PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN CRIOSTATO DE CIRCUITO CERRADO TIPO REFRIGERADOR DE DILUCIÓN PARA LA ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN MPC – MATERIALS PHYSICS CENTER

1. OBJETO

El objeto del presente procedimiento es el suministro e instalación de un criostato de circuito cerrado tipo refrigerador de dilución, dotado de un enfriador de recirculación y dispositivos electrónicos de medidas para la ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN MPC-MATERIALS PHYSICS CENTER, en los términos recogidos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y en el presente Pliego.

Los Código CPV del presente procedimiento son los siguientes:

- Lote 1: 42513200-7 Equipo de refrigeración.
- Lote 2: 42943500-3 Enfriadores de recirculación.
- Lote 3: 38341300-0 Instrumentos de medida de magnitudes eléctricas.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Los bienes a suministrar deberán cumplir las siguientes especficicaciones técnicas y técnológicas:

2.1. Lote 1: refrigerador de dilución

Estas son las características técnicas obligatorias que el refrigerador de dilución debe cumplir:

1. El montaje del refrigerador de dilución debe poder realizarse en un laboratorio con un techo a una altura de 3m.

2. El refrigerador tiene que ser del tipo circuito cerrado para eliminar la dependencia de suministro de helio líquido. El tamaño y la potencia del refrigerador debe garantizar la capacidad de usar el imán superconductor con el campo máximo de 8 T y estudiar los sistemas de 10-20 qubits con la carga térmica de los circuitos de control. El equipo deberá contar con los siguientes elementos:

    a) El refrigerador de tubo de impulsos tendrá una potencia de enfriamiento de 1.5 W

    b) Temperatura base de 10mK o menos.

c) El disco de la cámara de mezclas debería tener un diámetro igual o superior a 360mm.

d) Potencia de enfriamiento: Igual o superior a 12 μW a 20mK y 450 μW a 100mK para una carga fija menor o igual a 18 litros de Helio3.

e) Deberá ser incluida la mezcla de He3/He4 con 18 litros de He3.

f) Estabilidad térmica: ± 1 mK en el rango de temperaturas por debajo de 100 mK, ± 1 % en el rango de temperaturas por encima de 100 mK.

g) Interruptor de calor de *gas gap* para un control cíclico y rápido de la temperatura. Los Interruptores de calor de *gas gap* permiten operar a altas temperaturas y un enfriamiento rápido y controlable desde 30K.

h) Termometría de resistencia a 10mK, puentes de Resistencia AC y controladores de temperatura para operar en el rango de temperaturas de mK con poco ruido.

i) La termometría de resistencia en el disco de la cámara de mezclas debe estar verificada durante los ensayos de fábrica usando termometría primaria (Como el Co60 o el Noise).

j) El termómetro de la cámara de mezclas debe incluir un certificado de calibración de 10mK rastreable para poder reconocer los laboratorios de metodologías que verifican la norma ISO 9001.

k) Debe haber termómetros instalados en todos los discos experimentales.

l) Controlador de temperatura para operaciones térmicas intermediarias de bajo ruido.

3. Para facilitar el mantenimiento y permitir la futura expansión del sistema, el equipo tiene que tener carácter modular e incluir al menos estos componentes:

a) Un rack de control de gas y un rack de instrumentación.

b) Un solenoide desmontable con una fuente de alimentación.

c) Un ordenador portátil integrado para el control local del sistema.

d) Un insert modular independiente que permita tener varios inserts secundarios para experimentos diferentes.

e) El sistema debe disponer de inserts secundarios desmontables, cargables por los laterales, con espacio para 2 puertos visuales ISO100.

4. Una parte importante de los proyectos consiste en estudio de las propiedades de materiales magnéticos y los dispositivos con elementos magnéticos a bajas temperaturas. Para conseguir los objetivos de los proyectos el sistema tiene que tener el solenoide que genera el campo magnético adecuado, espacio suficiente para montar las muestras y electrónicas de control. Además, el solenoide tiene que ser desmontable para aumentar la rapidez de enfriamiento del sistema en los experimentos que no requieren el campo magnético. El solenoide y las electrónicas deberán cumplir las siguientes condiciones:

   a) Aplicar un campo magnético uniaxial de hasta +/- 8T.

   b) El hueco del imán debería ser igual a 77mm.

   c) La homogeneidad del imán debería ser mayor del 0.1% sobre 10mm de DSV.

