

Codifica documento

PON-HPC-SOW

Revisione

01

Tipo documento

Capitolato tecnico-prestazionale

Denominazione gara

Fornitura di sistemi di calcolo ad alte prestazioni (HPC) per il Sardinia Radio Telescope.

Tipo di procedura

Procedura aperta ai sensi dell'art. 60 D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50, e s.m.i.

CUP

C87E19000000007

CIG

Lotto 1: 8580162DA9 (OR8 HPC)

Lotto 2: 8580199C32 (OR6 BACK_CALC)

Atto di avvio

Determinazione n. 269 - 29 dicembre 2020

Importo a base di gara

€ 1.043.000,00

Lotto 1 (OR8-01 HPC): **€ 918.000,00**

Lotto 2 (OR6-01 BACK_CALC): **€ 125.000,00**

Provenienza finanziamento

**Azione II.1 del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020
Avviso D.D. 424 del 28/02/2018**

PIR01_00010 "Potenziamento del Sardinia Radio Telescope per lo studio dell'Universo alle alte frequenze radio - SRT_HighFreq"

*Responsabile del
procedimento*

Dott. Ignazio Enrico Pietro Porceddu

Indice degli Articoli

Art. 1 - Definizioni.....	2
Art. 2 - Glossario e acronimi	2
Art. 3 - Oggetto della fornitura	3
Art. 4 - Requisiti funzionali e tecnici	5
Art. 5 - Garanzia e assistenza tecnica.....	26
Art. 6 - Condizioni di fornitura	28
Art. 7 - Collaudo della fornitura	30
Art. 8 - Requisiti del gruppo di lavoro e schedula di progetto.....	32
Art. 9 - Documentazione e supporto tecnico, training on the job	33
Art. 10 - Cronoprogramma.....	34
Art. 11 - Criteri di valutazione delle offerte tecnica ed economica	34
Art. 12 - Inadempimenti – Sanzioni.....	34
Art. 13 - Documenti di riferimento e allegati.....	34

Art. 1 - Definizioni

- **Requisiti funzionali.** Sono i requisiti che indicano lo scopo, l'obiettivo e la funzione della fornitura.
- **Requisiti tecnici.** Sono i requisiti che definiscono le caratteristiche e le specifiche tecniche della fornitura.
- **Requisiti prestazionali.** Sono i requisiti che definiscono quale performance e livello di servizio deve avere la fornitura
- **Requisiti premianti.** Individuano le caratteristiche di natura tecnica e/o funzionale e/o prestazionale migliorative dei requisiti minimi fissati dalla stazione appaltante, oggetto di valutazione discrezionale o tabellare da parte della commissione giudicatrice.

Art. 2 - Glossario e acronimi

ADC	Analog to Digital Converter
BMC	Baseboard Management Control
CED-OAC	Centro Elaborazione Dati OAC
CED-SRT	Centro Elaborazione Dati SRT = Camera Schermata SRT
COTS	Commercial Off The Shelf
DAC	Digital to Analog Converter
FAT	Factory Acceptance Test
FE	Frontend Node
FO	Fibra Ottica
FOR	Costi inclusi nel prezzo
GAT	Garanzia e Assistenza Tecnica
HA	High Availability
HPC	High Performance Computing
HW	Hardware
ICT	Information and communications technology
LAN	Local Area Network
MM	Multi mode (Fibra ottica multimodale)
OEA	Operatore Economico Aggiudicatario
OAC	Osservatorio Astronomico di Cagliari
OAT	On site Acceptance Test
OR	Obiettivo Realizzativo
OS	Operating System
RUP	Responsabile Unico del Procedimento
SA	Stazione Appaltante
SLT	Storage Long Term
SM	Single Mode (Fibra Ottica Monomodale)
SRT	Sardinia Radio Telescope
SS	Storage Scratch
SW	Software

Art. 3 - Oggetto della fornitura

Il Sardinia Radio Telescope (SRT) è un radiotelescopio con uno specchio primario di 64 metri gestito dall'Istituto Nazionale di Astrofisica. SRT è equipaggiato con un sistema di ottiche attive in grado di modificare la forma del profilo del riflettore primario (M1) e di muovere opportunamente il riflettore secondario (*subriflettore*). Questa caratteristica, una volta equipaggiato con opportuni sistemi di metrologia, lo rende capace di osservare a frequenze fino a 110 GHz (banda W).

Attualmente la massima frequenza che viene sfruttata su SRT è 26.5 GHz. Nello specifico le bande che sono coperte dai ricevitori radioastronomici sono la banda P (0.305-0.410 GHz), la banda L (1.3-1.8 GHz), la banda C-high (5.7-7.7 GHz) e la banda K (18-26.5 GHz). È inoltre installato un ricevitore in banda X ad uso dell'Agenzia Spaziale Italiana, mentre INAF sta costruendo due nuovi sistemi per coprire la banda S (3.0-4.5 GHz) e la banda C-low (4.2-5.6 GHz).

Con il finanziamento PON "Ricerca ed Innovazione 2014-2020" INAF intende completare gli sviluppi tecnologici necessari per il pieno sfruttamento del SRT fino alla frequenza massima raggiungibile. Nello specifico INAF intende dotarsi dei seguenti ricevitori a microonde: Q-band (33-50 GHz, multibeam), tri-band (18-26 GHz, 33-50 GHz, 80-116 GHz simultanei), W-band (75-116 GHz, multibeam) e camera millimetrica in banda W. Inoltre, per poter sfruttare completamente le potenzialità di questi ricevitori si intende portare avanti il progetto di nuovi *backend* digitali ad alta risoluzione temporale e frequenziale, **il potenziamento dei sistemi informatici per il calcolo, la riduzione e lo storage dei dati** e lo sviluppo di sistemi metrologici necessari all'osservazione ad alta frequenza.

Inquadramento dell'oggetto della fornitura

I sistemi di back-end digitali utilizzati in radioastronomia producono una rilevante mole di dati, che devono essere processati in tempo reale prima di venire trasferiti in un sistema di High Performance Computing, dove vengono ulteriormente analizzati dalla comunità astronomica ed archiviati per la loro conservazione a lungo termine.

Il potenziamento dei sistemi informatici prevede la fornitura e installazione di due cluster *High Performance Computing*, ciascuno dotato di un'area di storage scratch ad alte prestazioni, di uno storage ad alta affidabilità e ridondanza, di connessioni di rete ad alta velocità e a bassa latenza.

I cluster saranno dislocati nelle due sedi dell'INAF presso:

- il **cluster OAC** presso il CED-OAC (Osservatorio Astronomico di Cagliari – Selargius),
- il **cluster SRT** presso il CED-SRT (sede/sito del Sardinia Radio Telescope), a sua volta composto da due sotto-cluster, **cluster SRT-A**, direttamente connesso agli strumenti, e **cluster SRT-B**, utilizzato dagli osservatori per una prima analisi dei dati.

Le due sedi sono distanti circa 40 Km e interconnesse con un link a 10 Gbps su rete WAN¹.

L'obiettivo è offrire alla comunità scientifica radioastronomica e multimessenger un sistema ICT integrato completo, a servizio di tutta la catena di operazioni, dall'acquisizione alla conservazione dei dati a medio termine. In particolare la strumentazione è necessaria per le operazioni di:

- controllo della strumentazione di acquisizione (backend) per i ricevitori installati

¹ Non esiste un link diretto "point to point" tra le due sedi e non è richiesta la condivisione tra le aree storage geograficamente distribuite, è invece richiesto la remotizzazione di accessi e operatività.

- analisi in tempo reale, primo processamento e formattazione dei dati radioastronomici raccolti
- registrazione dati raw dal radiotelescopio, tramite nodi HPC ad altissime prestazioni, asserviti a convertitori analogico digitali basati su schede SKARAB di ultima generazione (SRT);
- quicklook-quick analysis real time mediante nodi HPC ad alte prestazioni su filesystem condiviso parallelo, integrati nel sistema di controllo Discos (SRT);
- data buffer locale di stazione (SRT);
- data retrieving dalla sede SRT verso la sede OAC;
- data processing e post-processing, con aree scratch condivise e/o dedicate a seconda dell'applicazione (OAC);
- subcluster HPC per sviluppo nuove applicazioni (SRT/OAC);
- storage buffer per la conservazione dei dati a medio termine in attesa dell'archiviazione definitiva (OAC).

Suddivisione in lotti della fornitura

La fornitura è strutturata in due lotti separati:

- un lotto (**HPC**) comprendente il **cluster OAC** completo, e il **cluster SRT-B**, con le relative risorse di storage, per un importo a base di gara di **€ 918.000,00**
- un lotto (**BACK_CALC**) comprendente il **cluster SRT-A**, per un importo a base d'asta di **€ 125.000,00**

Ove non espressamente indicato, il presente capitolato tecnico si riferisce ad entrambi i lotti.

I lotti dovranno pervenire completi di tutti gli accessori necessari a garantirne la piena fruibilità.

- ✚ I sistemi del *bene* **HPC** (include storage) forniti dovranno essere basati su piattaforma Linux-el (Red Hat Enterprise e distribuzioni derivate).
- ✚ Il sistema del *bene* **BACK_CALC** dovrà essere basato su piattaforma Linux-Debian (Ubuntu 18.04 x86_64).

L'installazione del sistema operativo e dei pacchetti software necessari a garantire l'operatività di base sono a carico dell'Operatore Economico Aggiudicatario (OEA). L' OEA dovrà fornire prodotti originali, nuovi, non contraffatti, recanti il marchio del produttore, non rigenerati o di provenienza illegale o da fonti non autorizzate, regolarmente commercializzati, adeguati all'utilizzo finale (ad esempio dischi SSD e HDD di classe *enterprise*) e tali da non necessitare, per le funzioni richieste, aggiunte successive di componenti hardware e/o software o licenze aggiuntive o comunque modifiche che comportino un aggravio economico per la Stazione Appaltante (SA), rispetto all'offerta presentata.

Conformità della fornitura

Tutte le apparecchiature fornite devono essere conformi alle norme relative alla compatibilità elettromagnetica e munite dei marchi di certificazione riconosciuti da tutti i paesi dell'Unione Europea.

L'OEA dovrà altresì garantire la conformità delle apparecchiature alle normative CEI o ad altre disposizioni riconosciute a livello internazionale e ovviamente ottemperanti alle vigenti norme legislative, regolamentari e tecniche disciplinanti i componenti e le modalità di impiego delle apparecchiature medesime ai fini della sicurezza degli utilizzatori.

