE CONTROL Y TRAZABILIDAD

El software y la electrónica de control gobiernan la operación integral del equipo, la ejecución de recetas, el registro de proceso y la gestión de usuarios. Deben garantizar operación reproducible, trazable y autónoma a lo largo de la vida útil del sistema, sin dependencia de servicios o licencias que condicionen su funcionamiento.

Requisitos mínimos:

- El sistema deberá disponer de control automatizado y software dedicado para la operación integral del equipo: vacío, bombas, válvulas, fuente de evaporación, selección de crisoles, deflexión del haz, fuente de iones, gases y MFC, portamuestras, rotación, inclinación, obturadores, sensores, alarmas y enclavamientos.

- El software deberá permitir operación automática, manual y semiautomática, para la ejecución rutinaria de procesos validados y para el desarrollo, ajuste, diagnóstico y mantenimiento por personal autorizado.

- El software deberá permitir crear, editar, almacenar, ejecutar y recuperar recetas de proceso (evaporación, multicapa, estabilización de tasa, obturadores, selección de crisol, control de fuente, gases, fuente de iones y secuencias auxiliares de bombeo, venteo o transferencia).

- El sistema deberá registrar de forma completa los parámetros y eventos relevantes de proceso, incluyendo al menos fecha y hora, usuario, receta, presión de cámara y de load-lock cuando proceda, tasa, espesor acumulado, material o crisol, estado de obturadores, parámetros de fuente y de gases, estado de bombas, alarmas, incidencias y eventos.

- El software deberá disponer de al menos tres niveles diferenciados de acceso de usuario (administración, ingeniería o desarrollo de procesos, y operación rutinaria), con gestión segura de usuarios, permisos, protección de recetas críticas frente a cambios no autorizados y trazabilidad de las acciones principales por usuario.

- El software deberá incluir funciones de control de mantenimiento, con registro de horas de uso o ciclos de operación de componentes críticos (bombas, fuente de evaporación,

filamentos, crisoles, fuente de iones, sensores de vacío, cristales de cuarzo, obturadores, válvulas y refrigeración).

- El sistema deberá permitir la exportación y recuperación de datos de proceso y mantenimiento (recetas, parámetros, registros, alarmas, eventos y resultados) en formatos abiertos, documentados o directamente utilizables por IMDEA Nanociencia, sin requerir herramientas propietarias de pago adicionales.

- Toda la electrónica de control deberá alojarse en un armario técnico integrado, con ruedas o configuración equivalente que facilite mantenimiento, acceso seguro, organización del cableado, ventilación, protección eléctrica y movilidad, e incluir los elementos de seguridad eléctrica, protección, refrigeración, cableado, conectores, interfaces y señalización necesarios.

- El sistema deberá permitir, cuando sea técnicamente viable, acceso remoto seguro para diagnóstico, soporte, actualización o resolución de incidencias, siempre bajo autorización de IMDEA Nanociencia y sin comprometer la ciberseguridad ni la operación del equipo.

- El software necesario para la operación se suministrará con licencia de uso perpetua y sin límite temporal para todas las funciones precisas para cumplir las prestaciones mínimas de este pliego. No se admitirán cuotas, suscripciones, pagos recurrentes, renovaciones obligatorias ni licencias temporales necesarias para mantener operativo el equipo o sus prestaciones mínimas una vez finalizado el periodo de garantía. El software no impondrá límites artificiales al número de usuarios, recetas, procesos, arranques, registros o exportaciones, salvo limitaciones técnicas justificadas que el licitador declarará.

- Ninguna prestación mínima exigida en este pliego podrá quedar condicionada a la adquisición posterior de módulos, licencias, activaciones, suscripciones, claves, servicios remotos o herramientas adicionales no incluidos en la oferta.

- Durante el periodo de garantía, el adjudicatario suministrará sin coste adicional las actualizaciones de software necesarias para corregir errores, mantener la seguridad, preservar la compatibilidad o asegurar el correcto funcionamiento conforme a las prestaciones ofertadas.

