

Capitolato Tecnico

Introduzione

La gara ha per oggetto la fornitura, il trasporto presso la sezione di Fisica della Scuola di Scienze e Tecnologie, l'installazione, la messa in funzione e la verifica delle prestazioni tecniche dichiarate dalla ditta aggiudicatrice della gara di n.1 **criostato**, del tipo **“liquid helium free”**, **equipaggiato con campo magnetico fino a 12 T e “probe” per la caratterizzazione elettrica**. La strumentazione oggetto della gara dovrà rispondere ai requisiti di funzionalità e versatilità richiesti nel presente documento.

In particolare, il criostato dovrà essere equipaggiato con tutto quanto necessario al suo corretto e regolare funzionamento quali, a titolo di esempio: un compressore, gruppo/i di pompaggio, controllore di temperatura a più canali di ingresso, termometri, alimentatore magnete, tubi di collegamento compressore *“cold head”*, inserto per il controllo della temperatura del campione, cavi schermati, connettori elettrici, software di gestione dell'apparecchiatura, ecc.

Il criostato deve consentire l'esecuzione di diverse tecniche di caratterizzazioni fisiche quali, ad esempio, le proprietà di trasporto elettronico, sia in dc sia in ac, misure di suscettività magnetica, calorimetria, ecc. attraverso delle opportune sonde (i.e., *“probe”*), rimovibili anche durante il funzionamento del criostato, tali da consentire in modo agevole il cambio del/i dispositivo/i da testare.

Le sonde potranno essere eventualmente equipaggiate e completate dalla relativa strumentazione elettronica di misura e degli applicativi software in grado di poter eseguire le specifiche caratterizzazioni in modo automatico, ossia senza richiedere la scrittura di applicativi software *ad hoc*.

I diversi *probe* devono poter essere venduti separatamente, in momenti successivi all'acquisto del criostato, anche da fornitori terzi.

Il criostato nella sua configurazione base dovrà essere dotato di:

- un campo magnetico assiale con intensità massima di 12 T ed uniformità dell'ordine di 0.1% in una regione di volume di almeno 1 cm³;
- un alimentatore del magnete dotato di protezioni attive sulla bobina superconduttiva;
- un interruttore superconduttivo che consenta la generazione del campo magnetico nella modalità persistente;
- un inserto per la variazione della temperatura (VTI) del dispositivo opp. del materiale da caratterizzare con scambio termico in gas di elio (He).

- Un “probe” per la caratterizzazione elettrica (resistività, caratteristica corrente-tensione, ecc.) in ac, fino a frequenze di 10 MHz, e dovrà essere dotato di: n.1 termometro calibrato del tipo cernox; riscaldatore per la variazione della temperatura del campione/dispositivo; “carrier” con innesto rapido sul “probe”, con almeno 8 contatti (preferibilmente 12 o più) elettrici separati, in grado di posizionare il campione nel campo magnetico sia in direzione perpendicolare sia parallela alle linee di campo. L’isolamento elettrico tra i contatti del carrier, tra i cavi schermati e tra i connettori esterni deve essere dell’ordine di 10 GΩ o superiore.
- Sistema di pompaggio e serbatoio di He gassoso per il raffreddamento del campione, con valvola automatica di regolazione della pressione per il controllo della velocità di raffreddamento del campione e la stabilizzazione della temperatura anche attraverso l’ausilio di un controllore di tipo PID. La regolazione della valvola deve avvenire tramite controllo da PC utilizzando, preferibilmente, un applicativo sviluppato con linguaggio LabView.
- Il criostato completo di tutti componenti necessari al suo corretto e completo utilizzo, ivi compreso il probe per la caratterizzazione elettrica in ac ed i manuali di istruzione, dovrà essere nuovo di fabbrica e di recente produzione in ogni sua parte e/o componente; non potranno essere offerti strumenti usati, anche in condizioni ex demo oppure “refurbished”.
- Il criostato completo di tutte le componenti necessarie al suo funzionamento ivi compresa l’elettronica di controllo ed il probe per le misure elettriche in ac, dovrà essere consegnato presso la sezione di Fisica della Scuola di Scienze e Tecnologie, entro e non oltre 12 mesi dalla firma del contratto di appalto con la ditta vincitrice della gara.
- L’intero apparato sperimentale dovrà essere installato e collaudato in sede da un tecnico specializzato inviato dall’azienda produttrice del criostato, entro la data concordata tra le parti e, comunque, non superiore ai 2 mesi dalla data di consegna. Il tecnico dovrà altresì fornire un’adeguata formazione all’utilizzo del criostato al personale UNICAM (massimo 3 persone) direttamente coinvolto.

Requisiti tecnici e funzionali della fornitura

L’Offerente dovrà formulare la propria offerta tecnica, prevedendo i requisiti minimi delle specifiche tecniche e di funzionamento di seguito dettagliate. Più specificatamente si richiede che il sistema sia dotato dei seguenti requisiti tecnici:

- 1) L’intervallo di temperature di utilizzo del criostato deve essere compreso tra circa 1.5 K ed almeno 300 K, preferibilmente fino a 400 K o superiore.