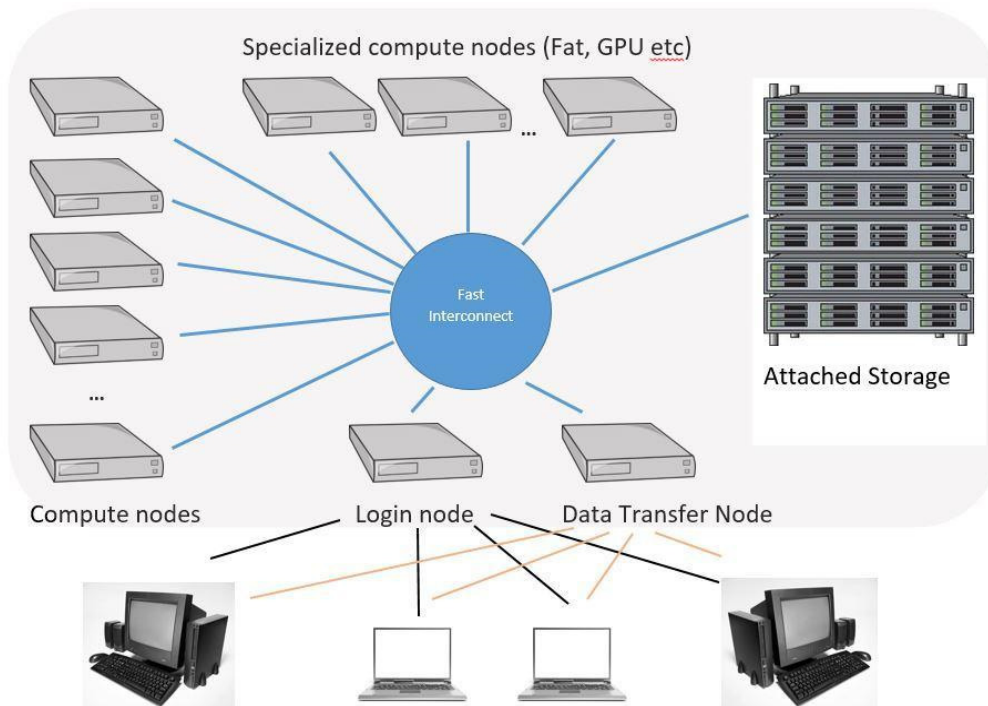
A titolo esemplificativo e non esaustivo, le apparecchiature fornite dovranno rispettare:

- i requisiti stabiliti nel D.lgs. n. 81/2008;
- per quanto di pertinenza, i criteri di sostenibilità energetica e ambientale di cui all'art. 34 del D.lgs. 50/2016
- i requisiti di ergonomia stabiliti nella Direttiva CEE 90/270 recepita dalla legislazione italiana con Legge 19 febbraio 1992, n. 142;
- i requisiti di sicurezza (es. IMQ) e di emissione elettromagnetica (es. FCC) certificati da Enti riconosciuti a livello europeo;
- le apparecchiature fornite dovranno essere conformi a quanto stabilito dal D.lgs. 18 maggio 2016 n.80 relativamente alla Compatibilità Elettromagnetica (EMC) e conseguentemente essere marcate e certificate CE;
- i requisiti di immunità definiti dalla EN55024;
- i requisiti relativi alla restrizione all'uso di sostanze pericolose previsto dalla normativa vigente, e in particolare dalla direttiva 2011/65/UE, (RoHS II), recepita con D.lgs. 4 marzo 2014, n. 27 e s.m.i.;
- Per quanto concerne i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, RAEE, il Fornitore dovrà garantire i requisiti di conformità secondo quanto previsto dal D.lgs. 14 marzo 2014, n. 49, dal D.lgs. 152/2006 e s.m.i., dal D.M. 8 marzo 2010, n. 65.

Art. 4 - Requisiti funzionali e tecnici

Requisiti minimi comuni

L'architettura dei due cluster ricalca lo schema di massima dei cluster HPC standard sotto rappresentato²



Ciascuno dei nodi HPC dei cluster dispone, oltre che di risorse di calcolo (CPU/GPU/RAM) ottimizzate per eseguire applicativi specifici, di un disco locale di sistema ridondato e di un disco scratch ad alte prestazioni I/O. Le home degli utenti sono esportate in un nodo frontend (login node) e/o da altro componente che ne garantisca ridondanza e affidabilità. Le operazioni computazionali che implicano I/O su disco sono eseguite localmente su ciascun nodo e/o su un filesystem di rete condiviso tra i nodi, a seconda dell'applicativo.

Rispetto a questo schema, i cluster oggetto della presente fornitura si avvalgono ognuno di *due sistemi di storage*. Il primo ha funzione di frontend e home server e dispone di un'area scratch ad alte prestazioni, direttamente accessibile dai nodi computazionali nelle fasi di acquisizione/preprocessing (SRT) e processing/postprocessing (OAC). Il secondo è dedicato alla conservazione a medio-lungo termine dei dati raw (SRT) o processati (OAC). Alcuni elementi funzionali dello schema potranno essere ridondanti e/o configurati sullo stesso nodo fisico, sia su richiesta della SA, sia su offerta tecnica migliorativa da parte dell'OEA, con modalità da definire in fase di progetto esecutivo.

I cluster dovranno essere scalabili ed espandibili in tutte le loro parti, con componenti hardware preferibilmente COTS, obbligatoriamente prive di vincoli lock-in proprietari, e reperibili sul mercato per almeno cinque anni a partire dalla data di fornitura.

Saranno valutate soluzioni hardware e software proprietarie a patto che:

- i servizi accessori offerti dalla fornitura migliorino significativamente e in maniera documentabile l'operatività full time e la gestione del/dei cluster, rispetto ai servizi offerti su prodotti COTS con funzionalità equivalenti e/o privi di supporto software;
- il costo extra dei servizi accessori e dell'hardware proprietario non riduca il numero dei nodi e/o la capacità degli storage richiesti al di sotto della richiesta minima.

Tutti i server (HPC e nodi storage) dovranno essere dotati almeno di sistema Baseboard Management Controller (BMC) o simile, accessibile attraverso una scheda di rete dedicata almeno Fast Ethernet, o se in modalità condivisa, almeno 1Gb Ethernet. Il sistema dovrà consentire l'accesso remoto alla console che presiede la gestione delle operazioni di avvio/spegnimento e diagnostica mediante l'installazione di tool open source (IPMI). Costituirà elemento premiante la fornitura di sistemi con l'accesso remoto al BIOS e/o alle suddette operazioni mediante tool grafici proprietari specifici della casa produttrice.

La rete non deve costituire in nessun caso un collo di bottiglia rispetto alle operazioni di scrittura legate alla fase computazionale, alla scrittura/lettura vs filesystem remoti e al trasferimento dati.

I cluster delle due sedi sono ***fisicamente separati*** e normalmente operano sul trattamento dati indipendentemente e con tempi diversi. I requisiti funzionali e tecnici di ciascuno di essi e dei relativi sottosistemi sono riportati negli Articoli a seguire.

Nel caso della fornitura relativa al **Cluster SRT (lotto HPC e lotto BACK_CALC)** si aggiunge il vincolo relativo al fatto che ***non potranno essere utilizzati sistemi di connessione di tipo wi-fi*** (o di altra tipologia basata su onde radio) in nessuna parte dell'apparecchiatura fornita.

Potenza elettrica e calore dissipato

Le performance dei nodi di calcolo HPC devono essere valutate in rapporto alla potenza elettrica richiesta. **Pertanto l'offerta tecnica dovrà includere**, per ciascun sistema offerto, **i risultati dei test HPCG** (versione "HPCG 3.1 Reference Code" <https://www.hpcg-benchmark.org/>) e **HPL** (Versione 2.3 <http://www.netlib.org/benchmark/hpl>) eseguiti su singolo nodo e presentati come da tabella seguente,

la cui versione docx (da completare a cura del proponente) si trova nella lista della documentazione allegata al Bando, file **PON-HPC-SOW-annex_03-HPL_HPCG.docx**

	HPL	HPCG
Committed peak result (TFLOps)		
Committed sustained result (TFLOps)		
Peak power consumption (kW)		
Sustained power consumption (KWh)		

Note:

- Il proponente dovrà riportare il valore più alto “*sustained*” rilevato dai test HPL e HPCG (Committed sustained result);
- I risultati saranno verificati in fase di collaudo del sistema;
- *Peak e Sustained power consumption* devono essere riportati per l'intero sistema.

L'offerta tecnica deve inoltre includere il computo del calore dissipato e della potenza elettrica dichiarata minima, media e massima di ciascun nodo (calcolo e storage), nonché una stima per rack nel caso del **cluster OAC**. In particolare, per potenza elettrica massima si intende la potenza nominale del *device*, per potenza media si intende la potenza richiesta da un dispositivo che impegna il 50% delle sue risorse e per potenza minima si intende la potenza richiesta per la sola alimentazione di un device acceso, ma non utilizzato. Tali dati dovranno essere riportati come in tabella seguente (in cui le diciture su ogni riga sono a mero titolo di esempio), la cui versione docx (da completare a cura del proponente) si trova nella lista della documentazione allegata al Bando, file **PON-HPC-SOW-annex_04-PET.docx**. Si intende che numero e denominazione di ciascuna riga in tabella saranno specifici dell'offerta tecnica e quindi il proponente dovrà elaborare la tabella in modo da fornire le informazioni richieste all'inizio di questo paragrafo.

	Minima	Media	Massima
Potenza nodo HPC-OAC-A			
Potenza nodo HPC-OAC-B			
Potenza nodo HPC-OAC-C			
Potenza nodo HPC-SRT-A			
Potenza nodo HPC-SRT-B			
Potenza nodo HPC-SRT-C			
Potenza nodo storage OAC			
Potenza nodo storage SRT			
Potenza rack 1 OAC			
Potenza rack 2 OAC			

....			
....			

Requisiti funzionali del Cluster OAC (lotto HPC)

Il cluster OAC è deputato alle seguenti attività di calcolo in modalità concorrente e ambiente multiutente:

- processing dei dati raw acquisiti presso la sede osservativa;
- post-processing dei dati archiviati presso l'archivio/i locale o remoto;
- sviluppo di nuovi codici di riduzione dati e testing di simulazioni scalabili/portabili su cluster con più nodi di calcolo.

Il cluster è composto dai seguenti sottosistemi:

Nodi di calcolo: OAC-HPC

Il cluster OAC deve disporre di nodi rackmount con fattore di forma 1U/2U, CPU/GPU e RAM, ciascuno con spazio disco locale e interfacce di rete ad alte prestazioni. In base agli applicativi di processing e post-processing utilizzati in ambito OAC-HPC sono state individuate tre tipologie di nodi:

- **OAC-HPC-A:** "host GPU based", ottimizzati per calcolo intensivo non interattivo;
- **OAC-HPC-B:** "host GPU based", ottimizzati per grafica interattiva con caratteristiche di risposta di tipo "gaming like" e remotizzazione desktop/display.
- **OAC-HPC-C:** "host" ottimizzati per attività "general purpose" ed esecuzione di codici distribuiti/farm.

Agli applicativi in produzione vanno aggiunti i tool e le librerie di sviluppo e test di nuove applicazioni, ed i servizi generali. I nodi potranno essere gestiti da uno o più nodi con funzione di frontend. Gli applicativi saranno eseguiti su gruppi di nodi omogenei, allocati numericamente a ciascuna tipologia, in modo statico e/o tramite un sistema di code basato sulla richiesta di specifiche risorse.

Storage Scratch ad alte prestazioni e home server frontend: OAC SS

I dati oggetto di processing e post-processing risiedono su di un data storage ad alte prestazioni, oggetto della fornitura (OAC-Storage-Scratch). L' OAC Storage Scratch è caratterizzato dalle più alte prestazioni I/O offerte da dischi di tecnologia HDD/SSD "state of the art", con massimizzazione dello spazio disponibile. La permanenza dei dati raw su questo storage è strettamente temporanea e limitata al solo processing, quindi il requisito di garantire le massime prestazioni possibili di I/O prevale sull'esigenza di ridondanza dei dischi e sulla protezione dei dati a lungo termine, per garantire la quale sono previsti altri sistemi (Storage-Long Term) nell'ambito della stessa fornitura.

