



01 ottobre 2024
Area della Ricerca Bologna



INAF e le infrastrutture di calcolo: le opportunità del Centro Nazionale

UGO BECCIANI &
resp INAF-ICSC

ANDREA POSSENTI
resp INAF-USC VIII



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Sommario della presentazione



- **Aspettative vs primi risultati della USC VIII-Computing**
 - ❖ **Coordinamento**
 - ❖ **Sinergie**
 - ❖ **Formazione**
 - ❖ **Infrastrutture**
- **Le opportunità del Centro Nazionale ICSC**
- **Sostenibilità del Calcolo in INAF**



Obiettivi primari USC VIII-Computing

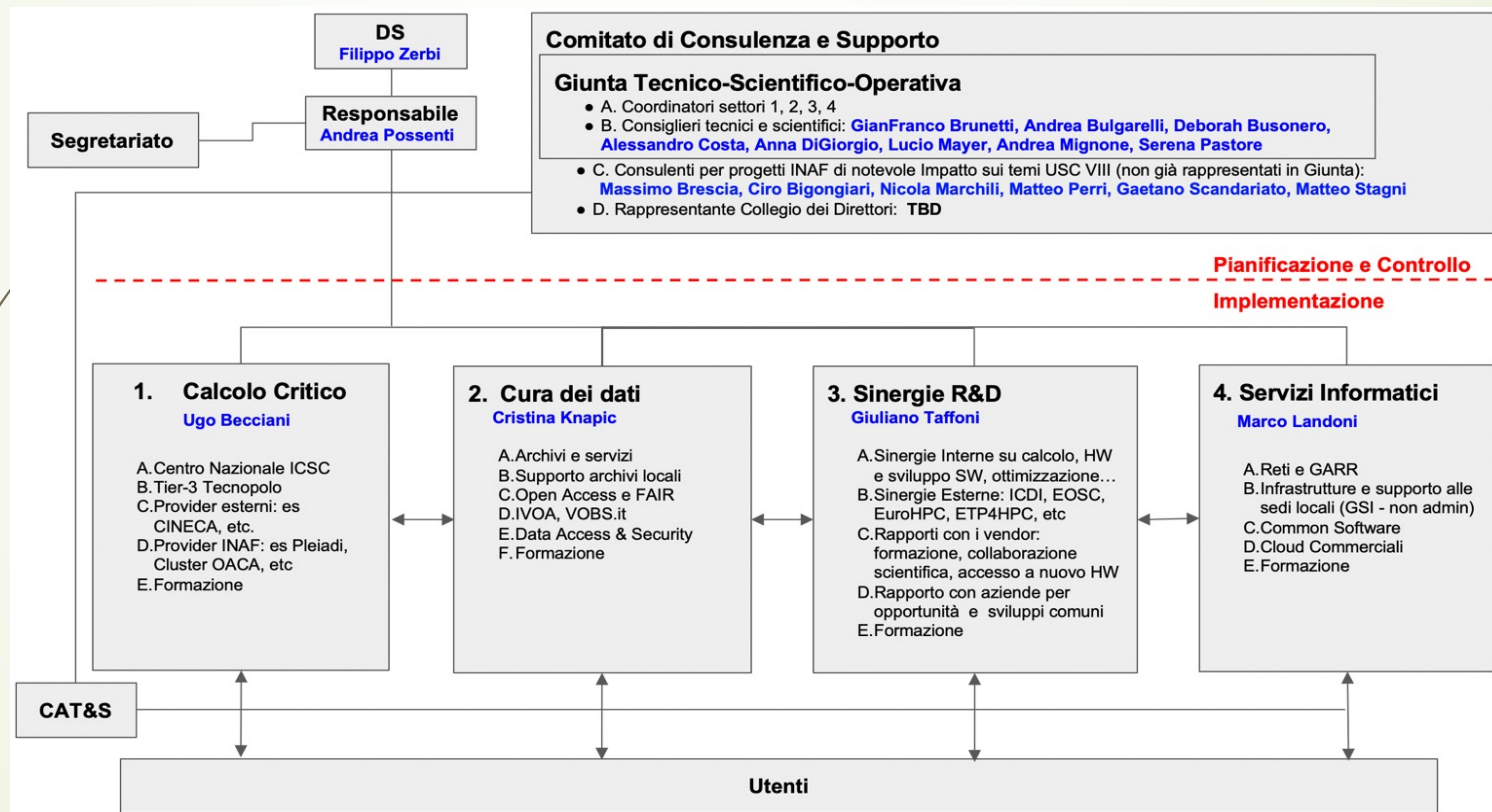


Alla luce di quanto detto l'obiettivo principale, a medio-lungo termine, della *USC VIII-Computing* è la creazione di un *eco-sistema di calcolo* per INAF, capace di sostenere, per le prossime decadi, l'attuale elevatissima competitività dei membri di INAF nell'agone internazionale della ricerca

