



Il centro HPC ai LNGS dalla visione alla progettazione e realizzazione

Sandra Parlati a nome del Servizio di Calcolo e Reti dei LNGS

Workshop sul Calcolo nell'INFN – La Biodola 27 maggio 2025

Calcolo per gli esperimenti e calcolo HPC

- Ai LNGS presenti infrastrutture di calcolo per gli esperimenti: sia gestite dal Servizio di calcolo e Reti dei LNGS che dagli esperimenti stessi.
- Per 30 anni il CED e la rete dei LNGS sono cresciuti in funzione delle necessità di calcolo degli esperimenti
- Dal 2022 una nuova infrastruttura di calcolo dedicata alla ricerca sulla resilienza ai disastri naturali e di origine umana si affianca al calcolo degli esperimenti.
- HPC4DR progetto delle regioni del centro Italia Abruzzo, Marche, Molise



Nel 2022 circa 400 server (5 rack, potenza circa 160kW) del cluster galileo del CINECA ceduti all'INFN:

Necessario adeguare gli impianti di alimentazione e condizionamento del CED:

Opportunita' per creare un'infrastruttura in grado di ospitare ulteriori risorse in previsione di una crescita dei LNGS nel panorama del calcolo INFN e regionale



L'opportunità offerta dal PNRR ICSC

Attività INFN



Spoke 0 Infrastructure (INFN co-leader)

Hardware Tier-1 e Tier-2	30.0 M€
Hardware INFN cloud	10.0 M€
Hardware Tier-1 HPC4DR ai LNGS (per spoke 5 -Env.)	5.0 M€
Hardware Tier-1 ESA ai LNF (per spoke 2)	5.0 M€
Personale strutturato (incl. costi indiretti)	1.0 M€
Personale a tempo determinato (incl. costi indiretti)	5.2 M€

Spoke 2 Fundamental Research & Space Economy (INFN leader)

Personale strutturato (incl. costi indiretti)	1.4 M€
Personale a tempo determinato (incl. costi indiretti)	1.1 M€

- Acquisizione di nuove risorse di calcolo, rete e storage
 - Curata dal servizio di Calcolo e reti dei LNGS
- Upgrade del CED
 - Curato dalla Divisione Tecnica dei LNGS (RUP: Goretti, DEC: Cappelli)
- Accordo con GARR per l'installazione di 2 PoP
 - laboratori esterni
 - laboratori sotterranei
- Upgrade del collegamento al GARR a 100Gb/s

Fase 1: Un prototipo di cluster HPC funzionante

- Il primo nucleo del futuro cluster HPC, finanziato dai LNGS e da ICSC e' operativo da ottobre 2023
- E' compatibile con gli attuali impianti a servizio del CED
- Inserito nell'infrastruttura **Datacloud** dell'INFN
- Ha dimostrato la capacita' dei LNGS di gestire risorse HPC e di supportare comunita' scientifiche (es. HPC4DR e ICSC Hammon)
- [Presentazione al workshop del calcolo INFN 2023](#)
- Pubblicazioni, cicli di seminari <https://www.youtube.com/watch?v=byEUBORVmGA> sull'attivita' di ricerca svolta sul primo nucleo del cluster HPC



CONSORZIO HPC4DR
High-Performance Computing for Disaster Resilience

Esperienze e applicazioni dell'HPC

*Terremoti Storici •
Eventi atmosferici e di precipitazione intensa •*

12 dicembre 2024 | ore 16:15

Università degli Studi dell'Aquila

Polo universitario Coppito 0

Aula A0.2 - Edificio Turing - L'Aquila

Info: hpc4dr@gmail.com



Fase 2: completamento del cluster HPC

- Realizzazione dell'upgrade del CED: creazione di un'isola a contenimento in grado di ospitare 15 rack
- Riposizionamento del cluster attuale (fase 1) nell'isola
- Accensione di circa 300 server del cluster Galileo CINECA
- Installazione di server, storage, libreria di nastri, concentratori di rete acquistati (con fondi PNRR) e non ancora installati

Cercando di minimizzare il tempo di down del cluster attuale e le interferenze con i servizi informatici generali e il calcolo degli esperimenti

Progetto di upgrade del CED

Upgrade del CED: creazione di un'isola a corridoio freddo in cui ospitare 15 rack per il calcolo HPC per una potenza totale di 360KW

Adeguamento edile: consolidamento pavimento flottante per sopportare il peso dei rack HPC

Realizzazione di una rete di distribuzione UPS ridondata per l'isola HPC e integrata con l'attuale distribuzione elettrica del CED;

Installazione di **2 UPS modulari in ridondanza**, ognuno costituito da 8 moduli da 50KW

Realizzazione di un sistema di climatizzazione per l'isola a corridoio freddo, tramite sistemi a rack, e per il locale UPS.