Questo data storage potrà essere costruito e gestito con uno o più "nodi" fisici. E' richiesta la fornitura di dischi di tecnologie eterogenee (HDD + SSD), e la realizzazione di aree storage scratch "logiche" multiple, caratterizzate da prestazioni I/O e spazio disco differenti. Ciascuno di questi filesystem locali sarà parte di più filesystem di rete Lustre costruiti su dischi di tecnologia omogenea e condivisi con tutti i nodi HPC.

Lo storage dovrà inoltre prevedere un disco di sistema SSD ridondato (mirror) e disco HDD, sempre ridondato e destinato ad ospitare ed esportare le home degli utenti.

Lo storage totale utile (escluse home, sistema e ridondanza) dovrà essere di almeno **400 TB**.

Data storage long term: OAC SLT

Lo Storage Long Term è il repository di dati provenienti dal cluster HPC, già processati a partire dai dati raw e/o in attesa di ulteriore post-processing, per il tempo utile al completamento delle operazioni di analisi prima del trasferimento definitivo sull'archivio nazionale INAF dei dati Radio Astronomici. Questo storage deve avere caratteristiche di accessibilità, ridondanza, affidabilità, e ampio spazio disco, basato su tecnologia HDD "state of the art". La rete non deve costituire un collo di bottiglia. Le modalità di accesso allo Storage Long Term sono analoghe a quelle di accesso al cluster HPC, ovvero accounting multiutente tramite rete login 1/10 Gbps, trasferimento dati attraverso rete ethernet 10/100 Gbps da/per lo Storage-Scratch, e da/per le reti pubbliche attraverso la cosiddetta *Science DMZ*³ o DMZ a 10 Gbps.

Lo storage totale utile (escluse home, sistema e ridondanza) dovrà essere di almeno 2PB.

Sottorete/i cluster OAC

Il **cluster OAC** dovrà disporre

- su tutti i nodi e sugli storage, di una interfaccia dedicata di login e di management (BMC) eventualmente condivisa, almeno 1 Gbps che colleghi tra di loro tutti i nodi HPC e gli storage in una sottorete privata e del/dei relativi switch;
- su tutti i nodi e sugli storage, di una interfaccia Infiniband 100 Gbps che colleghi tra di loro tutti i nodi HPC e gli storage in una sottorete privata e del/dei relativi switch;
- su tutti i nodi e sugli storage, di almeno una ulteriore interfaccia 10Gbps con connettore standard RJ45 per altre eventuali opzioni di collegamento;
- sugli storage, di una o più interfacce ottiche SFP+ 10 Gbps per il collegamento diretto tra gli storage e la WAN, attraverso l'area DMZ della rete OAC.

Il **cluster OAC** è integrato e accessibile dalla rete LAN OAC attraverso l'interfaccia login del nodo frontend, ovvero dello storage scratch, mediante una procedura di autenticazione locale e/o remota (LDAP INAF) basata su accounting e credenziali personali. Il trasferimento dei dati raw dalle sedi remote avverrà con modalità automatiche (dalla sede SRT verso il/gli storage OAC) utilizzando le interfacce a 10 Gbps mediante download interattivo da parte degli utenti.

Integrazione nel CED OAC

Il **cluster OAC** dovrà essere installato, completo di rack e accessori, oggetto della presente fornitura, nel CED OAC, e costituisce un elemento completo e autonomo, a meno delle interfacce di login, rispetto all'infrastruttura di rete e alle restanti risorse locali. Non sono quindi richiesti particolari requisiti di retrocompatibilità hardware e software con altri sistemi HPC preesistenti in sede.

La SA renderà disponibile per l'installazione dei nuovi rack oggetto di fornitura una superficie nel CED OAC pari circa a 6.00m x 1.20m, senza limitazioni significative in altezza (sono ammessi rack da 48U e oltre). Sarà onere della SA predisporre adeguate linee di alimentazione elettrica e di raffrescamento ambientale (per dettagli si veda l'accluso PON-OR8-Allegato CED-OAC.docx).

Requisiti tecnici del Cluster OAC (lotto HPC)

Si riportano le caratteristiche tecniche e i requisiti minimi richiesti per ciascun sottosistema:

³ A Scalable Network Design Pattern for Optimizing Science Data Transfers" <https://fasterdata.es.net/science-dmz/>

OAC HPC

Sottosistema e utilizzo principale	Configurazione minima richiesta per nodo	N°nodi
OAC-HPC-A: Calcolo parallelo e distribuito RAM/GPU/Net Intensive	CPU dual socket di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo 1TB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda GPU adeguata per applicazioni in virgola mobile e compatibilità CUDA, almeno 16 GB vRAM Disco di sistema SSD Raid 1 - mirror min 700 GB utili Disco dati scratch Raid 0 - linear SSD min 3TB utili NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Infiniband 100Gbps Form factor: fino a 2U Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premante)	40% dei nodi minimo 6
OAC-HPC-B: Applicazioni parallele, distribuite e grafica interattiva con caratteristiche di risposta di tipo "gaming like" e remotizzazione desktop/display.	CPU dual socket di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo 1TB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda GPU adeguata per applicazioni interattive grafiche con rendering locale e display/desktop remotizzato, almeno 16 GB vRAM Disco di sistema SSD Raid 1 - mirror min 700 GB utili Disco dati scratch Raid 0 - linear SSD min 3TB utili NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Infiniband 100Gbps Form factor: fino a 2U Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premante)	20% dei nodi minimo 3
OAC-HPC-C: Applicazioni di servizio e general purpose, esecuzione di codice distribuito e farm	CPU dual socket di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo Almeno 512 GB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda Disco di sistema SSD Raid 1 - mirror min 700 GB utili	minimo 6 40% dei nodi

	<p>Disco dati scratch Raid 0 - linear SSD min 3TB utili</p> <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Infiniband 100Gbps</p> <p>Form factor: fino a 2U</p> <p>Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premiante)</p>	
--	---	--

OAC Storage

Sottosistema e utilizzo principale	Configurazione minima richiesta per nodo storage	N°nodi
<p>OAC-SS:</p> <p>Frontend, home server e data storage condiviso ad alte prestazioni I/O</p>	<p>CPU dual socket di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo</p> <p>512 GB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda</p> <p>Disco di sistema SSD o HDD Raid 1 - mirror min 700 GB utili</p> <p>Disco home HDD Raid 1- mirror min 16 TB utili</p> <p>Capacità totale storage: almeno 400 TB. Lo storage dovrà essere configurato in due aree distinte con prestazioni differenziate in base alla tecnologia dei dischi: - una costituita da dischi SSD 2.5" o M2 (taglia min 2 TB ciascuno), interfaccia min 6 GB/s per un totale di almeno 32 TB complessivi; - la restante costituita da dischi con tecnologia HDD (taglia min 16 TB ciascuno, 7200 RPM), interfaccia min 6 GB/s</p> <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Ethernet 10 Gbps SFP+ dual port con illuminatori MM NIC Infiniband 100Gbps</p> <p>Alimentatori ridondati</p> <p>Form factor: fino a 4U per nodo, senza limitazioni di spazio complessivo nei rack</p> <p>Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premiante)</p>	<p>A discrezione dell'OEA</p>
<p>OAC-SLT:</p> <p>Data storage long term</p>	<p>Dual socket CPU di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo</p> <p>512 GB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda</p> <p>Disco di sistema SSD (NVMe o SATA) raid 1 mirror min 700 GB</p> <p>Capacità totale effettiva dell'intero sistema di storage OAC-SLT: almeno 2 PB.</p> <p>Area storage locale per nodo costituita da dischi tecnologia HDD (taglia min</p>	<p>A discrezione dell'OEA</p>

	<p>16 TB ciascuno, 7200 RPM), interfaccia min 6 GB/s, raid 6 o raid-z3 equivalente hot spare e/o hot swappable.</p> <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Ethernet 10 Gbps SFP+ dual port con illuminatori MM NIC Infiniband 100Gbps</p> <p>Alimentatori ridondati</p> <p>Form factor: fino a 4U per nodo</p> <p>Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premiante)</p>	
--	--	--

OAC Network

Sottosistema e utilizzo principale	Configurazione minima richiesta	N°
Rete 1 Gbps	Switch Ethernet per collegamento 1 Gbps porte BMC/console di management.	Secondo necessità
Rete privata 10 Gbps	Switch multi GE 100Mbps/1/2.5/5/10 Gbps RJ45 Ethernet per collegamento - login tra nodi e storage.	Secondo necessità
Rete privata Infiniband 100 Gbps	Switch Infiniband 100 Gbps	Secondo necessità
Rete pubblica 1/10 Gbps	Switch Ethernet 10 Gbps SFP+ uplink 10 Gbps o superiore per collegamento area pubblica DMZ e relative ottiche MM più almeno una SM 2km	Secondo necessità

OAC Accessori

Accessorio	Configurazione minima richiesta	Ingombro/quantità
Rack	min. 48U - larghezza min 80 cm Porte anteriore e posteriore a 2 ante aerate pannelli laterali amovibili ciechi	Occupazione fornitura max 6m lineari
Accessori rack	Slitte di montaggio rack, pannelli di chiusura, Supporti passacavo	Secondo necessità
PDU	Complete di amperometro digitale e di dispositivo interno di accensione non contemporanea dei nodi.	Secondo necessità
Console kvm	Monitor LCD 15" Tastiera USA Int. Completa di cavi e slitte scorrevoli	1
Cablaggi	Cablaggi in rame cat minima 6a, cablaggi FO Multimodali OM4 connettori LC duplex Cablaggi ibridi e/o split cables, e sistemi di ottimizzazione dei cablaggi con patch panel rackmount	Secondo necessità

Requisiti funzionali del Cluster SRT-B (lotto HPC)

Il cluster SRT è deputato alle seguenti attività di calcolo:

- data storage ad alte prestazioni per la scrittura dei dati raw acquisiti da sistemi esterni al cluster (backend), in alcune specifiche modalità osservative;
- quicklook in real time dei dati raw durante la fase osservativa;
- pre-processing dei dati raw immediatamente dopo le fasi osservative;
- storage buffer dei dati raw in attesa del loro trasferimento vs il cluster OAC per le fasi di processing, post-processing o archiviazione

Il **cluster SRT-B** è composto dai seguenti sottosistemi

Nodi di calcolo: SRT-HPC-B ⁴

5 nodi GPU based con caratteristiche di performance di tipo “gaming like”, ottimizzati per grafica interattiva e remotizzazione desktop ad alte prestazioni, ed esecuzione di applicativi di tipo farm.

Per i nodi oggetto della presente fornitura si prevede l'utilizzo prevalente da parte di un solo utente per volta, quindi non è prevista l'allocazione di risorse basata su sistemi di code. Per garantire maggiore flessibilità di utilizzo e visto il numero esiguo, i nodi di calcolo saranno tutti indirizzati direttamente sulla rete locale LAN SRT, tramite una interfaccia ethernet RJ45 1-10 Gbps. Inoltre i nodi dovranno interfacciarsi tra loro con una rete dati ad alte prestazioni a 100 Gbps e protocollo ethernet puro (non Infiniband). La nuova rete dati a 100 Gbps dovrà interfacciarsi direttamente, ossia con lo stesso piano di indirizzamento e con connettività diretta, con la rete dati preesistente, attualmente a 10 Gbps.

Storage Scratch ad alte prestazioni e home server frontend: SRT SS

Lo Storage Scratch SRT-SS è caratterizzato dalle più alte prestazioni I/O offerte da dischi di tecnologia HDD ed eventualmente SSD “state of the art”, e dalla massimizzazione dello spazio disponibile.

