

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS RELATIVAS AL CONTRATO DE SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN MICROSCOPIO DE BARRIDO DE SONDA Y
ESPECTROSCOPIA OPTICA EN CONDICIONES DE ATMOSFERA CONTROLADA PARA EL INSTITUT
CATALÀ DE NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (ICN2).**

Exp. 2023-12 ICN2

«Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU»

Financiado por el MCIN con fondos de la Unión Europea-NextGenerationEU(PRTR-C17.I1) y por la Generalitat de Catalunya

Este contrato está financiado por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión europea, establecido por el Reglamento (UE) 2020/2094 del Consejo, de 14 de diciembre de 2020, por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea para apoyar la recuperación tras la crisis de la COVID-19, y regulado según Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, y quedará sometido a la totalidad de la normativa reguladora del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Se enmarca en la implementación de los Planes Complementarios de I+D+I con las comunidades autónomas, que forman parte del componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, denominado “Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación”, en concreto en el SUBPROYECTO DE I+D “INSTALACIÓN CORRELATIVA IN-SITU PARA MATERIALES AVANZADOS PARA ENERGÍA (In-CAEM)” DEL PLAN COMPLEMENTARIO EN EL ÁREA DE MATERIALES AVANZADOS como parte de actuaciones del programa de Materiales Avanzados “Materials amb funcionalitats avançades per a la nova transformació tecnològica”, correspondientes a la comunidad autónoma de Cataluña, gestionado a través del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya.

1. OBJETIVO

El objeto del presente pliego es definir las características técnicas y funcionales que regirán la contratación del suministro, instalación y puesta en marcha de un microscopio de barrido de sonda y espectroscopia óptica en condiciones de atmosfera controlada para el Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2).

El equipo en cuestión cuenta con tres técnicas de medición altamente poderosas: la microscopía de escaneo por sonda (SPM, por sus siglas en Inglés), la espectroscopía de dispersión de campo cercano de efecto Raman (TERS, por sus siglas en inglés) y el micro Raman. Estas técnicas permiten realizar una amplia gama de medidas en diferentes materiales a escalas, desde lo macroscópico a lo nanoscópico, en condiciones de funcionamiento y bajo diferentes condiciones ambientales, incluyendo gases y líquidos. Su funcionalidad en líquido en conjunto con el módulo de TERS también debe permitir la medición de procesos electroquímicos en condiciones de funcionamiento. Esta última técnica recibe el nombre de espectroscopia electroquímica de dispersión de campo cercano de efecto Raman (EC-TERS, por sus siglas en inglés).

El módulo de SPM brinda la capacidad de obtener imágenes de alta resolución de características superficiales (por ejemplo, la topografía) de los materiales. Utilizando una sonda extremadamente fina, se pueden detectar pequeñas variaciones en la fuerza intermolecular, lo que permite generar mapas tridimensionales de la estructura de la superficie. Además, el AFM también permite realizar mediciones de propiedades mecánicas, como la dureza y la elasticidad, eléctricas, magnéticas, térmicas, etc. proporcionando información detallada sobre las propiedades físicas de los materiales.

Por otro lado, la espectroscopía de dispersión de campo cercano de efecto Raman (TERS) combina la técnica de microscopía de sonda con la espectroscopía Raman convencional. Al llevar la punta de SPM a distancias extremadamente cercanas a la superficie del material, se mejora la interacción entre la luz y la muestra, lo que permite obtener espectros Raman de alta resolución de decenas de nm y sensibilidad mejorada. Esto brinda información sobre las vibraciones moleculares y las características químicas de la muestra a nivel nanométrico, revelando detalles importantes sobre su composición y estructura molecular.

El micro Raman, por su parte, es una técnica de espectroscopía Raman que permite realizar mediciones localizadas en áreas microscópicas específicas de la muestra. Al enfocar un láser en un punto específico, se obtiene información detallada sobre la composición química y las vibraciones moleculares en esa región de interés. Esto es especialmente útil para analizar la distribución espacial de los componentes y las características químicas en muestras heterogéneas.

En resumen, la combinación de estas tres técnicas de medición, SPM, TERS (EC-TERS) y micro Raman, proporciona un conjunto completo de herramientas para la caracterización precisa y detallada de materiales a nivel nanoscópico y microscópico. Estas técnicas permiten obtener información sobre la topografía de la superficie, propiedades mecánicas, composición química y vibraciones moleculares, brindando una visión completa de las propiedades físicas y químicas de los materiales estudiados.

