

# Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing

Missione 4, Componente 2, Investimento 1.4

Codice progetto MUR: CN\_0000013 - CUP: E63C22000980007



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II - DIPARTIMENTO DI  
**FISICA "ETTORE PANCINI"**

## ***Criostato di diluizione***

### ***Specifiche:***

**Inserito frigorifero di diluizione (DR).** Sistema frigorifero a diluizione senza liquidi criogenici, inclusi 2x crio-refrigeratori del tipo "pulse tube" (PTR), smorzamento a soffiutto e tubi di calore ad azoto integrati per raffreddamento rapido.

**Temperatura base** <10 mK (7 mK previsti) per sistema base;

Potenza frigorifera > 30  $\mu$ W a 20mK;

Potenza frigorifera > 1000  $\mu$ W a 100mK;

Potenza frigorifera > 1400  $\mu$ W a 120 mK;

Dati misurati su flangia sperimentale lontana dalla camera di miscelazione;

Tempo di raffreddamento completo da temperatura ambiente a temperatura base < 48 ore.

**Spazio campione** (parte inferiore della flangia della camera di miscelazione "MXC"): spazio sperimentale sotto la flangia della camera di miscelazione (senza magneti) di circa 500 mm di diametro e almeno 500 mm di altezza.

**Tensione di sistema:** unità di controllo con lettura della temperatura ed elettronica di controllo 220 V, 50 Hz. Alimentazione monofase per sistema di trattamento gas e unità di controllo. Unità di controllo indipendente. Crio-refrigeratore del tipo "pulse tube PTR" tensione: 380/415V 50Hz.

**Sistema di monitoraggio** elio gas, tubi da vuoto e linee di pompaggio interconnesse (linea di pompaggio personalizzata realizzata secondo il layout del laboratorio del cliente)

**40 litri di Elio-3**, miscela di Elio-3–elio-4 per il corretto funzionamento del criostato a diluizione.

**Telaio standard:** telaio di supporto del sistema criostato a diluizione.

**Schermi e flange da vuoto a 3 sezioni:** involucro sottovuoto e gruppo schermo antiradiazioni. Schermi antiradiazioni leggeri e custodia sottovuoto facili da maneggiare da massimo due persone senza strumenti di sollevamento o gru.

### **Pulse Tube Crio-refrigeratore con compressori**

Il Pulse Tube crio-refrigeratore con motore remoto dovrà fornire la potenza di raffreddamento criogenica del frigorifero a diluizione senza la necessità di liquidi criogeni. In particolare, dovrà preraffreddare i componenti dell'inserito del frigorifero a diluizione a circa 50 kelvin e circa 3 kelvin tramite interruttori termici integrati, dovrà raffreddare gli schermi contro le radiazioni durante il funzionamento del criostato, fornire due stadi di preraffreddamento per l'elio3 gas in circolazione quando ritorna al criostato e dovrà fornire ulteriore potenza di raffreddamento al cablaggio sperimentale. Sebbene il Pulse Tube crio-refrigeratore debba essere in buon contatto termico con

il criostato e gli schermi contro le radiazioni, è necessario anche che il Pulse Tube crio-refrigeratore sia meccanicamente ben disaccoppiato da essi per garantire bassi livelli di vibrazione. Isolamento meccanico delle teste fredde del Pulse Tube crio-refrigeratore: i motori dei tubi a impulso dei compressori devono essere montati a distanza dalla testa fredda per ridurre le vibrazioni meccaniche e le interferenze elettromagnetiche.

#### **Pompe:**

Tutte le pompe e il compressore della miscela nel sistema di trattamento del gas devono essere privi di olio per evitare la contaminazione della miscela. Il compressore per la circolazione della miscela non deve essere del tipo a membrana, in maniera tale da non avere rischio di rottura con conseguente perdita o contaminazione della miscela, e dovrà essere utilizzato solo durante la condensazione della miscela.

**Circolazione della miscela: Pompa Scroll, 580 l/min** monofase, 0,6 kW (circa), raffreddata ad aria; **3 pompe turbo in parallelo**, insieme 1500 l/s monofase, 0,5 kW (circa) per pompa, raffreddate ad acqua: 1,7 LPM a 15–30°C, per pompa. **Pompa Scroll, 60 l/min (uscita > 2 bar, funge da compressore)**, monofase, 0,25 kW (circa), raffreddata ad aria.

**Evacuazione del criostato: Pompa Scroll, 120 l/min**, monofase, 0,3 kW (circa), raffreddata ad aria; **Pompa turbo, 67 l/s**, monofase, 0,11 kW (circa), raffreddata ad aria. La pompa turbo dovrà essere dedicata al pompaggio del vuoto.

**Compressori del Pulse Tube Crio-refrigeratore: 2x PT420-RM o PT425-RM**, trifase, 15 kW (max.) per unità, raffreddato ad acqua: 9 LPM a 15–30°C, per pompa.