Il requisito di garantire le massime prestazioni possibili di I/O prevale sull'esigenza di ridondanza dei dischi e protezione dati a lungo termine, per la quale sono previsti altri sistemi (Storage-Long Term) nell'ambito della stessa fornitura. Questo data storage potrà essere costruito al massimo da due nodi fisici o da una unità storage max 8U. Il sistema dovrà prevedere una configurazione analoga a quella descritta per lo SS del cluster OAC, ovvero

- dischi di sistema (SSD o HDD) in raid mirror
- dischi home server (HDD 16 TB) in raid mirror
- disco dati con filesystem raid linear o similare (zfs)

È richiesta la fornitura di dischi locali di tecnologie eterogenee (HDD + SSD), e la realizzazione di aree storage scratch “logiche” multiple, caratterizzate da prestazioni I/O e spazio disco differenti.

Lo storage totale utile (escluse home, sistema e ridondanza) dovrà essere di almeno 400 TB.

Ciascuno di questi filesystem locali sarà parte di più filesystem di rete Lustre costruiti su dischi omogenei per tecnologia e condivisi

- con i cinque nodi HPC di tipo B attraverso lo switch Ethernet 100 Gbps richiesto dalla presente fornitura;
- con i cinque nodi HPC di un secondo cluster preesistente dotato di interfacce idonee 100 Gbps attraverso lo switch 100 Gbps richiesto dalla presente fornitura;

⁴ Il cluster SRT-HPC-A non è oggetto del presente lotto, ma è asservito direttamente ai sistemi di acquisizione e condivide e accede in scrittura allo SS-SRT

- con la rete dati preesistente e i server dotati di interfaccia SFP+ 10 Gbps che costituiscono il sistema di controllo del radiotelescopio, per un massimo di 12 apparati;

Data storage long term: SRT SLT

Lo Storage Long Term SRT è il repository backup dei dati raw e/o nel formato “riprocessabile” senza perdita di informazione, in attesa di archiviazione definitiva sull'archivio nazionale INAF dei dati Radio Astronomici e della copia locale di Stazione su tape loader. Questo storage deve avere caratteristiche di ridondanza, affidabilità, e ampio spazio disco, basato su tecnologia HDD “state of the art” per performance e spazio.

Le modalità di accesso allo Storage Long Term saranno limitate agli amministratori di sistema per le finalità di copia di sicurezza, e ai referenti scientifici dei progetti osservativi dalla sola rete pubblica, in attesa dell'archiviazione definitiva sugli storage medium e long term.

Lo storage totale utile (escluse home, sistema e ridondanza) dovrà essere di almeno 1 PB.

La rete non deve costituire un collo di bottiglia, pertanto sono richieste le seguenti caratteristiche minime di connettività:

- login e management tramite rete 1/10 Gbps
- trasferimento dati punto punto unidirezionale (dallo lo Storage-Scratch vs lo Storage long Term) attraverso la rete 100 Gbps;
- trasferimento dati dallo Storage Long Term vs la WAN attraverso la rete dati DMZ 10 Gbps.

Sottorete/i cluster SRT

Il cluster SRT dovrà disporre

- su tutti i nodi e sugli storage, di una interfaccia dedicata di login e di management (BMC) eventualmente condivisa, almeno 1Gbps;
- su tutti i nodi e sugli storage, di una interfaccia ethernet 100 Gbps che colleghi tra di loro tutti i nodi HPC e gli storage in una sottorete privata e del/dei relativi switch;
- su tutti i nodi e sugli storage, di almeno una ulteriore interfaccia 10Gbps con connettore standard RJ45 per altre eventuali opzioni di collegamento;
- sugli storage, di una o più interfacce ottiche SFP+ 10 Gbps per il collegamento diretto tra gli storage e la WAN, attraverso l'area DMZ della rete SRT.

Lo switch 100 Gbps è deputato alla condivisione del filesystem di rete, quindi oltre al cluster oggetto della presente fornitura (5 nodi più gli storage) dovrà integrare

- i 5 nodi del cluster dedicato alla gestione delle schede di acquisizione dati, attraverso 5 porte 100 Gbps,
- la rete dati interna ethernet 10Gbps preesistente, ovvero tutto il sistema di controllo del Radiotelescopio e degli altri sistemi di storage, dotati di interfacce SFP+, fino a un massimo di 12 apparati con interfaccia SFP+.

L'OEA potrà proporre la soluzione di collegamento con i server a 10 Gbps che ritiene più idonea tra:

- raggruppamento e cablaggio dei sistemi preesistenti sulle porte 100 Gbps con cavi splitter MTP-LC duplex;
- fornitura di un ulteriore switch ottico idoneo con almeno 12 porte ottiche SFP+ 10Gbps, uplink

min 40/100Gbps e multipli, ulteriormente ampliabile mediante configurazione trunk, e collegamento di quest'ultimo allo switch 100 Gbps;

Lo switch e/o cablaggi necessari all'integrazione con la rete dati preesistente sono parte integrante della fornitura. La SA si riserva di valutare altre proposte architetture migliorative presentate dall' OEA.

Integrazione nel CED SRT

Per il **cluster SRT** non è prevista la fornitura di rack. E' onere della SA predisporre i seguenti spazi distribuiti tra due o tre rack, modello Tecnosteel Progress Server 80cm x 100cm x 48U, preinstallati e *non adiacenti*⁵ fra loro presso il CED SRT. Visto lo spazio limitato la fornitura dovrà rispettare i seguenti vincoli:

- SRT-HPC-A compresi cablaggi, switch ed accessori = max 12U
- SRT-HPC-B compresi cablaggi, switch e accessori = max 20U
- SRT Storage Long Term compresi cablaggi, switch e accessori = max 24U
- SRT Storage Scratch compresi cablaggi switch e accessori, = max 24U
- numero di nodi non eccedente quelli indicati nella tabella dei requisiti tecnici

Il layout finale della distribuzione degli apparati nei rack sarà fornito contestualmente ai piani di indirizzamento e configurazione del cluster.

Si rimarca che per il **cluster SRT** la fornitura di elementi che incrementino le prestazioni complessive del cluster (nodi, componenti storage etc) rispetto alla richiesta di base sarà considerata migliorativa solo a parità di spazio occupato.

Il CED SRT dispone di due unità di raffreddamento modello Uniflair TDAV 1622A, dotati di schede di controllo di precisione su temperatura e umidità. I rack sono disposti su un'unica fila con separazione virtuale tra corridoio caldo e freddo.

Per l'alimentazione elettrica sono disponibili tre blindosbarre 4 x 67 A per circa 37 KVA. Le PDU aggiuntive dovranno disporre di amperometro digitale e dispositivo interno di regolamentazione dell'accensione non simultanea dei nodi.

Il CED presso il sito SRT dispone inoltre di due UPS ridondati da 100 KVA ad uso di CED e uffici, e di generatore elettrico (per dettagli si veda l'accluso PON-OR8-Allegato SRT-OAC.docx).

Requisiti tecnici Cluster SRT-B (lotto HPC)

SRT HPC B

<i>Sottosistema e utilizzo principale</i>	<i>Configurazione minima richiesta</i>	<i>N°nodi</i>
SRT-HPC-B: Quick-look, applicazioni parallele, distribuite, grafica interattiva con caratteristiche	Dual socket CPU di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con 32 core fisici per nodo 1TB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda	max 5 nodi

di risposta di tipo "gaming like" e remotizzazione desktop/display.	<p>GPU adeguata per applicazioni interattive grafiche con rendering locale e display/desktop remotizzato, almeno 16 GB vRAM</p> <p>Disco di sistema HDD o SSD Raid 1 - mirror min 700 GB utili</p> <p>Disco dati scratch Raid 0 - linear SSD min 3TB utili</p> <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Ethernet 100Gbps</p> <p>Form factor: max 2U</p> <p>Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premiante)</p>	
---	---	--

SRT Storage

<i>Sottosistema e utilizzo principale</i>	<i>Configurazione minima richiesta</i>	<i>N° nodi e/o unità rackmount</i>
<p>SRT-SS:</p> <p>Data storage condiviso ad alte prestazioni I/O</p>	<p>Dual socket CPU di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo</p> <p>512 GB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda</p> <p>Disco di sistema SSD o HDD Raid 1 - mirror min 700 GB utili</p> <p>Disco home HDD Raid1- mirror</p> <p>Capacità totale di storage: almeno 400 TB complessivi</p> <p>Lo storage locale di ciascun nodo dovrà essere configurato in due aree Raid0 - linear o xfs raid-z1, delle quali</p> <ul style="list-style-type: none"> - una costituita da dischi di tecnologia SSD 2.5" o M2 (taglia min 2 TB ciascuno), interfaccia min 6 GB/s per un totale di almeno 16 TB per nodo; - la restante costituita da dischi con tecnologia HDD (taglia min 16 TB ciascuno, 7200 RPM), interfaccia min 6 GB/s <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata NIC Ethernet 10 Gbps SFP+ dual port completa di illuminatori MM NIC Ethernet 100Gbps</p> <p>Form factor max 8U complessivi</p> <p>Alimentatori ridondati</p> <p>Console grafica/gestionale a livello bios nativa e relativi tool diagnostici, con accesso remoto (premiante)</p>	Max 2 nodi
<p>SRT-SLT:</p> <p>Data storage long term</p>	<p>Dual socket CPU di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva, con almeno 32 core fisici per nodo</p> <p>512 GB RAM con una distribuzione per canale/core conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda</p>	

	<p>Disco di sistema SSD o HDD Raid 1 - mirror min 700 GB utili</p> <p>Capacità totale effettiva dell'intero sistema di storage SRT-SLT: almeno 1 PB (ridondanza e raid esclusi)</p> <p>Area storage locale per nodo costituita da dischi tecnologia HDD (taglia min 16 TB ciascuno, 7200 RPM), interfaccia min 6 GB/s, raid 6 o raid-z3 equivalente hot spare e/o hot swappable.</p> <p>NIC Ethernet 1 Gbps BMC NIC Ethernet 10 Gbps dual port integrata NIC Ethernet 10 Gbps SFP+ dual port completa di illuminatori MM NIC Ethernet 100Gbps</p> <p>Form factor max 8U complessivi</p> <p>Alimentatori ridondati</p> <p>Console grafiche native e relativi tool diagnostici rilasciati dalla casa madre (premiante)</p>	
--	---	--

SRT Network

<i>Sottosistema e utilizzo principale</i>	<i>Configurazione minima richiesta</i>	<i>N° porte e/o unità rackmount</i>
Rete 1 Gbps	Switch Ethernet L3 per collegamento porte BMC/console di management remoto	Secondo esigenze fornitura
Rete privata 1/10 - uplink 100 Gbps. collegamento SRT-HPC, SRT-SS, SRT-SL più 8 apparati preesistenti con porte ottiche SFP+,	Se scelta dall' OEA come opzione di integrazione degli apparati preesistenti Switch Ethernet L3 24 porte multi GE 100Mbps/1/2.5/5/10 Gbps RJ45, e almeno 12 porte ottiche fisse o modulari min 10 Gbps	Secondo esigenze fornitura
Rete privata 100 Gbps	Switch Ethernet 100 Gbps L3 porte completo di cablaggi	Secondo esigenze fornitura
Rete pubblica 1/10 Gbps collegamento in DMZ SRT-SS, SRT-SLT più 8 apparati preesistenti con porte ottiche SFP+	Switch Ethernet L3 24 porte multi GE 100Mbps/1/2.5/5/10 Gbps RJ45 almeno 24 porte fisse con possibilità di aggiunta di moduli con porte ottiche min 10 Gbps	Secondo esigenze fornitura