   d) La extensión del escudo fijo del agujero del imán deberá estar incluida.

   e) Potencia de la fuente de alimentación superior a ± 120 A, ± 10 V, con interruptor de modo persistente para el control del calentamiento (*persistent mode switch heater control*).

   f) Integración en el mismo sistema informático del software de control del imán y del refrigerador de dilución.

   g) Sistema inteligente de la detección del *quench* del imán.

   h) Sistema automático de descarga de la corriente de imán (*Auto run-down facility*).

   i) El imán y el criostato deberán ser diseñados, fabricados, ensamblados, integrados y probados en el mismo lugar y por el mismo fabricante.

   j) Los imanes deberán ser intercambiables dentro del rango de campos estánda.

   k) Se deberá incluir un segundo escudo fijo para que al usar el sistema sin el imán, se pueda utilizar todo el espacio de las muestras.

5. El sistema debe estar preparado para hacer medidas eléctricas, lo que requiere cables para medidas de baja frecuencia (experimentos de caracterización de materiales) y alta frecuencia (tanto para experimentos de caracterización de materiales como para experimentos con los qubits). Para conseguir los objetivos del proyecto, el cableado del sistema tiene que cumplir al menos con las siguientes condiciones:

   a) Líneas de baja frecuencia en el insert principal

- Dos conjuntos de 24 hilos de constantan con aislamiento eléctrico de Nomex para la conexión eléctrica desde la entrada a temperatura ambiente hasta la placa de la campana de mezcla.
- Uno de los conjuntos de 24 hilos tiene que tener los filtros de señales low-pass con la frecuencia de corte de 170 Hz.

b) Líneas de alta frecuencia para medidas en el campo magnético en el insert principal

- Dos unidades.
- Frecuencia operacional de hasta 40 GHz.
- El cableado debe incluir el hardware para ser instalado en uno de los puertos KF40 del insert principal con capacidad de 6 coaxiales.
- Dos cables coaxiales semirígidos CuNi-CuNi conectados desde el disco de temperatura ambiente hasta el disco de 4K.
- Dos cables coaxiales semirígidos CuNi-CuNi conectados desde el disco 4K hasta el disco de la cámara de mezclas.
- Conectores SK a temperature ambiente. Conectores Bulkhead en los discos de 70K, 4K, fijo, frio y cámara de mezclas.
- Anclaje térmico conectado a través de los conectores Bulkhead entre los discos de 70K, 4K, fijo, 100 mK y cámara de mezclas. (Bulkhead feedthrough thermal anchoring at 70 K, 4 K, Still, 100 mK and Mixing Chamber plates)
- Conectores de acoplamiento.
- Opción de atenuadores.

c) Líneas de alta frecuencia para experimentos con quibits montadas en el insert secundario:

- 10 unidades.
- Frecuencia operacional de hasta 18GHz.
- El cableado debe incluir el hardware para ser instalado en uno de los puertos visuales ISO100 del insert secundario con capacidad de 32 coaxiales.
- Diez cables coaxiales semirígidos CuNi-CuNi conectados desde el disco de temperatura ambiente hasta el disco 4K.
- Ocho cables coaxiales semirígidos CuNi-CuNi conectados desde el disco 4K hasta el disco de la cámara de mezclas.
- Dos cables coaxiales semirígidos NbTi-NbTi conectados desde el disco 4K hasta el disco de la cámara de mezclas.

- Conectores Bulkhead SMA a temperature ambiente y en los discos de 70K, 4K, Still, 100 mK y cámara de mezclas. SMA bulkhead connectors at room temperature, 70K plate, 4K plate, Still plate, 100mK plate and Mixing Chamber plate

- Anclaje térmico conectado a través de los conectores Bulkhead entre los discos de 70K, 4K, Still, 100mK y cámara de mezclas.

- Conectores de acoplamiento.

- Atenuadores de 20 dB, 10 dB, 6 dB y 3dB montados en 5 lineas con anclaje térmico a 70K plate, 4K plate, Still plate y 100mK plate, respectivamente.

6. El sistema del control de gases del refrigerador debe permitir las operaciones con las características especificadas en el punto 2 y además cumplir con los siguientes requisitos de seguridad y calidad:
   a) Batería UPS para la unidad de control del sistema.
   b) Trampas frías de nitrógeno líquido equipadas con el dewar de nitrógeno líquido de larga duración.
   c) El sistema debería estar equipado con una bomba de membrana ya que las bombas scroll liberan residuos que pueden bloquear las válvulas.
   d) El compresor utilizado para condensar la mezcla de helio debe ser capaz de operar con una presión en la salida de escape hasta 3 bar sin riesgo de fallos.
   e) Para evitar contaminación, la turbo bomba usada en la circulación de la mezcla no debe ser utilizada para evacuar la cámara de vacío principal.