- El licitador declarará el tipo de licencia, alcance funcional, duración, limitaciones, requisitos informáticos, dependencias de red, requisitos de activación, condiciones de actualización y soporte, y cualquier función, módulo, interfaz, licencia o servicio sujeto a pago adicional. Asimismo describirá la arquitectura del sistema de control, el software, los niveles de usuario, los parámetros registrados, el formato de exportación, las capacidades de diagnóstico, la política de actualizaciones, la ciberseguridad aplicable y la arquitectura de la electrónica.

- El equipo deberá garantizar operación local completa. La pérdida de conectividad externa, caída de servicios en la nube, indisponibilidad de servidores remotos o fallo de validación remota de licencia no podrá impedir la operación local del equipo ni el acceso a las funciones mínimas requeridas en este pliego.

Se valorarán como mejora:

- Mayor automatización, recetas multicapa avanzadas, control por capas, bibliotecas de materiales, exportación avanzada, generación de informes de proceso, integración de mantenimiento preventivo, trazabilidad reforzada por usuario, alarmas configurables, diagnóstico remoto seguro, copias de seguridad y recuperación de recetas, y arquitectura preparada para futuras fuentes, sensores, gases, módulos o funciones avanzadas de diagnóstico, análisis de proceso o asistencia.

- Elementos que aumenten la autonomía técnica de IMDEA Nanociencia: acceso documentado a configuraciones avanzadas, scripts de mantenimiento, licencias de desarrollo offline,

interfaces de programación (API) documentadas, integración con LIMS, soporte de software más allá de la garantía, mecanismos de copia de seguridad y recuperación completa, y depósito o escrow de código, configuración o documentación técnica crítica en caso de cese de soporte del fabricante.

2.3.9. MODULARIDAD Y AMPLIABILIDAD FUTURA

Los requisitos de modularidad y ampliabilidad del sistema se establecen en el apartado 1.1, que forma parte de las prescripciones de obligado cumplimiento. Adicionalmente, el licitador deberá declarar las condiciones de cada ampliación futura previsible (fuentes de sputtering, fuentes adicionales de iones, módulos de limpieza o tratamiento, instrumentación o diagnóstico in situ, controladores de caudal másico adicionales), indicando para cada una si requeriría intervención del fabricante, modificación de la cámara, cambio o adición de bombas o controladores, modificación del software o de la electrónica de control, ampliación del armario técnico, adaptación de los sistemas de seguridad o de gases, y la parada de equipo estimada. La información permitirá a IMDEA Nanociencia evaluar el coste, el alcance y el impacto operativo de futuras ampliaciones.

2.3.10. SEGURIDAD, ENCLAVAMIENTOS Y PROTECCIÓN DE OPERACIÓN

La seguridad deberá estar integrada en el diseño del equipo y en su arquitectura de control, cubriendo como mínimo la protección del personal, de las muestras, del equipo y de la instalación, e incluyendo la seguridad eléctrica, de vacío, de gases, de refrigeración, de movimientos internos y de operación de las fuentes de proceso.

Requisitos mínimos:

- El equipo deberá incorporar sistemas de seguridad y enclavamientos que impidan operaciones incompatibles con la seguridad del personal, del equipo, de las muestras o de la instalación.
- Enclavamientos de alta tensión del cañón de electrones: la fuente no podrá activarse en condiciones inseguras de vacío, apertura de cámara o de puerta, panel crítico abierto, fallo de refrigeración, fallo de conexión o de enclavamiento, ni en cualquier otra condición de riesgo.
- Enclavamientos de vacío: deberán impedir la apertura indebida de válvulas, la transferencia de muestras en condiciones inadecuadas, la activación de fuentes sin presión compatible y la operación de subsistemas en condiciones que puedan dañar el equipo o contaminar la cámara.
- Enclavamientos de la cámara de carga rápida: protección frente a transferencia incompleta, apertura bajo vacío, cierre indebido de válvulas, fallo de bombeo o de venteo y posición incorrecta del portamuestras.
- Enclavamientos de refrigeración y servicios: caudal de agua, temperatura, presión de suministro y demás parámetros críticos para la operación segura de la fuente de evaporación, la fuente de iones, la electrónica de potencia, las bombas y los subsistemas auxiliares.
- Enclavamientos y protecciones de gases: válvulas de cierre, purgas, protección frente a sobrepresión, compatibilidad de materiales, detección de fallo de caudal cuando proceda y parada segura ante condición anómala.
- Protección eléctrica: frente a sobrecorriente, sobrepotencia, arco eléctrico, fallo de alimentación, fallo de puesta a tierra y demás condiciones eléctricas relevantes.
- Parada de emergencia accesible y claramente identificada, que lleve el equipo a un estado seguro conforme a la arquitectura del fabricante.