SRT Accessori

<i>Accessorio</i>	<i>Configurazione minima richiesta</i>	<i>Ingombro/quantità</i>
Accessori rack	Slitte di montaggio rack, pannelli di chiusura, Supporti passacavo compatibili con il modello preesistente	Secondo esigenze fornitura

PDU	Complete di amperometro digitale	Secondo esigenze fornitura
Console kvm	Monitor LCD 15" Tastiera USA Int. Completa di cavi e slitte scorrevoli	1
Cablaggi	Cablaggi in rame cat minima 6a, cablaggi FO Multimodali OM4 connettori LC duplex. Ammessi cablaggi ibridi e/o split cables, e sistemi di ottimizzazione dei cablaggi con patch panel rackmount	Secondo esigenze fornitura

Requisiti software Cluster SRT e OAC (lotto HPC)

L'installazione del software è parte integrante della fornitura in oggetto ed è onere dell'Operatore Aggiudicatario. I due cluster operano su piattaforme Linux e utilizzano pacchetti Open Source e/o licenziati. Le licenze sono parte integrante della fornitura, salvo i casi indicati in cui INAF dispone di licenze campus e/o accademiche, nel qual caso saranno fornite a cura della SA contestualmente alle operazioni di installazione. Dopo l'aggiudicazione dell'offerta tecnica da parte dell'OEA sarà onere della SA il rilascio di un documento con le indicazioni relative a:

- planimetrie CED OAC/SRT e relativi spazi allocati;
- piano di partizionamento;
- piano di indirizzamento reti;
- piano installazione Sistema operativo Linux e relativi packages;
- piano installazione pacchetti con licenza INAF

per entrambi i cluster, nonché delle licenze campus e/o delle relative modalità di installazione.

Sistema operativo e relativi packages inclusi nelle distribuzioni richieste

È richiesta la distribuzione Linux CentOS nelle seguenti versioni:

- Cluster OAC: CentOS ultima release 7 disponibile al momento dell'installazione on site.
- Cluster SRT: CentOS ultima release 7 disponibile al momento dell'installazione on site compatibile con Lustre versione 2.10

L'installazione dovrà includere in entrambi i casi i pacchetti inclusi nei seguenti macro Environment Groups.

- Minimal install - base
- Compute node - compresi pacchetti opzionali
- Development Tools - compresa l'intera suite di compilatori gcc
- GNOME Desktop - base
- Graphical Administration Tools
- Scientific support - compresi pacchetti opzionali
- driver supporto hardware

Su richiesta dell'OEA la SA integrerà le presenti indicazioni con la lista dei repository dai quali reperire i pacchetti in oggetto. La SA si riserva di accettare distribuzioni più recenti di quelle indicate solo se sia accertata la maintenance degli aggiornamenti almeno fino a fine giugno 2024. Non è ammessa l'installazione di CentOS versione Stream.

Filesystem locali

- dischi locali = ext4
- raid software = zfs
- filesystem di rete per condivisione system/software = nfs4

Filesystem di rete

- Lustre server e client 2.12 (OAC) e 2.10 (SRT) nelle versioni precompilate
 - <https://downloads.whamcloud.com/public/lustre/>

Compilatori e librerie rilasciate con la distribuzione Linux

Compilatori gcc

- suite completa versione 48
- suite completa versione compat-gcc-44

Compilatori GPU:

- CUDA: suite completa cuda, cuda-static, cuda-devel etc
- OpenCL

Librerie:

- MPI: OpenMPI, IntelMPI, MVAPICH2 (OAC)
- Algebra lineare (ScaLaPack, BLACS, LaPack, BLAS, ELPA, Intel MKL), FFT (FFTW, nFFT, PFFT, PNFFT),
- accelerazione su GPU
- compilatori e librerie ambiente CUDA (CUDA SDK, CuBLAS, CuFFT, CuSparse, etc.)
- compilatori e librerie ambiente OpenCL (libOpenCL funzionante, CLFFT, CLBLAS...),
- algebra lineare su cluster con memoria distribuita (PETSC, SLEPC, Sparskit, ...),
- ottimizzazione (e.g. NLOPT),
- mesh su cluster con memoria distribuita (METIS, ParMETIS),
- profiling su sistemi ibridi CPU/GPU (e.g. likwid),

NOTA: Le **librerie** dovranno essere **compilate** con ciascuno dei compilatori base (GNU, PGI e Intel) e rese disponibili tramite gli *environment module*.

Gestione code

- Slurm

Altri pacchetti disponibili nelle versioni binarie precompilate (rpm)

Remotizzazione desktop

- vnc server-client
- guacamole server-client (browser access)

Containerizzazione:

- Docker
- Singularity

Orchestrazione e gestione di container:

- Kubernetes

Gestore code:

- Slurm

Gestionali sistemi a basso livello:

- ipmi suite completa

Monitoraggio in produzione stato hardware, parametri ambientali locali e servizi remoti

- nagios
- ganglia
- monit

Compileri, librerie e altri pacchetti non rilasciati con la distribuzione Linux

NVIDIA Toolkit

In caso di fornitura GPU Nvidia è richiesta l'installazione di

- CUDA toolkit
- Nvidia HPC SDK
- CUDA-X Libraries

Pacchetti con licenza INAF

La SA dispone delle licenze campus per

- Compileri Intel (c, c++, fortran, MKL, System Studio)
- VMware
- IDL

Pacchetti con licenza da acquistare

- M/Monit (premiante) per monitoraggio 50 nodi per ogni cluster

Benchmark di riferimento

La ditta proponente dovrà fornire i risultati dei seguenti benchmark per le singole componenti. I dati presentati saranno oggetto di verifica in fase di accettazione del sistema.

Benchmark tool di base

- Filebench (<https://github.com/filebench/filebench>)- release 1.4.9.1
- FFSB(<https://github.com/FFSB-Prime/ffsb>)-commit
"da1232bfce338bbebab80c408a94d5fd4d182fa7"
- FIO (<https://github.com/axboe/fio>) - release 3.24
- Iozone (<http://www.iozone.org/>) - release 3_490
- iperf - release 3.1.3
 - Il test è da effettuare tra 2 nodi con stessa tipologia di scheda di rete. Riportare i valori per ciascuna tipologia di scheda di rete offerta.
- vnstat (<https://humdi.net/vnstat/>)- release 2.6
- nvprof

- Per sistemi con GPU NVIDIA utilizzare il tool nvprof (incluso in Cuda Toolkit) con il codice di esempio matrixMul (<https://github.com/NVIDIA/cuda-samples/tree/master/Samples/matrixMul>). Riportare il valore di Performance ottenuto.

Benchmark avanzati

- linpack tools
 - HPCG: <https://www.hpcg-benchmark.org/> release “HPCG 3.1 Reference Code”
 - HPL: <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/> release 2.3
 - Il Proponente dovrà fornire i valori dei benchmark HPCG e HPL compilati con i diversi compilatori disponibili sui sistemi (GNU, INTEL, PGI) e le diverse versioni di MPI (OpenMPI, INTEL MPI). I test, per ciascuna delle versioni al punto precedente, dovranno esser eseguiti su Singolo nodo; due nodi appartenenti alla stessa enclosure (se il sistema offerto lo prevede); due nodi appartenenti ad enclosure diverse.
- <https://www.spec.org/>
- OSU micro-benchmarks (MPI) <http://mvapich.cse.ohio-state.edu/benchmarks/> release 5.6.3

Licenze software

Ove siano necessarie licenze software, queste e i relativi aggiornamenti per almeno 5 anni sono parte integrante della fornitura. In nessun caso è ammesso il sottodimensionamento del numero di licenze software necessarie a rendere funzionanti i sistemi e a operare sui dati secondo le finalità progettuali. L'eventuale attivazione online delle licenze software dovrà avvenire durante la fase di installazione on site della fornitura. Tutte le password di amministratore e di attivazione/accounting online dovranno essere scritte e consegnate in busta chiusa contestualmente all'installazione della fornitura al RUP e al Referente Scientifico del progetto o a loro delegati, insieme ad un report dettagliato descrittivo delle procedure di installazione. Tutto il software dovrà essere debitamente corredato di manualistica in versione cartacea o digitale.

Requisiti funzionali del Cluster SRT-A (lotto BACK_CALC)

L'oggetto della fornitura riguarda la realizzazione di un sistema di calcolo e gestione che realizzi le seguenti funzionalità:

1. Controllare i backend BACK-Q e BACK-W, durante l'osservazione, gestendo lo svolgimento di quest'ultima e l'interfacciamento con il software di gestione del telescopio;
2. Eseguire uno stadio di processamento (ad esempio una analisi spettrale fine, o una estrazione del segnale di pulsar) successivo a quello eseguito dai back-end, sui dati sui dati processati da questi, utilizzando un insieme di nodi di calcolo basati su GPU;
3. Gestire la formattazione dei dati ridotti, integrandoli con i dati ancillari provenienti dal telescopio, per la loro archiviazione e successivo processamento astronomico.

Il sistema sarà collocato presso la sala CED del radiotelescopio SRT, e i dati prodotti dovranno essere inviati al sistema SRT-HPC-B descritto in precedenza; in particolare, verranno sfruttate le infrastrutture di storage di quest'ultimo (Storage SS e SLT, vedi relativa descrizione tecnica).

L'architettura generale del sistema da realizzare è riportata in Figura 2.

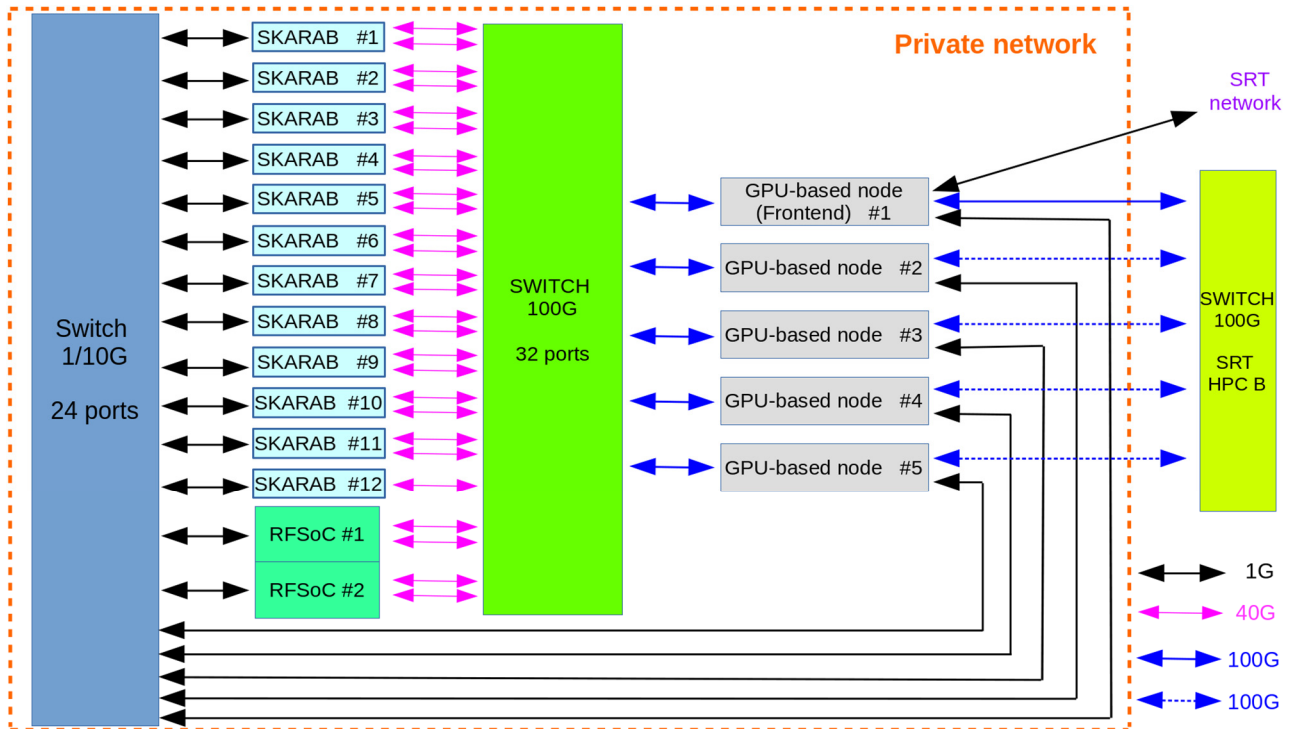


Figura 2: Schema generale del sistema. Le frecce blu tratteggiate indicano che quei link non saranno probabilmente usati, ma i server devono essere dotati di due porte di rete 100G per possibili usi futuri.