#### **Dovranno essere integrate le seguenti funzionalità:**

- Tubo di calore per raffreddamento rapido;
- Gruppo soffiutto saldato sul bordo per il montaggio del **Pulse Tube Crio-refrigeratore** per ridurre le ampiezze delle vibrazioni;
- Monitoraggio della temperatura;
- Aggiornamento a PT420-RM per i 2 crio-refrigeratori;
- 2x Kit riscaldatore 4K: riscaldatore resistivo sulla flangia 4K per un riscaldamento più veloce, 40 W (10 Ohm, 2 A max), tutti i cavi e dissipatore di calore, integrato con il software di controllo del sistema;
- Trappola fredde: trappola fredda a lunga durata, trappola fredda interna aggiuntiva;
- Sistema di insonorizzazione, che dovrà racchiudere la parte superiore del telaio del criostato;
- Progettazione del layout del laboratorio: progettazione del layout per l'installazione di 1 sistema criogenico di diluizione;
- Schermatura della camera di miscelazione MXC, schermatura cilindrica placcata Au per il fissaggio alla flangia MXC. Materiale: rame placcato oro;
- Imballaggio pronto per esportazione AEREA/STRADA;
- Diverse porte di accesso tra temperatura ambiente e la flangia della camera di miscelazione (flangia MXC), almeno sei porte LOS (line-of-sight) a caricamento laterale disponibili per il cablaggio sperimentale, mentre altre porte sono richieste per il cablaggio diagnostico del sistema, per pompaggio della camera da vuoto, per l'accesso alla linea di condensazione dell'elio-3. Almeno quattro porte KF40 non LOS disponibili per cablaggi sperimentali. Il caricamento laterale dovrebbe consentire un rapido scambio di cavi sperimentali, riducendo notevolmente i tempi di inattività a temperatura ambiente;

- Si richiede che l'unità di diluizione possa essere sostituita senza rimuovere nessuna delle piastre sperimentali. Si richiede l'assenza di giunzioni a saldatura dolce nell'unità di raffreddamento del frigorifero a diluizione. Si richiede che il Pulse Tube crio-refrigeratore possa essere facilmente sostituito senza rimuovere l'unità di diluizione o una qualsiasi delle piastre sperimentali.
- Il criostato dovrà essere isolato elettricamente dal sistema di pompaggio mediante distanziatori, morsetti e guarnizioni elettricamente isolanti, inserite in un'interruzione in ogni linea di pompaggio in prossimità dell'unità di controllo (Gas Handling System);
- Messa in servizio: installazione e primo collaudo, inclusi test di tenuta, raffreddamento completo e dimostrazione della temperatura di base e delle potenze di raffreddamento specificate nel rapporto di prova (temperature tipiche 20 mK e 100 mK);
- Spese di spedizione: consegna secondo i termini di consegna, compresa l'assicurazione.

### **Sistema completamente automatizzato:**

- Il processo di raffreddamento dalla temperatura ambiente alla temperatura base dovrà essere completamente automatizzato;
- È richiesto che il sistema possa essere gestito e controllato completamente da remoto. Inoltre, il funzionamento manuale completo e il controllo del sistema dovranno essere possibili senza una connessione al computer;
- Viene richiesto il ripristino automatico al funzionamento in modalità provvisoria dopo un'interruzione di corrente senza il computer di controllo. Il sistema dovrà trovarsi in modalità sicura dopo un'interruzione dell'alimentazione. In caso di lunga mancanza di energia elettrica, è richiesto che la miscela ritorni naturalmente ai serbatoi di elio attraverso il sistema di valvole di sovra-pressione.

### **Supporto tecnico a vita.**

### **Garanzia e manutenzione per i primi 3 anni.**

### ***Cablaggio sperimentale***

#### **3x set di installazione cablaggio in corrente continua (CC):**

- Set 1: flangia KF40 1x Fischer installato, interruzione a temperatura ambiente con 1x connettore fischer;
- Set 2: WireBox 2x Fischer installati nella porta KF40, interruzione a temperatura ambiente con 2x connettori fischer.
- Set 3: WireBox 2x Fischer installati nella porta KF40, interruzione a temperatura ambiente con 2x connettori fischer.

#### **Cablaggio CC:**

- 12 coppie di linee twistate in bronzo fosforoso da temperatura ambiente al piatto della camera di miscelazione con interruzione a 4K, installate nella porta KF40. Cablaggio sperimentale a doppino intrecciato (bronzo fosforoso 36 AWG) dalla scatola di connessione a temperatura ambiente (FISCHER a 24 pin) alla flangia MXC. Interruzione di tipo Micro-D

intermedia sulla flangia 4K. Terminazione di tipo MicroD sulla flangia MXC. Schermatura per le 12 coppie intrecciate installati nella porta KF40, schermatura elettromagnetica inclusa

- 12 coppie intrecciate schermate a bassa resistenza da temperatura ambiente al piatto della camera di miscelazione installate nella porta KF40. Cablaggio sperimentale a doppino intrecciato (rame 35 AWG) dalla scatola di connessione a temperatura ambiente (FISCHER a 24 pin) alla flangia 4K. Cablaggio sperimentale a doppino intrecciato (NbTi/CuNi) da flangia 4K a flangia MXC (Micro-D). Schermatura elettromagnetica inclusa. Ancoraggio aggiuntivo al pulse tube crio-refrigeratore e interruzione intermedia a 4K inclusi.
- 12 coppie intrecciate schermate a bassa resistenza da RT a MXC installate nella porta KF40. Cablaggio sperimentale a doppino intrecciato (rame 35 AWG) dalla scatola di connessione a temperatura ambiente (FISCHER a 24 pin) alla flangia 4K. Cablaggio sperimentale a doppino intrecciato (NbTi/CuNi) da flangia 4K a flangia MXC (Micro-D). Schermatura elettromagnetica inclusa. Ancoraggio aggiuntivo al pulse tube crio-refrigeratore e interruzione intermedia a 4K inclusi.