- Señalización del estado del equipo (operación, alarma, fallo, parada de emergencia o condición no segura) y registro en el software de control, o registro equivalente accesible, de alarmas, incidencias, activación de enclavamientos, paradas de emergencia y eventos relevantes de seguridad.
- Diseño orientado a minimizar riesgos por contaminación, generación de partículas, proyección de material, salpicaduras, exposición accidental a fuentes, calentamiento de muestras, manipulación de crisoles, sustitución de consumibles y mantenimiento ordinario.
- El licitador describirá la arquitectura de seguridad del sistema, incluyendo los enclavamientos de alta tensión, vacío, gases, refrigeración, fuentes, portamuestras, load-lock, puertas y paneles, la parada de emergencia, las alarmas, la señalización, los registros de seguridad y los procedimientos de recuperación ante fallo.

Se valorará como mejora:

- Seguridad reforzada mediante diagnósticos automáticos, comprobaciones previas de estado, secuencias seguras de arranque y parada, registro avanzado de alarmas, recuperación guiada ante incidencias, mayor segmentación de permisos de usuario, avisos preventivos de mantenimiento y soporte remoto seguro para diagnóstico de fallos.

3. CONDICIONES DEL SUMINISTRO

Esta sección regula las obligaciones mínimas del adjudicatario en materia de fabricación, transporte, entrega, instalación, puesta en marcha, pruebas de aceptación, formación, documentación y garantía. El suministro se entenderá llave en mano: el sistema deberá quedar instalado, operativo, verificado y preparado para su uso ordinario en las instalaciones de Sala Blanca del NanoFabLab en la sede de IMDEA Nanociencia, sin necesidad de adquisiciones adicionales para alcanzar las prestaciones mínimas exigidas en este pliego. En lo relativo a las prestaciones técnicas, esta sección prevalecerá sobre la sección 2 únicamente en cuanto a procedimientos de entrega, instalación, aceptación, formación, documentación y garantía; las prestaciones técnicas mínimas del equipo se rigen por la sección 2.

3.1. PLAZO DE ENTREGA

El plazo regula el tiempo máximo en el que el equipo debe quedar entregado, instalado, puesto en marcha, verificado y con la formación inicial impartida. La reducción del plazo se valora como mejora, siempre que sea realista y no comprometa la calidad del suministro.

Requisitos mínimos:

- El adjudicatario entregará, instalará, pondrá en marcha y dará la formación del equipo en las instalaciones de IMDEA Nanociencia en un plazo máximo de 9 meses desde la formalización del contrato o la emisión del pedido, salvo que la documentación contractual fije expresamente otro hito de inicio.
- El plazo ofertado deberá comprender fabricación, preparación del equipo, transporte, entrega, instalación, conexión a servicios auxiliares, puesta en marcha, pruebas de aceptación en sitio y formación inicial.
- El licitador indicará en su oferta el plazo previsto para cada fase principal del suministro: fabricación, pruebas previas si proceden, transporte, instalación, puesta en marcha, pruebas de aceptación y formación.

- El adjudicatario comunicará a IMDEA Nanociencia, con la mayor antelación posible, cualquier retraso previsible en fabricación, transporte, importación, entrega, instalación o puesta en marcha, indicando causa, impacto y medidas correctoras. Todo ello sin perjuicio de lo establecido en la documentación administrativa de la licitación.

Se valorará como mejora:

- La reducción del plazo de entrega, instalación o puesta en marcha, siempre que sea realista, esté justificada técnicamente y no comprometa la calidad del suministro, las pruebas de aceptación, la formación ni el cumplimiento de las prestaciones mínimas.