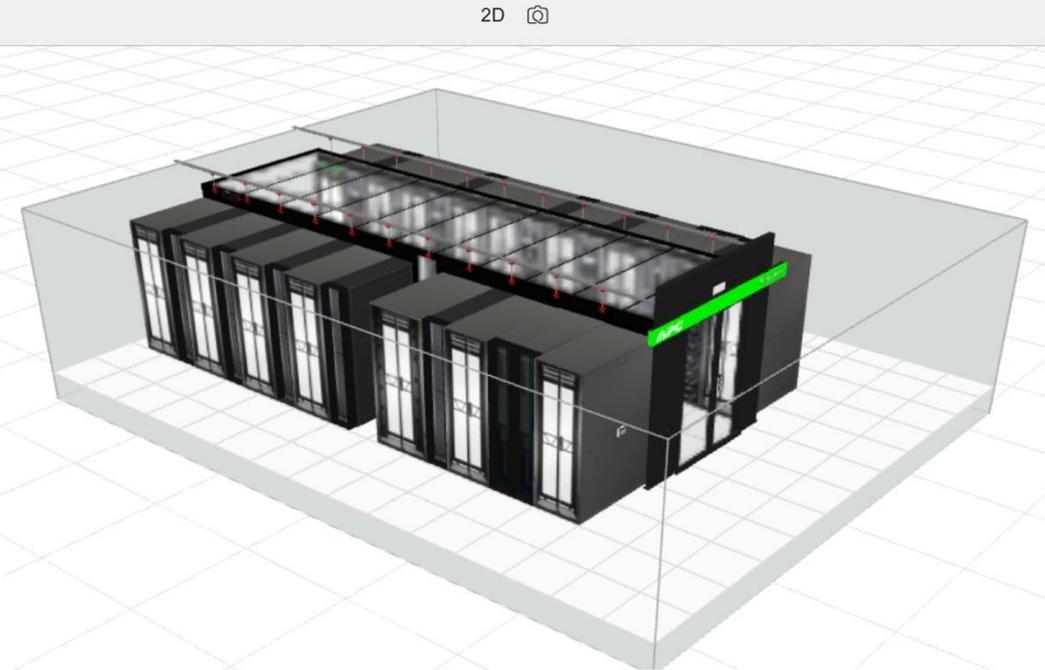
Installazione di un nuovo chiller **free cooling** dedicato all'isola HPC; l'impianto sarà progettato per sfruttare l'anello di raffreddamento generale dei LNGS come backup.

Realizzazione di una nuova cabina elettrica, di tipo prefabbricato, dedicata prevalentemente all'isola HPC e collegamento della cabina al quadro di Media tensione dei Laboratori esterni.

Integrazione degli impianti sul sistema di Supervisione e Controllo.

Progetto di upgrade del CED

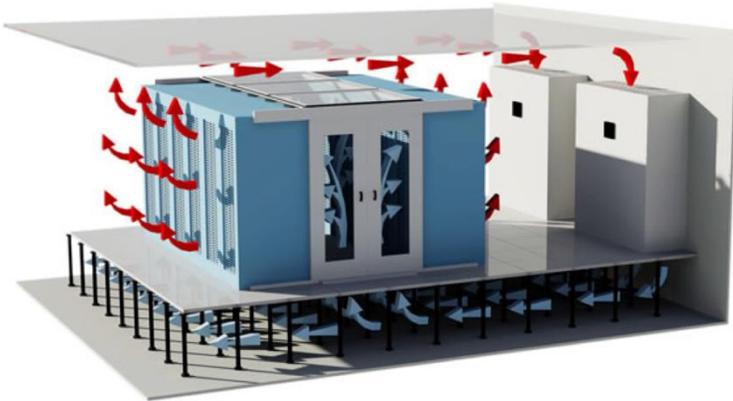
- No sorgente ridondata di alimentazione, ma 2 UPS da 400kW ciascuno in ridondanza
- Autonomia di 8minuti di ogni singolo UPS a pieno carico
- Sistema di raffreddamento dedicato ma ridondato
- Chiller free cooling «temperature al di sotto di 14°C permettono al gruppo frigo di iniziare a sfruttare il Free Cooling andando ad abbassare la potenza necessaria al suo funzionamento fino ad arrivare a 0°C dove il gruppo frigo spegne completamente i compressori e riesce a gestire il carico totalmente in Free Cooling»
- Scelta del sistema di raffreddamento (T=15 °C) compatibile con gruppo frigo generale dei LNGS, che agisce da backup
- 9 Rack (L 60cm e 75cm, P 120cm) forniti dal produttore dell'isola, 6 rack CINECA



	Potenza con T esterna=-15°C	Potenza con T esterna=0°C	Potenza con T esterna=10°C	Potenza con T esterna=30°C
Valore PUE	1,15	1,17	1,23	1,40

PUE per i soli carichi HPC

LNGS situati a 1000m slm e temperature medie per buona parte dell'anno inferiori 15 °C



- La disponibilita' di un data center con adeguati impianti di alimentazione e raffreddamento ha attratto risorse dall'Universita' dell'Aquila: [accordo INFN-UnivAQ per ospitare l'infrastruttura di calcolo del progetto SoBigData](#).
 - Il data center di SoBigData sara' ospitato ai LNGS, gestito da UnivAQ, con una propria rete, propri indirizzi IP e un proprio collegamento alla rete GARR.
 - La presenza del PoP GARR facilita la connessione del datacenter SoBigData completamente sepatata da quella dei LNGS
 - Sono in corso accordi con il [GSSI dell'Aquila](#) per l'inserimento di risorse HPC di proprieta' GSSI nel cluster HPC dei LNGS
-
- Nella progettazione dei rack all'interno dell'isola si e' tenuto conto delle risorse di UnivAQ: 21 server e 7 apparti di rete disposti in 3 rack