Ciò si potrà progressivamente raggiungere tramite:

- A)** Il **coordinamento e messa in sinergia** del lavoro delle eccellenti competenze in materia già presenti nelle diverse Strutture INAF, nonché delle infrastrutture di calcolo e di archiviazione esistenti (distribuite e centralizzate)
- B)** La **predisposizione di azioni per la formazione del personale** già in INAF e **per l'inclusione di nuovo personale** distribuito fra le Strutture, ma operante in modo finalizzato alle esigenze dell'eco-sistema complessivo
- C)** La **pianificazione e l'implementazione di adeguati investimenti** (in primis, ma non esclusivamente, centralizzati) **sull'hardware**, sia a disposizione della comunità in generale, sia ottimizzati per supportare i grandi progetti internazionali in cui INAF è coinvolta

A) Coordinamento delle attività tramite 4 settori principali



Sempre rivedibile con l'esperienza e con un turn-over non troppo lungo

A) Facilitare le sinergie: i gruppi tematici



Approccio bottom-up

Costruire un ambiente che faciliti l'aggregazione tra RIC/TEC INAF che lavorano su tematiche simili ad esempio aiutando la costituzione di gruppi di lavoro distribuiti, sul modello di quelli che già si sono formati (e.g. software di controllo). **Obiettivo è di facilitare l'individuazione delle competenze** da spendere in diversi ambiti (e.g. progetti Europei, grandi progetti INAF etc.)

Data Management Systems

Standards and interoperability

HPC and Computing

Predictive Maintenance

Visualizzazione Scientifica

Intelligenza Artificiale

Consultare <https://usc8.inaf.it/thematic-groups/>

A) Facilitare le sinergie e il team-up: Eventi di Ente



- ✓ **Meeting Nazionali ricorrenti per membri INAF (ed esterni)** su singole specifiche tematiche. Obiettivi: conoscenza delle reciproche attività, sviluppo di nuove occasioni di sinergia, team-up. Indicativamente almeno **2 meeting di questo tipo all'anno** con durata da **2-3 giorni** ciascuno

**Workshop sul calcolo critico
(a Catania Giugno 2023)**



- ✓ **Congresso generale della USC VIII** riprendendo il fruttuoso esempio dei meeting ICT, interrotti in fase pandemica. **Cadenza (semi-)annuale** con durata di **una settimana**

**USCVIII General Assembly
(a Galzignano-PD
14-18 Ottobre 2024)**



B) Formazione



- ✓ **Scuole** per studenti, contrattisti e strutturati su singole specifiche tematiche...

Container Fundamentals applied to scientific research (Brera Dic 2023)



Fundamental of Data Management Plan and Data Models applied to science ((Trieste Gen 2024)



Computing and HPC in A&A (Bologna Giu-Lug 2024)



- ✓ **Collaborazioni/borse per Master** esistenti presso altri Enti, e Università
“High-Performance and Quantum Computing” – Unibo 2024/2025
- ✓ **Corsi di aggiornamento** certificati per strutturati

in arrivo



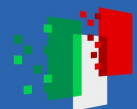
C) Infrastrutture

Il sistema PLEIADI (già acquisito prima di USC VIII)

Architecture	Cluster Linux x86_64
Nodes interconnection	Omni-Path HFI Silicon 100 Series, 100 Gbits interconnect
Service network	Ethernet 1 Gbits
CPU Model	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2697 v4 @ 2.30GHz
Number of nodes	192 (on 3 sites)
GPU nodes	12 compute nodes with 1 GPU each (Tesla K80 - 128 GB; K40m - 12 GB ; Tesla V100 - 16 GB)
Workload manager	SLURM
Storage volume	1.2 PB globally