3.2. TRANSPORTE, INSTALACIÓN, LOGÍSTICA DE ACCESO Y HUELLA (FOOTPRINT)

El laboratorio de destino se encuentra en planta sótano, con acceso condicionado por los medios de izado y los pasos del edificio. El suministro es llave en mano e incluye la entrega, el acceso, el montaje in situ y la puesta en marcha, siendo el adjudicatario responsable de adaptar el embalaje y la modularidad de transporte a estas restricciones.

Requisitos mínimos:

- El suministro incluirá el transporte, entrega, descarga, desembalaje, ubicación, instalación, conexión a servicios auxiliares y puesta a punto del equipo en las instalaciones de Sala Blanca del NanoFabLab en la sede de IMDEA Nanociencia (C/ Faraday 9, Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid), bajo condiciones Incoterms DDP o equivalente que garantice que el adjudicatario asume embalaje, transporte, seguro, entrega, descarga y puesta a disposición sin coste adicional para la Fundación.

- El adjudicatario será responsable del embalaje, protección, transporte, seguro, descarga, manipulación, movimiento interno, ubicación final, montaje, reensamblado si fuera necesario, conexión, nivelación, puesta en marcha y comprobación funcional. El reensamblado no podrá suponer pérdida de prestaciones respecto a las ofertadas ni a las mínimas exigidas.

- Condiciones de acceso al emplazamiento (sótano): el descenso a la cota del sótano se realiza mediante el puente grúa existente, de capacidad máxima 1.200 kg; el paso posterior se efectúa por puertas de doble hoja con altura libre máxima de 2,00 m. Cuando el transporte interno de los bultos se realice sobre traspalé (capacidad 1.000 kg), se reducirá la cota útil de paso; a efectos de dimensionamiento de bultos, la altura efectiva de paso exigible cuando se utilice traspalé será de 1,80 m. El licitador verificará que su embalaje, transporte interno y montaje son compatibles con estas restricciones. IMDEA Nanociencia cuenta con experiencia acreditada y podrá asistir al licitador con los medios necesarios para el transporte y montaje del equipo en las instalaciones de la sala blanca del NanoFabLab.

- El equipo se entregará preferentemente desmontado en piezas o módulos manipulables de forma independiente. Como referencia orientativa y no excluyente, se considerará preferible que cada bulto manipulable de forma independiente no exceda 1,5 m de largo, 1,5 m de ancho y 1,5 m de alto, con peso recomendado no superior a 500 kg.

- En ningún caso el peso de un bulto individual podrá superar la capacidad de los medios disponibles en el emplazamiento (1.000 kg en traspalé; 1.200 kg en puente grúa), salvo que el adjudicatario aporte, a su cargo y bajo su responsabilidad, medios alternativos de izado, transporte, maniobra y aseguramiento compatibles con el edificio y previamente aceptados por IMDEA Nanociencia.

- Se admitirán configuraciones de bultos distintas siempre que el licitador acompañe su oferta de un plan de instalación previo que incluya, como mínimo: desglose de dimensiones y peso de cada bulto; ruta de acceso prevista hasta la sala blanca; verificación de compatibilidad con

el puente grúa (1.200 kg), con las puertas de doble hoja (altura libre 2,00 m) y con la cota efectiva de paso (1,80 m sobre traspalé); medios de izado, transporte, protección, maniobra, desembalaje y posicionamiento necesarios; y necesidad, en su caso, de desmontaje, reensamblado, herramientas o utillaje especial e intervención logística extraordinaria.

- El licitador indicará las dimensiones finales del equipo montado (largo, ancho, alto), el peso total instalado, la carga transmitida al suelo, el footprint operativo y el espacio perimetral requerido para operación y mantenimiento (apertura de puertas, extracción de módulos, acceso a bombas, sustitución de fuentes, acceso a cuadros eléctricos, armarios de control y conexiones auxiliares). Una vez integrado in situ, el equipo podrá alcanzar una altura máxima de 2,50 m, salvo que el licitador justifique una configuración distinta compatible con el emplazamiento, la operación, el mantenimiento, la seguridad y los servicios disponibles.

