

**PROCEDURA APERTA TELEMATICA PER L’AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI UN SISTEMA CRIOGENICO A CICLO CHIUSO AUTOMATIZZATO, MODULARE ED ESPANDIBILE PER L’INDAGINE DI PROPRIETÀ FISICHE IN PRESENZA DI CAMPI MAGNETICI E A TEMPERATURE VARIABILI**

**PROGETTO FOE 2022 STRIVE – CUP B53C22010110001**

**PROGETTO Bio-MoNTANS – CUP B55F21003190007**

**CIG A03A8A418A**

**CUI F80054330586202300823**

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO**

**- Parte Tecnica -**

## ART. 1. OGGETTO DELLA FORNITURA

Oggetto del presente appalto è la fornitura di un sistema criogenico a ciclo chiuso, automatizzato, modulare ed espandibile per l'indagine di proprietà fisiche in presenza di campi magnetici e a temperature variabili.

La fornitura deve comprendere anche quanto segue:

- L'installazione della strumentazione e degli eventuali accessori, nonché la sua messa in esercizio, secondo quanto previsto dal successivo art. 2;
- La consegna di documenti e certificazioni relative alla strumentazione fornita, secondo quanto previsto dal successivo art. 3;
- La formazione professionale al personale, come previsto dal successivo art. 4;
- Garanzia full risk, secondo quanto previsto dal successivo art. 5.

## CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME

Le caratteristiche tecniche minime richieste, così come definite e indicate nel presente capitolato devono essere necessariamente possedute dalla strumentazione offerta in gara, a pena di esclusione dalla gara.

Le apparecchiature che compongono la fornitura non devono essere derivanti da utilizzi a scopi dimostrativi.

La strumentazione offerta dal concorrente deve rispettare tutte le caratteristiche tecniche, funzionalità e dotazioni minime della fornitura stabilite nel presente articolo, pena l'esclusione dalla procedura di gara, nel rispetto del principio di equivalenza di cui alla Parte II, Sez. A, punto 8, dell'Allegato II.5 al D.Lgs. 36/2023 (di seguito "Codice"). Ai sensi di quanto previsto nell'allegato II.5 del Codice, l'offerente dimostra, nella propria offerta, con qualsiasi mezzo appropriato, compresi i mezzi di prova di cui all'articolo 105 del Codice, che le soluzioni proposte ottemperano in maniera equivalente alle prestazioni, ai requisiti funzionali e alle specifiche tecniche prescritti nel presente documento.

Qui di seguito si elencano le caratteristiche tecniche minime richieste per i vari sottosistemi dello strumento:

### 1. Sistema di controllo della temperatura

- a. Intervallo di temperatura: 2 – 400 K.
- b. Precisione nell'impostazione della temperatura: almeno  $\pm 1\%$ .
- c. Stabilità della temperatura: almeno  $\pm 0.1\%$  ( $T < 20$  K) e  $\pm 0.02\%$  ( $T > 20$  K).
- d. Tempo di raffreddamento (cooldown) iniziale da temperatura ambiente  $\approx 16$  h. Tempo di raffreddamento (cooldown) del campione da temperatura ambiente a 2 K non superiori a 45 minuti senza pre-raffreddamento (pre-cooling) dello spazio del campione.
- e. Modalità di misurazione in scansione della temperatura tale da consentire misurazioni rapide durante la variazione della stessa a velocità impostata dall'utente (tra 0.01 e 5 K/min). Scansioni fino a 4.2 K graduali e monotone nelle sequenze sia di raffreddamento che di riscaldamento.
- f. Controllo del flusso dell'elio per la gestione della temperatura al campione per mezzo di una doppia impedenza per un funzionamento continuo e completamente automatizzato su tutto il range (2 – 400 K). Lungo tempo di mantenimento della temperatura al di sotto di 4.2 K in modo continuo. Assenza di qualsivoglia valvola meccanica a spillo.

- g. Misurazione della temperatura al campione attraverso l'uso di tre sensori di temperatura disposti opportunamente sulla camera del campione così da poter valutare la presenza di gradienti termici.

