



**POLITECNICO
DI TORINO**

Servizio Pianificazione
Acquisti e Procurement

Fornitura di un cluster HPC

LOTTO 1 – CIG 7656219FC6

CUP E13D18000020007

CID 321-9

LOTTO 2 – CIG 7656229809

CUP E12I15001910003

CUP E12F17001220006

CAPITOLATO SPECIALE D'ONERI

Il Responsabile Unico del Procedimento

- Ing. Marco Oreglia -

F.to Ing. Marco Oreglia



Sommario

Sommario	2
Sezione I – Profili contrattuali	4
1. Definizioni generali	4
2. Oggetto dell'appalto	4
3. Luogo e tempi di consegna	4
4. Verifica di conformità	5
5. Ammontare dell'appalto	5
6. Varianti introdotte dalla Stazione Appaltante	5
7. Garanzia fideiussoria o cauzione definitiva	5
8. Obblighi assicurativi a carico dell'Impresa Aggiudicataria	6
9. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto	6
10. Diffida ad adempiere e risoluzione di diritto del Contratto	7
11. Clausola risolutiva espressa	7
12. Risoluzione del contratto per sopravvenienza di Convenzioni Consip	9
13. Esecuzione in danno	9
14. Cessione del contratto e cessione dei crediti	9
15. Recesso	9
16. Prezzi e modalità di fatturazione	9
17. Tracciabilità dei flussi finanziari	10
18. Inadempienze e penalità	10
19. Subappalto	11
20. Pagamento dei Subappaltatori	12
21. Foro competente	12
22. Obblighi di riservatezza	12
23. Disciplina in tema di privacy	12
24. Rinvio	13
Sezione II – Specifiche tecniche	14
25. Terminologia	14
26. Oggetto della fornitura	15
27. Modello di riferimento del cluster	17
28. Compatibilità software	18
29. Caratteristiche Minime	19
29.1. Enclosure dei nodi di calcolo	19
29.2. LOTTO 1	20
29.3. LOTTO 2	27
30. Elementi Migliorativi e Punti Premiali	28
30.1. LOTTO 1	29



30.2. LOTTO 2	31
31. Collaudo	32
31.1. Benchmark sintetico HPL CPU-only	33
31.2. Benchmark sintetico HPL GPU-only	35
32. Garanzia	36
33. Struttura dell'offerta tecnica	37
34. Modalità di fornitura e installazione	38
34.1. Piano di realizzazione.....	38
34.2. Sopralluogo ispettivo	40
34.3. Tempistica generale	40
Sezione III – Criterio di aggiudicazione.....	42
35. Ripartizione tecnico-economica e metodo di formazione della graduatoria	42
36. Valutazione offerta tecnica	42
37. Valutazione offerta economica	43



Sezione I – Profili contrattuali

1. Definizioni generali

Nell'ambito del presente Capitolato si intende per:

Stazione Appaltante o S.A.: Politecnico di Torino;

Impresa Aggiudicataria o I.A. o Appaltatore: Impresa, raggruppamento temporaneo di Imprese o Consorzio che è risultato aggiudicatario;

Sedi: sedi del Politecnico di Torino ove effettuare i servizi;

DAUIN: Dipartimento di Automatica e Informatica;

DET: Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni del Politecnico di Torino;

RUP: Responsabile Unico di Procedimento;

DEC: Direttore dell'Esecuzione del Contratto della Stazione Appaltante (Responsabile dell'esecuzione del contratto);

Capitolato Speciale D'Oneri ovvero CSO: presente atto compresi tutti i suoi allegati;

Specifiche Tecniche: insieme delle caratteristiche/disposizioni che definiscono le esigenze tecniche che l'Impresa Aggiudicataria deve soddisfare per lo svolgimento delle attività richieste dalla Stazione Appaltante.

2. Oggetto dell'appalto

La procedura di cui al presente CSO ha per oggetto l'affidamento della fornitura di un cluster HPC le cui specifiche tecniche sono riportate nella sezione II del presente capitolato tecnico.

L'Affidatario dovrà eseguire la fornitura nel rispetto delle modalità e dei tempi descritti nel presente CSO, nel suo complesso, che dovranno essere in ogni caso garantiti nonché accettati incondizionatamente dai concorrenti in fase di presentazione dell'offerta.

Nell'appalto si intendono comprese le prestazioni di manodopera, la fornitura dei materiali, l'uso dei macchinari ed ogni altro onere non specificatamente elencato, ma necessario per l'esecuzione a regola d'arte della fornitura oggetto dell'appalto.

3. Luogo e tempi di consegna

La consegna dei beni oggetto della fornitura, l'installazione e il collaudo dovranno essere completati entro il termine indicato al paragrafo 34.3 "Tempistica Generale".

La consegna dei beni oggetto del presente affidamento dovrà avvenire **AL PIANO**, presso la sala server del centro di calcolo HPC@POLITO, C.so Castelfidardo 39 (Cittadella Politecnica), 10129 Torino (Italy), previo contatto telefonico con l'ing. Paolo Margara al numero 011.0907051 – paolo.margara@polito.it.

In presenza delle condizioni di cui all'art. 32, c.8, D.Lgs. 50/2015, la Stazione Appaltante potrà richiedere l'avvio all'esecuzione del contratto in via d'urgenza.



4. Verifica di conformità

Il Responsabile unico del procedimento controlla l'esecuzione del contratto congiuntamente al Direttore dell'esecuzione, se nominato, ed emette il certificato di regolare esecuzione se accerta che l'oggetto del contratto in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito nel rispetto delle previsioni contrattuali e delle pattuizioni concordate in sede di affidamento.

All'esito positivo della verifica di esecuzione, e comunque non oltre i termini previsti dall'art.4, commi 2,3,4 e 5 del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, per l'emissione del certificato di regolare esecuzione, il Responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'affidatario.

Nel caso di difformità della fornitura o parti di essa rispetto alle specifiche tecniche minime contrattuali e/o alle pattuizioni concordate in sede di affidamento, il Politecnico potrà richiedere all'affidatario di eliminare a proprie spese – entro il termine di 15 giorni lavorativi - le difformità e/o i vizi riscontrati, fatto salvo il risarcimento del danno nel caso di colpa dell'affidatario e la risoluzione del contratto qualora la fornitura fosse del tutto inadatta alla sua destinazione.

5. Ammontare dell'appalto

L'importo posto a base dell'affidamento per il **LOTTO 1** è pari a euro **160.000,00 + IVA**, al netto delle opzioni. L'acquisto dei beni oggetto del Lotto 1 è finalizzato per la realizzazione del progetto HPC4AI.

Non sono previsti oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso.

L'importo posto a base dell'affidamento per il **LOTTO 2** è pari a euro **60.000,00**, al netto delle opzioni.

La spesa graverà sui progetti seguenti per una quota pari al **60%** sul progetto ERC321, cofinanziato dalla Commissione Europea: ai fini IVA tale importo è interamente non imponibile ai sensi dell'art. 72 comma 1, lett. C del D.P.R. 633/1972. La rimanente quota della spesa, pari al 40%, sarà assoggettata ad IVA ordinaria, salvo quanto precisato al par. 16 in ordine alle modalità di applicazione dell'imposta.

Non sono previsti oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso.

6. Varianti introdotte dalla Stazione Appaltante

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di richiedere nel corso dell'esecuzione variazioni al contratto, nei limiti previsti dall'art. 106 D. Lgs. 50/2016.

7. Garanzia fideiussoria o cauzione definitiva

Ai sensi dell'art. 103 del D.Lgs. 50/2016 l'affidatario è tenuto a prestare, a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto, del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle



risultanze della liquidazione finale, una garanzia definitiva nella misura del 10% dell'importo contrattuale, ovvero nella maggiore misura stabilita ai sensi del citato art. 103.

La predetta garanzia dovrà essere costituita mediante cauzione prestata con le modalità previste dall'art. 93, c. 2 del D.Lgs. 50/2016 o mediante fideiussione rilasciata da impresa bancaria o assicurativa in possesso dei requisiti di cui al c. 3 del citato art. 93, e dovrà prevedere espressamente:

- la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale
- la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile
- l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

L'importo della predetta garanzia definitiva potrà essere ridotto in presenza delle condizioni indicate all'art. 93, c.7, del D. Lgs. 50/2016, nella misura ivi prevista. Per fruire di tale beneficio, l'operatore economico dovrà presentare alla stazione appaltante copia delle certificazioni ivi indicate, in corso di validità, ovvero produrre documentazione atta a dimostrare la sussistenza delle condizioni che ne consentono la qualificazione quale microimpresa o PMI.

La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui al presente paragrafo comporta la decadenza dall'affidamento e l'aggiudicazione dell'appalto al concorrente che segue in graduatoria.

In caso di escussione, anche parziale della predetta cauzione definitiva, la stessa dovrà essere reintegrata fino a concorrenza del suo ammontare originario entro 5 gg. lavorativi dalla richiesta della Stazione Appaltante.

8. Obblighi assicurativi a carico dell'Impresa Aggiudicataria

L'Impresa Aggiudicataria assume la piena ed esclusiva responsabilità di tutti i danni che possono capitare in relazione al presente affidamento, tenendo manlevato ed indenne il Politecnico per ogni e qualsiasi danno cagionato a persone e cose, siano essi terzi o personale dell'Impresa Aggiudicataria, verificatosi durante l'esecuzione dell'appalto.

Sono, di conseguenza, a carico dell'Impresa Aggiudicataria – senza che risultino limitate le sue responsabilità contrattuali – le spese per assicurazioni contro danni, furti e responsabilità civile.

9. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

L'assunzione dell'appalto di cui al presente CSO da parte dell'Impresa Aggiudicataria equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di affidamenti pubblici. In particolare, l'Impresa Aggiudicataria, all'atto della firma del contratto, accetta tutte le clausole contenute nelle suddette disposizioni di legge nonché quelle contenute nel presente Capitolato. Inoltre, tale assunzione implica la perfetta conoscenza di tutte le condizioni locali, ed in generale di tutte le circostanze, di tipo generale e particolare, che possano aver influito sul giudizio dell'Impresa Aggiudicatrice circa la convenienza di assumere l'appalto, anche in relazione alla prestazione da rendere ed ai prezzi offerti. Infine, si precisa che l'assunzione dell'appalto



implica il pieno rispetto degli obblighi relativi alle disposizioni in materia di sicurezza, di condizioni di lavoro e di previdenza ed assistenza.

L'Impresa Aggiudicataria è tenuta ad osservare le istruzioni e gli ordini impartiti dalla Stazione Appaltante. Il contratto è regolato, oltre che dalle norme del presente Capitolato, e per quanto non sia in contrasto con le norme stesse, anche dalle leggi statali e regionali, comprensive dei relativi regolamenti, dalle istruzioni ministeriali vigenti, inerenti e conseguenti la materia di appalto.

In particolare l'Impresa Aggiudicataria si intende inoltre obbligata all'osservanza di:

- leggi, regolamenti, disposizioni vigenti e di successiva emanazione, emanate durante l'esecuzione delle prestazioni, relative alle assicurazioni degli operai contro gli infortuni sul lavoro, sull'assunzione della manodopera locale, l'invalidità e la vecchiaia ecc.
- leggi e norme vigenti sulla prevenzione degli infortuni e sulla sicurezza del luogo di lavoro e nei cantieri.

10. Diffida ad adempiere e risoluzione di diritto del Contratto

Nel caso di difformità delle prestazioni oggetto del contratto rispetto a quanto richiesto, la Stazione Appaltante ha la facoltà di rifiutare la prestazione e di intimare di adempiere alle prestazioni pattuite, a mezzo di lettera raccomandata/PEC, fissando un termine perentorio non superiore a 15 giorni entro il quale l'Affidatario si deve conformare alle indicazioni ricevute. Trascorso inutilmente il termine stabilito, il Contratto è risolto di diritto.

Nel caso di Inadempienze gravi o ripetute, la Stazione Appaltante ha la facoltà di risolvere il Contratto, a mezzo di lettera raccomandata/PEC, con tutte le conseguenze di legge che la risoluzione comporta, ivi compresa la facoltà di affidare l'appalto a terzi in danno dell'Impresa Aggiudicataria e l'applicazione delle penali già contestate.

In ogni caso, il Politecnico non corrisponderà alcun compenso per le prestazioni non eseguite o non eseguite esattamente.