- La instalación se realizará por personal especializado del adjudicatario o del fabricante, responsable de obtener las autorizaciones, permisos o condiciones de acceso necesarias cuando proceda.

- El licitador indicará las condiciones previas que deberá cumplir el emplazamiento antes de la instalación: requisitos eléctricos, refrigeración, gases, aire comprimido, nitrógeno, extracción, comunicaciones, espacio libre, condiciones ambientales y demás servicios auxiliares.

- Durante el desembalaje, descarga e instalación en la sala blanca, el adjudicatario contará con el apoyo y la experiencia del personal designado por IMDEA Nanociencia.

Se valorarán como mejora:

- Mayor modularidad de transporte, menor tamaño o peso de bultos, menor necesidad de medios especiales, mayor facilidad de instalación, mejor acceso a mantenimiento, menor footprint operativo y menor interferencia con la operación de la sala blanca, cuando aporten una ventaja técnica real y verificable.

3.3. PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA Y EN SITIO

La aceptación verifica que el equipo cumple las prestaciones mínimas del pliego y las comprometidas en la oferta, mediante pruebas en fábrica (FAT, cuando proceda) y pruebas en sitio (SAT) tras la instalación en IMDEA Nanociencia. Las prestaciones críticas deberán acreditarse con medidas y registros del propio equipo o equipos de metrología auxiliares cuando proceda, no solo con documentación comercial.

Requisitos mínimos:

- El adjudicatario propondrá un protocolo de pruebas de aceptación en fábrica y en sitio, que IMDEA Nanociencia revisará y aceptará antes de su ejecución.

- Las pruebas verificarán, como mínimo, el funcionamiento de la cámara principal, el sistema de vacío, la cámara de carga rápida, la fuente de evaporación por haz de electrones, la selección de crisoles, el control de haz, los obturadores, el portamuestras, la rotación y la inclinación, la fuente de iones, el control de espesor y tasa, los gases de proceso, el software, las recetas, el registro de parámetros y la seguridad y enclavamientos.

- Vacío y bombeo: se verificarán la presión base de la cámara principal, la de la cámara de carga rápida, el tiempo de obtención de vacío seguro de transferencia en el load-lock, el funcionamiento de los sensores de vacío y la correcta operación de bombas, válvulas, venteo y transferencia.

- Evaporación: se verificarán la selección de crisoles, el control de potencia y de tensión de aceleración, el posicionamiento y barrido del haz, la estabilidad de tasa, la actuación de obturadores y la finalización automática del proceso al alcanzar el espesor programado.
- Control de espesor y tasa: se verificarán la lectura de la balanza de cuarzo, la estabilización de tasa previa a la apertura del obturador, el control de espesor, la repetibilidad básica y el registro de parámetros.
- Prueba de uniformidad de espesor: deberá verificarse una uniformidad igual o mejor que ± 5 % sobre una oblea de 4 pulgadas, empleando aluminio como material de ensayo, con rotación del portamuestras y exclusión de borde de 5 mm sobre el área útil. La prueba documentará material, espesor objetivo, tasa, presión de proceso, formato de sustrato, condiciones de rotación, área útil, exclusión de borde, número de puntos medidos y método de medida. el licitador documentará la verificación de la uniformidad declarada en 6 pulgadas.
- Sustratos: se verificará la compatibilidad de carga, fijación y transferencia de los formatos incluidos en el suministro (1, 2, 3 y 4 pulgadas) con los portamuestras, utillajes y adaptadores suministrados.
- Para obleas de 6 pulgadas se verificará la solución específica ofertada, incluyendo carga, fijación, seguridad de manipulación, compatibilidad con la cámara principal, condiciones de vacío, rotación, inclinación cuando proceda, control térmico cuando proceda, y ejecución de un proceso representativo de deposición. El licitador documentará las prestaciones declaradas para dicho formato, incluyendo área útil, exclusión de borde, limitaciones operativas y uniformidad esperada.
- Fuente de iones: se verificarán encendido, estabilidad, control de parámetros, gases de proceso, neutralización cuando proceda, obturador o protección, integración con software y enclavamientos. Cuando esté incluido en la configuración, se verificará la capacidad de limpieza o ataque superficial in situ mediante prueba representativa o documentación técnica aceptada por IMDEA Nanociencia.
- Software: se verificarán creación y ejecución de recetas, operación automática, manual y semiautomática, niveles de usuario, registro de parámetros, exportación o recuperación de datos, alarmas, eventos y enclavamientos.
- Seguridad: se verificarán parada de emergencia y enclavamientos de alta tensión, vacío, refrigeración, gases, puertas, paneles, load-lock, movimiento de muestras, obturadores y condiciones anómalas relevantes.
- El adjudicatario entregará un informe de resultados (protocolo ejecutado, resultados, desviaciones, acciones correctoras y declaración de cumplimiento). Como mínimo deberán quedar documentadas, mediante medidas o registros del equipo, las prestaciones de vacío, bombeo del load-lock, evaporación, estabilidad de tasa, control de espesor, uniformidad, transferencia de muestras, seguridad y enclavamientos.
- Cualquier defecto, desviación o incumplimiento detectado deberá corregirse antes de la emisión del acta de recepción, salvo aceptación expresa por IMDEA Nanociencia de una desviación menor que no afecte a prestaciones mínimas, seguridad, mantenimiento, trazabilidad ni vida útil. La aceptación no eximirá al adjudicatario de la garantía ni de la corrección de defectos ocultos, fallos de instalación o desviaciones que se manifiesten durante el periodo de garantía.

Se valorarán como mejora:

- Mayor alcance de FAT y SAT, mayor trazabilidad y documentación de aceptación, demostración de prestaciones sobre 6 pulgadas, pruebas de uniformidad adicionales, pruebas de procesos multicapa y asistencia técnica reforzada durante la validación inicial.

3.4. FORMACIÓN

Tras la entrega, instalación y puesta en servicio del equipo, el adjudicatario impartirá la formación del personal designado por IMDEA Nanociencia, sobre el equipo instalado, de forma que el personal quede capacitado para su operación ordinaria, mantenimiento básico y operación segura en sala blanca.

Requisitos mínimos:

- La formación tendrá una duración mínima de DOS días y se impartirá a un mínimo de cuatro (4) personas designadas por IMDEA Nanociencia, sobre el equipo instalado en sus instalaciones, salvo que IMDEA Nanociencia acepte expresamente una modalidad complementaria o alternativa para alguna parte.
- La formación cubrirá, como mínimo: operación ordinaria del sistema; carga y descarga de muestras; uso de la cámara de carga rápida; operación de la fuente de evaporación por haz de electrones, selección de crisoles, control de haz y obturadores; operación del portamuestras y control de rotación e inclinación; uso de la fuente de iones; control de gases; control de espesor y tasa; creación y ejecución de recetas; operación manual, semiautomática y automática; y seguridad y enclavamientos.
- La formación incluirá los procedimientos de arranque, parada, parada de emergencia, recuperación ante incidencias y actuación ante alarmas; la sustitución de consumibles críticos, el mantenimiento preventivo básico y la limpieza ordinaria; y las buenas prácticas para minimizar la contaminación cruzada y para la operación en sala blanca.
- La formación incluirá la explicación de los niveles de acceso de usuario, la gestión de recetas, el registro de parámetros, la exportación o recuperación de datos de proceso, la trazabilidad de eventos y el uso del sistema de mantenimiento preventivo del software cuando proceda.
- La formación será impartida por personal cualificado del adjudicatario o del fabricante, con conocimiento técnico del sistema, de sus subsistemas principales y de las condiciones de seguridad aplicables.
- El adjudicatario entregará documentación formativa suficiente para que IMDEA Nanociencia pueda reproducir internamente los procedimientos básicos de operación y mantenimiento ordinario, y emitirá una acreditación o registro de la formación impartida (fechas, duración, contenidos, personal asistente y formadores responsables).

Se valorarán como mejora:

- Mayor duración, formación avanzada en procesos multicapa, formación específica en mantenimiento preventivo, formación diferenciada para administradores e ingenieros de proceso, formación remota posterior, sesiones adicionales tras un periodo inicial de uso y documentación formativa ampliada.

3.5. ACTA DE RECEPCIÓN

El acta de recepción acredita la finalización satisfactoria del suministro y determina el inicio del periodo de garantía. Es expedida por IMDEA Nanociencia tras completarse la entrega, instalación, puesta en marcha, formación inicial y pruebas de aceptación.

- El acta de recepción será expedida por IMDEA Nanociencia una vez finalizadas satisfactoriamente la entrega, instalación, puesta en marcha, formación inicial y pruebas de aceptación aplicables, en un plazo máximo de un mes desde la finalización satisfactoria de las pruebas de aceptación en sitio y de la formación inicial, salvo que existan defectos, desviaciones o incidencias pendientes de corrección imputables al adjudicatario.
- El acta será firmada por IMDEA Nanociencia y por el adjudicatario y determinará la fecha de inicio del periodo de garantía, salvo que la oferta adjudicataria establezca una condición más favorable para IMDEA Nanociencia.
- No procederá la emisión del acta de recepción definitiva mientras existan incumplimientos de las prestaciones mínimas exigidas, defectos de instalación, deficiencias de seguridad, falta de documentación esencial, falta de formación inicial o desviaciones que afecten a la operación, seguridad, mantenimiento, trazabilidad o vida útil del equipo.
- En caso de defectos menores que no afecten a las prestaciones mínimas, seguridad, operación, mantenimiento ni vida útil, IMDEA Nanociencia podrá aceptar, si lo considera procedente, la recepción condicionada del equipo, dejando constancia documental de las acciones correctoras pendientes, el plazo de subsanación y el responsable de su ejecución.
- La recepción no eximirá al adjudicatario de sus obligaciones de garantía, soporte técnico, corrección de defectos ocultos, subsanación de fallos de instalación ni cumplimiento de las prestaciones ofertadas durante el periodo de garantía.

3.6. DOCUMENTACIÓN

En el momento de la entrega, y en todo caso antes de la firma del acta de recepción, el adjudicatario proporcionará un conjunto completo de documentación técnica del equipo en formato electrónico y en español o inglés, suficiente para su operación, mantenimiento y seguridad a lo largo de la vida útil del sistema.

Requisitos mínimos:

- La documentación incluirá, como mínimo: manual de operación, de mantenimiento preventivo, de seguridad y de software; documentación de usuario y de administrador cuando proceda; descripción funcional del sistema; esquemas de vacío, eléctrico y neumático o de gases cuando proceda; lista de componentes principales, de consumibles y de repuestos recomendados; y los certificados aplicables.
- Deberá cubrir, con información técnica suficiente, la cámara principal, la cámara de carga rápida, el sistema de bombeo, la fuente de evaporación por haz de electrones, la fuente de iones, el portamuestras, el control térmico, el control de espesor y tasa, los gases y controladores de caudal, el software, los sensores, los obturadores, los enclavamientos y los sistemas de seguridad.
- Deberá incluir los procedimientos de arranque, parada, parada de emergencia, recuperación ante fallos, sustitución de consumibles críticos, limpieza ordinaria, mantenimiento preventivo, calibraciones básicas, verificación de sensores, cambio de cristales de cuarzo, sustitución de filamentos o elementos equivalentes y actuación ante alarmas.
- Deberá permitir identificar consumibles, repuestos críticos, referencias de componentes, vida útil estimada cuando proceda, periodicidad recomendada de mantenimiento y las operaciones reservadas al fabricante o servicio técnico autorizado.

- Deberá incluir el protocolo de pruebas de aceptación ejecutado, los resultados, las desviaciones detectadas, las acciones correctoras y la declaración de cumplimiento de las prestaciones exigidas.
- Deberá incluir la documentación de conformidad aplicable en la Unión Europea y España (Declaración UE de Conformidad, marcado CE o documentación equivalente), conforme a lo establecido en la sección 2.1.
- Deberá incluir la documentación del software: licencias, política de actualizaciones, requisitos informáticos, copia de seguridad, recuperación de recetas, exportación de datos, gestión de usuarios y condiciones de soporte remoto cuando proceda, conforme a lo establecido en la sección 2.3.8.
- El adjudicatario actualizará sin coste adicional la documentación cuando, durante el periodo de garantía, se realicen modificaciones, correcciones, actualizaciones de software o intervenciones técnicas que afecten a la operación, mantenimiento, seguridad o prestaciones del equipo.