Data Center layout

PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - MISSIONE 4 - COMPONENTE 2 - INVESTIMENTO 1.4 - Progetto Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing (ICSC)

Relazione generale

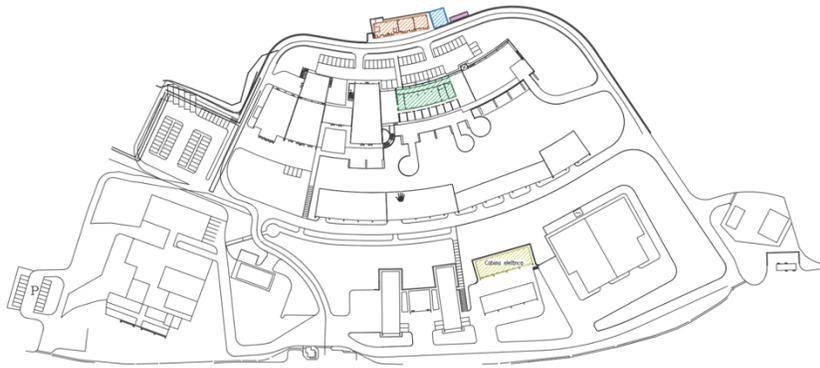
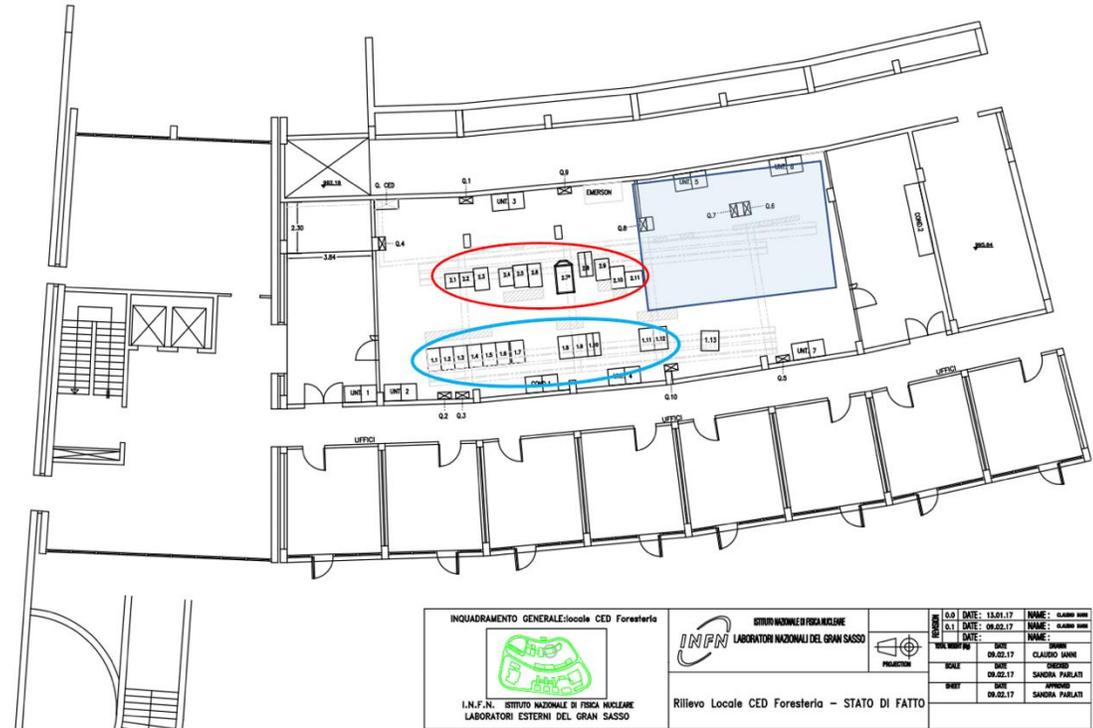


Fig. 1 – Inquadramento edifici oggetto di intervento laboratori esterni



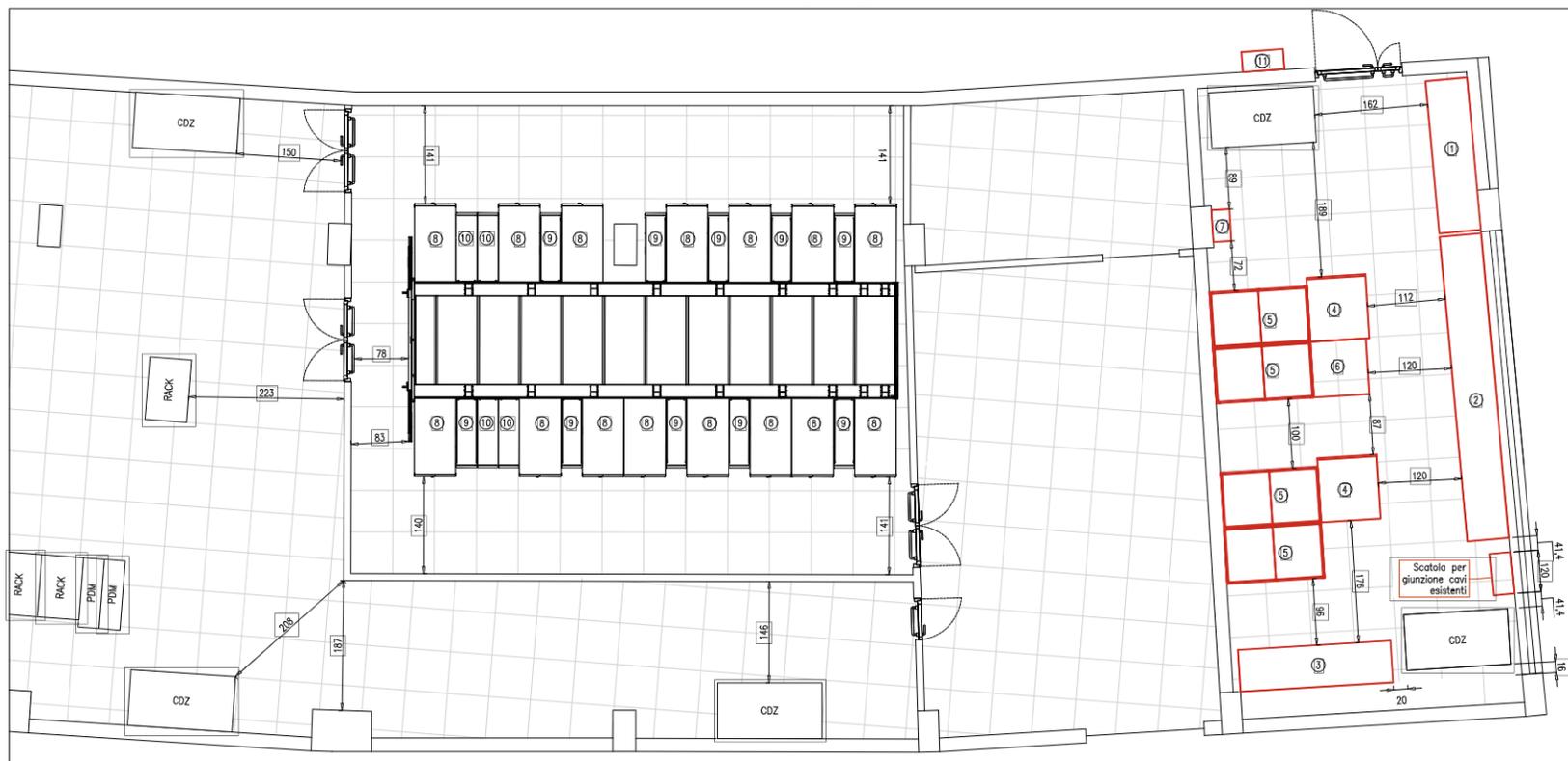
10 rack rete e servizi generali

12 rack calcolo scientifico ed esperimenti

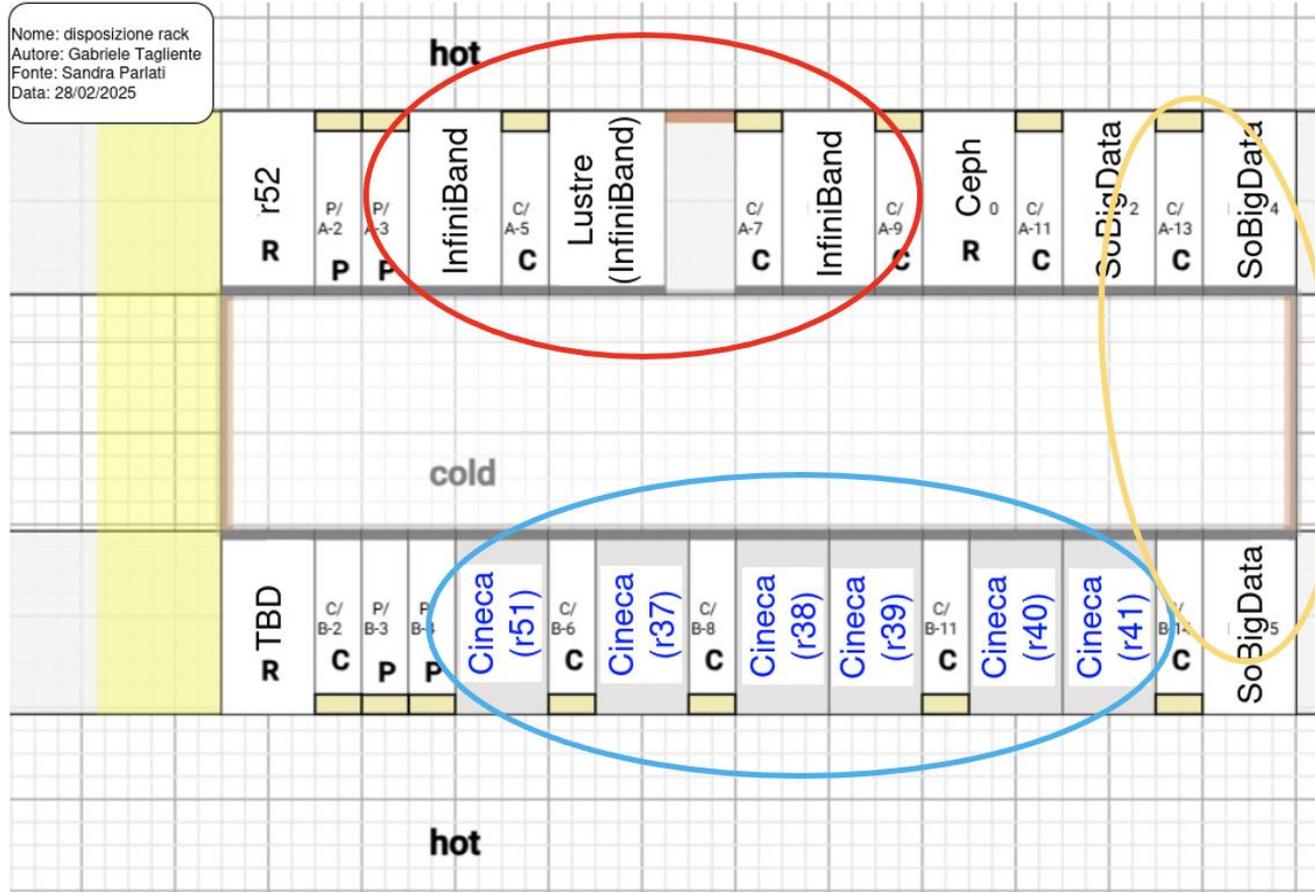
INQUADRAMENTO GENERALE: locale CED Forestiera  I.N.F.N. ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE LABORATORI ESTERNI DEL GRAN SASSO	ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO		CO.D. DATE: 13.01.17 NAME: claudio sime
			CO.1. DATE: 08.02.17 NAME: claudio sime
Rilievo Locale CED Forestiera – STATO DI FATTO		PROIEZIONE	CO.D. DATE: 13.01.17 NAME: claudio sime CO.1. DATE: 08.02.17 NAME: claudio sime CO.2. DATE: 08.02.17 NAME: SANDRA PARLATI CO.3. DATE: 08.02.17 NAME: SANDRA PARLATI

Layout dell'isola

STATO DI PROGETTO
Layout apparecchiature
(scala 1:50)

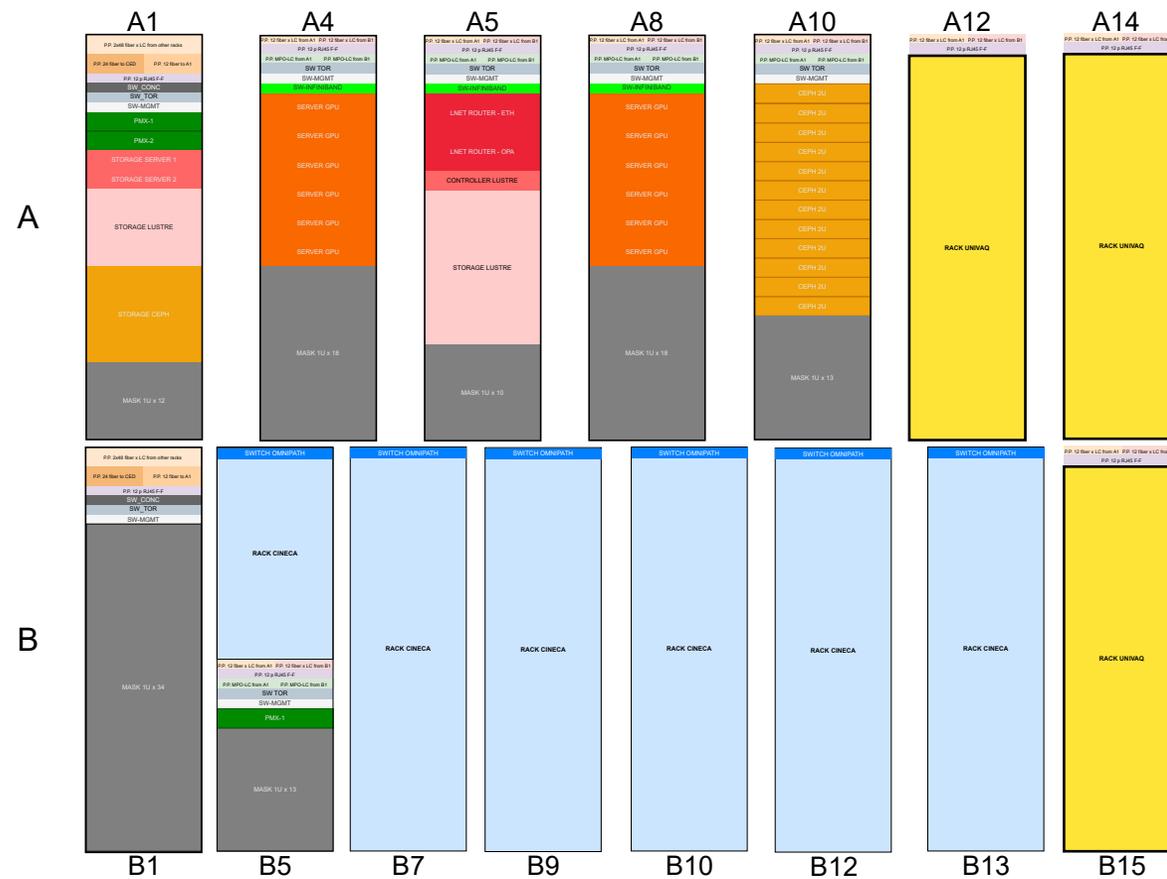


Layout dell'isola: disposizione rack



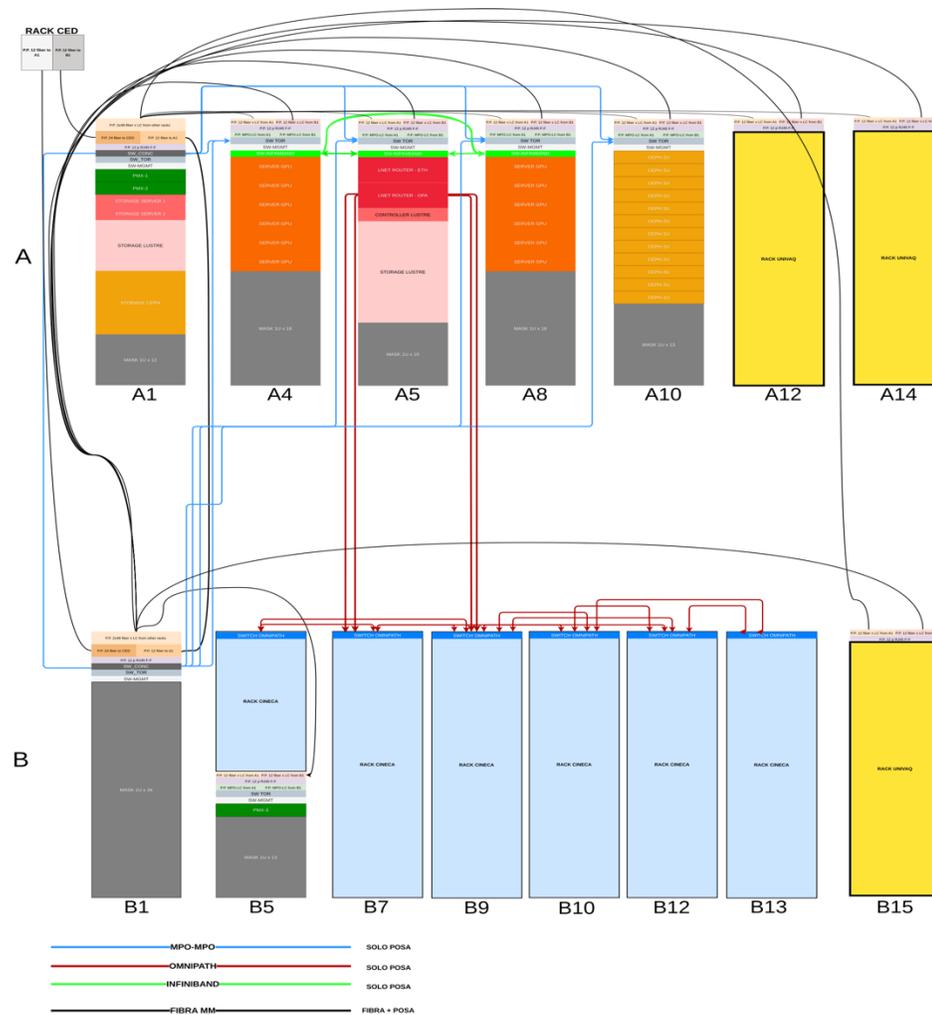
- Rack con rete **Infiniband**
- Rack con rete **Omnipath**

Layout dell'isola: disposizione apparati



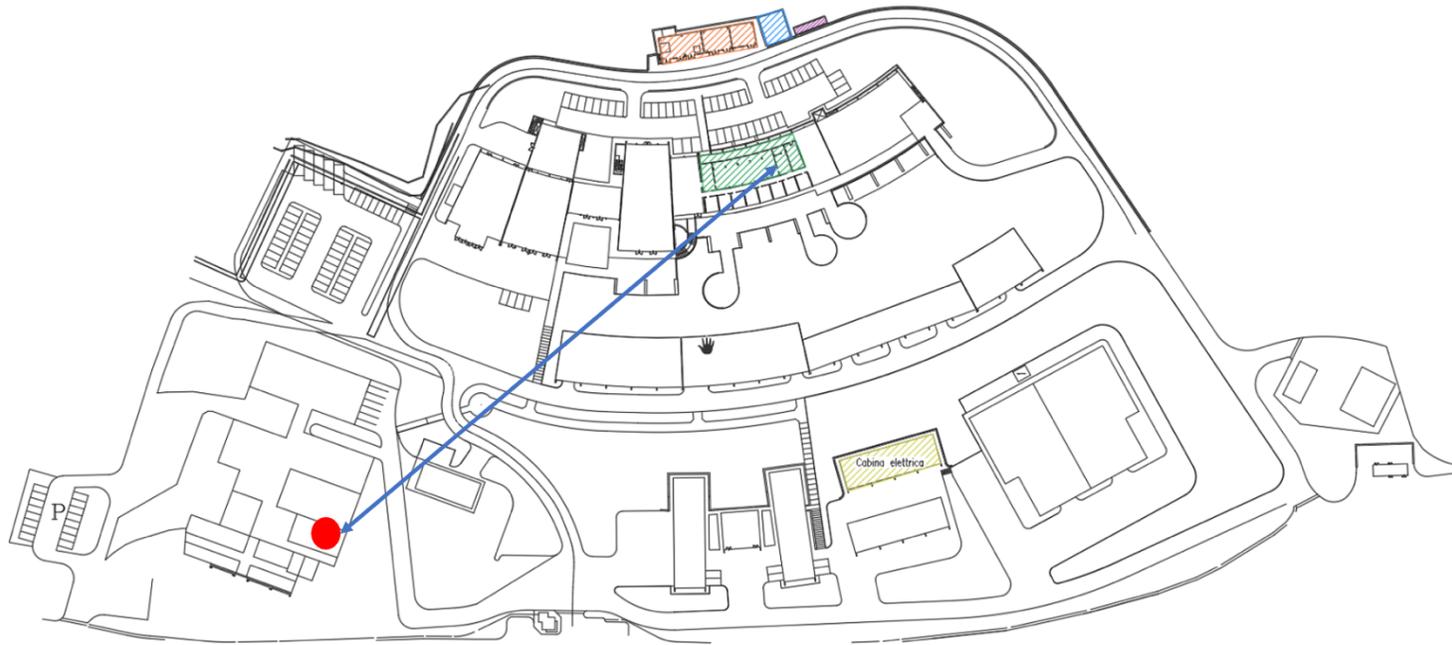
- Progetto della disposizione degli apparati nei rack

Layout dell'isola: cablaggio



- Ogni rack cablato in fibra SM,MM,MPO
- 2 concentratori ethernet sui due rack capofila
- cablaggio di ogni rack verso i due capofila per ridondanza.
- Rete e switch di management
- Ordine per cablaggio dei rack in via di preparazione

Backup su nastro dei dati del cluster HPC



- Rete ethernet del cluster HPC estesa ad un CED dislocato in un altro edificio(sala router)
- Libreria di nastri (200 nastri LTO9) per backup dati del cluster HPCacquisita con fondi ICSC e posizionata nella sala router
- Riduzione del rischio perdita dei dati

Dalla progettazione alla realizzazione

- Progetto esecutivo a marzo 2024
- Gara per i lavori di realizzazione conclusa ad Agosto 2024
consegna dei lavori 3 febbraio 2025; data **ultimazione lavori 3 ottobre 2025**
- Economie di gara importanti ma disponibili solo a febbraio 2025! Altre gare in attesa per mesi di questi fondi.
- Tempi lunghi per rilascio autorizzazione paesaggistica per la costruzione della cabina elettrica (siamo in un parco naturale!)



- I lavori sono cominciati!
- Metà CED e' area di cantiere e inaccessibile

Febbraio 2025:

- Lavori edili per la sostituzione del pavimento flottante e costruzioni pareti dell'isola



Dalla progettazione alla realizzazione

Maggio 2025

- Ristrutturazione del locale UPS
- Installati 2 UPS temporanei; il passaggio agli UPS temporanei non ha richiesto uno shutdown totale del CED
- La predisposizione dell'impianto di condizionamento generale ha comportato spegnimento totale (3 ore) e parziale (4 giorni) del condizionamento del CED



Dalla progettazione alla realizzazione

In magazzino:

- Rack CINECA
- Consegna, collaudo stoccaggio di server e apparati di rete INFN
- Rack e server SoBigData
- Consegna, collaudo e stoccaggio di server GSSI

Fine 2025: installazione dell'isola HPC



Installazione dei PoP GARR

- Settembre 2023 Accordo tra INFN e GARR per l'installazione di due PoP , AQ04 ai lab esterni e AQ05 ai lab sotterranei, collegati tra loro
- Sopralluoghi con GARR per definire i siti che ospitano i due PoP
- Sopralluoghi con TIM e Sirti per il passaggio delle fibre
- Autorizzazioni da SPP LNGS e "Strada dei Parchi" per l'accesso dei mezzi e la posa delle fibre in galleria A24 e ai lab sotterranei
- NO introduzione sostanze (es. schiume ignifughe) non autorizzate ai lab sotterranei
- Febbraio 2025: posa delle fibre ai lab sotterranei
- Maggio 2025: collaudo delle fibre