7. Los requisitos y funcionalidades mínimas del sistema informático de control del equipo son las siguientes:
   a) Interfaz de control instalado localmente en el sistema y accesible a través de web.
   b) Rutinas de automatización pre programadas.
   c) Control y entrelazamiento del sistema (*system control and interlocks*).
   d) Monitorización y acceso remoto.
   e) Diagnósticos del sistema.
   f) El software debe incluir una API con la posibilidad de controlar y leer las temperaturas, así como los campos magnéticos sin interferir en las rutinas de automatización.
   g) El software debe tener soporte web para permitir acceso sobre redes LAN.
   h) El software debe permitir acceso simultaneo a varios usuarios.

8. La instalación y puesta en marcha incluirá:

a) Transporte:
- Transporte de la mercancía hasta las el centro sito en Paseo Manuel de Lardizabal 5, 20018 Donostia, España.
- Pago de un seguro, así como de todas las tasas de exportación/importación, gastos de almacenaje y cualquier otro gasto inherente al transporte de las mercancías.

b) Instalación in-situ *(on-site installation)*:
- Descarga de todos los components.
- Montaje del equipo y acoplamiento al mismo de los equipos descritos en los lotes 2 y 3.
- Evacuación del Sistema hasta la presión especificada en el manual.
- Demostración de enfriamiento hasta la temperatura base.
- Demostración del control de temperatura.
- Demostración de funcionamiento del imán.
- La instalación deberá ir acompañada por comentarios y aclaraciones sobre los procedimientos adecuados para la utilización y mantenimiento del sistema.

c) Una copia en inglés de los manuales de manejo y mantenimiento del equipo.

d) Configuración del sistema eléctrico y seguridad:
- El sistema debe ser configurado para una red eléctrica UE y contar con el marcado CE.
- El sistema debe estar totalmente protegido frente a cortes de alimentación inesperados.

e) Formación: se deberá proporcionar formación para el personal del laboratorio durante la instalación en relación al correcto uso y directrices de mantenimiento del equipo.

2.2. Lote 2: Enfriador de recirculación.

Estas son las características técnicas obligatorias que el enfriador de recirculación debe cumplir:

1. El enfriador deberá ser de tipo circuito cerrado para conservar el agua. Deberá tener la potencia frigorífica de al menos 12,5 kW con el agua saliendo a 20ºC y

una temperatura ambiente de 26ºC. Este es el nivel de potencia frigorífica cubre las necesidades del enfriamiento externo del refrigerador de dilución (lote 1).

2. El rango de temperaturas de funcionamiento tiene que ser al menos de -5 a 30 °C, con el líquido caloportador adecuado.
3. El rango de temperaturas del ambiente en el que se puede utilizar el enfriador tiene que ser al menos de -10 a 40 °C
4. La presión máxima del líquido caloportador tiene que estar en el rango de 4.0 a 4.5 bar
5. El flujo nominal del líquido caloportador tiene que estar en el rango de 25.0 a 30.0 L/min y el flujo máximo entre 110 y 150 L/min
6. El tamaño del laboratorio requiere que el enfriador consista en un solo bloque cerrado *(closed cabinet*) con dimensiónes (Anchura x Profundidad x Altura WxDxH) menor o igual que: 800 x 1000 x 1500 mm, sin contar los tubos de conexión
7. El enfriador tiene que estar habilitado para funcionar con el líquido caloportador inflamable como el agua o la mezcla de agua con glicol.
8. La oferta incluirá el líquido caloportador en el volumen de, al menos, 35 litros más el volumen del circuito del enfriador.
9. El enfriador deberá contar con filtro del líquido caloportador para proteger el circuito externo de la contaminación
10. El enfriador contará con un sistema de estabilización y control de la temperatura del líquido caloportador con la precisión de al menos +/- 1 °C
11. Como fuente de alimentación, el enfriador contará con la conexión a la red eléctrica trifásica con parámetros estándar de España (400V-50Hz)

2.3. Lote 3: Dispositivos electrónicos de medidas

El presente lote consta de tres unidades iguales de medidores de baja potencia y una unidad de medidor de alta potencia.

