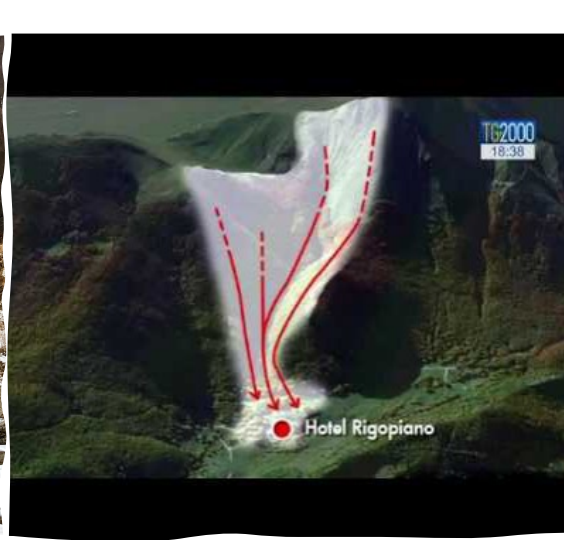


# HPC4DR e la futura infrastruttura di calcolo HPC ai LNGS

---

Claudio Grandi, Sandra Parlati

Workshop sul calcolo nell'INFN – Paestum 23-27 Maggio 2022



# HPC4(N)DR



- Il progetto HPC4NDR nasce nel 2020 da Università e centri di ricerca delle regioni Abruzzo, Marche e Molise, duramente colpite dai terremoti e da altri eventi catastrofici nel 2016/2017

# HPC4(N)DR

- L'idea è quella di “realizzare un **centro di competenze** per la riduzione dei rischi connessi ai disastri dovuti a fenomeni naturali e di origine umana, dotato di un'infrastruttura tecnologica di calcolo ad alte prestazioni, che si inserisca nell'eco-sistema nazionale di innovazione”
- Inizialmente il progetto era centrato sugli eventi catastrofici di origine naturale e si e' poi esteso alla riduzione dei rischi connessi ad eventi avversi di origine antropica.



# Cosa e' HPC4DR

---

- Il progetto si ispira ai principi del *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*
- Il **Quadro di riferimento di Sendai per la riduzione del rischio di disastri (2015-2030)** (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*) è un documento internazionale adottato dagli stati membri delle Nazioni Unite il 15 marzo 2015

<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

- Il SFDRR nasce con lo scopo di raggiungere la sostanziale riduzione del rischio disastri e della perdita di vite umane, mezzi di sussistenza, salute, beni economici, fisici, sociali, culturali ed ambientali di persone, mondo economico, comunità e Paesi

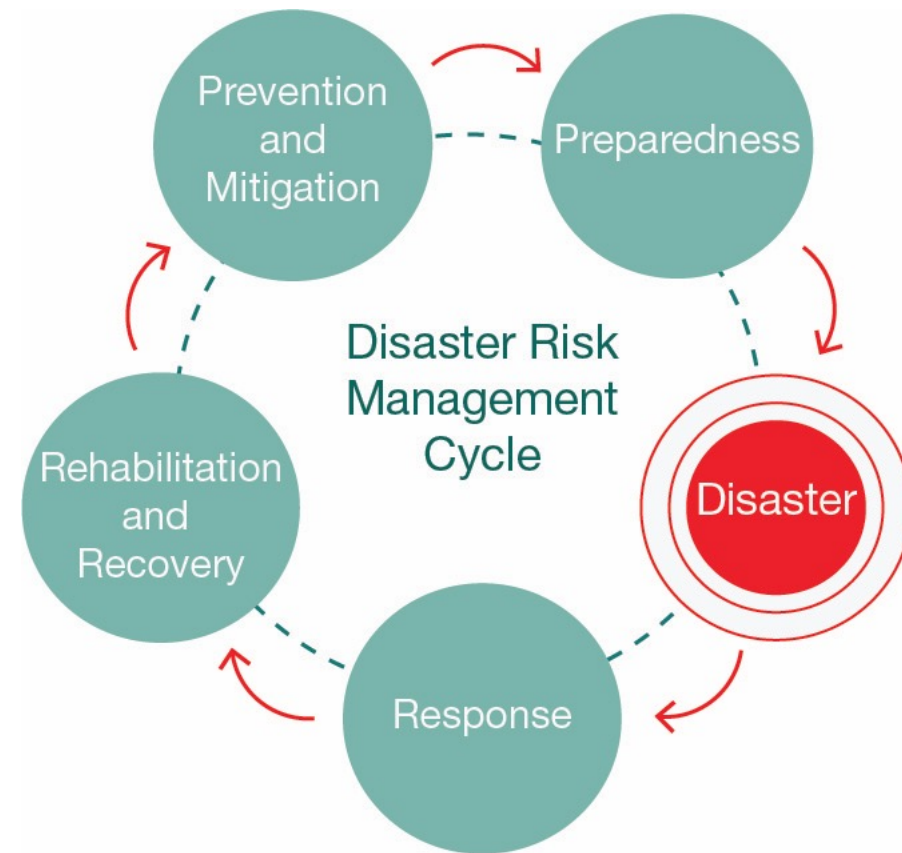


# SFDRR

I quattro obiettivi prioritari del Sendai

Framework:

1. Comprendere i rischi di disastri
2. Potenziare la gestione, la governance, del rischio
3. Investire nella riduzione del rischio
4. Migliorare la preparazione alle catastrofi per una risposta efficace e per realizzare pratiche di “Build Back Better” nelle fasi recupero, ripristino e ricostruzione.