La risoluzione comporta altresì il risarcimento da parte dell'Affidataria dei maggiori danni subiti dal Politecnico.

Il Politecnico comunicherà all'Autorità Nazionale Anticorruzione le violazioni contrattuali riscontrate in fase di esecuzione del contratto da parte dell'Affidataria, di cui sia prevista la segnalazione dalla Determinazione AVCP n. 1/2008.

11. Clausola risolutiva espressa

Il contratto di appalto è risolto ai sensi e per gli effetti dell'art. 1456 del codice civile, con riserva di risarcimento danni, nei seguenti casi:

- a) frode nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali;
- b) situazione di fallimento, di liquidazione coatta, di concordato preventivo ovvero procedura di insolvenza concorsuale o di liquidazione dell'appaltatore;



- c)** manifesta incapacità nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali, violazione delle prescrizioni minime previste nel presente capitolato e nell'offerta presentata in fase di gara;
- d)** inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza del lavoro e le assicurazioni obbligatorie delle maestranze nonché ai contratti collettivi di lavoro;
- e)** subappalto non autorizzato della prestazione;
- f)** cessione totale o parziale del contratto;
- g)** quando l'ammontare delle penali applicate nei confronti dell'Affidatario superi il 10% dell'importo contrattuale;
- h)** mancata reintegrazione della cauzione definitiva nel termine indicato dal Politecnico;
- i)** ingiustificata interruzione o sospensione del servizio/fornitura per decisione unilaterale dell'Appaltatore;
- j)** violazione degli obblighi di tutela dei dati e riservatezza, di gravità tale da non consentire l'ulteriore prosecuzione delle obbligazioni contrattuali;
- k)** qualora l'Appaltatore risultasse destinatario di provvedimenti definitivi o provvisori che dispongano misure di prevenzione o divieti, sospensioni o decadenze previsti dalla normativa antimafia, ovvero di pendenze di procedimenti per l'applicazione delle medesime disposizioni, ovvero di condanne che comportino l'incapacità di contrarre con la pubblica amministrazione;
- l)** qualora l'Appaltatore non sia in grado di provare in qualsiasi momento la copertura assicurativa;
- m)** In tutti i casi in cui, in violazione di quanto prescritto dall'art. 3 della legge 136/2010 e dall'art. 7, c. 1, lett. a del D. L. 187/2010, le transazioni finanziarie relative al contratto siano state effettuate senza avvalersi dello strumento del bonifico bancario o postale, ovvero con altri strumenti di pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni;
- n)** in caso di gravi ed accertate violazioni del Codice di Comportamento del Politecnico di Torino;
- o)** in tutti gli altri casi previsti dalla disciplina di gara, ove la risoluzione di diritto sia espressamente comminata.

Resta salva ed impregiudicata la possibilità per il Politecnico di Torino di procedere alla risoluzione del contratto, anche al di fuori delle ipotesi qui previste, in caso di gravi ed oggettive inadempienze da parte del Fornitore, oltre che nei casi espressamente previsti dall'art. 108 del D.Lgs. 50/2016.

In caso di fallimento, di liquidazione coatta e concordato preventivo, ovvero di procedura di insolvenza concorsuale o di liquidazione dell'Appaltatore, o di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108 del D.Lgs. 50/2016, ovvero di recesso dal contratto ai sensi dell'art. 88, comma 4 - ter, del D.Lgs. 159/2011, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, la Stazione Appaltante procederà ai sensi dell'art. 110 del D.Lgs. 50/2016. Qualora l'esecutore sia un'associazione temporanea, in caso di fallimento si applica la disciplina prevista dall'art. 48, c. 17 e 18 del D.Lgs. 50/2016.

Ove si proceda alla risoluzione del contratto per fatto imputabile all'Affidatario, sarà riconosciuto a quest'ultimo unicamente l'ammontare relativo alla parte della fornitura eseguita in modo completo ed accettata dall'Amministrazione, decurtato delle penali applicabili e degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto, determinati anche in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad



altro operatore economico la fornitura ove non sia stato possibile procedere all'affidamento ai sensi dell'articolo 110, c.1.

L'Impresa dovrà in ogni caso risarcire il Politecnico di Torino per qualsiasi danno diretto o indiretto che possa comunque derivare dal suo inadempimento.

12. Risoluzione del contratto per sopravvenienza di Convenzioni Consip

In base a quanto previsto dal combinato disposto dell'art. 1, comma 3 del D.L. 95/2012, come convertito dalla legge 135/2012, e dell'art. 1, comma 450 della legge 296/2006, il Politecnico di Torino procederà alla risoluzione del contratto stipulato all'esito della presente procedura negoziata qualora, nel corso dell'esecuzione del contratto, i beni/servizi ivi previsti si rendano disponibili nell'ambito di una convenzione stipulata:

- da Consip, ai sensi dell'art. 26 della legge 488/1999;
- ovvero, dalla centrale di committenza regionale, ai sensi dell'art. 1 comma 455 della legge 296/2006.

13. Esecuzione in danno

Nel caso di inadempienze gravi o ripetute o in caso - eccettuati i casi di forza maggiore - di omissione ovvero di sospensione anche parziale, da parte dell'Appaltatore, dell'esecuzione delle prestazioni oggetto del contratto, il Politecnico, dandone opportuna comunicazione, potrà avvalersi di soggetto terzo in danno e spese dell'Appaltatore, oltre ad applicare le previste penali.

14. Cessione del contratto e cessione dei crediti

È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo.

È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi dell'articolo 106, c. 13, D.Lgs. 50/2016.

15. Recesso

Il Politecnico può recedere dal contratto in qualunque tempo secondo quanto previsto all'art. 109 D.Lgs. 50/2016, cui si rinvia.

16. Prezzi e modalità di fatturazione

I prezzi sono quelli risultanti dall'esito della gara. Nei prezzi espressi dall'Impresa Aggiudicataria e nei corrispettivi corrisposti alla stessa s'intendono interamente compensati tutti gli oneri previsti per la mano d'opera occorrente, tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi, le imposte di ogni genere nessuna esclusa, le spese generali, l'utile dell'impresa e quant'altro possa occorrere per eseguire le prestazioni in maniera compiuta e a perfetta regola d'arte.

In attuazione di quanto disposto dall'art. 113bis, comma 3, del D.Lgs. 50/2016, l'Affidatario provvederà all'emissione della fattura a seguito della trasmissione da parte del Responsabile Unico del Procedimento del certificato di pagamento conseguente alla positiva verifica di conformità della fornitura.



In base al combinato disposto dell'art. 1, comma 209 della L. 244/2007, dell'art. 6, comma 3 del Decreto MEF 55/2013 e dell'art. 25, comma 1 del D.L. 66/2014, la fatturazione nei confronti del Politecnico di Torino deve essere effettuata esclusivamente in formato elettronico, secondo le modalità previste dal Sistema di Interscambio appositamente realizzato dall'Agenzia delle Entrate e da SOGEI: tutte le informazioni necessarie per operare secondo le predette modalità sono disponibili all'indirizzo internet www.fatturapa.gov.it.

Per il **LOTTO 1** il Codice Identificativo Univoco dell'Ufficio attribuito all'Amministrazione Centrale del Politecnico di Torino, indispensabile per la trasmissione delle fatture elettroniche attraverso il predetto Sistema di Interscambio, è il seguente: **LDUOKT**.

Per il **LOTTO 2** il Codice Identificativo Univoco dell'Ufficio attribuito al Dipartimento **DET** (Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni del Politecnico di Torino), indispensabile per la trasmissione delle fatture elettroniche attraverso il predetto Sistema di Interscambio, è il seguente: **X33Z7C**.

Con riferimento al regime IVA, si precisa che il Politecnico di Torino rientra nel campo di applicazione del Decreto del Ministero dell'Economia 23.01.2015: le fatture di cui al presente paragrafo dovranno pertanto essere emesse in regime di scissione dei pagamenti (cd. Split Payment) e recare la relativa annotazione. Il pagamento delle fatture sarà effettuato mediante bonifico bancario a 30 giorni data ricevimento fattura, fatte salve le tempistiche necessarie per le verifiche di regolarità contributiva e fiscale previste dalla vigente normativa.

In caso di riscontrata inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva, si applica l'art. 30, c. 5, D.Lgs. 50/2016.

Tutti i movimenti finanziari relativi all'appalto saranno registrati sul conto corrente bancario o postale dedicato, anche in via non esclusiva, alla presente commessa pubblica. I relativi pagamenti saranno effettuati esclusivamente a mezzo bonifico bancario o postale, ovvero con altri strumenti di pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni.

17. Tracciabilità dei flussi finanziari

L'Appaltatore è tenuto ad assumere gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari, di cui all'art. 3 della legge 136 /2010 e sanzionati dall'art. 6 della medesima legge e s.m.i. In particolare, egli è tenuto a comunicare alla Stazione Appaltante gli estremi identificativi del conto corrente dedicato, anche in via non esclusiva, alla commessa pubblica oggetto del presente affidamento, nonché le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare su di essi. L'Appaltatore è altresì tenuto a comunicare ogni modifica relativa ai dati trasmessi.

18. Inadempienze e penalità

Qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il responsabile unico del procedimento gli assegna un termine che, salvo i casi d'urgenza, non



può essere inferiore a quindici giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

Ove si verificano inadempimenti dell'Impresa Aggiudicataria nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali, saranno applicate dalla Stazione Appaltante penali, in relazione alla gravità delle inadempimenti, a tutela delle norme contenute nel presente capitolato. La penalità sarà preceduta da regolare contestazione dell'inadempimento.

Fatti salvi i casi di forza maggiore imprevedibili od eccezionali non imputabili all'Affidatario, la Stazione Appaltante potrà applicare, per ogni lotto, una penale:

- per ritardata consegna della fornitura: penale in ragione dell'**uno per mille** dell'importo contrattuale per ogni giorno di ritardo;
- per ritardata consegna del piano di realizzazione: penale in ragione del **cinque per mille** dell'importo contrattuale per ogni giorno di ritardo;
- per ritardata installazione e collaudo: penale in ragione dell'**uno per mille** dell'importo contrattuale per ogni giorno di ritardo.

Per l'applicazione delle penali si procederà, anche a mezzo fax, alla contestazione all'Affidatario del relativo inadempimento contrattuale da parte del Responsabile del Procedimento. Entro il limite di 3 (tre) giorni successivi a detta comunicazione, l'Affidatario potrà presentare eventuali osservazioni; decorso il suddetto termine, il Politecnico, nel caso non abbia ricevuto alcuna giustificazione, oppure, se ricevuta non la ritenga fondata, procederà discrezionalmente all'applicazione delle penali e, in ogni caso, all'adozione di ogni determinazione ritenuta opportuna.

Le penali saranno applicate mediante ritenuta sul primo pagamento utile al verificarsi della contestazione, previa emissione di nota di credito da parte dell'Affidatario o, in alternativa, mediante prelievo a valere sulla cauzione definitiva.

19.Subappalto

In relazione all'affidamento di cui al presente CSO, la Stazione Appaltante ammette la possibilità che l'Affidatario ricorra al subappalto di parte della prestazione contrattuale, previa autorizzazione del Politecnico purché:

- a) l'affidatario del subappalto non abbia partecipato alle procedure di affidamento dell'oggetto;
- b) all'atto dell'offerta l'Affidatario abbia indicato le parti di servizi e forniture che intende subappaltare;
- c) non sussistano in capo al subappaltatore i motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del D.Lgs. 50/2016.

Per la disciplina del subappalto si rinvia all'art. 105 del D.Lgs. 50/2016.

In caso di subappalto, l'Appaltatore potrà in essere tutto quanto necessario al fine di consentire al Politecnico la verifica che nei contratti sottoscritti dall'Appaltatore medesimo con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese, a qualsiasi titolo interessate al servizio/fornitura oggetto del presente affidamento, sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13/8/2010 n. 136. A



tal fine, copia dei suddetti contratti dovranno essere trasmessi dall'Appaltatore al Politecnico a cura del legale rappresentante o di un suo delegato.

L'Appaltatore, in proprio, o per conto del subappaltatore o del subcontraente, nonché questi ultimi direttamente, che abbiano notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria, ne dà immediata comunicazione al Politecnico e alla Prefettura Ufficio territoriale del Governo della Provincia di Torino ove ha sede l'Amministrazione appaltante o concedente.