Alcune decine di richieste ogni semestre da personale INAF

**3 sedi per l'HW :
Bologna/IRA-
Catania-Trieste**



C) Infrastrutture

... ed in ARRIVO MARCONI 100

CARATTERISTICHE DEI NODI

Processors: 2x16 cores IBM POWER9 AC922 at 2.6(3.1) GHz

Accelerators: 4 x NVIDIA Volta V100 GPUs/node, Nvlink 2.0, 16GB

Cores: 32 cores/node, Hyperthreading x4

RAM: 256 GB/node

Peak Performance: 32 TFlops per node



3 Rack operativi

Trieste, Catania e Palermo/Oss

Previsti 8 nodi operativi per sede



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



C) Infrastrutture

Accordi strategici di medio/lungo termine col Cineca per la creazione del nodo italiano (a guida INAF) della rete degli SKA-Regional Center

Acquisto di infrastruttura INAF al Tecnopolo: Tier-3

Accordi INAF-CINECA con impegno per 5 anni
per l'acquisto congiunto di sistemi di Calcolo e Storage (CAPEX Tier-1 e Tier-3)
con posizionamento del sistema presso lo spazio Cineca del Tecnopolo
e per la Gestione e Consumi (OPEX)



Il **Tecnopolo** già ospita il centro meteo europeo ECMWF, il super-computer **Leonardo** e ospiterà l'Università delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Il Centro Nazionale ICSC

Centro Nazionale di Ricerca in «High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing»

ICSC : Italian Center on SuperComputing

**... si tratta di un asset
fondamentale per la USC VIII e per
tutte attività connesse al calcolo e
alla cura dei dati in INAF ...**

Membri fondatori:

12 Istituti di Ricerca

25 Università

Istituti Nazionali



HUBs



Membri fondatori:

13
Aziende private



FINCANTIERI

fondazione
innovazione urbana

autostrade//per l'italia

HUMANITAS
RESEARCH HOSPITAL

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

INTESA  SANPAOLO

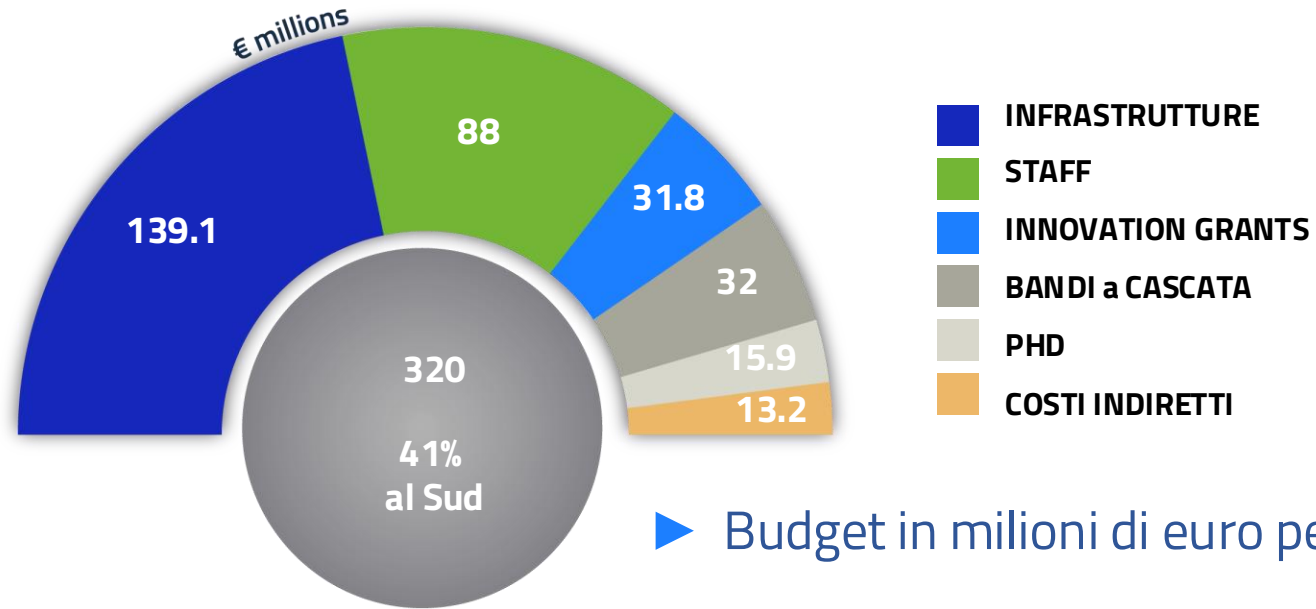
 LEONARDO

sogei

ThalesAlenia
a Thales / Leonardo company Space

 Terna
Driving Energy

UnipolSai
ASSICURAZIONI



1.500

Personale condiviso dai partner

250+

Nuovi ricercatori

250+

Nuovi dottorandi

32
M€

Bandi a Cascata

32
M€

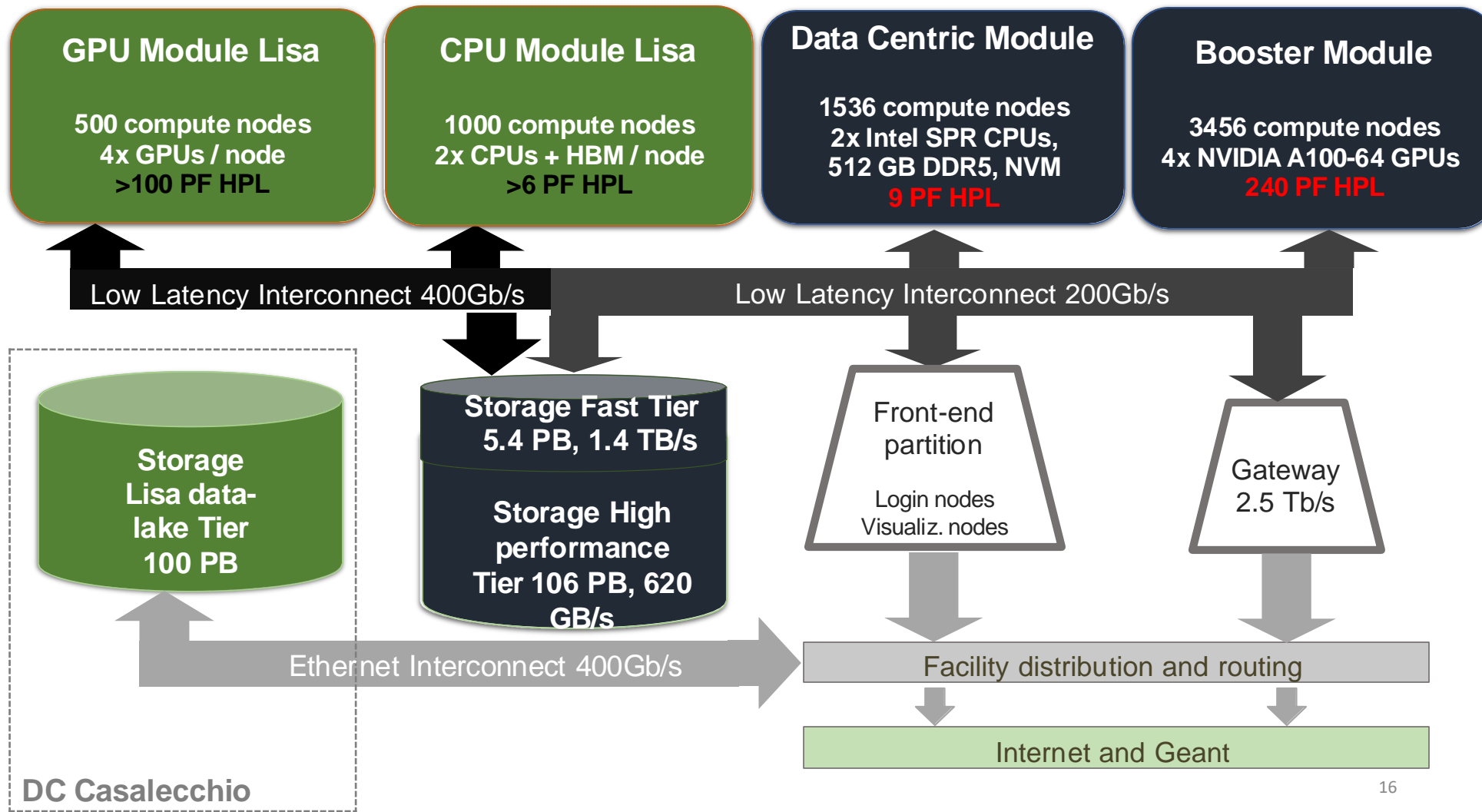
Innovation Funds

From Research to Innovation

CN HPC- Spoke 0 Interventi previsti

- Potenziamento di Leonardo **LISA** (Leonardo Improvement Supercomputer Architecture) *equivalente al 30% del costo di investimento del primo procurement. CAPEX 28 MEuro*
- Potenziamento di Leonardo **con componenti quantistiche**
Pascal, 200 qubit analogici, upgradabili a 500 analogico + digitale
- Allestimento del **nuovo sito CINECA a Napoli** e installazione del sistema **Tier-1 a Napoli**