# SFDRR

---

L'obiettivo 1 "Comprendere il rischio" nel documento di Sendai cita espressamente la necessità di

---

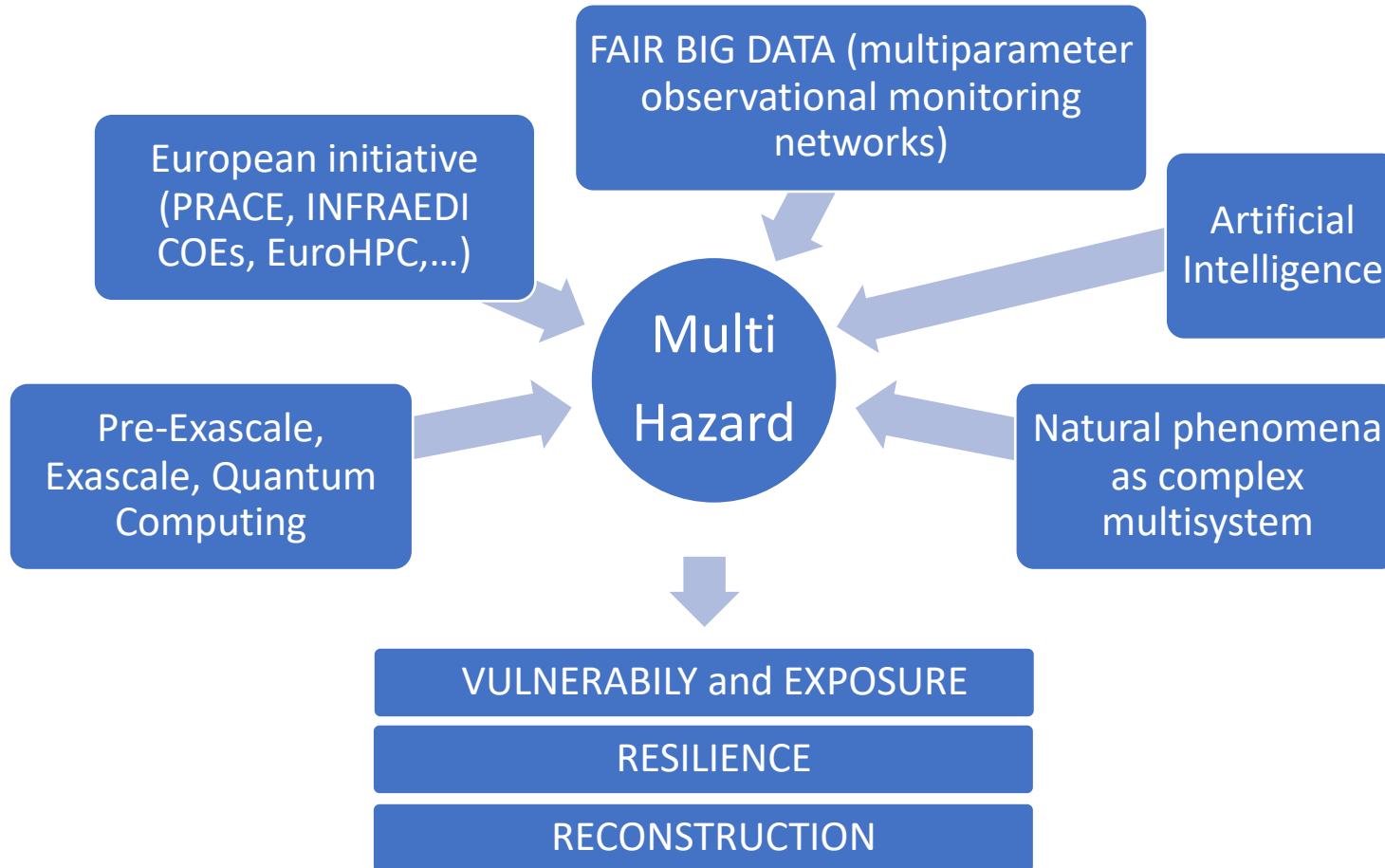
- *'availability and application of science and technology to decision making'* in Disaster Risk Reduction'

- far uso delle innovazioni nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione per migliorare gli strumenti di misurazione, la raccolta, l'analisi e la diffusione dei dati

---

sviluppo di ricerche interdisciplinari per migliorare la preparazione e la risposta ai disastri da parte delle comunità.