- 2) La potenza di refrigerazione a 4.2 K dovrà essere di almeno 1.5 W e di almeno 5 mW alla temperatura più bassa raggiunta dal criostato.
- 3) In presenza dell'intensità massima (i.e., 12 T) del campo magnetico applicato, la minima temperatura raggiungibile a regime non dovrà essere superiore a circa 1.5 K con una potenza di refrigerazione di almeno 5 mW.
- 4) Stabilità della temperatura del campione uguale opp. migliore di: ± 5 mK per $T \leq 10$ K; ± 10 mK per $10 < T \leq 100$ K; ± 50 mK per $T > 100$ K.
- 5) Controllore di temperatura con almeno 4 canali in ingresso e risoluzione di lettura della T al mK o migliore (p. es., 0.1 mK). Il controllore deve poter accettare in ingresso diverse tipologie di termometri (p.es., cernox, RuO, ecc.) essere dotato di interfaccia GPIB ed essere programmabile tramite applicativi software scritti con linguaggio LabView.
- 6) Il diametro del foro di accesso per l'inserimento dei campioni dovrà essere di 50 mm.
- 7) Il magnete superconduttore deve essere in grado di generare un campo magnetico assiale variabile di intensità massima di almeno 12 T, uniforme entro 0.1% in un volume di almeno 1 cm³. Il tempo necessario a raggiungere l'intensità massima del campo magnetico, partendo da campo nullo (ossia, da 0 T a 12 T) dovrà essere inferiore a 45 minuti.
- 8) Alimentatore ad alta corrente (almeno 100 A) con risoluzione dell'ADC a 20 bit, funzionamento a 4 quadranti, dotato di interfaccia GPIB e sistemi di protezione attiva del magnete superconduttore (p. es., contro cali di tensione o mancanza di alimentazione nella rete elettrica; eccessivo aumento della temperatura della bobina superconduttrice, ecc.). L'alimentatore deve poter consentire l'inversione della direzione del campo magnetico e l'utilizzo del magnete in modalità persistente, con una diminuzione massima dell'intensità del campo magnetico minore od uguale a 25 ppm/ora. Verrà considerata preferenziale l'opzione di poter generare campi estremamente bassi, con risoluzione di 10 μ T (micro Tesla).
- 9) Sistema completo (gruppo di pompaggio, serbatoio di He, tubazioni di collegamento, raccordi, ecc.) per il raffreddamento del VTI con He gassoso e regolazione automatica della pressione di He nel VTI per mezzo di una valvola controllabile tramite applicativo sviluppato con il linguaggio LabView.
- 10) Il compressore dovrà essere opportunamente dimensionato per consentire il raffreddamento completo del criostato e del magnete in tempi minori od uguali ad 18 ore.
- 11) Il raffreddamento del campione/dispositivo da testare, da temperatura ambiente alla temperatura minima raggiungibile dal criostato, dovrà avvenire in meno di 2 ore. Il *probe* di misura deve poter essere estratto e rimontato nel VTI anche a criostato funzionante.

Termini e Condizioni della Fornitura

L'apparecchiatura fornita dovrà rispondere a tutte le norme in materia di salute e sicurezza dei lavoratori. La strumentazione dovrà essere corredata:

- dei manuali d'uso;
- delle certificazioni di conformità a norme europee sulla sicurezza e certificazioni di qualità del produttore;
- della licenza d'uso dei software applicativi dello strumento.

Trasporto e Consegna

Il trasporto e la consegna includerà la movimentazione con personale ed attrezzature adeguati fino al luogo di installazione, c/o sezione di Fisica della Scuola di Scienze e Tecnologie, sita in via Madonna delle Carceri, 9, 62032 Camerino (MC), Italia. La consegna dell'intero apparato sperimentale e degli accessori dovrà avvenire entro e non oltre 12 mesi dalla firma del contratto. L'Aggiudicatario, se lo ritiene opportuno, può chiedere alla sezione di Fisica della Scuola di Scienze e Tecnologie di effettuare un sopralluogo al fine di verificare i percorsi e l'adeguatezza del locale nel quale la strumentazione dovrà essere installata, previo accordo tra le parti.

Garanzia

La strumentazione oggetto del Capitolato dovrà essere coperta da un servizio di garanzia "protezione totale" avente estensione temporale minima di 12 mesi, Assistenza e Manutenzione compreso nel prezzo offerto. I servizi prestati, così come le parti sostituite, saranno garantiti per il periodo residuo della garanzia e, comunque, non inferiore ad un anno dall'intervento.

L'Offerente, in relazione alla fornitura della strumentazione del presente Capitolato, è obbligato a garantire che la fornitura sia esente da qualsiasi difetto per quanto riguarda la progettazione, il materiale, l'esecuzione, la lavorazione, che sia idonea allo scopo per cui è prevista, nonché perfettamente funzionante e che sia, altresì, esente da vincoli, cauzioni o oneri, ipoteche, gravami e diritti di terzi di qualsiasi genere e da controversie imputabili a violazione di brevetti.

Collaudo

L'Offerente dovrà fornire tutto il materiale necessario al collaudo. In fase di collaudo saranno verificate tutte le specifiche del criostato oggetto del presente capitolato tecnico. Il servizio di garanzia e assistenza tecnica di cui ai punti precedenti, successivo alla vendita, dovrà decorrere dalla data di collaudo della fornitura.

Le caratteristiche sopra elencate dovranno essere dichiarate e garantite dal fornitore sotto la propria responsabilità in fase di offerta e dovranno essere necessariamente dimostrate in fase di collaudo.

Il fornitore dovrà specificare la congruità dei servizi presenti nel sito di installazione e necessari al corretto funzionamento dello strumento.

Assistenza

Il servizio di assistenza dovrà prevedere le seguenti specifiche minime:

- Aggiornamenti software, qualora realizzati, dei programmi di gestione dell'intero apparato sperimentale per un periodo minimo di 36 mesi.
- Supporto telefonico e/o attraverso piattaforma informatica in video-chiamata (p. es., attraverso piattaforma Webex, Meet, ecc.) da parte di personale tecnico idoneo all'evasione della richiesta di informazioni, adeguato supporto alla comprensione della problematica e sua immediata risoluzione ove possibile.

Prof. Nicola Pinto

Firmato Prof. Nicola Pinto