Il sistema è composto da:

- uno switch di management a 24 porte 1/10 G per la gestione, in rete privata, di tutto l'hardware contenuto nel rettangolo tratteggiato arancione;
- uno switch di rete, in grado di instradare i segnali provenienti dai nodi BACK-Q e BACK-W. Deve quindi fornire 32 porte in standard QSFP+ e protocollo Ethernet 40 Gb, oltre a un adeguato numero di porte QSFP28 in protocollo Ethernet 100Gb verso i nodi di calcolo di cui al punto successivo, con i relativi cavi di collegamento le cui lunghezze e possibili modelli accettati verranno indicate di seguito;
- una serie di minimo 5 nodi di calcolo, identici tra di loro, rack mounted in rack 19", con approccio misto CPU-GPU, con le seguenti capacità minime:
 - Interfaccia con due porte in standard Ethernet 100Gb
 - Interfaccia in standard Ethernet 1/10Gb RJ45 per management
 - Memoria RAM 512 GB espandibile ad almeno 1TB
 - Minimizzazione del downtime - dischi hot spare ed eventualmente hot-swappable;
 - Dischi tipologia mista tra HDD (min 12 TB ciascuno) e SSD 2.5" o M2 (min 2 TB ciascuno), per spazio disco complessivo per nodo di almeno 24 TB HDD in configurazione Raid lineare e 2 TB SSD
 - Possibilità di espansione con dischi NVMe-PCIe (min 512 Gb), al fine di ottimizzare le prestazioni in scrittura in base alle applicazioni

I nodi del sistema SRT BACK_CALC hanno le seguenti funzioni:

- acquisizione dei dati prodotti dai sistemi SKARAB e RFSoc, entrambi basati su tecnologia Ethernet, interfaccia QSFP+ a 40 Gbit/sec; Aggregazione dei segnali e smistamento su 5 link in tecnologia Ethernet QSFP28 a 100 Gbit/sec.
- acquisizione e post-processing (matematico, in singola e doppia precisione) dei dati durante osservazioni di pulsar search e timing. Mediamente, il flusso dati massimo prodotto dai backend, e che il sistema HPC deve essere in grado di ricevere e processare, arriva fino ad un totale di 480 Gbit/sec complessivi.
- per uno dei nodi, indicato come frontend, gestione della comunicazione con il sistema di controllo del radio telescopio e della rete interna, nonché principale “punto di raccolta” (con link 100G) dei dati processati e scritti nel formato richiesto dagli astronomi. Si vuole tuttavia avere intercambiabilità assoluta fra i nodi, che quindi dovranno essere identici.

I 12 sistemi SKARAB (Square Kilometre Array Reconfigurable Application Board) e i 2 sistemi RFSoc (Radio Frequency System on Chip) sono piattaforme digitali entrambe basate su tecnologia FPGA (Field Programmable Gate Array), e NON sono oggetto della presente fornitura.

Requisiti tecnici Cluster SRT-A (lotto BACK_CALC)

NODI DI CALCOLO		
Caratteristiche		Configurazione minima richiesta
Numero nodi		5 nodi (rigorosamente 2U ciascuno)
Caratteristiche per nodo	CPU	Dual socket CPU di classe Intel Xeon generazione Cascade Lake o successiva, o AMD Epyc generazione Naples o successiva Almeno 32 core fisici
	RAM	Almeno 512 GB RAM con una distribuzione per canale/core, conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni di assemblaggio delle componenti e che massimizza l'ampiezza di banda
	Disco di sistema	SSD Raid1 - mirror minimo 500 GB utili
	Storage locale	Disco Raid0 - minimo 8 unità HDD minimo 32TB utili Predisposizione per disco SSD NVME Raid0 minimo 4 unità da aggiungere in seguito
	Interfacce di rete	NIC Ethernet 1 Gbps BMC integrata NIC Ethernet 10 Gbps RJ45 dual port integrata Supporto protocollo IEEE 1588 PTP NIC Ethernet 100Gbps dual port Mellanox ConnectX-6 Dx
	GPU	GPU NVidia adeguata per processing matematico in singola e doppia precisione Almeno 12GB di memoria locale Minimo CUDA compute capability level 7.5

	Alimentazione	Alimentatori ridondati
	Meccanica	Sistema di montaggio da rack a slitta per rack 19" Altezza massima 2U
NETWORK		
Rete Ethernet 1/10 Gbps	Interfaccia	RJ45 100/1000 Mb, multi GE 2.5/5/10Gb
	Numero porte	Min. 24 porte
	Cooling	airflow front-to-back o back-to-front (invertibile)
Rete Ethernet 100 Gbps	Marca	Arista o Mellanox
	Interfaccia	QSFP28 (100 Gb) Possibilità di utilizzo con QSFP+ (40 Gb)
	Numero porte	32 porte
	Management	Managed Routing min. L2
	Raffreddamento	Airflow invertibile (back-to front o front-to-back)
	Alimentazione	Alimentatori ridondati
Accessori		
Console kvm		8 porte montaggio a rack tastiera USA Completa di cavi
Cablaggi		2x Cavi ottici AOC QSFP28 (100 Gb) 10m 6x Cavi rame DAC QSFP28 (100 Gb) 3m 30x Cavi rame DAC QSFP+ (40 Gb) 3m (lunghezze da verificare con disposizione del rack) Marca Mellanox o NVidia
Slitte di montaggio rack, pannelli di chiusura, Supporti passacavo		Adatti al modello rack: TecnoSteel Progress Server 80cm x 100cm x 48U

Integrazione nel CED-SRT: interfacce meccaniche, termiche ed elettriche

Tutti i componenti devono essere montabili su rack standard 19". il totale delle unità rack per i tre sistemi (Servers, Switch 1/10G e Switch 100G) deve tassativamente non superare il numero di 12U. Non è prevista la fornitura del rack. È onere della SA predisporre i necessari spazi all'interno di un singolo rack del modello TecnoSteel Progress Server 80cm x 100cm x 48U. Poiché i dati in uscita dal frontend

(e, se necessario, da tutti i nodi) devono essere inviati ad apparati che sono posti in rack non adiacenti, occorreranno cavi opportuni sia in termini di lunghezza che di flessibilità meccanica e robustezza.

Il CED SRT dispone di due unità di raffreddamento modello Uniflair TDAV 1622A, dotati di schede di controllo di precisione su temperatura e umidità. I rack sono disposti su un'unica fila con separazione virtuale tra corridoio caldo e freddo.

Per l'alimentazione elettrica sono disponibili tre blindosbarre 4 x 67 A per circa 37 KVA. Ciascun rack è equipaggiato con 1 o 2 PDU con prese C10 e 2C19 + una PDU con 8 presa schuko. Le PDU dispongono di amperometro digitale e non hanno lettura remota via IP.

Il CED presso il sito SRT dispone inoltre di due UPS ridondati da 100 KVA ad uso di CED e uffici, e di generatore elettrico (per dettagli si veda l'accluso PON-OR8-Allegato SRT-OAC.docx)

Requisiti tecnici software sistema SRT-A (lotto BACK_CALC)

L'installazione del software è parte integrante della fornitura in oggetto ed è onere dell'Operatore Aggiudicatario. Il cluster opera con piattaforme Linux e utilizza pacchetti Open Source e/o licenziati. Le licenze sono parte integrante della fornitura, salvo i casi indicati in cui INAF dispone di licenze campus e/o accademiche, nel qual caso saranno fornite a cura della SA.

Software preinstallato

Sistema operativo cluster backend SRT

- Ubuntu 18.04 x86_64 versione server

L'installazione dovrà includere in entrambi i casi i pacchetti inclusi nei seguenti macro Environment Groups.

- Minimal install - base
- Compute node - compresi pacchetti opzionali
- Development Tools - compresa l'intera suite di compilatori gcc
- GNOME Desktop - base
- Graphical Administration Tools
- Scientific support - compresi pacchetti opzionali
- driver supporto hardware
- driver proprietari ottimizzati (esempio driver per schede di rete 10/100 Gbps, GPU etc)

Filesystem

- dischi locali = ext4
- raid software = zfs
- filesystem di rete rete per condivisione system/software = nfs4
- filesystem di rete per condivisione dati: Lustre client 2.12 (OAC) e 2.10 (SRT) nelle versioni pre-compile (<https://downloads.whamcloud.com/public/lustre/>)

Compilatori:

- GNU ultima release,

Compilatori GPU:

- CUDA suite completa cuda, cuda-static, cuda-devel etc
- OpenGL

Librerie:

- ambiente CUDA (CUDA SDK, CuBLAS, CuFFT, CuSparse, etc.)
- ambiente OpenGL (libOpenGL funzionante, CLFFT, CLBLAS...)
- profiling su sistemi ibridi CPU/GPU (e.g. likwid)

Virtualizzazione:

- Installazione e configurazione VMware con licenza fornita da INAF.

Containerizzazione:

- Docker
- Singularity

Orchestrazione e gestione di container:

- Kubernetes

Gestionali sistemi a basso livello:

- bmc e ipmi
- console grafiche native e relativi tool diagnostici (premianti)

Monitoraggio in produzione stato hardware, parametri ambientali locali e servizi remoti

- nagios
- ganglia
- monit
- M/Monit (premianti)

Licenze

Ove richieste con relativi aggiornamenti per almeno 5 anni. In nessun caso è ammesso il sottodimensionamento del numero di licenze software necessarie a rendere funzionanti i sistemi e a operare sui dati secondo le finalità progettuali. L'eventuale attivazione online delle licenze software dovrà avvenire durante la fase di installazione on site della fornitura. Tutte le password di amministratore e di attivazione/accounting online dovranno essere scritte e consegnate in busta chiusa contestualmente all'installazione della fornitura al RUP e al Referente Scientifico del progetto o a loro delegati, insieme ad un report dettagliato descrittivo delle procedure di installazione. Tutto il software dovrà essere debitamente corredato di manualistica in versione cartacea o digitale.