### **3x set di installazione di linee a microonda (RF) con caricamento laterale di 32x linee SMA da temperatura ambiente al piatto a 4K.**

Set di installazione per 32 linee a microonda SMA da temperatura ambiente al piatto a 4K; flangia sottovuoto con 32 passanti SMA ermetici più 1 flangia di ancoraggio termico in alluminio e 1 in oro con paratie F/F SMA per gli stadi a 50K e a 4K.

### **3x set di installazione di linee a microonda (RF) con caricamento laterale di 32x linee SMA dal piatto a 4K al piatto della camera di miscelazione MXC.**

Set di installazione per 32 linee a microonda SMA dal piatto a 4K al piatto della camera di miscelazione MXC; flange di ancoraggio termico in rame dorato con paratie F/F SMA per Still, Cold Plate e MXC.

### **32x linee coassiali semirigide (18 GHz) installate in una porta LOS (line-of-sight) a caricamento laterale:**

- temperatura ambiente-4K: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- 4K- stadio della camera di miscelazione MXC: 0,86 mm NbTi-NbTi (SMA)
- Valore dell'attenuatore a 50K = 0dB, Valore dell'attenuatore a 4K= 20dB, Valore dell'attenuatore a Still = 0dB, Valore dell'attenuatore a CP = 0dB, Valore dell'attenuatore a MXC = 0dB.

### **32x linee coassiali semirigide (18 GHz) installate in una porta LOS (line-of-sight) a caricamento laterale:**

- temperatura ambiente-4K: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- 4K- stadio della camera di miscelazione MXC: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- Valore dell'attenuatore a 50K = 0dB, Valore dell'attenuatore a 4K= 20dB, Valore dell'attenuatore a Still = 0dB, Valore dell'attenuatore a CP = 20dB, Valore dell'attenuatore a MXC = 20dB.

### **8x linee coassiali semirigide (18 GHz) installate in una porta LOS (line-of-sight) a caricamento laterale:**

- temperatura ambiente -4K: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- 4K- stadio della camera di miscelazione MXC: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)

- Valore dell'attenuatore a 50K = 0dB, Valore dell'attenuatore a 4K= 20dB, Valore dell'attenuatore a Still = 0dB, Valore dell'attenuatore a CP = 10dB, Valore dell'attenuatore a MXC = 0dB.

**16 linee coassiali semirigide (18 GHz) installate in una porta LOS (line-of-sight) a caricamento laterale:**

- temperatura ambiente -4K: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- 4K- stadio della camera di miscelazione MXC: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- Valore dell'attenuatore a 50K = 0dB, Valore dell'attenuatore a 4K= 20dB, Valore dell'attenuatore a Still = 0dB, Valore dell'attenuatore a CP = 20dB, Valore dell'attenuatore a MXC = 20dB.

**8 linee coassiali semirigide (18 GHz) installate in una porta LOS (line-of-sight) a caricamento laterale:**

- temperatura ambiente -4K: 0,86 mm SCuNi-CuNi (SMA)
- 4K- stadio della camera di miscelazione MXC: 0,86 mm NbTi-NbTi (SMA)
- Valore dell'attenuatore a 50K = 0dB, Valore dell'attenuatore a 4K= 0dB, Valore dell'attenuatore a Still = 0dB, Valore dell'attenuatore a CP = 0dB, Valore dell'attenuatore a MXC = 0dB.

**Cablaggio amplificatori installato nella porta KF40:** cablaggio per alimentare fino a 8 amplificatori a basso rumore, incluse le parti di montaggio

- Cablaggio 12x TWP (rame 35 AWG) dalla scatola del connettore a temperatura ambiente (FISCHER a 24 pin) alla flangia 4K (nano-D)
- Cavo di polarizzazione per 1-8 amplificatori a basso rumore
- Morsetto Nano-D 4 AU
- 4x trave di montaggio 80 mm AU
- 4 staffe di montaggio 86 mm AU
- Adattatore 16x AU
- Gruppo coassiale 16x SMA-SMA 50 Ohm Cu 2.19, 300mm

**8x Staffa di montaggio isolatore:** parti di montaggio per isolatori e circolatori

- 2x trave di montaggio 80mm AU 18
- 2 staffe di montaggio 86 mm AU
- 8x adattatore AU
- Gruppo coassiale 8x SMA-SMA 500 Ohm Cu 2.19, 300mm

**Termine d'esecuzione: 8 mesi dalla conferma d'ordine.**