- Installazione di un sistema **Tier-1 al Tecnopolo di Bologna**







Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF e l'Infrastuttura di calcolo attuale e in prospettiva a breve termine

Il Sistema viene acquisito su fondi del DM 450 e deve soddisfare le necessità di storage e calcolo dello startup degli SRC ma aperto alle necessità della comunità

Tier-1 System @ technopole

The New HPC Tier 1 @ CN will be a system with Data Centric nodes and GPU nodes. Globally **5+15 PF**.

The total investment will be aprox 15 Million of Euros (4 Meuros from INAF).

INAF participate to this project with dedicated resources (expected aprox 4-6 PF, 10 PBytes SSD)



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

INAF e l'Infrastuttura di calcolo al CN-HPC

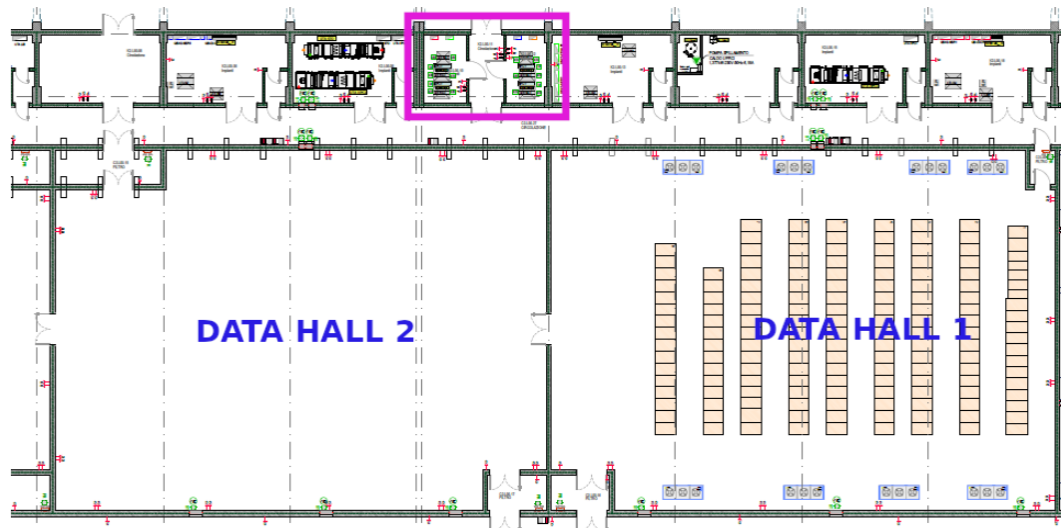


Figure 2. Technopole data centre floor plan. Leonardo layout is depicted in Data Hall 1 (on the right) and the procured System will be hosted in Data Hall 2 (on the left). The network room is indicated by a purple box at the top of the figure.