20. Pagamento dei Subappaltatori

Il Politecnico corrisponderà direttamente al subappaltatore, al prestatore di servizi/al fornitori di beni, l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi eseguite nei casi previsti dal comma 13 dell'art. 105 del D.Lgs. 50/2016.

21. Foro competente

Eventuali controversie relative al presente contratto d'appalto sono di competenza del Foro di Torino.

Le parti si impegnano ad esperire ogni iniziativa utile per addivenire ad un'equa e ragionevole composizione dell'eventuale vertenza, prima di adire le vie legali.

22. Obblighi di riservatezza

L'Affidatario ha l'obbligo di mantenere riservati i dati e le informazioni, ivi comprese quelle che transitano per le apparecchiature di elaborazione dati, di cui venga in possesso e, comunque, a conoscenza, di non divulgarli in alcun modo e in qualsiasi forma e di non farne oggetto di utilizzazione a qualsiasi titolo per scopi diversi da quelli strettamente necessari all'esecuzione del Contratto.

L'obbligo di cui al precedente comma sussiste, altresì, relativamente a tutto il materiale originario o predisposto in esecuzione del Contratto.

L'obbligo di cui al comma 1 non concerne i dati che siano o divengano di pubblico dominio.

L'Affidatario è responsabile per l'esatta osservanza da parte dei propri dipendenti, consulenti e collaboratori, nonché di subappaltatori e dei dipendenti, consulenti e collaboratori di questi ultimi, degli obblighi di segretezza anzidetti.

L'Affidatario si impegna, altresì, a rispettare quanto previsto dal D.Lgs.196/2003 e s.m.i. e dai relativi regolamenti di attuazione in materia di riservatezza.

23. Disciplina in tema di privacy

Il Politecnico di Torino e gli operatori economici concorrenti si impegnano inoltre a trattare i "dati personali" forniti o comunque raccolti nel corso della procedura di selezione del contraente di cui al presente CSO, esclusivamente per le finalità strettamente connesse alla stessa.

Con la stipula contrattuale, il Politecnico di Torino e l'Affidatario si danno reciprocamente atto:



- di conoscere ed applicare, nell'ambito delle proprie organizzazioni, tutte le norme vigenti, rilevanti per la corretta gestione del trattamento, ivi compreso il Regolamento UE 2016/679 (di seguito "GDPR")
- che i "dati personali" forniti o comunque raccolti in conseguenza e nel corso dell'esecuzione del contratto che sarà stipulato all'esito della procedura di selezione del contraente di cui al presente CSO, verranno trattati esclusivamente per le finalità strettamente connesse allo stesso.

Il Politecnico di Torino e l'Affidatario

- sono Titolari del trattamento ai fini del presente articolo, e con la stipula contrattuale s'impegnano a rispettare tutte le normative rilevanti sulla protezione ed il trattamento dei dati personali loro applicabili in base al presente Contratto, compresa l'adozione di misure di sicurezza idonee e adeguate a proteggere i dati personali contro i rischi di distruzione, perdita, anche accidentale, di accesso o modifica non autorizzata dei dati o di trattamento non consentito o non conforme alle finalità connesse alla presente scrittura
- si impegnano alla ottimale cooperazione reciproca nel caso in cui una di esse risulti destinataria di istanze per l'esercizio dei diritti degli interessati previsti dall'articolo 12 e ss. del GDPR ovvero di richieste delle Autorità di controllo che riguardino ambiti di trattamento di competenza dell'altra Parte.

I dati di contatto del Politecnico di Torino ai fini del presente articolo sono i seguenti:

- Titolare del trattamento dei dati è il Politecnico di Torino, con sede in C.so Duca degli Abruzzi, n. 24, 10129 Torino, nella persona del Rettore
- I dati di contatto del Titolare sono
 - PEC: politecnicoditorino@pec.polito.it.
 - per informazioni e chiarimenti: privacy@polito.it.

il responsabile della protezione dei dati del Politecnico è contattabile a: dpo@polito.it.

24.Rinvio

Per tutto quanto non previsto nel presente capitolato speciale si rimanda alle norme del codice civile e alle altre leggi e regolamenti vigenti in materia.



Sezione II – Specifiche tecniche

La presente sezione disciplina gli aspetti tecnologici e le caratteristiche tecniche della fornitura dei seguenti lotti:

- **LOTTO 1:** un cluster High Performance Computing, ovvero un'apparecchiatura per il calcolo scientifico massivo (di seguito "cluster") da installarsi presso il centro di calcolo HPC@POLITO del Politecnico di Torino in gestione al Dipartimento di Automatica e Informatica, inclusiva di tutti i servizi annessi meglio specificati nelle successive sezioni quali: installazione hardware, cablaggio, collaudo e verifica delle prestazioni, garanzia hardware e software.
- **LOTTO 2:** nodi di calcolo big memory da aggiungersi al cluster HPC di cui al LOTTO 1, inclusiva di tutti i servizi annessi meglio specificati nelle successive sezioni quali: installazione hardware, cablaggio, collaudo e verifica delle prestazioni, garanzia hardware e software. La compatibilità dei sistemi di cui al LOTTO 2 con quanto indicato nelle specifiche tecniche riguardanti il LOTTO 1 è dettagliata in seguito. Gli oggetti di cui al presente lotto sono acquisiti all'interno del progetto **ERC 321 e dello Starting Grant.**

25. Terminologia

Le seguenti **sigle** sono utilizzate nel prosieguo del documento:

Termine o sigla	Definizione
HPC	High Performance Computing
Cluster	Insieme di computer interconnessi da una rete telematica
DAUIN	Dipartimento di Automatica e Informatica
CPU ovvero Microprocessore	Central Processing Unit
GPU	Graphics Processing Unit
RAID	Redundant Array of Inexpensive Disks
IPMI	Intelligent Platform Management Interface
HDD, HD	Hard Disk
SSD	Solid State Drive
rpm	Giri al minuto
IB	InfiniBand
GbE	Gigabit Ethernet
10GbE	10 Gigabit Ethernet
EDR	Enhanced Data Rate
SAS	Serial Attached SCSI
TAC	Technical Assistance Centre (Centro di supporto tecnico del Costruttore)
U, RU	Rack-Unit: unità di misura usata per indicare l'altezza dei componenti installati in un armadio (rack) standard da 19 pollici
I/O	Input / Output
R/W	Lettura e Scrittura
Mbps	2 [^] 20 bit al secondo
MBps	2 [^] 20 byte al secondo
Gbps	2 [^] 30 bit al secondo
GBps	2 [^] 30 byte al secondo
Tbps	2 [^] 40 bit al secondo
MHz	Mega Hertz



IP	Internet Protocol
IPoIB	IP over IB
MB	Megabyte
GB	Gigabyte
TB	Terabyte
FLOPS	Floating Point Operations per Second
IOPS	Input/Output Operations Per Second
TDP	Thermal Design Power
NAS	Network Attached Storage
SAN	Storage Area Network
FS	File System
HA	High Availability
SW	Software
HW	Hardware
KVM	Keyboard Video Mouse (switch)
PXE	Preboot eXecution Environment: ambiente di esecuzione pre-avvio
HBA	Host Bus Adapter
PDU	Power Distribution Unit
RHEL	Red Hat Enterprise Linux
MTBF	Mean Time Before Failure
24x7x365	24 ore al giorno, 7 giorni su 7, 365 giorni all'anno
NBD	Next Business Day

Le seguenti **definizioni** sono utilizzate nel prosieguo del documento:

Termine o sigla	Definizione
Storage	Sottosistema del cluster atto a contenere dati e a renderli fruibili a tutti i nodi
Enclosure	Contenitore montabile a rack che può ospitare un certo numero di nodi oppure un certo numero di HDD
Nodo	Unità singola del cluster che contiene una singola mainboard e una o più CPU
Parallel FileSystem	È un sistema di gestione dei file che consente l'accesso concorrente e coordinato in lettura/scrittura da parte di diversi sistemi. Tipicamente opera su reti ad alta velocità ed è strutturato per fornire elevate prestazioni
Produttore o Costruttore	Costruttore degli apparati HW e/o proprietario dei diritti intellettuali del SW commerciale e/o configuratore/integratore del SW open source compresi nell'offerta.
Fornitore	Partecipante alla trattativa
CentOS	CentOS Linux è una distribuzione community-supported derivata dai sorgenti liberamente forniti al pubblico da Red Hat per RHEL

26. Oggetto della fornitura

La fornitura consta delle seguenti componenti, nella numerosità **minima, a pena di esclusione**, indicata e di seguito ulteriormente specificata, ed è da intendersi comprensiva dei servizi connessi.

Il capitolato individua un set di **caratteristiche minime** per ogni componente della fornitura (cfr. cap. 29) e una serie di **elementi migliorativi** (cfr. cap. 30) che daranno origine ad un punteggio in fase di valutazione delle offerte tecnico-economiche.



La fornitura verrà aggiudicata al concorrente che avrà presentato l'offerta economicamente più vantaggiosa, individuata sulla base del punteggio complessivo risultante dalla somma dei singoli punteggi considerando i seguenti elementi:

- Parametri tecnici: max. **80 punti**
- Parametri economici: max. **20 punti**

La fornitura deve inoltre comprendere eventuali altri componenti e servizi, **anche se non esplicitamente menzionati**, ma comunque necessari per la gestione, l'integrazione e il corretto funzionamento del cluster (ad esempio i cavi di collegamento o di alimentazione).

Alla data dell'offerta nessuna delle componenti hardware della soluzione proposta deve essere stata dichiarata End-Of-Life dal costruttore, pena l'esclusione dalla procedura di gara.

Tutti i componenti installati sui server facenti parte della fornitura devono rientrare nell'elenco dei dispositivi compatibili per la data tipologia di server, pena l'esclusione dalla gara.

Qualora il fornitore dovesse giudicare che una caratteristica tecnica oppure un servizio, non siano specificati in modo univoco e/o completo, sarà sua cura evidenziare nell'offerta tecnica le modalità che intende adottare per la realizzazione del servizio o di una sua parte.

La fornitura deve infine essere costituita **esclusivamente da materiale nuovo di fabbrica**. Sono pertanto vietati elementi (sia macro che micro, sia singoli che in gruppo, sia interni che esterni) ricondizionati, refurbished, dimostrativi, provenienti da canali di brokeraggio, da campionari, da fiere, da esposizione, da test interni o in visione presso clienti e in generale tutto ciò che non sia al primo utilizzo.

LOTTO 1

Quantità MINIMA	Tipologia
1	Rete InfiniBand EDR
1	Rete Ethernet
2	Nodi di management
8	Nodi computazionali standard
2	Nodi computazionali GPU
1	Armadio Rack

Oltre a:

- Consegna al piano interrato
- Montaggio, cablaggio e verifica dei requisiti ambientali
- Collaudo e verifica delle prestazioni
- Garanzia e Assistenza

LOTTO 2

Quantità MINIMA	Tipologia
4	Nodi computazionali big memory



I nodi di cui al lotto 2 devono essere compatibili con quanto indicato nelle specifiche tecniche riguardanti il lotto 1, in particolare per quanto riguarda rete InfiniBand, Ethernet e assemblaggio nel rack.

Oltre a:

- Consegna al piano interrato
- Montaggio, cablaggio e verifica dei requisiti ambientali
- Collaudo e verifica delle prestazioni
- Garanzia e Assistenza

27. Modello di riferimento del cluster

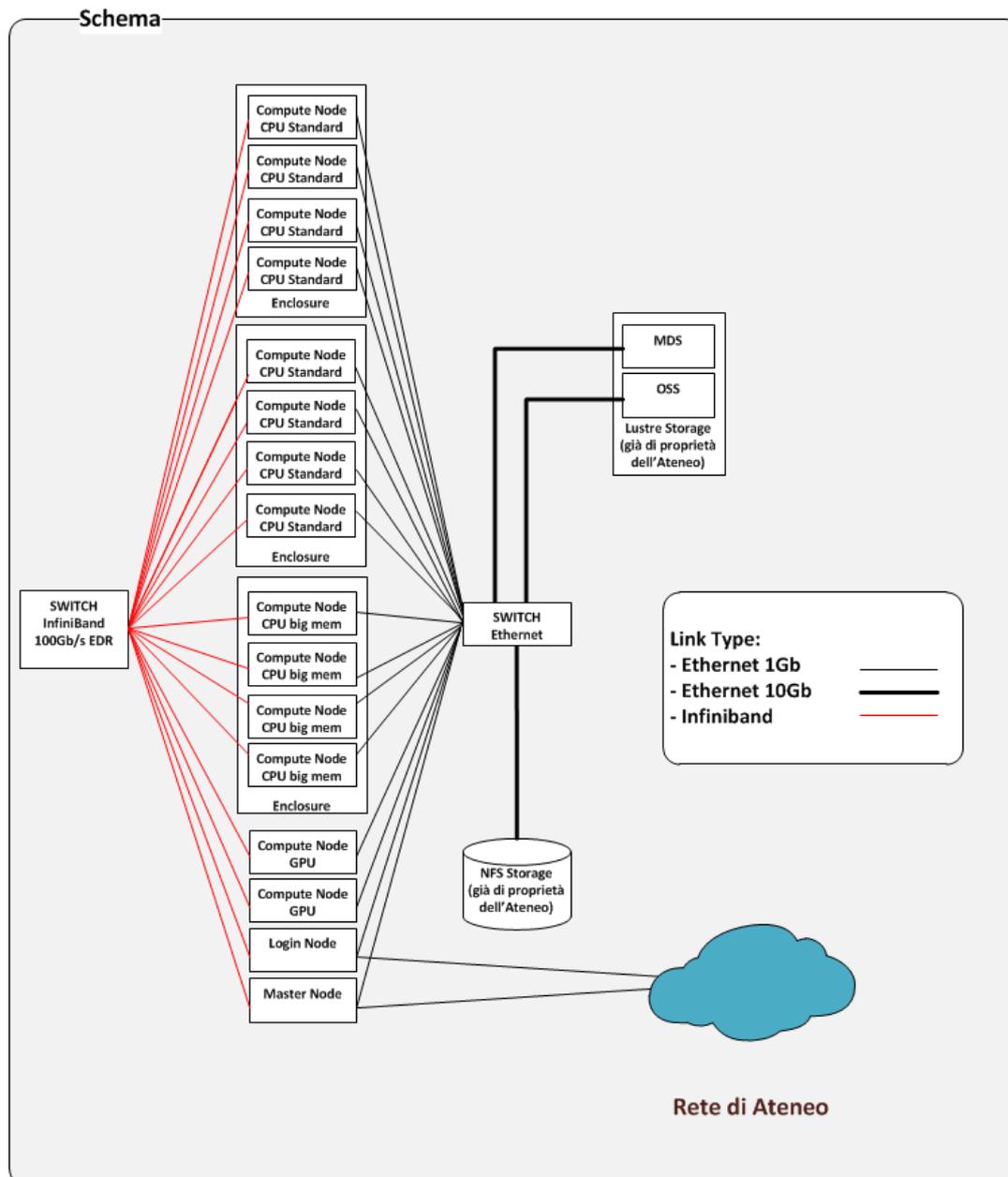
Il sistema di calcolo oggetto dell'acquisizione sarà connesso alle reti di Ateneo tramite i nodi di management. I nodi di management comunicheranno con tutti i componenti oggetto della presente fornitura tramite la rete Ethernet e la rete InfiniBand.

Lo switch ethernet dovrà altresì garantire la connettività verso gli storage già di proprietà dell'Ateneo e attualmente a servizio del Centro di calcolo **HPC@POLITO**.

- QNAP TS-EC1679U-RP connessa tramite rete 10Gbe mediante cavo SFP+ DAC;
- Appliance LUSTRE connessa tramite rete 10Gbe mediante 2 cavi SFP+ DAC

Il cluster sarà quindi organizzato secondo il seguente schema di riferimento. Il fornitore potrà proporre eventuali variazioni che riterrà migliorative (in termini di prestazioni, semplicità, ridondanza, ecc.).

HPC Cluster



28. Compatibilità software

Tutto il software necessario al funzionamento delle apparecchiature oggetto della fornitura si intende compreso nella fornitura stessa, senza costi aggiuntivi o di licenza.

Si richiede che tutto l'hardware descritto sia compatibile a livello di sistema operativo con la distribuzione Red Hat Enterprise Linux 7 e derivate (CentOS 7 e Scientific Linux 7).



I sistemi non devono contenere componenti o dispositivi che richiedano driver non inclusi nelle citate distribuzioni.

Una volta completata l'installazione, tutti i sistemi dovranno essere in grado di fare il boot dei sistemi operativi citati senza essere connessi a tastiera, video, mouse o console seriali.

È richiesto che tutti i server forniti siano configurati per eseguire il boot nel seguente ordine:

1. PXE
2. DISK

È richiesto che il fornitore produca - nell'ambito del piano di realizzazione di cui al successivo par. 34.1 - un foglio di calcolo in formato Excel o CSV in cui saranno indicati i MAC address di ogni interfaccia di rete Ethernet e di management presenti sui server facenti parte della fornitura. Dovrà essere chiaramente indicato a quale oggetto della fornitura fanno riferimento i dati.

È quindi richiesto che gli oggetti forniti vengano opportunamente etichettati come indicato in par. 29.2.6 "Armadio rack ed espandibilità del cluster". Il file sopraindicato sarà da allegare al Piano di realizzazione secondo quanto indicato in par. 34.1 "Piano di realizzazione".

29. Caratteristiche Minime

Il cluster sarà di tipo distributed shared memory, con architettura x86_64, interconnessione IB EDR, rete di servizio GbE.

Il cluster dovrà interfacciarsi fisicamente con gli altri sistemi già installati presso il centro di calcolo HPC@POLITO, gestito dal DAUIN, tramite le interfacce 10 Gbps disponibili sullo switch Ethernet (cfr. par. 27).

Vengono di seguito descritte le **caratteristiche minime** di ogni componente.

29.1. Enclosure dei nodi di calcolo

I nodi computazionali (tutti ad eccezione dei nodi GPU) devono essere proposti in blocco all'interno di un congruo numero di enclosure multi-nodo. Queste ultime dovranno comunque:

- garantire l'espandibilità del cluster senza costi aggiuntivi oltre a quelli dei nodi e delle enclosure eventualmente da aggiungersi (vedi tabella delle caratteristiche);
- tendere alla riduzione del footprint (unità occupate/numero di nodi) ed alla semplificazione del cablaggio e dell'alimentazione del cluster;
- **NON** contenere in nessun caso elementi non ridondati tali da renderle un "single point of failure", la ridondanza deve essere garantita in ogni condizione di carico;
- prevedere la possibilità di avere liberi globalmente alcuni slot vuoti per future installazioni di nodi computazionali standard e big memory.

La progettazione e il dimensionamento delle enclosure sono a carico del fornitore che ne dovrà **fornire opportuna descrizione** in fase di offerta. Tuttavia devono necessariamente essere presenti il numero



minimo di enclosure necessarie ad ospitare i nodi complessivamente forniti nei due lotti. Ognuno dei due lotti richiede una trattazione separata di questo punto.

Caratteristiche dell'enclosure:

CARATTERISTICA	VALORE RICHIESTO	NOTE
Form Factor della singola enclosure	2U	
Slot per nodi computazionali standard o big memory disponibili in una singola enclosure	4	
Alimentazione	Condivisa fra tutti i nodi dell'enclosure, centralizzata, con alimentatori ridondati, hot-plug, certificati 80+ o superiore ed opportunamente dimensionati.	Lo stadio di alimentazione è l'unico elemento condiviso richiesto a livello di enclosure. La ridondanza deve essere garantita in ogni condizione di carico.
Hard Disk globalmente disponibili per singola enclosure	Deve essere possibile installare 12 dischi SAS/SATA da 3,5" oppure 24 dischi SAS/SATA da 2,5"	Gli alloggiamenti dei dischi devono essere HotPlug; Ogni nodo può accedere almeno a 3 dischi da 3,5" oppure a 6 da 2,5"
Numero di oggetti richiesti	Come da progetto del fornitore	

29.2. LOTTO 1

29.2.1. Rete InfiniBand EDR

Il cluster dovrà essere dotato di una rete di interconnessione InfiniBand che dovrà collegare tutti i nodi.

Seguono le caratteristiche e gli accessori dello switch InfiniBand che servirà tutto il cluster:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
Form factor	1U rackmount	Valore massimo
Alimentatori	1+1 redundant & hotswappable power	Certificati 80 gold+ o superiore ed energy star
Raffreddamento	N+1 redundant & hotswappable fans	Air flow front to rear
Tipologia	InfiniBand	Standard IBTA 1.3
Switching fabric	Non blocking	
Link rate della singola porta	>= 100 Gbps	
Latenza port-to-port	<= 90 nanosecondi	Misurata in condizioni ideali dal produttore (cfr. scheda tecnica)
Capacità di switching	>= 7.2 Tb/s	Misurata in condizioni ideali dal produttore (cfr. scheda tecnica)
Porte	n. 36 porte IB QSFP28 auto negoziante 100-56-40 Gb/s	Insieme minimo
Interfacce di management	<ul style="list-style-type: none">n.1 porta seriale per console con porta RJ-45 o RS-232 con connettore DB9, USB o RJ-45	



	<ul style="list-style-type: none">minimo 1 porta RJ-45 10/100/1000	
Protocolli di accesso e management	<ul style="list-style-type: none">SSHInterfaccia grafica web	
Guide da rack	fisse	
Cavi	<u>n. 36 cavi passive copper QSFP28 IB EDR da 3 metri</u>	certificati <u>dal produttore dello switch</u> come compatibili con l'apparato fornito
Numero di oggetti richiesti	1	

Seguono le caratteristiche e gli accessori delle schede IB (InfiniBand) di cui dovranno essere dotati tutti i server oggetto della fornitura (valide sia per LOTTO 1 che per LOTTO 2):

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
BUS	PCIe 3.0 - Gen3 x16	
Numero di porte	1	Massimo 2
Tipologia di porte	QSFP28	
Feature	<ul style="list-style-type: none">VPISR-IOVAdaptive Routing	
Velocità supportate in modalità IB	EDR-FDR-QDR-DDR-SDR	
RDMA Message Rate (million msgs/sec)	>=175	Misurata in condizioni ideali dal produttore (cfr. scheda tecnica)
Velocità supportate in modalità Ethernet	100GbE / 50GbE / 40GbE / 25GbE / 10GbE	Insieme minimo
Numero di oggetti richiesti	Ne devono essere dotati tutti i server oggetto della fornitura sia per quanto riguarda il LOTTO1 che per il LOTTO 2	

Deve essere garantita la compatibilità dello switch, dei cavi e delle schede fornite. Il fornitore è tenuto a fornire documentazione del produttore recante la lista di compatibilità degli oggetti forniti (MANUALE SWITCH).

29.2.2. Rete Ethernet

Il cluster dovrà essere dotato di una rete di servizio Ethernet che dovrà collegare tutti i nodi via 1GbE e altri sistemi già presenti via 10GbE.

Seguono le caratteristiche dello switch Ethernet che servirà tutto il cluster:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
Form factor	1U rackmount	Valore massimo
Alimentatori	1+1 redundant & hotswappable power	Certificati 80 gold+ o superiore ed energy star
Porte	<ul style="list-style-type: none">n.48 porte 10/100/1000 Base-T	



	autosensing RJ45	
Porte di management	<ul style="list-style-type: none">n.4 porte 10GbE SFP+ 10G Base-CU	
Protocolli di accesso e management	<ul style="list-style-type: none">n.1 porta seriale per console con porta RJ-45 o RS-232 con connettore DB9, USB o RJ-45	
Memoria	<ul style="list-style-type: none">SSHInterfaccia grafica via web	
Memoria	<ul style="list-style-type: none">32 MB flash1,5 MB buffer pacchetti512 MB RAM	Valori minimi
Capacità di switching	>= 190Gbps	Misurata in condizioni ideali dal produttore (cfr. scheda tecnica)
Guide da rack	fisse	
Cavi	<ul style="list-style-type: none"><u>n. 48 cavi UTP Cat.6 RJ45 da 3 metri</u><u>n.4 cavi SFP+ twinaxial da 5 metri</u><u>n. 2 cavi UTP Cat.6 RJ45 da 10 metri</u>	Nel caso dei cavi UTP fornire 4 colori e le giuste quantità di ogni colore per distinguere visivamente le seguenti categorie di connessioni: <ul style="list-style-type: none">nodi computazionali standard/GPU/big memoryaltri nodi (master/login)storageconnessioni verso l'esterno
Numero di oggetti richiesti	1	

Deve essere garantita la compatibilità dello switch, dei cavi e delle schede fornite. Il fornitore è tenuto a fornire documentazione del produttore recante la lista di compatibilità degli oggetti forniti (MANUALE SWITCH).

29.2.3. Nodi di management

Il cluster dovrà essere dotato di due nodi di management coi seguenti compiti:

- nodo master:** con compiti di scheduling, resource management, deployment, configurazione e gestione dei restanti nodi, deve essere un server standalone;
- nodo di login:** con compiti di accesso remoto, deve essere un server standalone.

Caratteristiche dei nodi di management:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
Form Factor	1U rackmount	Valore massimo
CPU	n.2 CPU x86 a 64 bit da 8 core, 2100 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512, 1 unità FMA, 2 thread per core, TDP massimo = 85W tipo Intel Xeon Silver 4110 o superiore	Per un totale di 16 core minimo



RAM	48 GB DDR4 2400 MHz Registered ECC o superiore	Pari a 3 GB di RAM per core o superiore
Hard Disk	n.2 SSD SATA3 da 200 GB o superiore configurate in RAID 1 HW, multi-level cell, MTBF 2000000 ore, 450 TB di scritture.	<ul style="list-style-type: none">• Componente enterprise progettato per uso 24/7• Devono essere di tipo non cifranti• Valori minimi
Slot liberi per ulteriori HD da 2,5" o 3,5"	2	Valori minimi
Controller RAID	Controller hardware SAS/SATA con possibilità di creare RAID di livello 0 e 1	
Alimentatore	Ridondato e hot-plug, Certificato 80+ o superiore ed opportunamente dimensionato	
Porte di rete	<ul style="list-style-type: none">• n.1 porta IB EDR QSFP28 (cfr. par. 24.2.1)• n.2 porte Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45• n.1 porta Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45 dedicata all'interfaccia di management	Valori minimi
Porte di IO	<ul style="list-style-type: none">• n.1 porta video• n.1 porta seriale• n.2 porte USB 3.0	Valori minimi
Management	Funzionalità di KVM in SW comprensive di redirectione dell'output verso il modulo IPMI comprensivo di relative licenze perpetue se previste	<ul style="list-style-type: none">• Il modulo deve essere compatibile con IPMI 2.0 o superiore• Deve poter funzionare sia in modalità "shared" che "dedicated"
Numero di oggetti richiesti	2	

29.2.4. Nodi computazionali standard

Il cluster dovrà essere dotato di 8 nodi computazionali dual socket, da 24 core cadauno, con compiti di esecuzione dei job assegnati dal nodo master.

I nodi computazionali standard dovranno essere contenuti in un congruo numero di enclosure (cfr. par. 29.1).

La capacità computazionale del nodo fa riferimento alla **potenza di picco globale, in doppia precisione per operazioni in virgola mobile, delle due CPU a bordo**, calcolata in modo teorico tramite la formula:

$$GFLOPS = N_cores_inside_node * base_frequency * floating_point_operations_per_clock_cycle$$

che corrisponde al valore "Rpeak" utilizzato dalla lista di riferimento "Top500" (<http://www.top500.org>) orientato al benchmark HPL (<http://www.netlib.org/benchmark/hpl>); si ricorda che la frequenza da utilizzare in questa fase è quella in AVX512 mode con turbo mode attivato, tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.



Caratteristiche di nodi computazionali standard:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
Form Factor	1U rackmount	Valore massimo
CPU	n.2 CPU x86 a 64 bit da 12 core, 2600 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512, 2 unità FMA, TDP massimo = 125W tipo Intel Xeon Gold 6126	Per un totale di 24 core
Capacità computazionale	1766 GFLOPS	Calcolati con frequenza in AVX512 mode, turbo on e tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.
RAM	192 GB DDR4 2666 MHz Registered ECC	Pari a 8 GB di RAM per core
Hard Disk	<ul style="list-style-type: none">n.1 SSD SATA3 da 120 GB, multi-level cell, MTBF 2000000 ore, 450 TB di scritture.n.1 HD SATA3 da 1TB, 7.2 rpm fissi reali, MTBF 1200000 ore, da 2,5" o 3,5"	<ul style="list-style-type: none">Componenti enterprise progettati per uso 24/7Devono essere di tipo non cifrantiL'HD deve essere di tipo 512nValori minimi
Slot liberi per ulteriori HD	1 da 2,5" o 3,5"	Valori minimi
Alimentatore	Ridondato e hot-plug, Certificato 80+ o superiore ed opportunamente dimensionato	La parte di alimentazione si intende a carico dell'enclosure che lo contiene come meglio specificato al punto 29.1
Porte di rete	<ul style="list-style-type: none">n.1 porta IB EDR QSFP28 (cfr. par. 24.2.1)n.2 porte Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45n.1 porta Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45 dedicata all'interfaccia di management	Valori minimi
Porte di IO	<ul style="list-style-type: none">n. 1 USB 3.0	Valori minimi
Management	Funzionalità di KVM in SW comprensive di redirection dell'output verso il modulo IPMI comprensivo di relative licenze perpetue se previste	<ul style="list-style-type: none">Il modulo deve essere compatibile con IPMI 2.0 o superioreDeve poter funzionare sia in modalità "shared" che "dedicated"
Numero di oggetti richiesti	8	

29.2.5. Nodi computazionali GPU



Il cluster dovrà essere dotato di 2 nodi computazionali dual socket, da 32 core cadauno, con compiti di esecuzione dei job assegnati dal nodo master in grado di sfruttare anche la GPU.

Il nodo dovrà essere un server standalone occupando comunque al massimo una unità rack.

La capacità computazionale del nodo fa riferimento alla **potenza di picco globale, in doppia precisione per operazioni in virgola mobile, delle due CPU a bordo**, calcolata in modo teorico tramite la formula:

$$GFLOPS = N_cores_inside_node * base_frequency * floating_point_operations_per_clock_cycle$$

che corrisponde al valore "Rpeak" utilizzato dalla lista di riferimento "Top500" (<http://www.top500.org>) orientato al benchmark HPL (<http://www.netlib.org/benchmark/hpl>); si ricorda che la frequenza da utilizzare in questa fase è quella in AVX512 mode con turbo mode attivato, tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.

Caratteristiche dei nodi computazionali GPU:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHIESTO	NOTE
Form Factor	1U rackmount	Valore massimo
CPU	n.2 CPU x86 a 64 bit da 16 core, 2100 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512, 2 unità FMA, TDP massimo = 125W tipo Intel Xeon Gold 6130	Per un totale di 32 core
Capacità computazionale delle CPU	1945 GFLOPS	Calcolati con frequenza in AVX512 mode, turbo on e tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.
RAM	384 GB DDR4 2666 MHz Registered ECC	Pari a 12 GB di RAM per core
Hard Disk	<ul style="list-style-type: none">n.1 SSD SATA3 da 120 GB, multi-level cell, MTBF 2000000 ore, 450 TB di scritte.n.1 HD SATA3 da 1TB, 7.2 rpm fissi reali, MTBF 1200000 ore, da 2,5" o 3,5"	<ul style="list-style-type: none">Componenti enterprise progettati per uso 24/7Devono essere di tipo non cifrantiL'HD deve essere di tipo 512nValori minimi
Alimentatore	Ridondato e hot-plug, Certificato 80+ o superiore ed opportunamente dimensionato	
Porte di rete	<ul style="list-style-type: none">n.1 porta IB EDR QSFP28 (cfr. par. 24.2.1)n.2 porte Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45n.1 porta Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45 dedicata all'interfaccia di management	Valori Minimi
Porte di IO	<ul style="list-style-type: none">n.1 USB 3.0	Valori minimi
Management	Funzionalità di KVM in SW comprensive di redirection dell'output verso il modulo IPMI	<ul style="list-style-type: none">Il modulo deve essere compatibile con IPMI 2.0 o superiore



	comprensivo di relative licenze perpetue se previste	<ul style="list-style-type: none"> • Deve poter funzionare sia in modalità "shared" che "dedicated"
GPU	n.4 Acceleratori GPU con: <ul style="list-style-type: none"> • <u>processore NVIDIA Volta</u> • NVIDIA CUDA Cores = 5120 • potenza di picco in doppia precisione = 7.8 TFLOPS • potenza di picco in singola precisione = 15.7 TFLOPS • Banda passante memoria = 900 GB/s • 16GB di memoria HBM2 • <u>Interfaccia di sistema NVIDIA NV-Link</u> • <u>Form factor SXM2</u> • Supporto nativo alle librerie CUDA tipo nVidia Tesla V100 SXM2	<ul style="list-style-type: none"> • La piattaforma HW (chassis/case, mainboard, CPU, alimentatore, ecc.) deve essere certificata dal produttore delle GPU • Valori misurati in condizioni ideali dal produttore (cfr. scheda tecnica)
Numero di oggetti richiesti	2	

29.2.6. Armadio rack ed espandibilità del cluster

Tutto **l'hardware del cluster dovrà essere contenuto all'interno di un singolo armadio rack** lasciando ulteriore spazio al suo interno per l'espansione del cluster, ovvero:

- **Aumento da 8 a 16 dei nodi computazionali standard** (eventuale e successivo alla presente fornitura)
- **Aumento da 4 a 8 dei nodi computazionali big memory** (eventuale e successivo alla presente fornitura)

In ogni caso e in qualsiasi momento l'espansione del cluster verrà considerata completata al raggiungimento di 24 nodi computazionali standard e big memory complessivamente presenti e 2 nodi computazionali GPU, facendo decadere ogni altro requisito di espandibilità.

Essendo **il montaggio e il cablaggio di tutte le componenti del cluster a carico del fornitore**, l'armadio dovrà essere opportunamente configurato e dimensionato secondo le specifiche concordate con la Stazione Appaltante stessa. Il fornitore dovrà fornire **opportuna descrizione** (comprensiva di uno **schema con la posizione di ogni componente**) in fase di preparazione del Piano di realizzazione (cfr. par. 34.1).

È richiesto che ogni server oggetto della fornitura venga etichettato in modo da riconoscerlo in maniera univoca all'interno dell'armadio rack.

È altresì richiesto che, essendo ogni dispositivo presente all'interno della fornitura dotato di alimentatori ridondati, ognuno dei suddetti dispositivi abbia l'alimentazione connessa ad entrambe le PDU.

Caratteristiche dell'armadio rack:

CARATTERISTICA	VALORE MINIMO	NOTE
----------------	---------------	------



RICHIESTO		
Standard	Rack 19"	
Numero di RU disponibili	42U	
Pannellature	<ul style="list-style-type: none">• Frontale e posteriore con superficie ventilata (microforata) all'85% e chiusura a chiave• Laterali comprese	
Ingresso alimentazione	Pavimento	
Ingresso cablaggi esterni	Canalina sospesa al soffitto	
PDU	<ul style="list-style-type: none">• Alimentazione tramite n.2 linee ridondate terminanti con spine volanti IP44 3P+N+T da 32A 380V• devono essere in grado di monitorare il consumo energetico• devono essere dotate di interruttore differenziale per ogni fase	<ul style="list-style-type: none">• Le PDU devono essere dotate di un numero di prese C13 e C19 tale da supportare minimo la massima espansione prevista• Le due linee sono già predisposte in loco• Le PDU non devono occupare unità all'interno del rack• Il monitoraggio deve essere sia locale (tramite display) che via web
Numero di oggetti richiesti	1	

29.3. LOTTO 2

Si ricorda che i nodi di cui al LOTTO 2 devono essere compatibili con le specifiche tecniche minime richieste a pena di esclusione, relative al LOTTO 1, in particolare per quanto riguarda rete InfiniBand (cfr. par. 29.2.1), Ethernet (cfr. par. 29.2.2) e l'assemblaggio nel rack (cfr. par. 29.2.6).

29.3.1. Nodi computazionali big memory

Il cluster dovrà essere dotato di 4 nodi computazionali dual socket, da 24 core complessivi cadauno e dotati ognuno di 768GB di memoria RAM a bordo, con compiti di esecuzione dei job assegnati dal nodo master. I nodi computazionali CPU big memory dovranno essere contenuti in un congruo numero di enclosure (cfr. punto 29.1).

La capacità computazionale del nodo fa riferimento alla **potenza di picco globale, in doppia precisione per operazioni in virgola mobile, delle due CPU a bordo**, calcolata in modo teorico tramite la formula:
$$GFLOPS = N_cores_inside_node * base_frequency * floating_point_operations_per_clock_cycle$$
che corrisponde al valore "Rpeak" utilizzato dalla lista di riferimento "Top500" (<http://www.top500.org>) orientato al benchmark HPL (<http://www.netlib.org/benchmark/hpl>); si ricorda che la frequenza da utilizzare in questa fase è quella in AVX512 mode con turbo mode attivato, tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.

Caratteristiche di nodi computazionali big memory:



CARATTERISTICA	VALORE MINIMO RICHiesto	NOTE
Form Factor	1U rackmount	Valore massimo
CPU	n.2 CPU x86 a 64 bit da 12 core, 2600 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512, 2 unità FMA, TDP massimo = 125W tipo Intel Xeon Gold 6126	Per un totale di 24 core
Capacità computazionale	1766 GFLOPS	Calcolati con frequenza in AVX512 mode, turbo on e tutti i core attivi e Hyper-Threading disattivato.
RAM	768 GB DDR4 2666 MHz Registered ECC	Pari a 32 GB di RAM per core
Hard Disk	<ul style="list-style-type: none">n.1 SSD SATA3 da 120 GB, multi-level cell, MTBF 2000000 ore, 450 TB di scritture.n.1 HD SATA3 da 1TB, 7.2 rpm fissi reali, MTBF 1200000 ore, da 2,5" o 3,5"	<ul style="list-style-type: none">Componenti enterprise progettati per uso 24/7Devono essere di tipo non cifrantiL'HD deve essere di tipo 512nValori minimi
Slot liberi per ulteriori HD da 2,5" o 3,5"	1	Valori minimi
Alimentatore	Ridondato e hot-plug, Certificato 80+ o superiore ed opportunamente dimensionato	La parte di alimentazione si intende a carico dell'enclosure che lo contiene come meglio specificato al punto 29.1
Porte di rete	<ul style="list-style-type: none">n.1 porta IB EDR QSFP28 (cfr. par. 24.2.1)n.2 porte Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45n.1 porta Ethernet 10/100/1000 Base-T autosensing RJ45 dedicata all'interfaccia di management	Valori minimi
Porte di IO Management	<ul style="list-style-type: none">n. 1 USB 3.0 Funzionalità di KVM in SW comprensive di redirectione dell'output verso il modulo IPMI comprensivo di relative licenze perpetue se previste	Valori minimi <ul style="list-style-type: none">Il modulo deve essere compatibile con IPMI 2.0 o superioreDeve poter funzionare sia in modalità "shared" che "dedicated"
Numero di oggetti richiesti	4	

Si ricorda che anche i nodi di calcolo afferenti a questo lotto devono essere dotati delle schede Infiniband EDR le cui caratteristiche sono meglio descritte in par. 29.2.1 "Rete InfiniBand EDR".

30.Elementi Migliorativi e Punti Premiali



Il Centro di calcolo HPC@POLITO, pur avendo individuato un set di caratteristiche minime richieste a pena di esclusione per il cluster oggetto della fornitura, ritiene **fondamentale valutare il progetto tecnico proposto dai fornitori** in modo da valorizzare alcuni aspetti migliorativi basandosi sui seguenti obiettivi:

- Migliorare le prestazioni computazionali generali del cluster;
- Facilitare le operazioni di gestione e manutenzione ordinaria del cluster.

Di seguito vengono specificati tutti gli elementi migliorativi oggetto di valutazione tecnica e il loro peso massimo in punti. **Il fornitore è pertanto tenuto a specificare le caratteristiche della propria offerta tecnica relativa ad ognuno degli elementi per i quali propone un upgrade rispetto alle caratteristiche minime** (cfr. par. 29).

30.1. LOTTO 1

30.1.1. Nodi computazionali standard

Punteggio totale per questa sezione: **24 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Espandibilità del sistema: numero di slot per nodi computazionali standard che rimarranno liberi nelle enclosure fornite per ospitare nuovi nodi di calcolo da acquisire successivamente	6	Coefficiente di espandibilità = $1 - \frac{M-N-X}{M}$ Dove: <ul style="list-style-type: none">• X = numero di slot rimasti liberi• N = numero di nodi computazionali standard inclusi nell'offerta (8)• M = numero massimo di nodi computazionali standard previsti (16) Il fornitore aggiunge una singola enclosure: N=8, M=16, X=4 per un valore del coefficiente pari a 0,75 = Punti 3 ; Il fornitore aggiunge due enclosure: N=8, M=16, X=8 per un valore del coefficiente di espandibilità pari a 1 = Punti 6 . Deve essere presente tutto il materiale necessario a connettere l'enclosure ulteriore al resto del sistema (es: cavi di alimentazione)
Aumento potenza computazionale: upgrade a n.2 CPU x86 a 64 bit da 16 core, 2100 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512 , 2 unità FMA, TDP massimo = 125W tipo Intel Xeon Gold 6130	6	L'upgrade delle CPU dovrà essere fatto su tutti i nodi computazionali standard (cfr. par. 29.2.4)
Aumento memoria RAM: upgrade a 384 GB DDR4 2666 MHz Registered ECC	12	L'upgrade della memoria RAM dovrà essere fatto su tutti i nodi computazionali standard (cfr. par. 29.2.4)



30.1.2. Estensioni garanzie

Punteggio totale per questa sezione: **20 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Estensioni della garanzia GRATUITA da 3 a 5 anni per i nodi di management, apparati di rete InfiniBand e apparati di rete Ethernet	6	L'estensione di garanzia deve essere effettuata secondo le stesse modalità descritte in cap. 32
Estensioni della garanzia GRATUITA da 3 a 5 anni anche per tutti i nodi computazionali standard e nodi computazionali GPU oggetto della fornitura	14	L'estensione di garanzia deve essere effettuata secondo le stesse modalità descritte in cap. 32

30.1.3. Efficienza processori dei nodi computazionali standard

Punteggio totale per questa sezione: **10 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Efficienza del singolo nodo di calcolo (Efficiency)	10	Fasce di punteggio: <ul style="list-style-type: none">• 75 < Efficiency <= 78: 2 punti• 78 < Efficiency <= 81: 4 punti• 81 < Efficiency <= 83: 6 punti• 83 < Efficiency <= 85: 8 punti• Efficiency >= 85 : 10 punti

È richiesto che il fornitore fornisca i valori **Rmax** ed **Efficiency** del singolo nodo nella configurazione in oggetto. Per le definizioni formali dei termini utilizzati si faccia riferimento al par. 31.1.

30.1.4. Efficienza processori dei nodi computazionali GPU

Punteggio totale per questa sezione: **10 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Efficienza del singolo nodo di calcolo (Efficiency)	10	Fasce di punteggio: <ul style="list-style-type: none">• 75 < Efficiency <= 78: 2 punti• 78 < Efficiency <= 81: 4 punti• 81 < Efficiency <= 83: 6 punti• 83 < Efficiency <= 85: 8 punti• Efficiency >= 85 : 10 punti

È richiesto che il fornitore fornisca i valori **Rmax** ed **Efficiency** del singolo nodo nella configurazione in oggetto. Per le definizioni formali dei termini utilizzati si faccia riferimento a par. 31.1.

30.1.5. Rete InfiniBand EDR

Punteggio totale per questa sezione: **6 punti**.



CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Raddoppio numero di porte QSFP28 disponibili sulle schede presenti <u>su tutti i nodi</u> afferenti al LOTTO1	6	Tutte le rimanenti caratteristiche così come indicate in par. 29.2.1 sono da mantenersi inalterate Non sono richiesti ulteriori cavi oltre a quelli indicati in par. 29.2.1

30.1.6. Efficienza GPU dei nodi computazionali GPU

Punteggio totale per questa sezione: **4 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Efficienza della singola GPU (Efficiency)	4	Fasce di punteggio: <ul style="list-style-type: none">• $64 < \text{Efficiency} \leq 73$: 1 punto• $73 < \text{Efficiency} \leq 82$: 2 punti• $82 < \text{Efficiency} \leq 91$: 3 punti• $\text{Efficiency} \geq 91$: 4 punti

È richiesto che il fornitore fornisca i valori **Rmax** ed **Efficiency** della singola GPU nella configurazione in oggetto. Per le definizioni formali dei termini utilizzati si faccia riferimento a par. 31.2.

30.1.7. Nodi computazionali GPU

Punteggio totale per questa sezione: **6 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Aumento memoria: upgrade a 32GB HBM2	6	L'upgrade della memoria RAM dovrà essere fatto su tutte le GPU a bordo di tutti i nodi computazionali GPU (cfr. par. 29.2.5)

30.2. LOTTO 2

30.2.1. Nodi computazionali big memory

Punteggio totale per questa sezione: **45 punti**.

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Espandibilità del sistema: numero di slot per nodi computazionali standard che rimarranno liberi nelle enclosure fornite per ospitare nuovi nodi di calcolo da acquisire successivamente	15	Coefficiente di espandibilità = $1 - \frac{M-N-X}{M}$ Dove: <ul style="list-style-type: none">• X = numero di slot rimasti liberi



		<ul style="list-style-type: none">N = numero di nodi computazionali big memory inclusi nell'offerta (4)M = numero massimo di nodi computazionali big memory previsti (8) <p>Il fornitore aggiunge una singola enclosure: N=4, M=8, X=4 per un valore del coefficiente di espandibilità pari a 1 = Punti 15.</p> <p>Deve essere presente tutto il materiale necessario a connettere l'enclosure ulteriore al resto del sistema (es: cavi di alimentazione)</p>
Aumento potenza computazionale: upgrade a n.2 CPU x86 a 64 bit da 16 core, 2100 MHz (turbo escluso), supporto AVX-512 , 2 unità FMA, TDP massimo = 125W tipo Intel Xeon Gold 6130	15	L'upgrade delle CPU dovrà essere fatto su tutti i nodi computazionali standard (cfr. par. 29.2.4)
Raddoppio numero di porte QSFP28 disponibili sulle schede Infiniband presenti su tutti nodi afferenti al LOTTO2	15	Tutte le rimanenti caratteristiche così come indicate in par. 29.2.1 sono da mantenersi inalterate Non sono richiesti ulteriori cavi oltre a quelli indicati in par. 29.2.1

30.2.2. Estensioni garanzie

Punteggio totale per questa sezione: **25 punti.**

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Estensione della garanzia da 3 a 5 anni per tutti i nodi computazionali big memory oggetto della fornitura	25	L'estensione di garanzia deve essere effettuata secondo le stesse modalità descritte in cap. 32

30.2.3. Efficienza nodi computazionali big memory

Punteggio totale per questa sezione: **10 punti.**

CARATTERISTICA IN ESAME	PUNTI MAX.	NOTE
Efficienza del singolo nodo di calcolo (Efficiency)	10	Fasce di punteggio: <ul style="list-style-type: none">75 < Efficiency <= 78: 2 punti78 < Efficiency <= 81: 4 punti81 < Efficiency <= 83: 6 punti83 < Efficiency <= 85: 8 puntiEfficiency >= 85 : 10 punti

È richiesto che il fornitore fornisca i valori **Rmax** ed **Efficiency** del singolo nodo nella configurazione in oggetto. Per le definizioni formali dei termini utilizzati si faccia riferimento a par. 31.1.

31. Collaudo



Tutti i test indicati saranno da eseguire in contraddittorio.

I test dovranno essere effettuati utilizzando **CentOS 7 aggiornata all'ultima minor release disponibile**; a discrezione del fornitore è possibile scegliere se utilizzare lo stack OFED incluso nella distribuzione oppure quello fornito dal produttore della rete InfiniBand. Qualora in fase di consegna non dovesse essere disponibile lo stack OFED fornito dal produttore della rete InfiniBand per l'ultima minor release disponibile di CentOS 7 è possibile utilizzare l'ultima release di CentOS 7 compatibile con l'ultima release disponibile dello stack OFED stesso.

Il fornitore è tenuto ad indicare nel Piano di realizzazione quali versioni del software intende utilizzare. Se il fornitore intende utilizzare versioni meno recenti di quelle indicate occorre che venga fornita opportuna motivazione documentata; il suo utilizzo sarà comunque oggetto di valutazione e approvazione da parte della stazione appaltante.

31.1. Benchmark sintetico HPL CPU-only

La modalità d'esecuzione del test con HPL prevede due fasi: la verifica dei valori indicati per l'efficienza del singolo nodo saranno oggetto della prima fase, in una seconda fase verranno verificate le prestazioni dell'intero cluster.

Brevemente si ricordano alcune definizioni rilevanti così come descritte nella lista di riferimento "Top500" (https://www.top500.org/project/top500_description/):

- **Rmax:** massime prestazioni ottenute nell'esecuzione del benchmark HPL (<https://www.top500.org/project/linpack/>);
- **Rpeak:** picco di prestazioni teorico in doppia precisione, da calcolarsi utilizzando la frequenza in AVX512 mode con turbo mode on e tutti i core attivi, in questa fase è da escludersi il contributo di eventuali GPU presenti sui nodi, il valore di riferimento per ogni tipologia di nodo è indicata nelle caratteristiche minime;
- **Efficiency:** Rmax/Rpeak.

Detti valori saranno verificati in fase di collaudo in contraddittorio tramite il benchmark HPL (<http://www.netlib.org/benchmark/hpl>) con **tutti i parametri a libera scelta del fornitore**. Tale benchmark è scaricabile liberamente senza costi di licenza o limitazione alcuna per effettuare prove e test da parte del produttore/fornitore.

Qualora il benchmark dovesse dare un risultato più basso di quello atteso, sarà consentito al fornitore di provvedere in ogni modo, anche aggiungendo altro HW alla fornitura, affinché si raggiungano le prestazioni dichiarate in fase di offerta evitando la risoluzione contrattuale.

È necessario provvedere alla compilazione del benchmark HPL in fase di collaudo; le librerie e il compilatore utilizzato devono essere prodotti opensource oppure disponibili senza costi aggiuntivi.

È richiesto che venga utilizzata l'ultima release disponibile del benchmark; se il fornitore intende utilizzare versioni meno recenti di quella indicata occorre che venga fornita opportuna motivazione documentata ed il suo utilizzo sarà comunque oggetto di approvazione da parte del personale dell'Ateneo preposto.



È vietato l'uso di librerie e compilatori shareware, con licenza d'uso limitata nel tempo, la cui esecuzione è limitata su specifici host o per specifici utenti.

È consentito l'uso di compilatori e librerie a pagamento solo nel caso in cui la licenza d'uso sia floating e valida per tutto il periodo di validità della garanzia del cluster (36 mesi minimo, 60 in caso di estensione). Il test deve saturare almeno il 90% della memoria RAM disponibile per i nodi dotati di 192GB di memoria RAM, il 95% negli altri casi.

Il test deve essere eseguito con tutti i core sotto carico e con l'HyperThreading disattivato a livello BIOS.

È richiesto che il fornitore includa nel Piano di realizzazione una sezione relativa all'esecuzione del benchmark in oggetto (minimo 2 pagine) in cui siano contenute:

- le motivazioni sui valori scelti per i parametri contenuti nel file HPL.dat per entrambe le fasi del test, in particolare per P, Q, NB e N riferiti ad ogni tipologia di nodo presente
- l'elenco delle librerie e compilatore che si intende utilizzare. Se le librerie e/o il compilatore sono compilate/i da sorgenti devono essere inclusi nel Piano di realizzazione anche i comandi utilizzati per la compilazione delle stesse, il codice sorgente deve essere scaricato dai siti ufficiali dei rispettivi progetti e non devono essere applicate ulteriori patch al codice. Se le librerie e/o i compilatori sono installati da binari è necessario fornire l'url al sito da cui le si è scaricate a meno che i binari non siano inclusi nei repository ufficiali della distribuzione. Se la procedura d'installazione delle librerie e/o del compilatore prevede scelte diverse dal default occorre documentare e motivare la scelta all'interno del Piano di realizzazione
- ogni modifica al file Make.*: in particolare devono essere motivati i valori delle variabili MPdir, MPinc, MPLib, LAdir, LAinc, LAlib, CC, CCFLAGS in esso contenuti
- eventuale machinefile se il test verrà eseguito senza l'ausilio di uno scheduler (in questo caso sarà necessario aggiungerlo all'elenco dei file allegati)
- command-line o script utilizzato per l'avvio del test.

Al Piano di realizzazione è necessario allegare il file HPL.dat, il file Make.* e l'eventuale machinefile.

È richiesto che il fornitore fornisca i valori di Rmax ed Efficiency di ogni tipologia di nodo presente (configurazione CPU standard, CPU big memory e GPU standard [si ricorda che in questa fase occorre escludere il contributo della GPU]). Tali valori verranno validati per ogni nodo presente all'interno della fornitura, il fornitore dovrà risolvere eventuali vizi dell'hardware dei nodi che risulteranno non conformi.

Nella prima fase il benchmark verrà eseguito su ogni nodo di calcolo facente parte della fornitura. Per ogni nodo verranno avviate 3 esecuzioni, se il valore medio ottenuto sarà inferiore al valore dichiarato con una tolleranza al ribasso del 2% il nodo verrà etichettato come non conforme. È concesso di rieseguire una delle 3 esecuzioni per una sola volta, questa possibilità è concessa a discrezionalità della Stazione Appaltante che valuterà ogni singolo caso.

Per passare alla seconda fase occorrerà che eventuali vizi hardware individuati nella fase precedente vengano risolti.

Qualora il LOTTO 1 e il LOTTO 2 risultino aggiudicati a fornitori differenti, l'aggiudicatario del solo LOTTO 2 non dovrà effettuare la seconda fase prevista per questo test.



Nella seconda fase verrà effettuato il benchmark HPL su tutti i nodi della stessa tipologia presenti all'interno del sistema.

Per ogni tipologia di nodo presente verranno avviate 3 esecuzioni del benchmark.

Il test si considera superato quando si otterranno 3 esecuzioni col risultato incluso nella tolleranza del 2% rispetto al valore medio delle 3 esecuzioni avviate fino a quel punto.

Al termine di ogni fase si procederà alla verifica della presenza o meno di errori ECC all'interno della memoria presente sui nodi interessati dal test.

31.2. Benchmark sintetico HPL GPU-only

La modalità d'esecuzione del test con HPL prevede una sola fase: la verifica delle prestazioni di ogni singola GPU presente su ogni nodo di calcolo GPU presente nella fornitura (1 GPU utilizzata a turno per ogni esecuzione fino alla verifica di corretto funzionamento di tutte le GPU presenti sul sistema).

Brevemente si ricordano alcune definizioni rilevanti così come descritte nella lista di riferimento "Top500" (https://www.top500.org/project/top500_description/):

- **Rmax:** massime prestazioni ottenute nell'esecuzione del benchmark HPL;
- **Rpeak:** picco di prestazioni teorico in doppia precisione così come indicato nei datasheet forniti da NVIDIA per le schede V100 SXM2 (<http://www.nvidia.com/content/PDF/Volta-Datasheet.pdf>), il valore di riferimento per la singola GPU è indicata nelle caratteristiche minime;
- **Efficiency:** Rmax/Rpeak.

Detti valori saranno verificati in fase di collaudo in contraddittorio tramite il benchmark HPL con **tutti i parametri a libera scelta del fornitore.**

Il benchmark verrà eseguito su ogni GPU presente su ogni nodo di calcolo GPU facente parte della fornitura.

È richiesto che venga utilizzato HPL fornito da NVIDIA in formato binario almeno in versione 2.1 e compilato con supporto alle GPU della famiglia Volta; è altresì richiesto che venga utilizzato il CUDA Toolkit almeno in versione 9.0 o superiore.

Il test deve saturare almeno il 95% della memoria RAM disponibile a bordo della GPU.

È richiesto che il fornitore includa nel Piano di realizzazione una sezione relativa all'esecuzione del benchmark in oggetto (minimo 2 pagine) in cui siano contenute:

- le motivazioni sui valori scelti per i parametri contenuti nel file HPL.dat in particolare per NB e N, i valori di P e Q **devono** essere impostati a 1.
- l'elenco delle librerie e compilatore che si intende utilizzare. Se le librerie e/o il compilatore sono compilate/i da sorgenti devono essere inclusi nel Piano di realizzazione anche i comandi utilizzati per la compilazione delle stesse, il codice sorgente deve essere scaricato dai siti ufficiali dei rispettivi progetti e non devono essere applicate ulteriori patch al codice. Se le librerie e/o i compilatori sono installati da binari è necessario fornire l'url al sito da cui le si è scaricate a meno che i binari non siano inclusi nei repository ufficiali della distribuzione. Se la procedura d'installazione delle librerie



e/o del compilatore prevede scelte diverse dal default occorre documentare e motivare la scelta all'interno del Piano di realizzazione.

- eventuale machinefile (se necessario), se il test verrà eseguito senza l'ausilio di uno scheduler (in questo caso sarà necessario aggiungerlo all'elenco dei file allegati)
- eventuali variabili d'ambiente d'interesse definite negli script d'esecuzione o nell'environment come ad esempio CPU_CORES_PER_RANK, RANK_PER_NODE, GPU_DGEMM_SPLIT
- command-line o script utilizzato per l'avvio del test.

Al Piano di realizzazione è necessario allegare file HPL.dat, ed eventuale machinefile (se necessario) e altri file modificati.

È richiesto che il fornitore fornisca i valori di Rmax ed Efficiency della tipologia di GPU fornita. Tali valori verranno validati per ogni GPU presente all'interno della fornitura, il fornitore dovrà risolvere eventuali vizi dell'hardware delle GPU che risulteranno non conformi.

Per ogni GPU presente sul nodo in esame verranno avviate 3 esecuzioni (totale 12 esecuzioni per nodo), se il valore medio ottenuto tra le 3 esecuzioni relative alla singola GPU in esame sarà inferiore al valore dichiarato con una tolleranza al ribasso del 5% la GPU verrà etichettata come non conforme. È concesso di rieseguire una delle 3 esecuzioni per una sola volta, questa possibilità è concessa a discrezionalità del personale dell'Ateneo preposto che valuterà ogni singolo caso.

32.Garanzia

Il fornitore, in collaborazione con il costruttore degli apparati, deve prevedere e offrire, **per un periodo pari ad almeno 3 anni (a pena di esclusione) a partire dalla data di accettazione del verbale di collaudo**, un servizio di garanzia che assicuri il mantenimento nel tempo degli apparati in uno stato di funzionamento idoneo allo svolgimento delle funzioni a cui sono preposti.

All'interno dell'offerta tecnico-economica il fornitore dovrà illustrare le modalità di erogazione del servizio di garanzia, che ha per oggetto la manutenzione dei nodi di calcolo (tutte le tipologie), di management (master e login) e degli apparati di rete Ethernet ed InfiniBand per tutti i lotti alla cui assegnazione intende partecipare.

Si specifica che, a pena di esclusione dal procedimento, **il servizio di garanzia dovrà essere quello ufficiale offerto dei costruttori degli apparati.**

Per ciascun apparato dovrà essere sempre possibile stipulare contratti aggiuntivi di assistenza o di estensione della garanzia in Italia con le stesse caratteristiche del servizio di manutenzione minimo richiesto.

Questo servizio dovrà essere disponibile su tutto l'arco delle 24 ore, per 365 giorni l'anno; le comunicazioni col supporto tecnico dovranno essere in lingua italiana e/o inglese.

Nel Piano di realizzazione dovranno essere indicati tutti i punti di contatto col servizio di supporto in particolare per quanto riguarda numero di telefono in Italia e indirizzo email. Il fornitore è altresì tenuto ad



indicare l'organizzazione aziendale secondo il quale il servizio di supporto opera e il workflow operativo che seguono richieste di assistenza.

Il servizio di sostituzione in loco dei componenti guasti e/o mal funzionanti è a carico del fornitore.

Questo servizio prevede l'intervento in loco presso il sito ove sono installati gli apparati oggetto della fornitura di almeno un tecnico specializzato nella tecnologia di questi ultimi. Le operazioni incluse nel servizio sono la fornitura, consegna e installazione di eventuali parti di ricambi in sostituzione di quelle difettose o guaste.

Il fornitore inoltre dovrà poter consentire all'Ateneo, in maniera diretta o preferibilmente attraverso il costruttore degli apparati, il download del firmware e del software di gestione degli apparati, delle relative patch e della opportuna documentazione.

Il servizio di garanzia e manutenzione degli apparati erogato dal fornitore, in collaborazione con il costruttore, dovrà essere così strutturato:

CARATTERISTICA	LIVELLO DI SERVIZIO MINIMO RICHIESTO
Servizio di garanzia	NBD - Next Business Day
Copertura del servizio	24x7x365
Classe di intervento	On Site
Presenza in carico della chiamata	immediata
Durata del servizio	Minimo 3 anni o superiore

33. Struttura dell'offerta tecnica

Con lo scopo di garantire una disamina coerente, imparziale e rapida della documentazione, l'offerta dovrà essere formulata conformemente alla struttura di massima di seguito riportata, rispettando sequenza e contenuto. La descrizione delle caratteristiche tecniche, ove possibile, dovrà essere effettuata per punti o tabelle sintetiche.