2. PRESUPUESTO DE LICITACION

El presupuesto total de licitación para el suministro, instalación y puesta en marcha de un microscopio de espectroscopia laser descrito en el pliego de prescripciones técnicas, ascenderá como

máximo a **632.830,00 € (SEIS CIENTOS TREINTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS TREINTA EUROS) IVA INCLUIDO**, desglosado en los siguientes conceptos: **523.000,00 € (base imponible) + 109.830,00 € (IVA)**.

A los efectos previstos en el artículo 101 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, el valor estimado del contrato, ascenderá **523.000,00 € (QUINIENTOS VIENTITRES MIL EUROS)**.

A todos los efectos se entenderá que en las ofertas y en los precios aprobados están incluidos todos los gastos que la empresa adjudicataria debe realizar para el normal cumplimiento de las prestaciones contratadas, como son, los generales, beneficio industrial, salarios, financieros, benéficos, seguros, transportes y desplazamientos, honorarios del personal a su cargo, de comprobación y ensayo, materiales necesarios, tasas y toda clase de tributos, en especial el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) y cualesquiera otros que pudieran establecerse o modificarse durante la vigencia del contrato, sin que por tanto puedan ser repercutidos como partida independiente, sin perjuicio de los gastos adicionales e indeterminados económicamente derivados de los pliegos.

3. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo máximo para la ejecución del presente contrato será de máximo OCHO (8) MESES desde el día siguiente a la fecha de formalización del mismo. Dentro de este plazo se permite la entrega parcial del equipo.

Dentro de este plazo se deberá llevar a cabo el suministro, instalación y puesta en marcha del equipo.

4. LUGAR DE ENTREGA E INSTALACIÓN

La instalación del equipo será en:

CELLS-ALBA, Synchrotron Light Source
Carrer de la Llum 2-26
08290 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España

En adelante, referido como ALBA. Los responsables de este contrato acordarán con el adjudicatario, la fecha de instalación del equipo.

5. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO

A continuación se presenta una lista de los componentes principales a suministrar (los requerimientos obligatorios más específicos de cada uno de ellos vienen detallados en el apartado 6):

5.1. Hardware:

5.1.1. Microscopio dedicado a Raman y fotoluminiscencia (micro-Raman), sistemas de barrido (mesa motorizada)

5.1.2. Tres láseres

5.1.3. Espectrómetro, rejillas de difracción y detectores

5.1.4. Filtros Raman

5.1.5. Ordenador

5.1.6. Microscopio dedicado a SPM (del inglés Scanning probe microscopy) y separado del microscopio dedicado al Raman

5.1.7. Sistema de acople óptico para medidas de SPM-Raman co-localizado

5.1.8. Sistema de acople óptico para medidas de Raman TERS (del Inglés tip enhanced Raman spectroscopy)

5.1.9. Sistema de acople óptico para medidas de Raman EC-TERS (del Inglés electrochemical tip enhanced Raman spectroscopy)

5.1.10. Plataforma de aislación atmosférica para el cabezal de SPM

5.1.11. Puntas de para SPM, TERS y EC-TERS

5.1.12 Mesa óptica antivibración con amortiguación activa y arreglos de agujeros cubico compatible con tornillos M6 y métricos

5.1.13 Electrónica de control de todo el equipo para la comunicación entre el software y hardware y además para la adquisición y procesamiento de datos.

5.2. Software:

5.2.1. Software de control del equipo preinstalado.

5.2.2. disco de instalación / recuperación y las licencias para el sistema operativo y el sistema de control para el microscopio, que hagan posible una reinstalación completa de todo el software necesario para ejecutar medidas utilizando el sistema láser y el cabezal de SPM.

5.3. Manuales y documentación adicional:

5.3.1. Conjunto completo de manuales y documentación del sistema.

5.3.2 Informe del test de funcionamiento y certificado de aceptación.

6. REQUISITOS TÉCNICOS QUE RIGEN EL PRESENTE CONTRATO

En este apartado se listan y detallan las características que debe tener el equipo para proporcionar el nivel requerido, agrupados en dos tablas: una de requerimientos mínimos obligatorios (sección 6.1).

6.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE LA OFERTA

La siguiente tabla reúne los requerimientos de obligado cumplimiento:

Campo	Ref.	Descripción
Microscopio Raman (micro-Raman) y	R1	- Iluminación con fuente de luz blanca
	R2	- Cámara digital de visualización de alta calidad a color.

sistemas de barrido	R3	- Mesa motorizada con rango de trabajo de al menos 50 milímetros en X e Y y un paso de <50 nm.
	R4	- Sistema de foco con barrido automatizado en Z de al menos 10 mm de rango de trabajo con un paso de $\leq 0.01 \mu\text{m}$
	R5	- 3 objetivos para micro Raman para el rango visible (400-800 nm)
Laser	Laser con los siguientes requerimientos mínimos:	
	R6	- 3 láseres abiertos (es decir no acoplados a fibra) con una longitud de onda de excitación en el visible (400-800 nm) y anchos de líneas < 1 nm
	R7	- Se deben incluir todos los elementos ópticos necesarios para su uso en Raman y fotoluminiscencia (filtros de rechazo de cada laser, control de laser incidente automatizado, etc)
	R8	- Al menos 1 filtro dedicado para la detección de fonones de baja frecuencia ($<10 \text{ cm}^{-1}$) y medidas de Stokes y anti-Stokes simultáneamente.
	R9	- Debe ser posible variar la potencia del láser de manera gradual de unos pocos uW hasta la potencia máxima nominal de cada laser, sin desestabilización del cabezal del láser.
	R10	- Debe incluir un sistema automatizado del control de la polarización incidente y dispersada de los tres láseres.
	R11	- Puerto de entrada para sistema de láseres externos
Espectrómetro y detectores	El espectrómetro y detectores deben cumplir:	
	R12	- Una eficiencia cuántica de la cámara CCD (del inglés Charge Coupled Device) $\text{CCD} \geq 60\%$ para el rango espectral desde 400 a 800 nm.
	R13	- CCD debe ser refrigerado por un sistema de tipo Peltier $\leq -60^\circ\text{C}$
	R14	- Espectrómetro debe estar libre de aberración en imágenes para minimizar distorsiones (coma/astigmatismo).
	R15	- Distancia focal larga $\geq 800 \text{ mm}$ - Repetibilidad: 0.1 cm^{-1} (desviación estándar) - Spectral Scanning Linearity: $< \pm 0.5 \text{ cm}^{-1}$ - Entrada extras para futuros detectores (CCD para NIR, PMT, etc.)

	R16	- 4 redes de difracción incluidas 300, 600, 1800 y 2400 líneas por mm
	R17	- Software de control del equipo para generar medidas Raman en 2D, espectros sencillos y líneas. - o Posibilidad de generar una imagen Raman o de video de un área grande y utilizar esta para seleccionar un área de medición más pequeña. - o Software de procesamiento de datos, que se pueda instalar en un número ilimitado de ordenadores. - o Algoritmos múltiples para sustracción de fondo y análisis de bandas (pico, anchura, posicionamiento, etc) y espectros para la creación de imágenes Raman, fotoluminiscencia, AFM (con todos sus modos) y TERS - o Sistema de autofocus y auto alineamiento de las puntas de SPM - o Exportación de datos en al menos los siguientes formatos: ASCII, TXT y SPC. - o Posibilidad de que el servicio técnico pueda conectarse por control remoto para el chequeo de microscopio y software.
Ordenador	R18	El ordenador deberá de cumplir con las siguientes condiciones mínimas que grantizen la optica comunicación con el equipo: - o > 17 CPU - o > 32 GB RAM - o >500 GB SSD + >1000 GB HDD - o Teclado y ratón - o Windows 11 Pro 64bit - o 2 Monitores - o Mando para el manejo del escáner automático
SPM	R19	Microscopio dedicado a SPM deberá estar completamente separado del micro-Raman y poseer como mínimo los siguientes modos de medición: - o AFM: Contacto, no contacto, semi contacto - o LFM (del inglés lateral force microspoy) - o PFM (del inglés piezo electric force microspoy) - o Phase contrast (contraste de fase) - o MFM (del inglés Magnetic force microscopy) y single MFM - o EFM (del inglés electrostatic force microscopy) y single EFM - o SKM (del inglés scanning Kelvin microscopy) - o SCM (del inglés scanning capacitace microscopy) - o C-AFM (del inglés conductive atomic force microscopy), que opere en un rango dinámico de 100fA a 10uA.