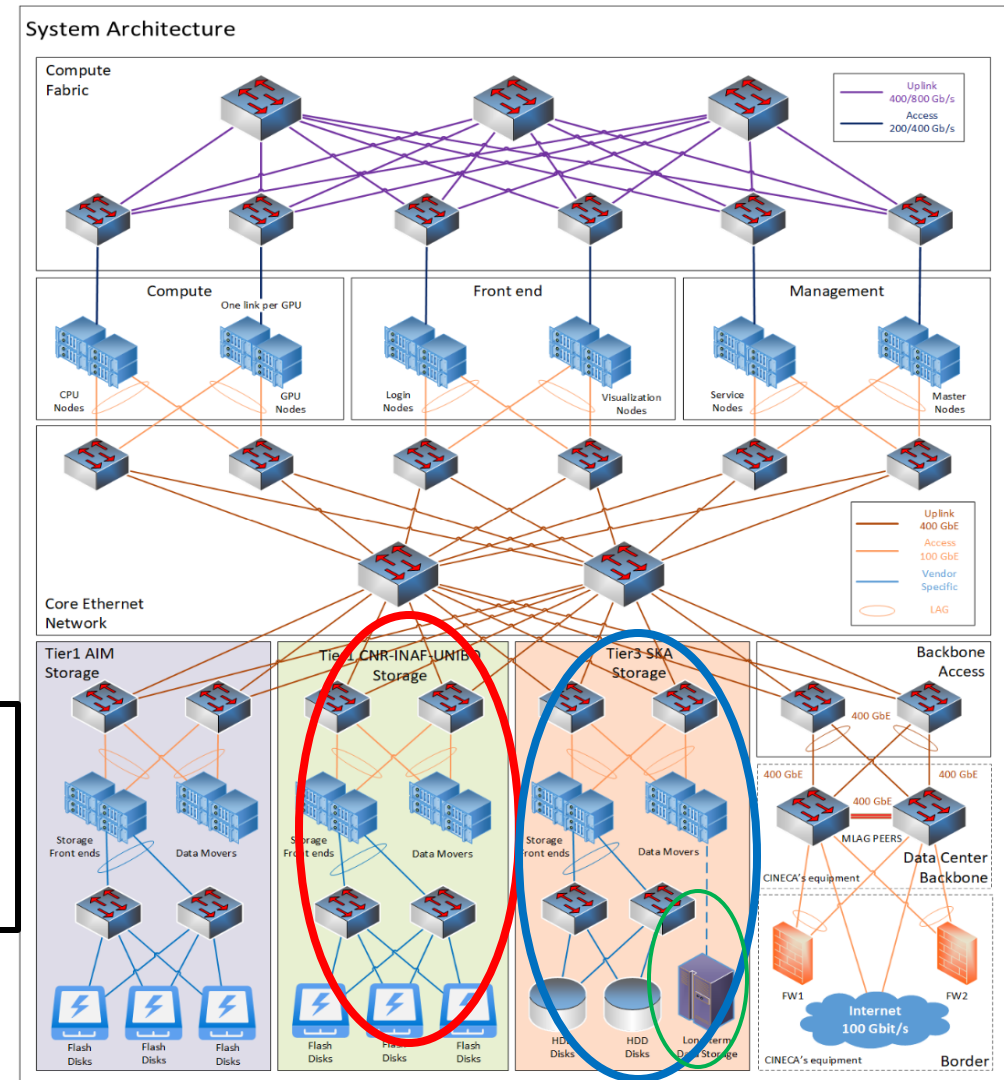
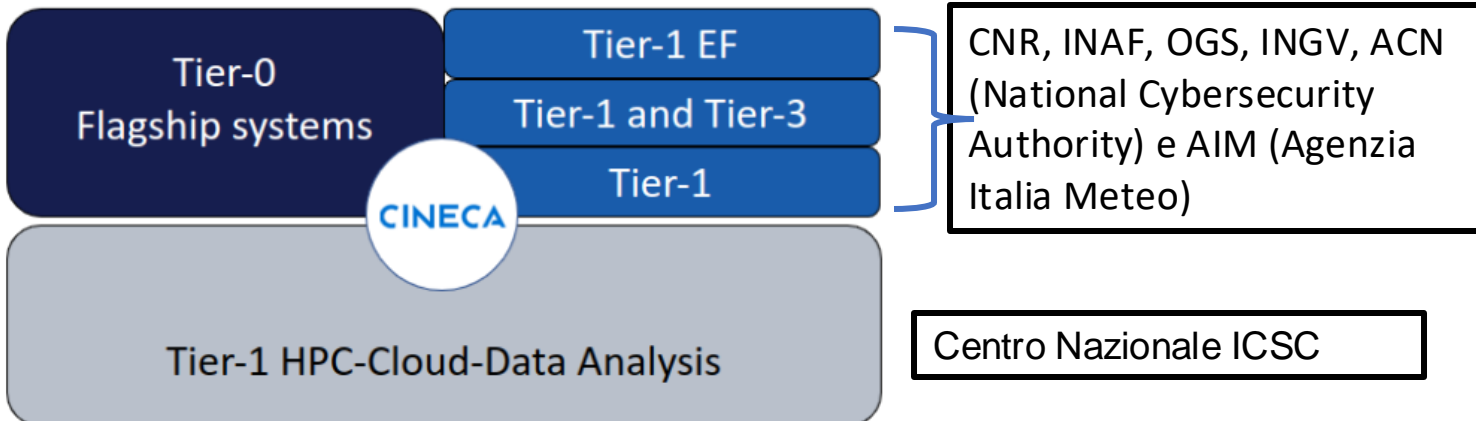


Figure 7: Reference design of the system architecture.