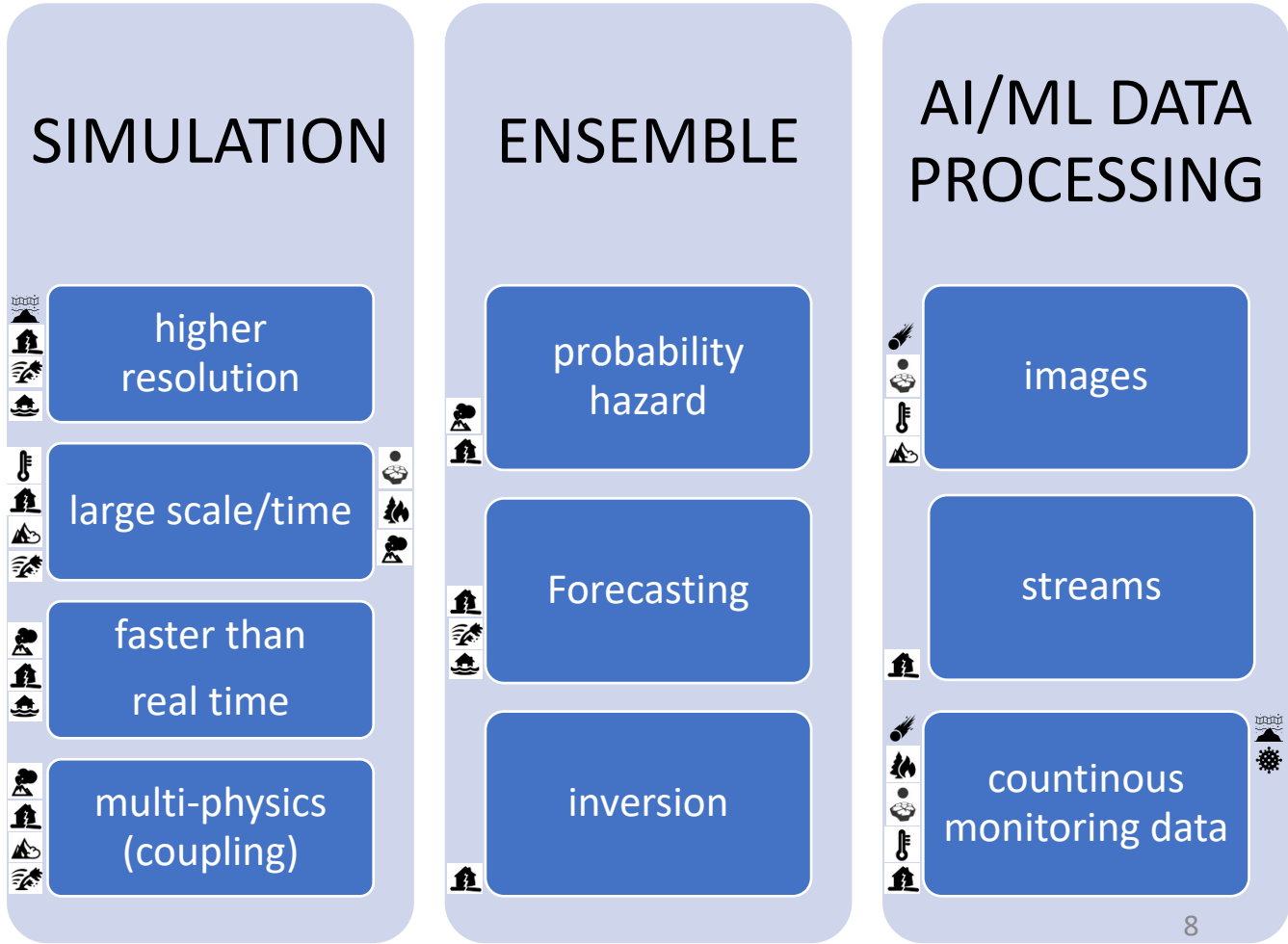
# HPC and AI per capire il rischio



-  Floods
-  Storms and Cyclones
-  Landslide and hydrogeological events
-  Earthquakes and tsunamis
-  Extreme weather
-  Drought
-  Wildfires
-  Volcanoes
-  Near-earth asteroids and space debris
-  Space weather
-  Epidemics

# HPC and AI per capire il rischio

-  Floods
-  Storms and Cyclones
-  Landslide and hydrogeological events
-  Earthquake and tsunami
-  Extreme weather
-  Drought
-  Wildfires
-  Volcanoes
-  Near-earth asteroids and space debris
-  Space weather
-  Epidemics





# HPC and AI per capire il rischio

- FAIR e Open BIG DATA
  - IoT per raccolta dati di monitoraggio da sensori
  - Raccolta immagini da satellite, droni, street level
  - Immagini e informazioni da smartphone applications
  - Dati su infrastrutture, edilizia civile,..
- ML, AI e HPC
  - Generare analisi su rischio, vulnerabilita' ed esposizione
  - Simulazioni per produrre possibili scenari
  - Edge computing
  - Early warning per eventi catastrofici
  - ...

# HPC4DR

---

Il progetto di realizzazione di un centro di competenze sulla prevenzione dei disastri si inserisce in un quadro di iniziative ampio e pluriennale tra cui:

- The European Digital Strategy
  - High Performance Computing: EuroHPC Joint Undertaking
  - European Data Strategy: the Power of Data
- Next Generation EU
- Iniziative Italiane su DRR e HPC di cui l'INFN e' partner
  - **REDI** (REducing risks of natural Disasters) partnership fra INGV, INFN, GSSI e UNICAM
  - **EDIH** Abruzzo-Molise e Umbria Digital Data: poli di innovazione digitale dovranno assicurare la transizione digitale dell'industria e della pubblica amministrazione nelle regioni di riferimento attraverso l'adozione di tecnologie digitali avanzate, HPC e AI
- **INFN-Cloud**

# HPC4DR e comunita' europea

---

Nel corso del 2020 il progetto e' stato formalizzato e approvato dagli enti proponenti costituiti in una Joint Research Unit JRU

---

*L'INFN con i LNGS si candida ad ospitare l'infrastruttura di calcolo per il centro di competenza*

---

Viene stilato un piano economico che include le richieste di nuove infrastrutture ai LNGS e personale per gli enti partecipanti

---

*Il progetto HPC4DR viene presentato a novembre 2020 alla comunita' europea e ottiene parere favorevole.*

# HPC4DR: Infrastruttura di calcolo ai LNGS

---

Nel progetto la sede dell'infrastruttura HPC e' stata assegnata all'INFN presso i Laboratori del Gran Sasso:

- Presenza del Servizio Calcolo e Reti: personale con trentennale esperienza nella gestione di infrastrutture tecnologiche e dati scientifici
- Collegamento e collaborazione con altri progetti di ricerca tecnologica in ambito HPC, HTC, Cloud gestiti dall'INFN
- Esistenza di una sala calcolo in grado di ospitare la nuova infrastruttura
- Collegamento alle reti della ricerca
- Presenza di servizi generali come guardiana, uffici, mensa per il personale e la comunita' scientifica
- Presenza sul territorio delle tre regioni proponenti il progetto

La gestione dell'infrastruttura sara' curata dal Servizio Calcolo e Reti dei LNGS, in cooperazione con INFN.



# Si comincia

---

Da novembre 2020 si avviano quindi delle attività in parallelo che riguardano l'INFN e i LNGS per la realizzazione dell'infrastruttura di calcolo:

---

→ Costituzione formale di un consorzio **HPC4DR**

---

→ Acquisizione di macchine di calcolo **CINECA**

---

→ Test dell'infrastruttura di calcolo – *Fase-1*

---

→ Inserimento del progetto nel **PNRR**

---

→ **Confronto** con le comunità scientifiche e avvio dell'attività di ricerca

---

# Consorzio HPC4DR

---

Per la realizzazione del progetto si e' pensato di costituire un Consorzio tra gli enti proponenti.

---

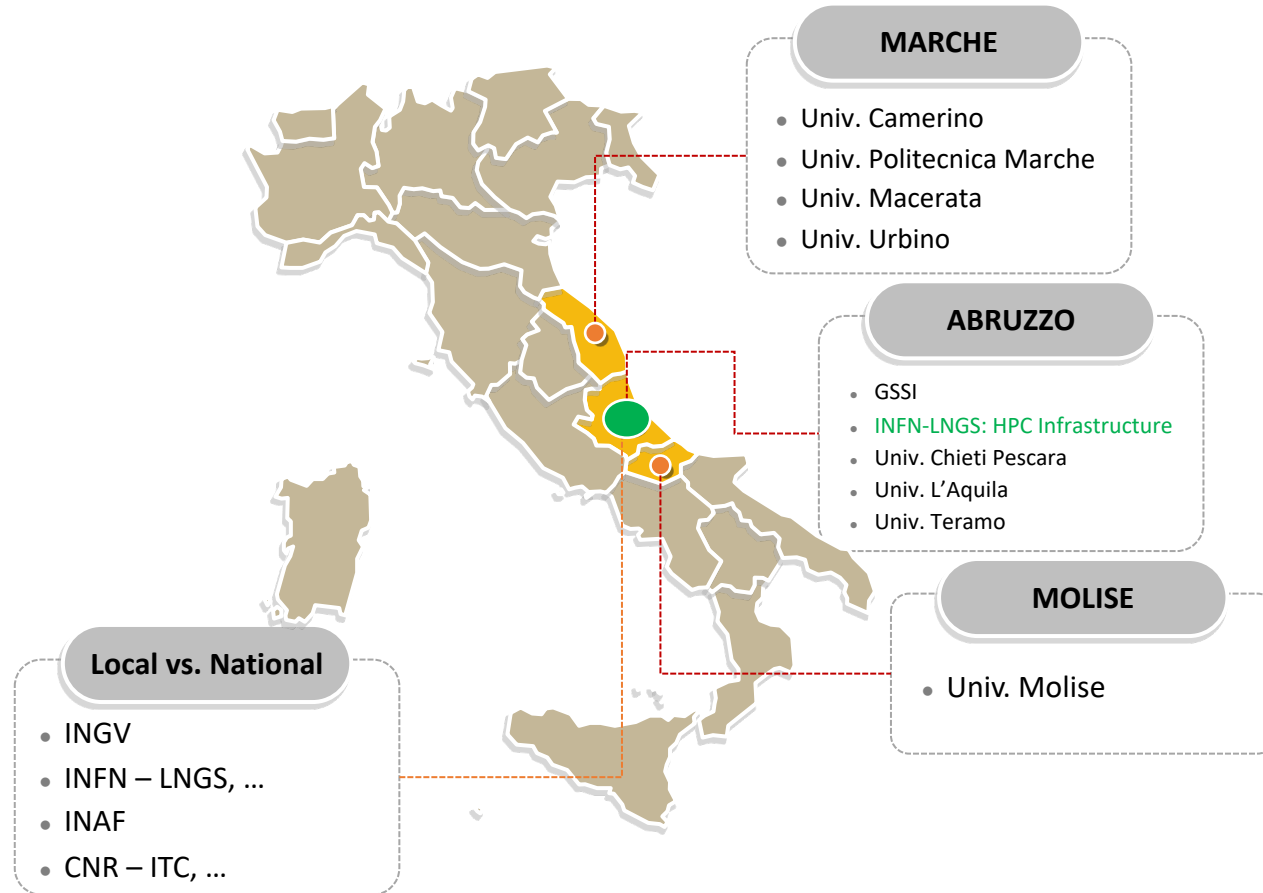
L'atto costitutivo del Consorzio e' stato firmato il 28 gennaio 2022 da INFN, CNR, INGV, INAF e dalle Universita' di Abruzzo, Marche e Molise.

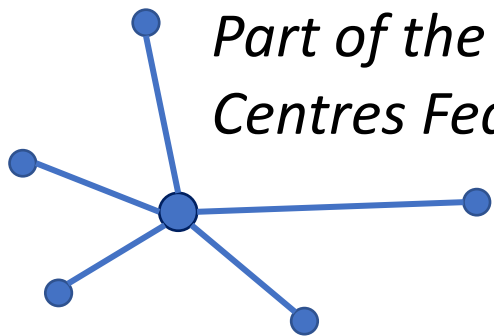
---

L'INFN ha un ruolo centrale nel consorzio in quanto ospita in un suo centro di calcolo l'infrastruttura HPC

Ad oggi il direttore dei LNGS, Ezio Previtoli, e' vicepresidente del consorzio.

# HPC4DR PARTNERSHIP



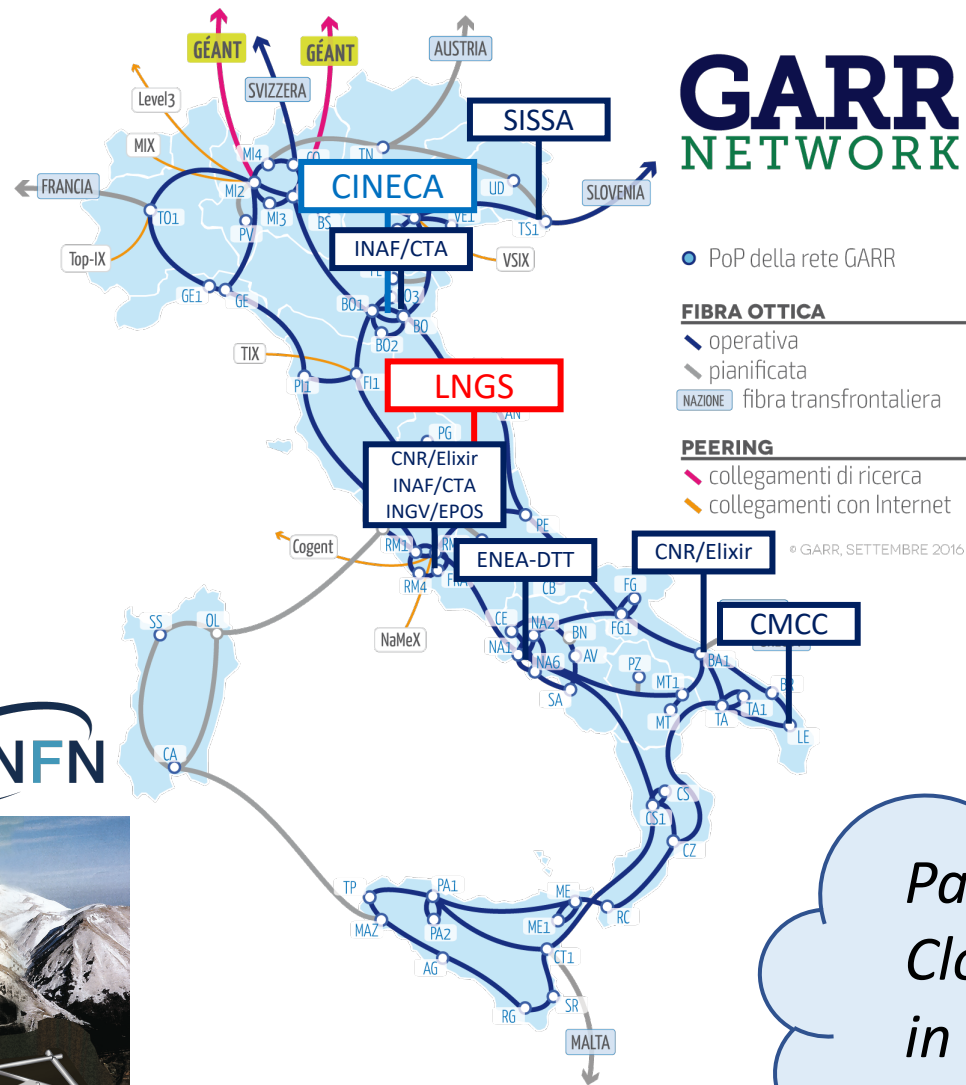


Part of the Italian HPC Centres Federation

**Laboratori Nazionali del Gran Sasso**  
 The biggest laboratory for underground physics in the world  
 1100 scientists from 29 countries



# The HPC4DR Infrastructure

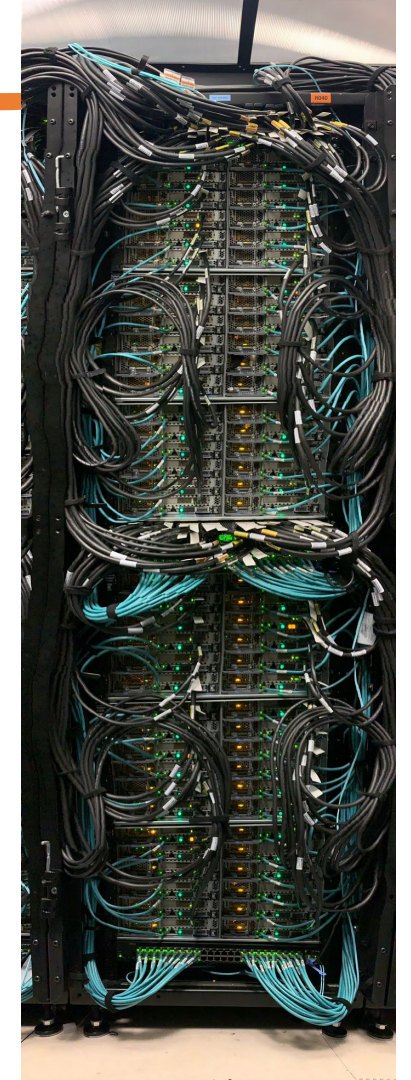
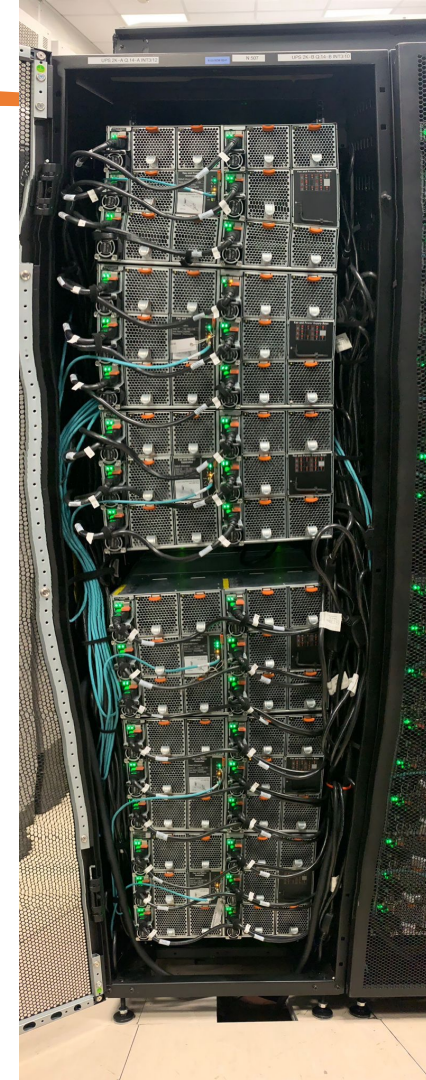


Part of the ICDI Cloud Federation in the EOSC framework



# Dal CINECA ai LNGS

- Nel corso del 2020 l'INFN ha preso contatti con il CINECA per l'acquisizione di rack di calcolo del cluster Galileo in via di dismissione (dismissione avvenuta a marzo 2021)
- Il 27 gennaio 2022 e' stato firmato l'accordo tra **INFN** e **CINECA** per la cessione gratuita di
  - n. 5 rack GALILEO ciascuno dei quali contenente 72 nodi
  - N. 1 rack GALILEO contenente 36 nodi di calcolo
  - N. 1 rack GALILEO contenente parti spare
- Le macchine sono ora di proprieta' INFN che le mette a disposizione del Consorzio HPC4DR e le che le potra' utilizzare per altre attivita' scientifiche e tecnologiche.



# Dal CINECA ai LNGS

---

L'infrastruttura di calcolo e' Lenovo NextScale

Ogni rack contiene fino a 6 Lenovo NeXtScale n1200 Enclosure (6RU)

Ogni enclosure contiene 12 NeXtScale nx360 M5 Compute Node

- 2\*Intel Xeon E5-2697 v4 @ 2.30GHz 18-core each (Broadwell)
- 128 GB di RAM/nodo, 3.5GB RAM/core
- 5 rack \* 72 nodi, 1 rack \* 36 nodi -> 396nodi, 14256 core
- Ogni server ha una potenza di calcolo di picco di 1.3Tflop/s.
- La potenza di calcolo totale e' di circa 0.5PFlops
- I nodi di calcolo sono interconnessi da una rete Intel Omnipath a 100Gb/s e una rete ethernet 1Gb/s
- I server e gli switch non sono coperti da manutenzione



# Piano per l'utilizzo delle risorse

---

Il piano di utilizzo delle risorse a regime e' il seguente:

- 5 rack di calcolo saranno destinati al calcolo HPC attraverso l'uso di sistemi di batch (SLURM)
- Il rack contenente 36 nodi sara' ricondizionato
  - sostituzione della rete omnipath (ormai non piu' supportata da sistemi operativi recenti) con rete ethernet 10Gb/s
  - sostituzione disco interno con 2 dischi SSD 1TB
- Il rack ricondizionato sara' usato per fornire
  - Accesso agli utenti tramite interfaccia cloud (INFN-cloud federation)
  - Risorse HTC
- Rete di collegamento alla LAN LNGS, server 'master' di controllo, storage e sistema di backup su nastro dovranno essere acquisiti.



- Il 5 aprile 2022 i rack sono arrivati ai LNGS:





# Macchine Galileo:*Fase 1*

---

- I 7 rack Galileo sono stati trasportati ai LNGS il 5 aprile 2022
- IL CED e' dotato di pavimento flottante, impianto elettrico e di condizionamento incompatibili con l'installazione di tutti i rack
- In attesa dell'adeguamento del CED, si e' deciso di installare un **primo nucleo** di server per testare soluzioni tecnologiche che saranno implementate a regime sul cluster completo e dare, in un lasso ragionevole di tempo, ad una piccola comunita' di ricercatori la possibilita' di sperimentare l'infrastruttura HPC
- Per compatibilita' con gli attuali impianti del CED, solo **2 dei 7 rack sono stati installati** da subito:
  - Ogni rack pesa circa 850 Kg: due appositi basamenti sono stati posati, per ospitare i 2 rack
  - Ogni rack HPC assorbe fino a **30KW** a pieno carico: la potenza elettrica e il raffreddamento richiesto dai due rack sono compatibili con gli attuali impianti della sala calcolo

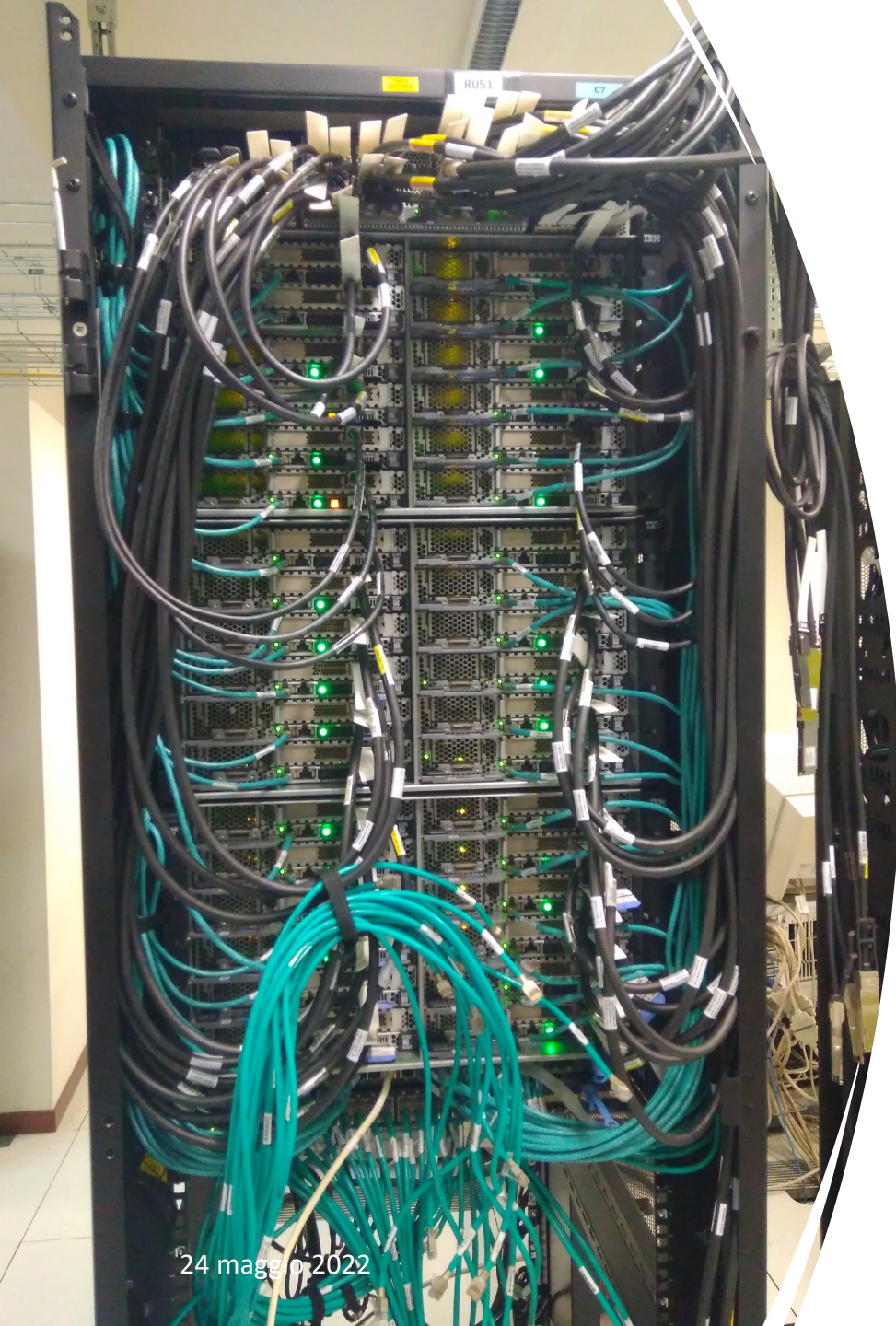
# Test dell'infrastruttura di calcolo – *Fase 1*

---

- Quella che chiamiamo *fase-1* e' la fase di realizzazione di un primo nucleo di calcolo HPC funzionante 😊
- Il Servizio calcolo e reti dei LNGS sta 'facendo conoscenza' con il cluster HPC
  - I rack sono completi di cablaggio interno Intel Omnipath e Ethernet 1Gb/s; sono disponibili fibre e cavi per l'interconnessione dei rack
  - I server sono stati disinstallati da CINECA e sono privi di sistema operativo
  - Ogni componente e' etichettato e la nomenclatura di enclosure, server, switch, cavi, indirizzi IP e' semplice e intuitiva
  - Il manuale di installazione fornito da Lenovo e' estremamente dettagliato







# Test dell'infrastruttura di calcolo – *Fase 1*

- Sono stati acquistati con fondi LNGS e sono in parte stati consegnati
  - Un sistema di storage per complessivi 300TB
  - 2 storage server
  - 2 server 'master' per la gestione centralizzata dei nodi
  - 1 rack
- Stiamo provando xCAT per l'installazione centralizzata del sistema operativo (Centos), utilizzando un ambiente di test esterno al cluster
- Stiamo ragionando sulla configurazione di rete e sulla connessione con la LAN e i servizi di rete dei LNGS
- Appena possibile faremo dei test con Lustre come possibile filesystem
- ..e poi SLURM, MPI/openMPI, librerie numeriche...
- Stiamo iniziando a ragionare sulle modalita' di accesso degli utenti di test nella *Fase-1* confrontandoci con ricercatori e con CINECA

# Test dell'infrastruttura di calcolo – *Fase 1*

---

- Un rack e' stato provvisoriamente collegato alla rete elettrica del CED il 17 maggio
- Proprio in questi giorni si sta predisponendo il collegamento dei 2 rack all'impianto di distribuzione elettrica del CED
- L'intenzione e' di arrivare a fine 2022/inizio 2023 con un primo nucleo di risorse HPC disponibili, seppure con funzionalita' limitate.. 😊



# HPC4DR e PNRR

- La realizzazione del centro HPC richiede
  - Aggiunta di risorse IT (rete, storage, librerie di nastri, nodi di calcolo, GPU)
  - Adeguamento del CED
  - Acquisizione di personale
- Le spese per la realizzazione del centro HPC sono state valutate in 5MEuro
- Spesa per l'infrastruttura (risorse IT e adeguamento CED) è inserita nello spoke 0 **Centro Nazionale HPC-BD-QC**
- Spese legate alle attività del Consorzio HPC4DR sono incluse nello spoke 5 "Environment and Disasters" del Centro Nazionale HPC-BD-QC



# Risorse IT

- La quantita' di risorse IT previste nel progetto
  - Rete realizzazione di un ramo di rete separato dalla LAN e dalle reti degli esperimenti
  - Router di collegamento a GARR-T con collegamento 100Gb/s
  - Storage 5PB
  - Libreria di nastri per backup
  - Server di calcolo **HPC di nuova generazione e GPU** per integrare le risorse di calcolo esistenti

# Adeguamento CED

La Divisione tecnica dei LNGS curerà':

- Creazione di una zona di CED con pavimento in grado di sostenere il peso dei rack
- Creazione di un'isola a corridoio freddo capace di ospitare 10-12 rack e adeguamento impianto di condizionamento
- Installazione nuovi UPS in grado di sostenere un carico previsto di circa 300KW, duplicazione linee di alimentazione degli UPS, separazione tra rete di alimentazione CED e rete uffici, etc..

# Milestones e tempi di realizzazione

---

- Il piano di acquisizione delle risorse IT
  - Gara per ricordonamento nodi di accesso/cloud 12/2022
  - Gara per apparati di rete 04/2023
  - Gara per storage, nodi di calcolo,.. **08/2024**
- Il piano di adeguamento CED
  - Gara Progettazione 04/2023
  - Gara per realizzazione **04/2024**
- Collegamento a GARR-T (a 100Gb/s) previsto per fine 2023/inizio 2024
- Tempi dipendono da tempi amministrazione centrale e disponibilita' di materiale
- **Il completamento del centro HPC** con installazione dei rimanenti 4 rack CINECA piu' altre macchine: **fine 2024/inizio 2025.**
- Nel PNRR sono inclusi anche i costi di personale per la realizzazione e la gestione del cluster di calcolo HPC4DR

# Confronto con la comunità scientifica

---

- Confronto con Università' e centri di ricerca partner di HPC4DR su tematiche tecnico-scientifiche
  - Confronto tramite Comitato Tecnico Scientifico, organo del Consorzio
  - Agreement tra enti proponenti per l'accesso e l'utilizzo delle risorse
  - Gestione dell'allocazione delle risorse, priorità, accounting
  - Raccolta delle necessità' e proposte tecniche per le modalità' di jutilizzo delle risorse (es. uso di container, 'singularity'..)
- Informazione agli utenti e formazione
- Sistema di gestione richieste di supporto
- ...



- 
- Il progetto HPC4DR costituisce una formidabile **opportunità** di **crescita** per il servizio di calcolo dei LNGS
  - Le risorse di calcolo e il know how acquisiti saranno utili anche ad altri progetti e al calcolo degli esperimenti ospitati ai LNGS