## 2. Sistema di generazione/controllo campo magnetico fino a 9 Tesla

- Risoluzione del campo magnetico: 0.2 Oe (20  $\mu$ T) per campi fino ad almeno 1000 Oe e 2 Oe (0.2 mT) per campi fino a 9 Tesla.
- Uniformità del campo magnetico: almeno 0.01% su 3 cm sull'asse.
- Velocità massima di scansione: almeno 200 Oe/sec.
- Presenza di un sensore di temperatura direttamente sul magnete e spegnimento automatico del magnete se il sistema di raffreddamento si interrompe (ad esempio per interruzione dell'acqua di raffreddamento).

## 3. Sonda per magnetometria a campione vibrante (VSM)

- Livelli di rumore <  $6 \times 10^{-7}$  emu / 0.5% @300 K.
- Procedura di autocentramento del campione.
- Alimentazione del motore VSM tale da garantire operazioni su periodi lunghi senza interruzioni per cambio di batterie.
- Possibilità di integrare un forno fino a 1000 K.
- Possibilità di integrare celle di misura ad alte pressioni fino a 1.3 GPa.
- Presenza di opzioni per suscettività AC e torque magnetometry.

## 4. Cryocooler a ciclo chiuso con avvio e controllo automatizzati, per il raffreddamento della camera del campione e del magnete superconduttivo

## 5. Pompa criogenica integrata nel sistema

- Pressioni tipiche nella camera del campione inferiori a  $10^{-4}$  Torr in meno di 10 minuti.

## 6. Campione/i di calibrazione per misure con sonda per magnetometria a campione vibrante (VSM)

## 7. Disponibilità di altre sonde opzionali

- Sonda per misure di trasporto elettrico dotata delle seguenti opzioni: resistenza AC, resistenza DC; Van der Pauw – trasporto Hall; rotatore orizzontale, cella a pressione, fotoconduttività, possibilità di configurazione per misure con pressioni fino a 3 GPa.
- Sonda per misure di trasporto termico dotata delle seguenti opzioni: capacità termica, trasporto termico, dilatometro.
- Sonda ottica multifunzione con accesso ottico allo spazio libero alla camera del campione con le seguenti caratteristiche: (1) Accesso free space con possibilità di posizionare ottiche arbitrarie nel percorso all'interno della camera; (2) Sistema di posizionamento XYZ del campione motorizzato per messa a fuoco e puntamento; (3) Range di temperatura di lavoro: 5 K – 350 K; (4) Contatti elettrici per misurazione elettro-ottiche.
- Sistemi per misure sub-Kelvin: sistema di raffreddamento a diluizione per misure di trasporto elettrico, capacità termica e suscettibilità AC nell'intervallo 50 mK – 4 K; sistema di raffreddamento per misure di trasporto elettrico e capacità termica nell'intervallo 300 mK – 350 K, sistema di raffreddamento a smagnetizzazione per misure di trasporto elettrico nell'intervallo 100 mK – 300 K.
- Sonda per spettroscopia di risonanza ferromagnetica.
- Compatibilità per misure confocali e Raman.

**8. Possibilità di sviluppare sonde custom per consentire di espandere ulteriormente le capacità di misura del sistema.**

**9. Gestione e altri aspetti**

- a. Il sistema deve permettere di effettuare misure completamente automatizzate ad eccezione del cambio del campione. La temperatura, il controllo sul campo magnetico e la misura del campione devono essere completamente automatizzati. Il software deve controllare tutti gli aspetti dell'elettronica, dell'hardware, della gestione del gas, dell'acquisizione e dell'analisi dei dati dello strumento. Il software deve includere un editor di sequenze completo per l'impostazione di sequenze di misurazione non presidiate. Ogni utente deve essere in grado di impostare le proprie sequenze di misurazione e file di dati in modo che le impostazioni e i dati sperimentali siano al sicuro su un sistema multiutente.
- b. Il sistema deve consentire accesso dell'utente da remoto via Internet.
- c. Nel sistema, la camera del campione deve essere sigillata per un ambiente del campione controllabile (gas He statico, vuoto); inoltre, il gas He per il controllo della temperatura deve fluire anche intorno alla camera del campione ("annulus di raffreddamento").
- d. L'elettronica deve essere basata su un'interfaccia CAN all'avanguardia.
- e. Il sistema da acquistare deve essere provato sul campo, con un ampio numero di lavori scientifici pubblicati su riviste ISI che ne citi l'uso e deve avere almeno 500 installazioni in tutto il mondo.
- f. È richiesto un team di assistenza locale disponibile per installazione, formazione e supporto tecnico.