ACCORDO INAF CINECA: CAPEX Tier-1

- Collaborazione tra INAF e Cineca per la **fruizione** da parte di INAF di risorse di calcolo e storage presso il Tecnopolo di Bologna nel rispetto della procedura di assegnazione per l'accesso alle risorse HPC di CINECA dettagliata nel documento “*Policy per l’allocazione di risorse di ICSC*”
- Il CINECA si impegna a **destinare risorse di calcolo** e storage dedicate al Tecnopolo di Bologna **per almeno complessivi 4 PFlops**, composti da **nodi accelerati per 3.9 PFlops e nodi general purpose per 0.1 PFlops** sui sistemi gestiti dal Cineca a partire dal 2024 e **comunque dall’entrata in produzione del citato sistema Tier-1 per i successivi 5 anni e 2 PB di spazio disco veloce (tipologia scratch)**
- **TRANSITORIO:** *Il CINECA si impegna altresì a destinare ad INAF ulteriori 2.500.000 core/hours nella macchina Leonardo Booster, eventualmente convertibili in accordo fra le parti su altri sistemi di calcolo CINECA, per il periodo compreso tra il 1 Novembre 2023 e la data di entrata in produzione del sistema oggetto del presente accordo, a compensazione della non immediata disponibilità di risorse di calcolo;*
- INAF costo **4.000.000 Euro** (oltre IVA) **in 5 anni, a titolo di copertura parziale dei costi** per la fruizione delle risorse salvo miglior conteggio del Total Cost of Ownership (TCO) del sistema stesso su un periodo di **5 anni**;

TIER 1 – La partizione Data Centric

The CPU partition must provide at least a HPL performance of **4 PFlops**.

The CPU **must be based on x86_64 architecture**, provide: **at least 56 cores**, a theoretical peak performance (FP64) of at least 3.5 TFlops.

The nodes must be equipped with at least **3 GBytes per core and not less than 512 GBytes**.

At least 25 compute nodes of the CPU partition must feature 1 TByte (fat node mainly for INAF)

ATTESI circa 5-8 nodi per INAF Garantiti e 10 Pbytes integrati nello storage Cineca

TIER 1 – La partizione Booster

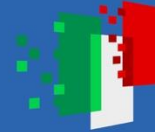
The GPU partition must provide at least a HPL performance of **15 PFlops**.

The GPUs must provide at least a **theoretical peak performance (FP64) of 60 TFlops**.

The **node** must be equipped with **2 CPUs, + 4 GPUs**.

Node memory at least 512 GBytes of DDR5 memory and it must be greater equal to the sum of all GPU memories installed in the node.

ATTESI circa 15-20 nodi per INAF Garantiti (storage condiviso)



#	Benchmark	Partition	type	Short description
1	HPL	CPU and GPU	Synthetic kernel	HPL benchmark solves a linear system of equations of order n, measuring the sustained performance of the whole system.
2	HPCG	CPU and GPU	Synthetic kernel	HPCG (high performance conjugate gradient) benchmark is intended to model the data-access patterns of real-world applications such as sparse matrix.
3	Quantum Espresso	CPU and GPU	Scalable Application	Quantum Espresso is an integrated suite of Open-Source computer codes for electronic-structure calculations and materials modelling at the nanoscale. It is based on density-functional theory, plane waves, and pseudopotentials.
3	ICON	CPU	Scalable Application	ICON is a flexible, scalable, high-performance modelling framework for weather, climate and environmental prediction that provides actionable information for society and advances our understanding of the Earth's climate system.
4	PLUTO	CPU	Scalable Application	PLUTO is a freely-distributed software for the numerical solution of mixed hyperbolic/parabolic systems of partial differential equations (conservation laws) targeting high Mach number flows in astrophysical fluid dynamics.

Table 5: Applications composing the benchmark suite.