Il fornitore che volesse concorrere all'assegnazione di uno solo dei due lotti non è tenuto a includere nella trattazione i punti non relativi al lotto di suo interesse, è tuttavia obbligato a trattare i punti condivisi (es: enclosure).

Struttura di massima dell'offerta:

1. Introduzione
2. Progetto tecnico generale
3. Modello di riferimento del cluster
4. Progetto tecnico delle enclosure
5. Caratteristiche minime
 - a. Rete InfiniBand
 - b. Rete Ethernet
 - c. Nodo di management
 - d. Nodi computazionali standard



- e. Nodi computazionali GPU
 - f. Nodi computazionali big memory
 - g. Armadio rack ed espandibilità
6. Elementi Migliorativi e Punti Premiali
- a. Efficienza nodi computazionali standard
 - b. Efficienza nodi computazionali GPU
 - c. Efficienza nodi computazionali big memory
 - d. Efficienza GPU dei nodi computazionali GPU
 - e. Estensioni garanzie
 - f. Rete InfiniBand EDR
 - g. Nodi di calcolo CPU standard
 - h. Nodi di calcolo big memory
 - i. Nodi di calcolo GPU
7. Garanzia
8. Modalità di fornitura e installazione

Il fornitore dovrà descrivere il numero e le caratteristiche degli apparati offerti e come essi si conformano con le specifiche minime richieste dal presente Capitolato Tecnico.

In particolare il fornitore dovrà evidenziare ogni elemento migliorativo offerto rispetto alle specifiche tecniche minime richieste.

34.Modalità di fornitura e installazione

Il servizio di consegna ed installazione dovrà essere erogato dal fornitore o dal produttore, attraverso personale specializzato, presso la sala server di HPC@POLITO. Tutte le attività si intendono **comprehensive di ogni onere relativo al trasporto, facchinaggio, consegna al piano interrato, posa in opera, asporto dell'imballaggio e di qualsiasi altra attività ad esse strumentale**. Il fornitore, inoltre, dovrà dotarsi di mezzi opportuni e/o di quanto altro necessario a trasportare, scaricare e a collocare la fornitura nella suddetta sala.

Il fornitore garantirà, durante tutte le fasi di lavorazione, il rispetto delle normative vigenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Le modalità di fornitura e installazione sopra indicate sono da seguirsi anche nel caso in cui il fornitore si sia aggiudicato uno solo dei due lotti oggetto della fornitura.

34.1. Piano di realizzazione

Nei 15 gg solari successivi alla stipula contrattuale il fornitore deve presentare il Piano di realizzazione della fornitura conforme nei tempi e modi a quanto stabilito nel presente capitolato (cfr. par. 34.3).



Qualora il LOTTO 1 e il LOTTO 2 risultino aggiudicati a fornitori differenti ognuno dovrà preparare il Piano di realizzazione per il lotto di cui è risultato aggiudicatario.

Il fornitore dovrà fornire tutti gli elementi utili per valutare nel suo complesso il processo di consegna, installazione e il collaudo che metterà in atto per consegnare nei termini richiesti la fornitura offerta, pertanto dovranno essere indicate le attività realizzative previste e i relativi tempi di attuazione.

È richiesto che vengano dettagliate:

- il work flow aziendale che descriva come sarà strutturato il processo di consegna e installazione nelle sue varie fasi (es. attività propedeutiche, realizzazione, consegna, installazione e collaudo);
- le strategie che verranno adottate per rispettare i termini di consegna del presente capitolato e recuperare i possibili ritardi dovuti a imprevisti;
- **descrizione dell'allestimento del rack** (comprensiva di uno **schema con la posizione di ogni componente**), è necessario concordare lo schema col committente;
- I **dati impiantistici complessivi** della fornitura (assorbimento elettrico, dissipazione termica, ecc.);
- foglio di calcolo in formato Excel o CSV in cui saranno indicati i MAC address di ogni interfaccia di rete Ethernet e di management presenti sui server facenti parte della fornitura, deve essere indicato in maniera chiara a quale dei server oggetto della fornitura il dato si riferisce;
- la descrizione delle procedure di collaudo così come descritte nel par. 31, in particolare è richiesto di descrivere la modalità d'esecuzione di HPL CPU, HPL GPU così come descritta nel par. 31. Dovranno essere allegati eventuali file richiesti (cfr. par. 31).

Durante tutta la fase esecutiva di consegna, installazione e collaudo della fornitura, verrà condotto da parte del Direttore dell'esecuzione del contratto un monitoraggio costante dello stato di avanzamento dell'attività, allo scopo di verificare che il fornitore rispetti le varie scadenze temporali e le modalità di consegna, installazione e collaudo definite nel presente capitolato.

Il fornitore all'atto della consegna delle apparecchiature, dovrà fornire tutti i manuali in italiano o inglese delle apparecchiature fornite in formato elettronico, dovrà fornire anche un inventario, sia cartaceo che elettronico (con: tipo/modello/seriale/configurazione/consumi elettrici) della fornitura. Dovrà altresì consegnare tutti gli eventuali accessori previsti e non assemblati all'interno del rack.

Il fornitore dovrà indicare all'interno del Piano di realizzazione:

- un punto di contatto unico, nominativi delle persone di riferimento compresi, per le questioni amministrative;
- un punto di contatto unico, nominativi delle persone di riferimento compresi, per le problematiche e l'organizzazione del sopralluogo ispettivo;
- un punto di contatto unico, nominativi delle persone di riferimento compresi, per le problematiche di consegna e installazione;
- un punto di contatto unico, nominativi delle persone di riferimento compresi, per le problematiche tecniche.



34.2. Sopralluogo ispettivo

Il fornitore affidatario **deve** effettuare un sopralluogo ispettivo al fine di valutare in autonomia le infrastrutture offerte dalla sala server ospitante. Esso potrà essere svolto prima della consegna del Piano di Realizzazione, prendendo contatto con i referenti del Centro di calcolo (mail: hpc.dauin@polito.it; telefono: +39 011 090 7051) in modo da fissare la data del sopralluogo con almeno 2 gg lavorativi di anticipo rispetto alla data desiderata.

Il fornitore che risulti aggiudicatario del solo LOTTO 2 non è tenuto ad effettuare sopralluogo ispettivo.

In particolare il fornitore dovrà:

1. Eseguire un sopralluogo durante il quale dovranno essere raccolte tutte le informazioni propedeutiche alla consegna e installazione presso la sede. La necessità di dovere eseguire ulteriori sopralluoghi dovrà essere debitamente motivata dal fornitore.
2. Il fornitore dovrà inviare entro 2 giorni lavorativi dallo svolgimento il verbale di sopralluogo con tutte le informazioni rilevanti:
 - a. scopo del sopralluogo;
 - b. dettagli della sede;
 - c. nome, cognome, recapito telefonico del personale del fornitore;
 - d. nome, cognome, recapito telefonico del personale dell'Ateneo che ha seguito il sopralluogo;
 - e. esito del sopralluogo: in caso di esito negativo dovranno essere evidenziate tutte le criticità emerse e proposte le eventuali azioni correttive;
 - f. firma per accettazione del personale della sede che ha seguito il sopralluogo;
 - g. al verbale di sopralluogo potrà essere allegata eventuale documentazione rilevante (es: documentazione fotografica, ecc.).

Obiettivo dei sopralluoghi sarà l'ottimizzazione della logistica inerente alla consegna, installazione e collaudo delle apparecchiature oggetto della fornitura e valutazione di tutte le possibili interferenze in osservanza alle vigenti leggi sulla sicurezza dei luoghi di lavoro.

34.3. Tempistica generale

È richiesto che la procedura di consegna sia strutturata nelle seguenti fasi:

1. **Sopralluogo ispettivo:** da effettuarsi secondo le specifiche indicate in par. 34.2 necessariamente prima della consegna del Piano di realizzazione;
2. **Presentazione Piano di realizzazione:** entro 15 gg solari a partire dalla data dell'ordine;
3. **Consegna e installazione della fornitura:** entro 45 gg solari a partire dalla data dell'ordine;
4. **Collaudo della fornitura:** entro 15 gg solari a decorrere dalla data di consegna della fornitura seguirà un periodo di collaudo, della durata massima di 5 gg solari, che terminerà con la sottoscrizione del verbale di collaudo in contraddittorio con il fornitore. Le specifiche relative al collaudo sono dettagliate in par. 31. Nel caso di esito positivo del collaudo, la data del suddetto



verbale verrà considerata quale data di accettazione fornitura. Nel caso di esito negativo del collaudo il fornitore dovrà eliminare i vizi accertati entro quindici (15) giorni solari, pena l'applicazione delle penali;

5. **Adeguamento della fornitura in caso di collaudo negativo:** 15 gg solari dalla comunicazione del verbale di collaudo con esito negativo.



Sezione III – Criterio di aggiudicazione

35. Ripartizione tecnico-economica e metodo di formazione della graduatoria

L'appalto di cui al presente CSO sarà aggiudicato, secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'art. 95 del D. Lgs. 50/2016, individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo nonché dei punteggi e dei parametri sotto indicati:

PUNTEGGIO MAX	
Valutazione Tecnica	80 / 100
Valutazione Economica	20 / 100

La graduatoria della gara sarà stilata utilizzando il metodo aggregativo-compensatore, mediante la seguente formula:

$$C^i = W_t * V_t^i + W_e * V_e^i$$

dove:

C^i = punteggio totale di valutazione dell'offerta del concorrente iesimo;

W_t = punteggio massimo attribuibile all'elemento tecnico

V_t^i = coefficiente di valutazione dell'elemento tecnico dell'offerta del concorrente iesimo

W_e = punteggio massimo attribuibile all'elemento economico;

V_e^i = coefficiente di valutazione dell'elemento economico dell'offerta del concorrente iesimo

36. Valutazione offerta tecnica

I requisiti tecnici minimi richiesti a pena di esclusione, gli elementi tecnici oggetto di valutazione premiale, i criteri di attribuzione dei punteggi tecnici e la graduazione dei medesimi punteggi, sono elencati nella sezione II del presente CSO.

A seguito della valutazione dei singoli elementi tecnici premiali, il punteggio tecnico provvisorio ottenuto da ogni operatore economico concorrente, risultante dalla somma dei punteggi attribuiti ai singoli elementi tecnici premiali, verrà trasformato nel coefficiente di valutazione dell'offerta tecnica, variabile tra 0 e 1, mediante l'operazione di riparametrazione sintetizzata nella seguente formula:

$$V_t^i = P_{tp}^i / P_{tp}^{MAX}$$

dove:

V_t^i = punteggio definitivo relativo all'elemento tecnico dell'offerta del concorrente iesimo

P_{tp}^i = punteggio provvisorio relativo all'elemento tecnico dell'offerta del concorrente iesimo

P_{tp}^{MAX} = punteggio provvisorio più alto ottenuto dagli operatori economici concorrenti con riferimento all'elemento tecnico dell'offerta.



Il punteggio tecnico definitivo attribuito all'offerta del concorrente *i*esimo verrà calcolato moltiplicando il coefficiente di valutazione dell'offerta tecnica per il punteggio massimo attribuibile all'elemento tecnico.

37.Valutazione offerta economica

Il coefficiente di valutazione dell'offerta economica del concorrente *i*esimo, variabile tra 0 e 1, sarà calcolato sulla base della seguente formula:

- per $R_i \leq R_{soglia}$: $V_{e(i)} = X * R_i/R_{soglia}$
- per $R_i > R_{soglia}$: $V_{e(i)} = X + (1-X) * [(R_i-R_{soglia})/(R_{max}-R_{soglia})]$

dove:

- $V_{e(i)}$ = indice di valutazione dell'offerta economica del concorrente *i*esimo
- R_i = valore del ribasso offerto dal concorrente *i*esimo
- R_{soglia} = media aritmetica dei ribassi offerti dai concorrenti
- $X = 0,90$

Il punteggio economico attribuito all'offerta del concorrente *i*esimo verrà calcolato moltiplicando il coefficiente di valutazione dell'offerta economica per il punteggio massimo attribuibile all'elemento economico.