Sistema óptico para la comunicación entre el SPM y el micro Raman	R20	Sistema de espejos y caminos ópticos que permitan usar los láseres del micro-Raman en el microscopio SPM y los que a su vez permitan hacer medidas espectroscópicas acoplando los laseres a las puntas del SPM
SPM y su integración con el microscopio Raman y PL	R21	- Cabezal SPM (del inglés scanning probe microscopy) que permita medir en los siguientes modos espectroscopico: - o TERS (del inglés Tip enhanced Raman scattering) - o EC-TERS (del inglés electrochemical Tip enhanced Raman scattering) - o TEPL (del inglés Tip enhanced photoluminiscence) - o EC-TEPL (del inglés electrochemical Tip enhanced photoluminiscence)
Puntas de SPM	R22	- Set de puntas para SPM - Set puntas para modos en líquidos - Set puntas para TERS y EC-TERS
Sistema de visualización de muestras	R23	- Sistema de iluminación y visualización frontal y lateral para SPM, TERS y EC-TERS - 2 Objetivos de microscopio de larga distancia focal y de 10x y 100x aumentos para SPM, TERS y EC-TERS
Sistema de protección atmosférica	R24	- La cabeza de SPM debe contar con una plataforma de aislamiento medioambiental que permita el control de la humedad y temperatura
Otros	R25	- Muestras de referencias para TERS, EC-TERS y micro-Raman, cubetas para muestras liquidas y lámparas de calibración internas. - Mesa óptica antivibración con amortiguación neumática con arreglo de agujeros para tornillo M6 y metricos

7. GARANTÍA

Garantía mínima: 1 año a todo riesgo.

La garantía incluirá: sustitución del equipamiento o reparación según proceda, desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento (exceptuando suministro eléctrico, agua, gas; en caso de reparación del equipamiento en ALBA).

La garantía tendrá como fecha de inicio la fecha del acta de recepción definitiva que se extienda, tras la instalación y puesta en marcha del equipo.

Las empresas licitadoras podrán ampliar el plazo de garantía sin coste adicional para el ICN2.

El tiempo de respuesta en el caso de fallo o avería del equipo será como máximo 4 días naturales.

Las empresas licitadoras podrán reducir este tiempo de respuesta, sin que ello suponga un coste adicional para el ICN2.

8. INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y FORMACIÓN

El equipo o sistema se suministrará completo, incluyendo todos aquellos elementos necesarios para su correcta instalación, puesta a punto y funcionamiento.

En el precio del contrato se incluye la entrega, la instalación y la puesta en marcha del equipo y todos sus componentes, así como los costes de transporte puerta-a-puerta y las posibles tasas de exportación/importación. Todos los test de funcionamiento del equipo deberán ser realizados en ALBA.

El test de funcionamiento incluirá demostraciones de los requerimientos del equipo completo incluyendo: (i) medidas espectroscópicas con el micro-Raman (dependencia en polarización, mapas espectroscópicos, medidas en función de la potencia etc); (ii) medidas puntuales y mapas con cada uno de los modos ofrecidos para el microscopio SPM; (iii) medidas de TERS y EC-TERS y (iv) test y entrenamiento con el software.

Una vez instalado se impartirá el correspondiente curso de formación al personal del ICN2 designado a tal efecto para el adecuado aprovechamiento del equipo. Dicho curso deberá tener la duración mínima de 2 días para la espectroscopia Raman y 3 días para el SPM y ser impartido no más tarde de 4 semanas después de haberse realizado la entrega, instalación y puesta en marcha del equipo.

9. ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN

El adjudicatario entregará, una vez instalado el equipo, un manual de instrucciones y de operación y un manual de mantenimiento del equipo, que debe estar escrito en castellano y/o en inglés.

10. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se podrá solicitar información adicional mediante envío de email a la siguiente dirección:

- **contracts@icn2.cat**

Bellaterra, a 26 de septiembre de 2023

Senior Researcher, Atomic Manipulation and Spectroscopy Group¹

¹ Documento con firma original custodiado en el expediente de contratación. Se publica documento sin firma por contener datos de carácter personal.