Se valorarán como mejora:

- Mayor calidad, extensión y trazabilidad de la documentación; documentación de mantenimiento, seguridad, software o repuestos ampliada; manuales de formación; protocolos de proceso; y documentación en formato editable, cuando aporten una ventaja real para la operación y el mantenimiento.

3.7. GARANTÍA, SOPORTE TÉCNICO Y MANTENIMIENTO

La garantía asegura que el equipo mantiene las prestaciones exigidas y ofertadas durante el periodo de cobertura, e incluye el soporte técnico y la disponibilidad de repuestos necesarios para su operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del sistema.

Requisitos mínimos:

- La garantía mínima será de DOS años a contar desde la firma del acta de recepción, salvo que la oferta adjudicataria establezca una condición más favorable para IMDEA Nanociencia. Durante dicho periodo, el adjudicatario garantizará que el equipo mantiene las prestaciones exigidas en este pliego y las comprometidas en su oferta.
- La garantía cubrirá, como mínimo, piezas, mano de obra, desplazamientos, diagnóstico, intervención técnica y corrección de incidencias que afecten al funcionamiento del equipo durante la cobertura.
- La garantía cubrirá los subsistemas principales: cámara principal, cámara de carga rápida, sistema de vacío, bombas, válvulas, sensores, fuente de evaporación por haz de electrones, fuentes de alimentación, fuente de iones, portamuestras, obturadores, control de espesor y tasa, software, electrónica de control, y sistemas de seguridad y enclavamientos.
- El adjudicatario indicará en su oferta el procedimiento de comunicación de incidencias, los tiempos de respuesta, la disponibilidad de soporte remoto y de asistencia presencial, la disponibilidad de repuestos, las limitaciones y exclusiones de garantía y las condiciones de escalado al fabricante cuando proceda.
- Durante el periodo de garantía, el adjudicatario proporcionará soporte técnico suficiente para el diagnóstico y la resolución de incidencias de operación, software, control, vacío, fuentes, sensores, seguridad y enclavamientos.

- El adjudicatario garantizará la disponibilidad de repuestos, consumibles críticos y soporte técnico durante la vida útil del equipo, e indicará expresamente en su oferta el periodo durante el cual asegura dicha disponibilidad. Cuando algún componente tenga una disponibilidad inferior, lo identificará, propondrá alternativas de sustitución y justificará que no se compromete la operación, la mantenibilidad ni la vida útil del sistema.
- El adjudicatario indicará las operaciones de mantenimiento preventivo recomendadas durante la garantía (frecuencia, duración estimada, consumibles, operaciones realizables por IMDEA Nanociencia y operaciones reservadas al servicio técnico autorizado).
- Cuando se realicen intervenciones correctivas o preventivas durante la garantía, el adjudicatario dejará registro documental (fecha, incidencia, diagnóstico, acciones, piezas sustituidas, estado final y recomendaciones) y se mantendrá con comunicación fluida con el fabricante y/o suministrador.
- Las actualizaciones de software necesarias para corregir fallos, mantener el funcionamiento, preservar la seguridad o asegurar la compatibilidad con las prestaciones ofertadas se suministrarán sin coste adicional durante la garantía, conforme a la sección 2.3.8.

Se valorarán como mejora:

- Mayor duración de garantía, menor tiempo de respuesta, soporte remoto avanzado, asistencia presencial prioritaria, mantenimiento preventivo incluido, mayor periodo garantizado de disponibilidad de repuestos, mayor cobertura de subsistemas, extensión de garantía y servicio técnico local.
- Que el licitador garantice disponibilidad de repuestos, consumibles críticos y soporte técnico durante un periodo igual o superior a 10 años.

POR LA FUNDACIÓN IMDEA NANOCIENCIA

En Madrid, a fecha de la firma electrónica

Fdo.: D. Emilio Pérez Álvarez

CONFORME: EL ADJUDICATARIO

A fecha de la firma electrónica

Fdo.: _____