Art. 5 - Garanzia e assistenza tecnica

Decorrenza della garanzia

La ditta s'impegna, a sostituire ed installare a sua cura e spese quelle parti della fornitura che, per qualsiasi motivo, risultassero non idonee o difettose, nonché ad effettuare tutte le prestazioni conseguenti per tutto il periodo di copertura contrattuale accettata in fase di aggiudicazione. L'inizio della garanzia e del contratto di manutenzione sarà a decorrere dal pagamento della fornitura.

Copertura delle parti hardware e software per la durata del progetto

È richiesta dalla stessa natura del progetto PON una previsione di vita degli apparati di 10 anni. Vista tuttavia la rapida obsolescenza dei sistemi di calcolo HPC, la SA ritiene opportuno pianificare un tempo di vita dei cluster articolato in tre fasi, più una fase iniziale di fine tuning.

- **GAT-00** (primi 6 mesi) A partire dalla data ufficiale di decorrenza della garanzia, INAF opererà il *commissioning* del sistema. In questa fase l'aggiudicatario fornirà un servizio di assistenza per il fine-tuning, per un arco temporale di 6 mesi, inviando on-site personale specializzato o mediante supporto remoto e/o procedure guidate.
- **GAT-01** (primi 2 anni) in cui sono richieste prestazioni "state of the art", ovvero il top delle performance consentite dalla fornitura, e la sostituzione ove necessaria, con sole parti hardware identiche alla fornitura iniziale;
- **GAT-02** (dal 3° al 5° anno) in cui devono essere garantite le prestazioni iniziali e qualora necessario è possibile l'integrazione nel cluster di parti hardware non identiche alla fornitura iniziale purché integrabili e idonee al mantenimento delle prestazioni iniziali;
- **GAT-03** (dal 6° a 10° anno) di sola maintenance dell'operatività.

Modalità di erogazione di assistenza tecnica (GAT-00) e interventi in garanzia (GAT-01 e GAT-02)

I referenti tecnici INAF dovranno avere a disposizione i numeri di telefono, indirizzi e-mail o sistemi di ticket online indicati dall'Operatore Aggiudicatario, al quale inviare le segnalazioni di guasti. Costituirà elemento di premialità discrezionale (vedere sotto) l'indicazione di un contatto diretto con la casa madre per gli interventi HW e SW (garanzia e assistenza).

- Ogni segnalazione di guasto, via telefono o via e-mail, verrà registrata in appositi moduli dal personale INAF, dovrà riportare data e ora della segnalazione, natura del problema e nominativo dell'interlocutore;
- Ogni intervento tecnico dovrà essere registrato in appositi moduli forniti dal personale INAF, dovrà riportare data e ora di inizio e fine dell'operazione, descrizione di quanto fatto e dovrà essere controfirmato dalle parti;
- Le richieste di intervento si svolgeranno nelle giornate lavorative dal lunedì al venerdì (esclusi i festivi) in orario d'ufficio (9:00-18:00):
 - Il tempo di risposta dell'assistenza tecnica dovrà essere inferiore a 2 ore dalla segnalazione del guasto;
 - Il tempo di intervento da parte di tecnici qualificati dovrà essere inferiore a 2 giorni lavorativi dalla segnalazione del guasto;
 - Il tempo di ripristino da parte di tecnici qualificati dovrà essere inferiore a 5 giorni lavorativi dalla segnalazione del guasto
 - qualora fosse necessario un tempo di reperimento del ricambio originale maggiore di 5 gg su un elemento bloccante per la fruizione del cluster, dovrà essere garantita entro 5 gg una sostituzione temporanea in attesa del ricambio originale. L'elemento temporaneo dovrà garantire pari prestazioni ed essere perfettamente integrabile nell'architettura preesistente.

- Le parti di ricambio dovranno essere identiche alle parti originali per i primi due anni (GAT-01).
- Dal 3° al 5° anno (GAT-02) le condizioni di garanzia sono le stesse richieste per primi due anni, escluso il vincolo di sostituzione con parti identiche a quelle originali. Sarà permessa la sostituzione con componenti caratterizzate da performance pari o superiori a quelle delle componenti eventualmente non più reperibili sul mercato, purché perfettamente integrabili nell'architettura preesistente.

Estensione della garanzia: GAT-03

GAT-03(dal 6° al 10° anno): costituirà elemento premiale, con la modulazione di punteggio indicata nella relativa tabella, l'estensione delle condizioni di garanzia, secondo gli standard descritti per GAT-02, per un totale complessivo massimo di 10 anni.

Qualora un operatore economico non intenda aderire a GAT-03 (e quindi rinunci ai punti di premialità per questa voce), è comunque nella sua facoltà di proporre un contratto di Assistenza/Manutenzione, che decorra dallo scadere del 5° anno, con i relativi costi. L'offerta di contratto non sarà vincolante per la SA e dovrà essere modulata rispetto ai servizi di assistenza offerti (manutenzione preventiva, manutenzione correttiva, controlli di qualità periodici, verifiche di sicurezza periodiche, ecc.). L'offerta economica e le condizioni di tale contratto di Assistenza/Manutenzione dovranno essere definite come **allegato alla documentazione costituente l'offerta economica**.

Manutenzioni e ispezioni preventive

Oltre agli interventi di ripristino in caso di guasti hardware la SA richiede che durante il ciclo di vita del progetto vengano effettuate ispezioni/verifiche preventive periodiche possibilmente non bloccanti atte a verificare lo stato dei cluster. Le ispezioni/verifiche potranno svolgersi on site a cura di personale qualificato dell'OEA o della casa madre e sotto la supervisione del personale INAF, o mediante l'utilizzo di tool o procedure diagnostiche guidate direttamente da parte del personale INAF, e dovranno produrre un report.

La cadenza delle ispezioni ha carattere obbligatorio oppure facoltativo con elementi di premialità, a seconda che ci si trovi nelle fasi 1, 2 o 3 di vita della fornitura, secondo la tabella dei requisiti premiali.

Copertura dei periodi di garanzia

Come previsto dal **Disciplinare di gara**, documento **PON-HPC-TSP**, articolo rubricato "*Polizza assicurativa indennitaria – Protezione della garanzia*", al quale si rimanda per i dettagli.

Art. 6 - Condizioni di fornitura

Costi inclusi nel prezzo.

Con il prezzo richiesto dall'operatore economico in sede di offerta economica si intendono completamente compensate e incluse, senza che comporti oneri aggiuntivi per la stazione appaltante, le seguenti voci:

1. **FOR01** - Spese di progettazione

2. **FOR02** - Fornitura, imballo, spedizione e trasporto (assicurato) dei beni. Dovrà essere applicata la regola INCOTERMS 2020[©] DDP.
3. **FOR03** - Installazione, comprensiva di manodopera e tutti i mezzi d'opera necessari, e la messa in servizio del prodotto incluse le connessioni necessarie al suo corretto funzionamento. I costi di installazione andranno esplicitati come voce a sé stante nell'offerta economica.
4. **FOR04** - Collaudi.
5. **FOR05** - Spese per il servizio di assistenza, garanzia e supporto tecnico.
6. **FOR06** - Spese sostenute dall' OEA per la sostituzione dei prodotti risultati difettosi durante il periodo di garanzia commerciale ed eventualmente, durante il periodo ulteriore garantito dall'operatore economico in sede di offerta.
7. **FOR07** - Oneri di ripristino delle aree interessate dalle lavorazioni. Tali aree andranno restituite alla stazione appaltante, a seguito dell'installazione delle forniture, nelle medesime condizioni in cui sono state consegnate.
8. **FOR08** - Oneri di smaltimento dei rifiuti prodotti (ivi compresi gli imballi, il materiale di scarto delle lavorazioni e i componenti rimpiazzati) e delle sostanze che necessitano trattamenti specifici. L'aggiudicatario dovrà accertarsi che nessun oggetto, attrezzo o materiale di consumo sia abbandonato nelle aree interessate all'installazione delle forniture. Eventuali difficoltà nel recupero di questi oggetti dovrà essere comunicata alla stazione appaltante.

Costi esclusi dal prezzo.

Restano esclusi e in carico all'Ente **i soli costi** relativi alla Imposta sul Valore Aggiunto

Termini di installazione e configurazione

La consegna, l'installazione e la configurazione della fornitura dovranno decorrere dal quarto mese a partire dalla data della stipula del contratto; le operazioni dovranno concludersi **entro il sesto mese** a partire dalla data stessa.

Modalità di pagamento.

Completata positivamente la procedura di collaudo di cui al successivo Articolo, previa autorizzazione del Direttore dell'esecuzione del contratto come confermata dal Responsabile del procedimento, l'aggiudicatario potrà emettere la fattura elettronica. Ai sensi del D.lgs. 192/2012, la stazione appaltante effettuerà, entro trenta giorni dalla data di presentazione della fattura elettronica, il pagamento del corrispettivo contrattuale con bonifico bancario sul conto corrente dedicato comunicato dall'aggiudicatario. L'emissione del mandato di pagamento potrà avvenire solo in presenza di positiva verifica della regolarità contributiva. Qualora l'aggiudicatario fosse un Raggruppamento Temporaneo d'Imprese, l'Amministrazione dispone sin d'ora che la fatturazione venga effettuata, per l'intero importo dovuto in acconto e a saldo, dalla sola mandataria, nei confronti della quale sarà preso l'impegno di spesa relativo. Poiché la stazione appaltante rientra tra le amministrazioni pubbliche soggette allo split payment, l'aggiudicatario dovrà emettere fattura con la dicitura "Operazione assoggettata alla scissione dei pagamenti (split payment) con IVA non incassata dal cedente ai sensi dell'art.17-ter del DPR 633/1972" e incasserà solo l'imponibile, mentre l'IVA sarà versata all'Erario dalla stessa stazione appaltante, invece che al fornitore.

Polizza assicurativa per il trasporto.

Dovrà essere stipulata a carico dell'OEA.

Modalità di imballaggio.

A cura e responsabilità dell'affidatario scegliere materiali esterni di qualità, rigidi e in buone condizioni. La **scatola** deve essere **nuova** e non deve essere stata usata in precedenza. Scegliere la **dimensione** della scatola in base alle dimensioni finali del prodotto che si sta inviando: i colli semi vuoti si possono piegare e danneggiare più facilmente, quelli troppo pieni si possono rompere. Le indicazioni di manipolazione (come fragile e/o simili) non garantiscono la sicurezza della merce da parte dell'azienda di trasporto. **Curare l'imballaggio interno**, che fornisce protezione alla merce durante il trasporto e in fase di consegna. Un buon imballaggio interno deve essere in grado di proteggere il prodotto da urti e vibrazioni. **Sigillare** tutte le possibili aperture, utilizzando prodotti resistenti e di qualità. Inserire sui bordi esterni della scatola dei **protettori in plastica** o cartone che distribuiscono la pressione in modo uniforme ed evitano danni all'involucro esterno.

Sedi e orari di consegna

La fornitura dovrà essere consegnata presso le due sedi destinatarie dei cluster, previo accordo ovvero

- INAF OAC di Selargius, tutti i giorni non festivi, dal lunedì al venerdì, fra le ore 9.00 e le ore 17.00.
- INAF Sardinia Radio Telescope, tutti i giorni non festivi, dal lunedì al venerdì, fra le ore 9.00 e le ore 17.00.

Modalità di spedizione e consegna.

In accordo con la regola INCOTERMS 2020® DDP - *Delivered Duty Paid* / Reso al luogo di destinazione. Nella modalità DDP il fornitore copre le spese e i rischi della spedizione fino alla sede di consegna indicata dalla stazione appaltante, come suindicata.