**10. Sicurezza**

La fornitura deve avere marcatura CE ed essere conforme al Regolamento UE 2023/1230.

**ART. 2. SERVIZI CONNESSI ALLA FORNITURA**

I servizi descritti nel presente articolo sono connessi alla fornitura di un sistema criogenico a ciclo chiuso, automatizzato, modulare ed espandibile per l'indagine di proprietà fisiche in presenza di campi magnetici e a temperature variabili come sopra descritta, vale a dire che il corrispettivo di tali servizi è compreso nel prezzo offerto in sede di gara.

I servizi connessi alla fornitura devono essere:

- Sopralluogo per le necessarie verifiche ambientali (comprendenti misurazione dei campi magnetici e delle vibrazioni) e delle utenze.
- Trasporto (compresa eventuale spedizione e sdoganamento) e consegna al piano stradale.
- Installazione e messa in esercizio, collaudo, prove di accettazione del sistema e di tutte le dotazioni accessorie.

**ART. 3. DOCUMENTI E CERTIFICAZIONI RICHIESTI**

All'atto della consegna della fornitura identificata all'art. 1, l'Appaltatore dovrà consegnare (ove non già presentate in sede di offerta o di stipula del contratto) i seguenti documenti:

- Schede tecniche, manuali d'uso e manutenzione per strumento e software di controllo.
- Certificato di conformità / report di collaudo tecnico dello strumento.

**ART. 4. FORMAZIONE DEL PERSONALE**

L'Impresa dovrà provvedere ad organizzare ed a svolgere un corso di formazione rivolto al personale del CNR – IMEM, della durata adeguata ad apprendere il corretto utilizzo della strumentazione, idoneo a rendere gli operatori indipendenti nell'utilizzo di tutti gli strumenti.

La formazione professionale dovrà essere svolta presso la sede di CNR – IMEM e dovrà essere rivolta a n. 6 (sei) persone, per una durata stimata di 1 giorno, purché tale tempo sia sufficiente alla completa formazione del personale di CNR – IMEM.

L'Impresa si obbliga ad avviare la formazione entro 14 (quattordici) giorni solari decorrenti dalla data di consegna dello strumento.

#### **ART. 5. GARANZIA ED ASSISTENZA**

Per lo strumento offerto e ogni accessorio fornito deve essere inclusa la garanzia per vizi e difetti di funzionamento (art. 1490 c.c.), per mancanza di qualità promesse o essenziali all'uso cui la cosa è destinata (art. 1497 c.c.), nonché la garanzia per buon funzionamento (art. 1512 c.c.) per 12 mesi a partire dalla data di verifica di conformità per l'intera fornitura.

Durante tale periodo l'Impresa assicura, gratuitamente, mediante propri tecnici specializzati il necessario supporto tecnico finalizzato al corretto funzionamento degli strumenti forniti, nonché, ove occorra, la fornitura gratuita di tutti i materiali di ricambio che si rendessero necessari a sopperire eventuali vizi o difetti di fabbricazione, ovvero, qualora necessaria o opportuna, la sostituzione degli strumenti.

CNR – IMEM avrà diritto alla riparazione o alla sostituzione gratuita ogni qualvolta, nel termine di 12 (dodici) mesi, a partire dalla data di verifica di conformità, si verifichi il cattivo o mancato funzionamento delle strumentazioni stesse, senza bisogno di provare il vizio o difetto di qualità.

L'Impresa non potrà sottrarsi alla sua responsabilità, se non dimostrando che la mancanza di buon funzionamento sia dipesa da un fatto verificatosi successivamente alla consegna della strumentazione (e non dipendente da un vizio o difetto di produzione) o da fatto proprio di CNR – IMEM.

Il difetto di fabbricazione, il malfunzionamento, la mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte saranno contestati, per iscritto, entro un termine di decadenza di 30 (trenta) giorni lavorativi dalla scoperta del difetto stesso e/o del malfunzionamento e/o della mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte.