



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



LNGS: dal nuovo centro HPC all'arrivo di GARR-T

Gianluca Ciaglia

Workshop Garr 2025

3/11/2025

LNGS

- I LNGS sono uno dei 4 laboratori nazionali dell'INFN
- Il più grande laboratorio underground al mondo per la ricerca di neutrini, dark matter, fisica nucleare e astrofisica
- **Non solo Fisica!** Informatica e Tecnologie digitali sono essenziali in tutte le fasi degli esperimenti
- Da 30 anni le infrastrutture di calcolo e rete sono in continua evoluzione, modellandosi in base alle esigenze degli esperimenti
- In sinergia con sedi INFN e progetti tecnologici nei campi HPC, HTC e Cloud.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

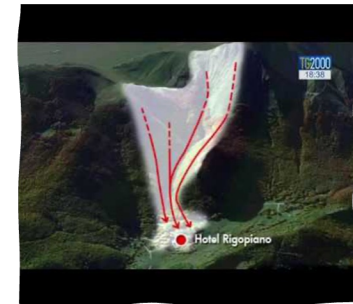


Ministero
dell'Università
e della Ricerca



L'idea dell'infrastruttura HPC ai LNGS

- Nel 2020 nasce l'idea di un centro di competenza sui disastri naturali e antropici, supportato da infrastrutture di calcolo ad alte prestazioni.
- Eseguito uno studio di fattibilità e analisi costi per un centro HPC dedicato ai disastri.
- Nasce HPC4DR: i futuri membri scelgono i LNGS come sede dell'infrastruttura HPC per:
 - Datacenter già operativo.
 - Personale esperto e qualificato.
 - Struttura idonea (servizi tecnici, uffici, guardiania, mensa).
 - Connessioni GARR veloci e ridondanti.





Nel 2020 nasce l'idea dell'infrastruttura HPC ai LNGS

- A gennaio 2022 è stato firmato l'accordo tra INFN e CINECA per la cessione gratuita di **400 server di calcolo** (circa 14000 core) interconnessi da una rete Ominipath a 100Gb/s.
- Ad aprile 2022 i nodi sono stati consegnati ai LNGS
- I LNGS hanno messo a disposizione fondi per acquistare nuovi server e creare il primo nucleo della futura infrastruttura HPC
- Inizialmente sono stati installati 100 nodi nel ced LNGS.



Nel 2023 il primo nucleo dell'infrastruttura HPC è in funzione



In occasione della
Giornata internazionale per la
riduzione del rischio di disastri
promossa dalle Nazioni Unite

CONSORZIO HPC4DR

High Performance Computing for Disaster Resilience

13 ottobre 2023 | ore 10.30

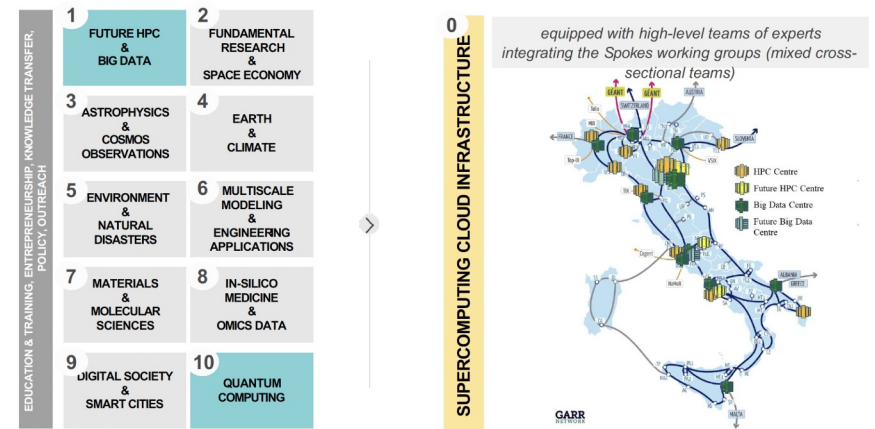
Università degli Studi dell'Aquila
Sala Conferenze | Rettorato
piazza Santa Margherita, 2 | L'Aquila

Info: hpc4dr@gmail.com

#DRRday #HPC4DR

Nel 2022 l'opportunità del PNRR

- Per il completamento del centro sono stati necessari ulteriori fondi.
- I LNGS sono stati inseriti tra le strutture INFN finanziate dal **Centro Nazionale di HPC, Big Data e Quantum Computing (ICSC)** per la realizzazione del centro HPC a servizio di HPC4DR e degli altri progetti ICSC orientati alla mitigazione del rischio da disastri naturali e antropici.

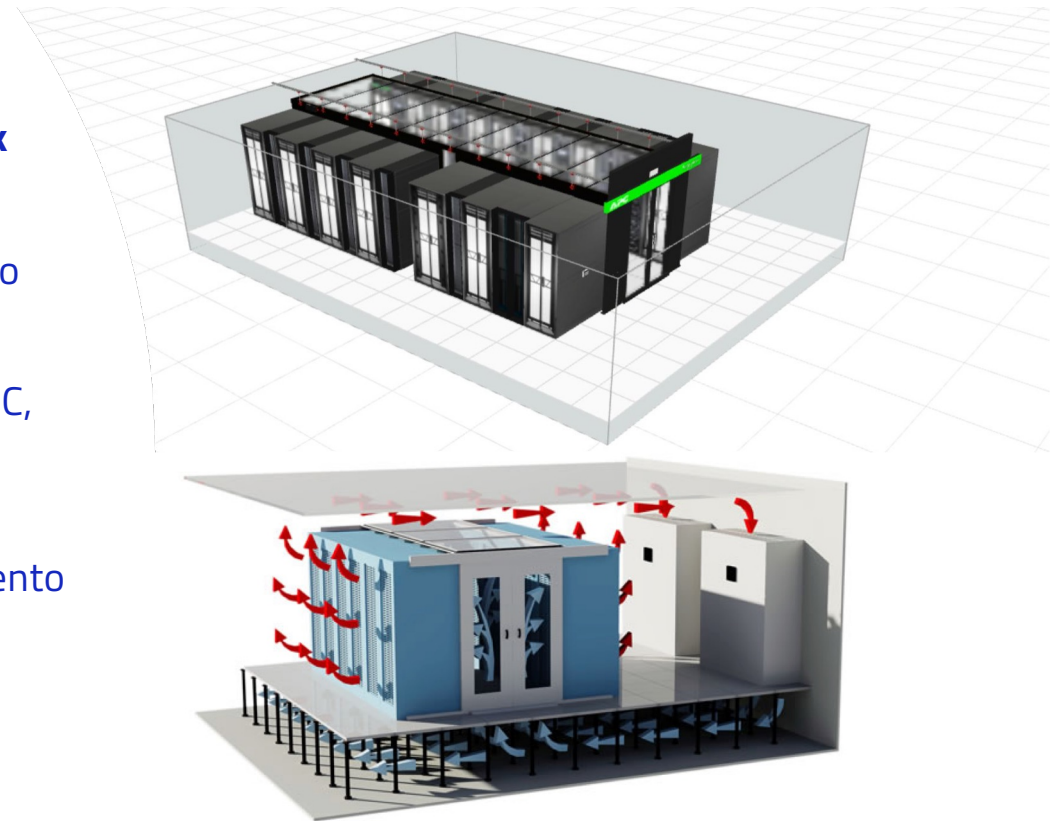




Finanziamenti ICSC: upgrade del CED

Upgrade del CED:

- Creazione di un'isola a corridoio freddo con **15 rack HPC** (potenza totale **400 kW**).
- Installazione di **2 UPS** modulari ridondanti, ciascuno con 8 moduli da 50 kW.
- Nuovo chiller con **free cooling** dedicato all'isola HPC, integrato con l'impianto generale dei LNGS come backup.
- **Adeguamento edilizio**: consolidamento del pavimento flottante per il peso dei rack HPC.



Finanziamenti ICSC: upgrade del CED

Stato dei lavori

I lavori sono in fase di completamento, sia per la nuova cabina elettrica sia all'interno dell'isola.



Finanziamenti ICSC: upgrade del CED



Finanziamenti ICSC: personale e nuove macchine di calcolo

Il finanziamento del Centro Nazionale ICSC ha permesso:

- Assunzione di nuovo personale: **5** tra **tecnologi, tecnici, borsisti**
- Acquisto di nuove risorse di calcolo e rete:
 - **7** server con ognuno **4 GPU Nvidia A100 o H100**
 - **2 concentratori di rete** dedicati al cluster HPC
 - Storage CEPH (circa **3PB**)
 - Libreria di nastri per backup e archiviazione dati
 - Storage veloce e **filesystem parallelo** (circa **5PB**)
 - Cablaggio dell'isola HPC





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Lo stato del Cluster

Attualmente circa un **centinaio di utenti**, provenienti da università ed enti di ricerca nazionali, eseguono i propri job sul cluster HPC del laboratorio.

Tra **storage parallelo** e **S3** sono in uso circa **150 TB**, con l'accesso alle risorse gestito tramite il **batch system Slurm**.

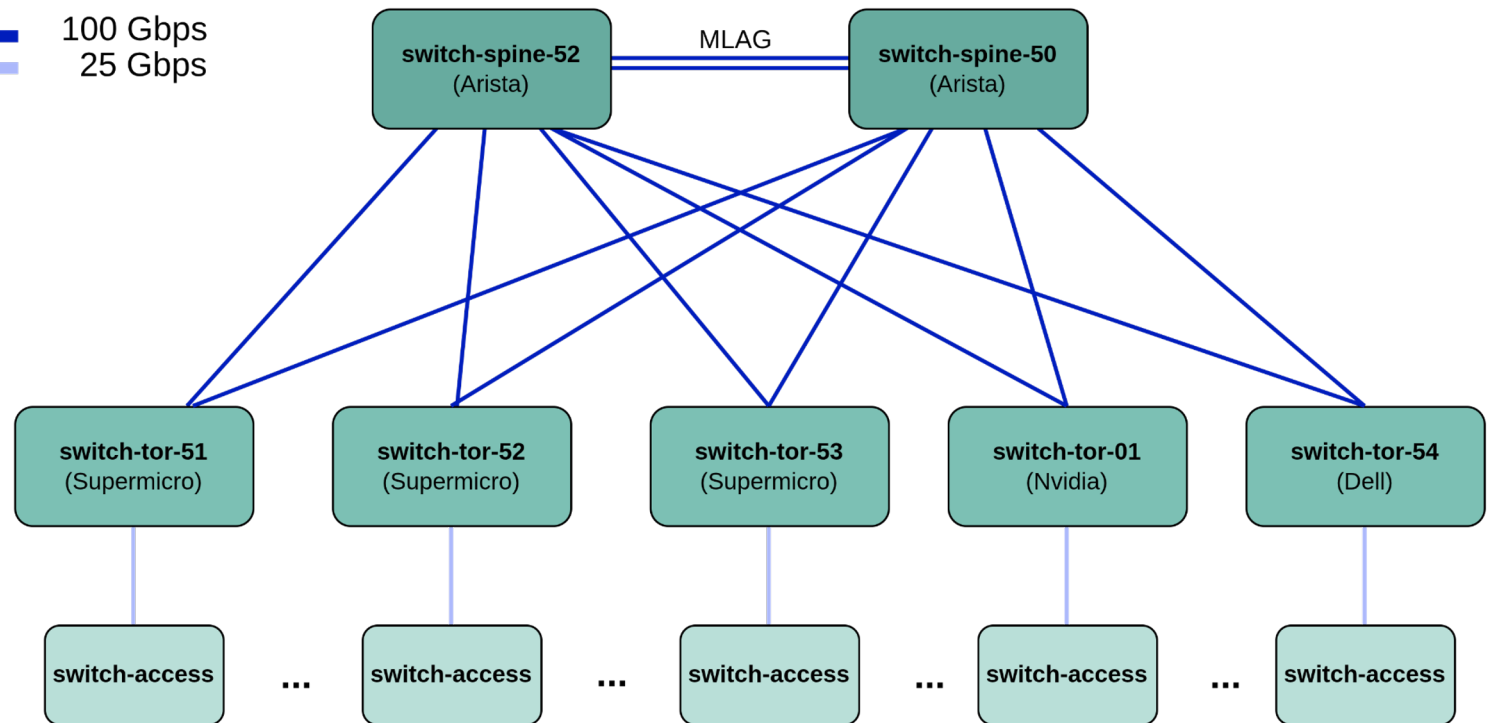
Con l'upgrade del CED, il **numero di utenti** è destinato a **crescere significativamente**, insieme ai servizi del laboratorio.

Da questa evoluzione, e grazie alla solida esperienza nella gestione del trasferimento dati, delle performance e della scalabilità delle reti, è nata la **progettazione** di una **rete ottimizzata** per gestire un **traffico dati in continua crescita**.

Rete TCP Dedicata

— 100 Gbps
— 25 Gbps

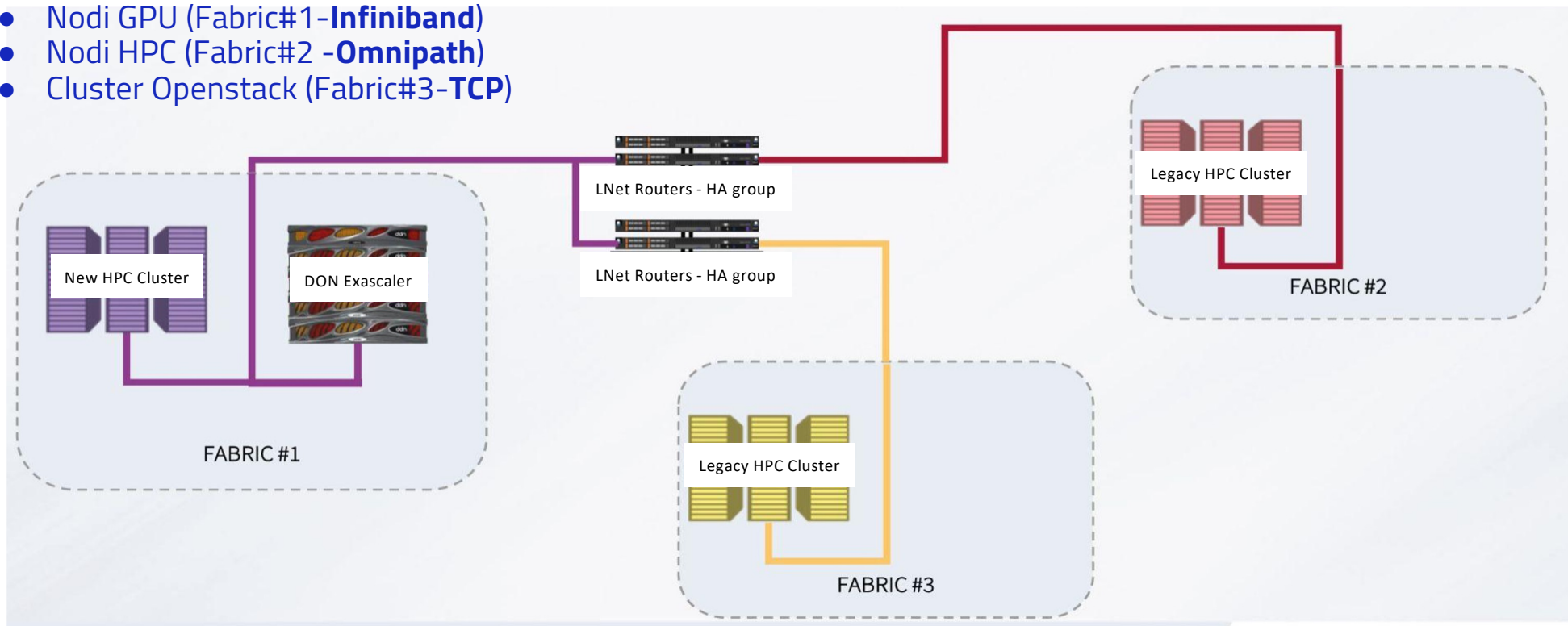
- Rete **Spine Leaf** livello 2 con **MLAG** e **LACP**
- **2** spine Arista
- **5** leaf multivendor
- Tutta la dorsale in fibra a **100 Gbps**
- Routing interno gestito con **VARP**
- Automazione gestita tramite **Gitlab, Puppet e Ansible**



Verso un cluster ibrido e interoperabile

L'infrastruttura è cresciuta combinando tecnologie eterogenee

- Nodi GPU (Fabric#1-**Infiniband**)
- Nodi HPC (Fabric#2 -**Omnipath**)
- Cluster Openstack (Fabric#3-**TCP**)

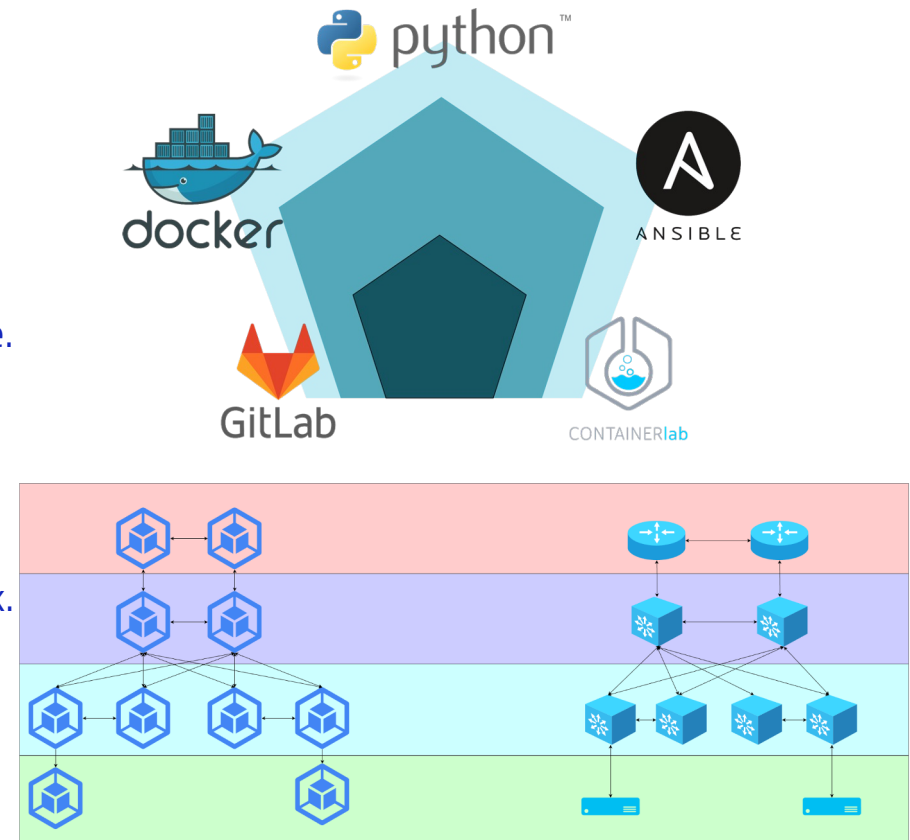


Virtualizzazione ed Automazione

Nuovo approccio nella gestione della rete seguendo un preciso schema:

- Viene generata tramite python, la topologia della rete da fornire a **containerlab**
- Creiamo una **replica virtuale** della rete
- Applichiamo sugli switch virtuali via **Ansible** la configurazione.
- La rete viene poi testata nell'ambiente simulato per **validare le configurazioni**.
- Infine, i playbook Ansible vengono riutilizzati sugli switch reali in produzione

GitLab come unica fonte di verità per configurazioni e playbook.

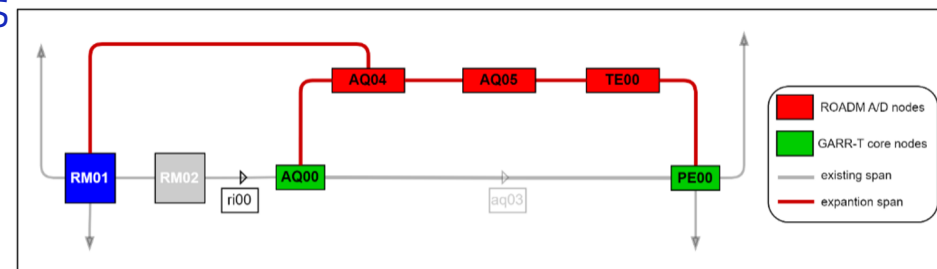


Arrivo di Garr-T

A partire dal 2023, grazie al progetto PNRR Terabit, ha inizio una collaborazione con GARR per potenziare il collegamento ai LNGS alla rete geografica

Sono stati previsti due PoP GARR nei LNGS:

- uno nei **laboratori esterni**
- uno nei **laboratori sotterranei**.

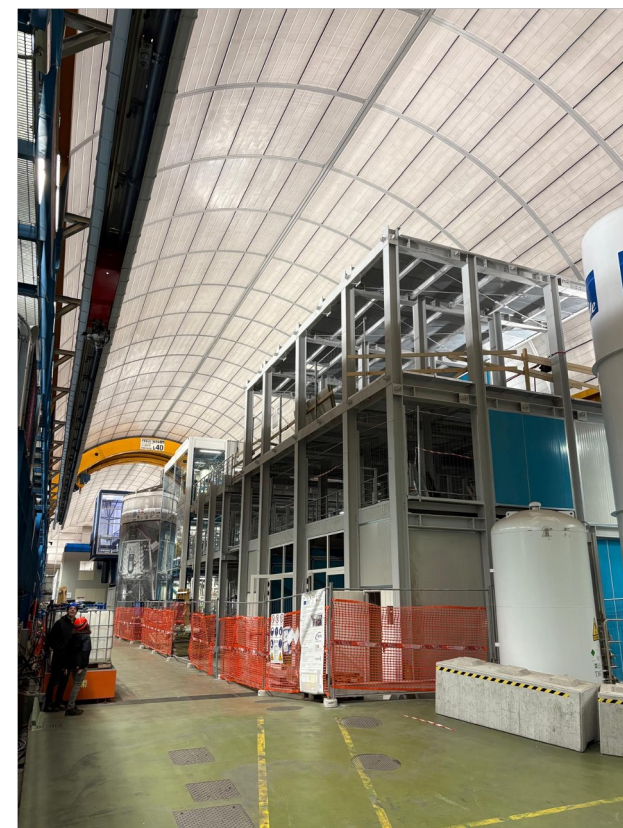


Arrivo di Garr-T

Non una sfida banale!

I laboratori hanno vissuto un periodo intenso, tra nuovi esperimenti e aggiornamenti delle infrastrutture.

Coordinare gli accessi delle ditte e gestire il **passaggio delle fibre ottiche** (anche di notte!) ha richiesto grande impegno, supportato in modo fondamentale dai servizi dei LNGS

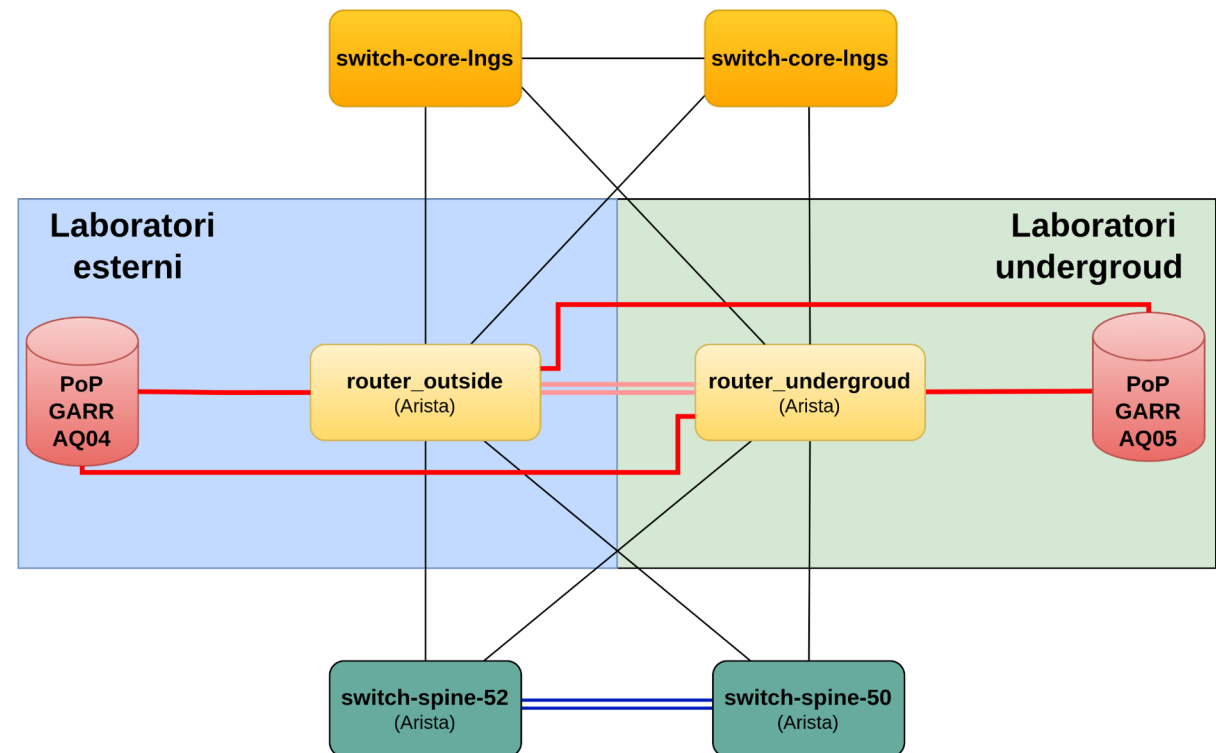


Arrivo di Garr-T

I LNGS sono ora collegati ai nuovi PoP GARR AQ04 e AQ05.

Da dicembre 2025 inizierà l'installazione di due **router Arista a 100 Gbps**, per garantire ridondanza tra il sito esterno e quello sotterraneo.

Questo upgrade abiliterà connessioni dedicate e reti segregate, (es. **LHCONE**), a supporto degli esperimenti o di nuove infrastrutture.



Conclusioni

I **LNGS**, grazie al lavoro svolto in questi anni insieme al **GARR**, stanno realizzando un'infrastruttura solida e affidabile, capace di sostenere gli **sviluppi IT** dei prossimi anni e di supportare la nuova generazione di esperimenti sotterranei, come **DarkSide** e **LEGEND**.

Parallelamente, il rafforzamento delle sinergie con i **centri di ricerca del territorio** come GSSI e Università dell'Aquila e l'apertura a nuove collaborazioni nazionali stanno ponendo le basi per fare dei LNGS un **polo di calcolo di riferimento**, a livello regionale e oltre.



GRAN SASSO
SCIENCE INSTITUTE

CONSORZIO HPC4DR
High-Performance Computing for Disaster Resilience

Grazie per l'attenzione

Gianluca Ciaglia
Servizio di Calcolo e Reti dei LNGS



Per eventuali domande
visita [wooclap.com](https://www.wooclap.com)
oppure usa il QR code!!

Codice: WSGARR25