Modalità di scarico merce.

Al piano, a cura del corriere incaricato dall'aggiudicatario.

Presenza di personale specializzato dell'aggiudicatario.

Per la fase di consegna *non* è richiesta, ma è consentita, la presenza di personale specializzato dell'OEA.

Art. 7 - Collaudo della fornitura

Factory Acceptance Test (FAT): Collaudo in itinere presso la sede del fornitore e documentazione richiesta - Modalità e tempi.

La stazione appaltante non prevede di effettuare FAT.

On Site Acceptance Test (OAT): Verifiche alla consegna presso la sede del committente e documentazione richiesta - OAT e Benchmark test (BenTest) - Presenza di personale durante la fase OAT - Modalità e tempi

Verifiche alla consegna (se pertinente): La SA verificherà che il numero di colli consegnati corrisponde al numero indicato nel documento di trasporto.

Documentazione per verifiche alla consegna: il documento di trasporto

Test on site: Gli On Site Acceptance Test (OAT) saranno effettuati al completamento della messa in opera delle forniture. Su richiesta del Direttore di Contratto o del Collaudatore, alcuni di essi potranno anche essere svolti in corso d'opera. Gli OAT potranno, a titolo esemplificativo e non esaustivo, comprendere i seguenti aspetti:

1. Verifica della rispondenza delle forniture ai regolamenti di conformità di cui all' Art. 3.
2. Verifica delle funzionalità di sicurezza
3. Verifica della rispondenza dei componenti della fornitura ai requisiti tecnici e funzionali indicati dall'aggiudicatario in sede di offerta, ad esempio confrontandoli con i *datasheet* associati a ciascun singolo prodotto
4. Accertamento della conformità dell'installazione con i documenti di progetto approvati (piani di indirizzamento, partizionamento etc)
5. Verifica delle funzionalità di tutte le forniture rispetto ai requisiti iniziali e le specifiche di progetto
6. Accertamento della rispondenza delle performance del cluster e delle componenti singole alle specifiche attese attraverso l'uso dei benchmark test (**BenTest**) di cui è stata richiesta l'installazione, con particolare attenzione all'incremento di prestazioni dei filesystem di rete rispetto alle prestazioni nominali indicate dai datasheet dei dischi locali. Questa fase sarà regolata da un documento redatto dalla OEA ("piano dei test") ed eseguita secondo le modalità previste. Il deliverable di questa fase sarà un test report completo sull'esito dei BenTest redatto dalla OEA. A valle dei BenTest, l'OEA provvederà altresì all'aggiornamento della documentazione (as-built) sulla base delle modifiche al sistema resesi necessarie durante lo svolgimento dei test.
7. Eventuali altre verifiche a discrezione del Collaudatore, nominato dalla SA.

Personale del fornitore per gli OAT: I test saranno eseguiti dal personale specializzato messo a disposizione dall'OEA ed alla presenza di personale indicato dalla SA e, a sua discrezione, del Collaudatore. Così pure, gli altri OAT saranno effettuati alla presenza dell'OEA, di personale indicato dalla SA e, a sua discrezione, del Collaudatore.

Tempistica e documentazione associata agli OAT: Gli OAT dovranno essere completati entro i tempi indicati nel Cronoprogramma di cui all'Art. 10. Al termine degli OAT sarà compilato un verbale, in contraddittorio con l'OEA e siglato da Direttore dell'Esecuzione del Contratto, dal Collaudatore e dal rappresentante designato della OEA.

La firma del Verbale e la conclusione positiva degli OAT consentirà l'emissione del certificato di Verifica di Conformità e segnerà il raggiungimento della relativa milestone di progetto.

Art. 8 - Requisiti del gruppo di lavoro e schedula di progetto

Team allocato al progetto

La progettazione e l'installazione della fornitura in oggetto richiederanno un team dedicato di personale esperto, con le seguenti caratteristiche professionali:

- *sistemista Linux con esperienza minima triennale e che abbia svolto attività pregresse dimostrabili nell'installazione di sistemi HPC e storage*
- *installatore qualificato per cablaggio che abbia svolto attività pregresse dimostrabili nell'installazione di sistemi HPC e storage*

L' OEA dovrà predisporre un organigramma del team che verrà dedicato al progetto e che dimostri di poter fornire il livello richiesto di know-how ed il numero adeguato di addetti al supporto del progetto.

Tale organigramma dei ruoli nel team dovrà essere incluso nell'offerta tecnica presentata. Nell'organigramma dovrà comparire la figura e il CV del Responsabile di Progetto (è ammesso nell'offerta tecnica l'indicazione di un elenco di professionalità, identificate nominalmente, e ognuna corredata dal proprio CV, fra le quali l'OEA potrà finalizzare successivamente la scelta del Responsabile di Progetto) che l'affidatario ritiene indispensabile per la realizzazione delle attività. Il Responsabile del Progetto sarà il punto di contatto tra l'aggiudicatario e la stazione appaltante sino alla fase di emissione del certificato di conformità della fornitura. Il Responsabile del Progetto potrà avvalersi di collaboratori: i componenti del team allocato al progetto, e i loro CV, dovranno essere forniti almeno 1 mese prima dell'inizio della messa in opera. Sarà comunque in capo al Responsabile del Progetto curare:

A. Comunicazione tra le parti.

Occuparsi della trasmissione delle informazioni tecniche ed amministrative nella maniera più tempestiva possibile, utilizzando nel modo più efficiente possibile i sistemi di comunicazione come le e-mail, i sistemi di videoconferenza e le riunioni di coordinamento. Informare la stazione appaltante di ogni possibile problema appena questo venga identificato e che possa causare significativi ritardi alla programmazione. Sottomettere all'attenzione della stazione appaltante tutte le questioni che necessitano di particolare attenzione.

B. Report di avanzamento.

Inviare alla stazione appaltante report sullo stato del progetto con cadenza regolare. I report dovranno essere riferiti alla schedula approvata e conterranno lo stato di completamento di ciascun Action Item, nonché la giustificazione degli eventuali ritardi e le azioni di mitigazione messe in essere.

C. Verballi degli incontri.

Redigere le minute delle riunioni con la stazione appaltante nelle quali si terranno traccia delle decisioni tecniche, delle azioni da intraprendere (Action Item). Le minute dovranno essere distribuite ai rappresentanti della stazione appaltante entro 7 giorni lavorativi dalla data dell'incontro. Le minute saranno concordate e firmate dalle parti coinvolte.

D. Documentazione.

Garantire che tutta la documentazione (note tecniche, disegni, minute e report) sia distribuita con un identificatore chiaro e con il corretto numero di versione. Mantenere una lista completa di tutti i documenti.

Schedula del progetto

L'OEA dovrà preparare una dettagliata schedula del progetto in cui compaiano le *milestone* così come definite nel presente capitolato. La schedula dovrà evidenziare le interdipendenze dei *task* e sottolineare i percorsi critici. La schedula così preparata dovrà essere inclusa nell'offerta tecnica presentata. L'OEA e la SA armonizzeranno, se necessario, la schedula di progetto con il cronoprogramma proposto nell'Art. 10 del presente capitolato. In fase di esecuzione del contratto, organigramma e pianificazione potranno essere rivisti sotto proposta dell'OEA se debitamente motivata e solo dopo esplicita approvazione della SA.

Art. 9 - Documentazione e supporto tecnico, training on the job

Tutta la documentazione prodotta dall'aggiudicatario nell'ambito dell'intervento dovrà essere numerata e codificata. I documenti potranno riportare la numerazione come suggerita dall'azienda aggiudicataria, a condizione che venga fornito un documento di riferimento contenente l'associazione fra la suddetta numerazione e la tipologia della documentazione, e che questa non generi situazioni di ambiguità.

In particolare, a corredo della fornitura dovrà essere consegnato (al più tardi entro il termine indicato per l'installazione), per ognuna delle parti, adeguato materiale documentale e manualistico atto a favorire la gestione e la manutenzione del sistema. La documentazione, preferibilmente in lingua inglese o in subordine in italiano sarà fornita anche in formato digitale e comprenderà:

- DST01 - Disegni e schemi dei cablaggi
- DST02 - Disegni e schemi dell'architettura del sistema
- DST03 - Procedura e report di accettazione in sito.
- DST04 - Manuali d'uso, backup e manutenzione dei sistemi ICT.
- DST05 - Manuali d'uso e procedure di troubleshooting e manutenzione (Maintenance Plan).
- DST06 - Certificazioni di qualità:
- Certificazione CE e conformità alle direttive.
- Certificazione EMC di tutte le parti elettroniche fornite
- Analisi dei consumi

Corsi di formazione/training on the job

L'azienda aggiudicataria è tenuta ad affiancare il personale INAF durante le fasi di primo utilizzo. Inoltre dovrà offrire dei corsi di formazione specifici per la gestione e uso del sistema, per la manutenzione e per gli interventi di riparazione/sostituzione. I corsi si terranno presso la sede dell'Osservatorio di Cagliari o presso il Sardinia Radio Telescope (o in *streaming* per cause di forza maggiore) e **dovranno completarsi entro il termine previsto per l'installazione.**

I corsi/training on the job saranno tenuti in italiano, mentre l'eventuale materiale didattico potrà essere in lingua inglese. Gli argomenti del corso e i relativi materiali didattici andranno concordati preventivamente con la stazione appaltante e saranno così articolati:

- DST07 - Procedure di diagnostica e troubleshooting a basso livello. Ore richieste minime: 3
- DST08 - Gestione, uso, maintenance e ripristino del singolo nodo. Ore richieste minime: 3
- DST09 - Gestione, uso, maintenance e ripristino dello storage SS. Ore richieste minime: 6
- DST10 - Gestione, uso, maintenance e ripristino dello storage SLT. Ore richieste minime: 6

Art. 10 - Cronoprogramma

La fornitura è articolata in milestone. Il pagamento sarà effettuato a saldo in presenza del certificato di verifica di conformità. La pianificazione di dettaglio fornita dall'azienda aggiudicataria dovrà tener conto del cronoprogramma definito dalla stazione appaltante e riportato nel presente articolo.

- milestone 1: *(almeno 1 mese prima dell'inizio dell'installazione)* consegna del piano di esecuzione della fornitura e dell'organigramma dettagliato del team di installazione. Tali documenti saranno oggetto di una analisi da parte del committente ai fini di ottimizzarli rispetto alle esigenze della stazione appaltante (in tale contesto il committente fornirà i piani di partizionamento e indirizzamento, etc)
- milestone 2: *(non prima del 4° mese dalla firma del contratto)* consegna del materiale e avvio della installazione
- milestone 3: *(entro il 6° mese partendo dalla firma del contratto)* termine della installazione con dichiarazione di "pronto al Collaudo".

La pianificazione di dettaglio dovrà anche indicare le tempistiche con cui le attività verranno svolte presso le due sedi della installazione.

Art. 11 - Criteri di valutazione delle offerte tecnica ed economica

Definite dal **Disciplinare**, al quale si rimanda per il dettaglio esplicativo.

Art. 12 - Inadempimenti – Sanzioni

Qualora il concorrente affidatario non ottemperi alle disposizioni previste dal presente **Capitolato**, saranno applicate le sanzioni previste dal **Disciplinare**, al quale si rimanda per il dettaglio esplicativo.

Art. 13 - Documenti di riferimento e allegati

La documentazione citata nel presente *Capitolato* è parte dell'elenco riportato nel **Disciplinare** di gara, al quale si rimanda per il dettaglio esaustivo.