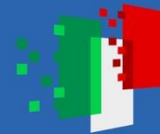
Benchmark
previsti per
l'infrastruttura



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ACCORDO INAF CINECA: Impegno del Cineca per Tier-1

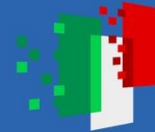
- ➔ Garantire all'INAF l'**utilizzo** del sistema di calcolo **fino a decommissioning dello stesso**
- ➔ Fornire ad INAF un **servizio di supporto utenti** di primo livello tramite e-mail e sistema di ticketing disponibile 24/7 con prima risposta garantita al next business day;
- ➔ Provvedere alla **gestione sistemistica e software di base** del cluster;
- ➔ Collaborare con il fornitore del sistema al fine di assicurare una **manutenzione puntuale e precisa** nel rispetto dei termini contrattuali
- ➔ Riportare, con cadenza annuale, le **statistiche di disponibilità e uso della macchina**;
- ➔ Fornire annualmente la **rendicontazione delle spese** relative agli impegni INAF



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ACCORDO INAF CINECA: Comitato per Tier-1/3

Il coordinamento è assicurato da un **Comitato paritetico** di raccordo composto di 4 componenti nominati, 2 per parte

- Verificare la **rispondenza alle specifiche e la corretta operatività dei sistemi di calcolo** coinvolti nell'accordo e concordare le linee guida per un utilizzo congiunto del sistema e per l'accesso dei ricercatori INAF al sistema stesso
- **Monitorare** periodicamente l'operatività dei sistemi;
- **Promuovere la risoluzione di ogni problema operativo** che dovesse insorgere nella realizzazione e nella gestione dei sistemi;



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Centro Nazionale di Ricerca in HPC,
Big Data and Quantum Computing

INAF e l'Infrastuttura di calcolo attuale → TIER-3

Accordi strategici di medio/lungo termine con il Cineca per la creazione dello SKA-RC
Acquisto diretto di infrastruttura INAF al Tecnopolo.

Il Sistema viene acquisito su fondi del DM 450 e deve soddisfare le necessità di storage e calcolo dello startup degli SRC ma aperto alle necessità della comunità

Sistema di storage+calcolo taglia TIER-3

In fase di definizione del bando di gara: Azione congiunta Cineca – INAF.

Sistema finalizzato alla messa in operatività di **storage e hardware ad esso associato da usare in ambito SKA-precursori, Path-finders e relativi ambienti di sviluppo.**

- **STORAGE LONG TERM:** Tape Library cassette LTO espandibile a 300 PB
- **STORAGE di media/alta Velocità (online storage)** su disco



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Tier-3 Long Term Data Storage (LTS)

Tape library with a net capacity of **at least 5 Pbytes** (*expected aprox 8-10 PB*) **upgradable and scalable to reach at least 300 PBytes capacity (probably 400 Pbytes).**

On-line Storage: A capacity-oriented HDD-based storage with *expected 3-5 PBytes of net space available* (read throughput of 30 GB/s write throughput of 15 GB/s.)

The LTS must also foresee a **backup technology (self-checking and self-recovery)**

Integrated native policy manager capable of managing the data movement between disks and tapes.

Availability of policies for automated data movement and archiving between different layers (e.g., flash, disk, tape, etc.).



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Centro Nazionale di Ricerca in HPC,
Big Data and Quantum Computing

*Supercomputing
shaping the future*



Centro Nazionale di Ricerca in HPC,
Big Data and Quantum Computing



La sostenibilità del calcolo in INAF

- ❖ INAF aveva molteplici ragioni scientifiche per **approdare nel mondo HPC/bigData** (SKA, CTA, Simulazioni, etc.) ed il PNRR ha fornito l'opportunità di ampliare quanto già autonomamente investito (circa 2.5 M€) pre-PNRR dall'Ente
- ❖ **Mantenere/aggiornare/ampliare** quanto ora in fase di implementazione **più mantenere un ruolo importante nel quadro del futuro del Centro Nazionale avrà un costo non piccolo**
- ❖ **Per qualche anno (ramping up di SKA & CTA, fino 2026) esiste potenziale copertura**
- ❖ **Sui tempi più lunghi altre fonti di budget saranno inevitabilmente necessarie ordine di grandezza 4 M€/anno in HW e 600 K€/anno (10 FTE) in capitale umano**

MIUR? Contributo di altri esperimenti chiave per INAF?