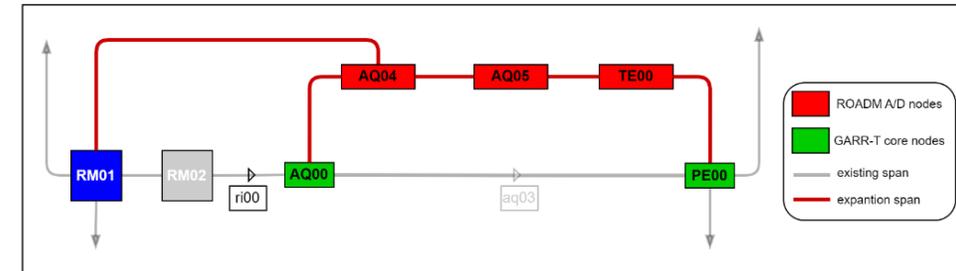
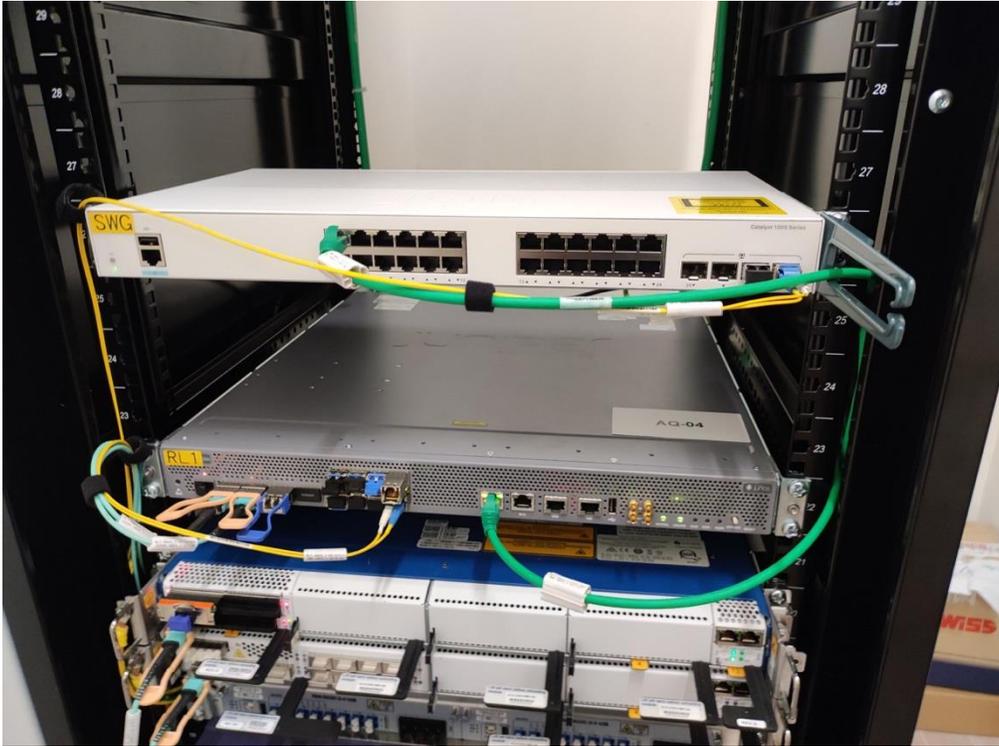


Figura 7: Schema topologico rete in Abruzzo

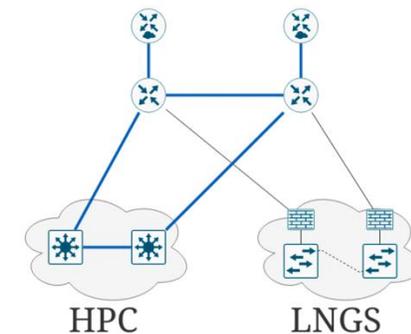
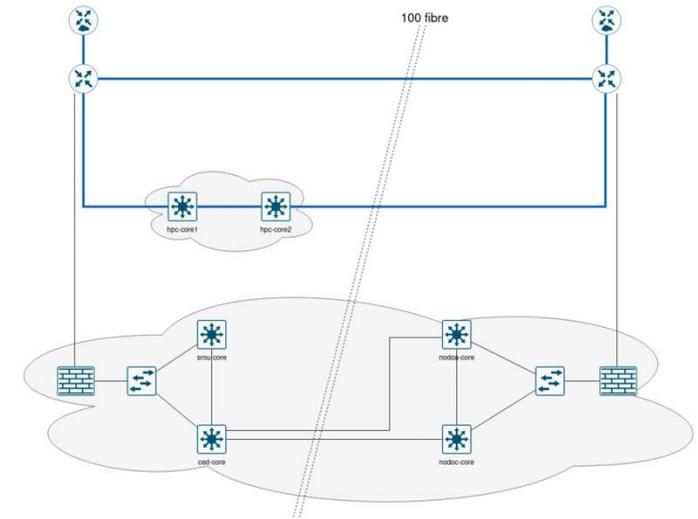


Installazione dei PoP GARR



Collegamenti ai PoP GARR

- Rete HPC e rete LNGS entrambe collegate ai 2 PoP GARR per aumentare l'affidabilità del collegamento
- Acquisizione di **2 router** e ottiche da parte dell'Università dell'Aquila per LNGS in base all'accordo per SoBigData
- Rete del datacenter SoBigData collegata al PoP AQ4 ai lab esterni con propri apparati e propri indirizzi IP.



Nei prossimi mesi: progettare le fasi di **migrazione delle risorse all'isola HPC** e l'installazione delle nuove risorse, minimizzando l'impatto sugli utenti

Da inizio 2026 cluster HPC al completo ed **entrata in produzione** del cluster, supporto alle comunità scientifiche, accounting delle risorse, accordi per la condivisione delle risorse, etc

Valutazione dei costi per l'alimentazione del cluster HPC (costi convenzione consip «Energia elettrica per le PA»)

Costruzione di nuovi edifici dei LNGS in un'area adiacente ai laboratori esterni: valutazione in corso di un **nuovo data center** in cui spostare il cluster HPC pensato per essere di maggiore capacità, più moderno e più sostenibile.