1. Características técnicas obligatorias comunes a ambos tipos de medidor:
   a) Para la caracterización corriente-voltaje I-V y como trazadores de curvas I-V, tanto los medidores de baja potencia como el medidor de alta potencia tienen que medir y generar V e I constante en los 4 cuadrantes (valores positivos y negativos de I e V) y combinar en un solo módulo una fuente y una carga electrónica (ser un dispositivo tipo *source meter*).
   b) Tanto los medidores de baja potencia como el medidor de alta potencia tienen que contar con la capacidad de conexión y control externo a través de los puertos USB y Ethernet.

2. Características técnicas de los medidores de baja potencia.

Los medidores de baja potencia están para medir las propiedades de los dispositivos superconductores en el refrigerador de dilución (lote 1), por lo que la precisión de la generación y de medidas tienen que asegurar la caracterización de estados dentro de las bandas prohibidas de los materiales superconductores. Esto requiere:

a) La capacidad de generar el voltaje constante con la resolución de 500 nV y nivel de ruido igual o más bajo que 1 μV (rms) en el rango de +/- 10 mV, o más amplio.

b) La capacidad de generar la corriente constante con la resolución de 500 fA y nivel de ruido igual o más bajo que 500 fA (rms) en el rango de +/- 10 nA, o más amplio.

c) La capacidad de medir el voltaje constante con la resistencia de entrada de 10 GΩ o más alta, la resolución de 10 nV en el rango de +/- 10 mV, o más amplio.

d) La capacidad de medir la corriente constante con la resolución de 10 fA en el rango de +/- 10 nA, o más amplio.

Asimismo, los medidores de baja potencia tienen que ser dispositivos versátiles, de modo que permitan:

a) Generar los voltajes constantes hasta +/- 100 V o más, con resolución de 5 mV y nivel de ruido de 1 mV (rms) o más bajos

b) Generar las corrientes constantes hasta +/- 1 A o más altas con resolución de 50 μA y ruido de 1 μA (rms) o más bajos.

c) Medir los voltajes hasta +/- 100 V o más altos con la resistencia de entrada de 10 GΩ o más alta, con la resolución de 100 μV a más alta.

d) Medir las corrientes hasta +/- 1 A o más altas con la resolución de 1 μA o más alta.

3. Características técnicas del medidor de alta potencia.

El medidor de alta potencia es necesario para alimentar el imán superconductor del refrigerador de dilución (lote 1) en los experimentos que requieren controlar el campo magnético con alta precisión. Los requisitos necesarios del dispositivo son los siguientes:

a) La capacidad de generar el voltaje constante con la resolución de 250 μV y nivel de ruido igual o más bajo que 100 μV (rms) en el rango de +/- 7 V, o más amplio con la corriente máxima hasta 7 A o más alta.

b) La capacidad de generar la corriente constante con la resolución de 500 μA y nivel de ruido igual o más bajo que 125 μA (rms) en el rango de +/- 7 A, o más amplio.

c) La capacidad de medir el voltaje constante con la resistencia de entrada de 10 GΩ o más alta, la resolución de 1 μV en el rango de +/- 7 V, o más amplio.

d) La capacidad de medir la corriente constante con la resolución de 1 μA en el rango de +/- 7 A, o más amplio.

3. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo mínimo de garantía de los elementos suministrados se establece en 24 meses a contar desde la fecha de firma del acta de recepción.

4. MÉTODO DE ENVÍO

Todos los componentes deberán ser enviados a la sede de la entidad contratante, sita en Paseo Manuel de Lardizabal 5, 20018 Donostia, España.

Tanto los gastos de aduanas como cualquier otro gasto inherente al transporte de las mercancías deberán ser sufragados por los adjudicatarios, de manera que deberán tenerlos en cuenta a la hora de formular sus correspondientes propuestas económicas.

Los plazos máximos para el envío e instalación, en su caso, de cada uno de los lotes son los siguientes:

- Lote 1: tanto la entrega como el montaje del refrigerador de dilución, así como el acoplamiento de los equipos descritos en los lotes 2 y 3 al mismo, deberá realizarse antes del 31 de mayo de 2023.

- Lote 2: la entrega del equipo descrito en el presente lote deberá realizarse antes del 31 de marzo de 2023.

- Lote 3: la entrega del equipo descrito en el presente lote deberá realizarse antes del 31 de marzo de 2023.