



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

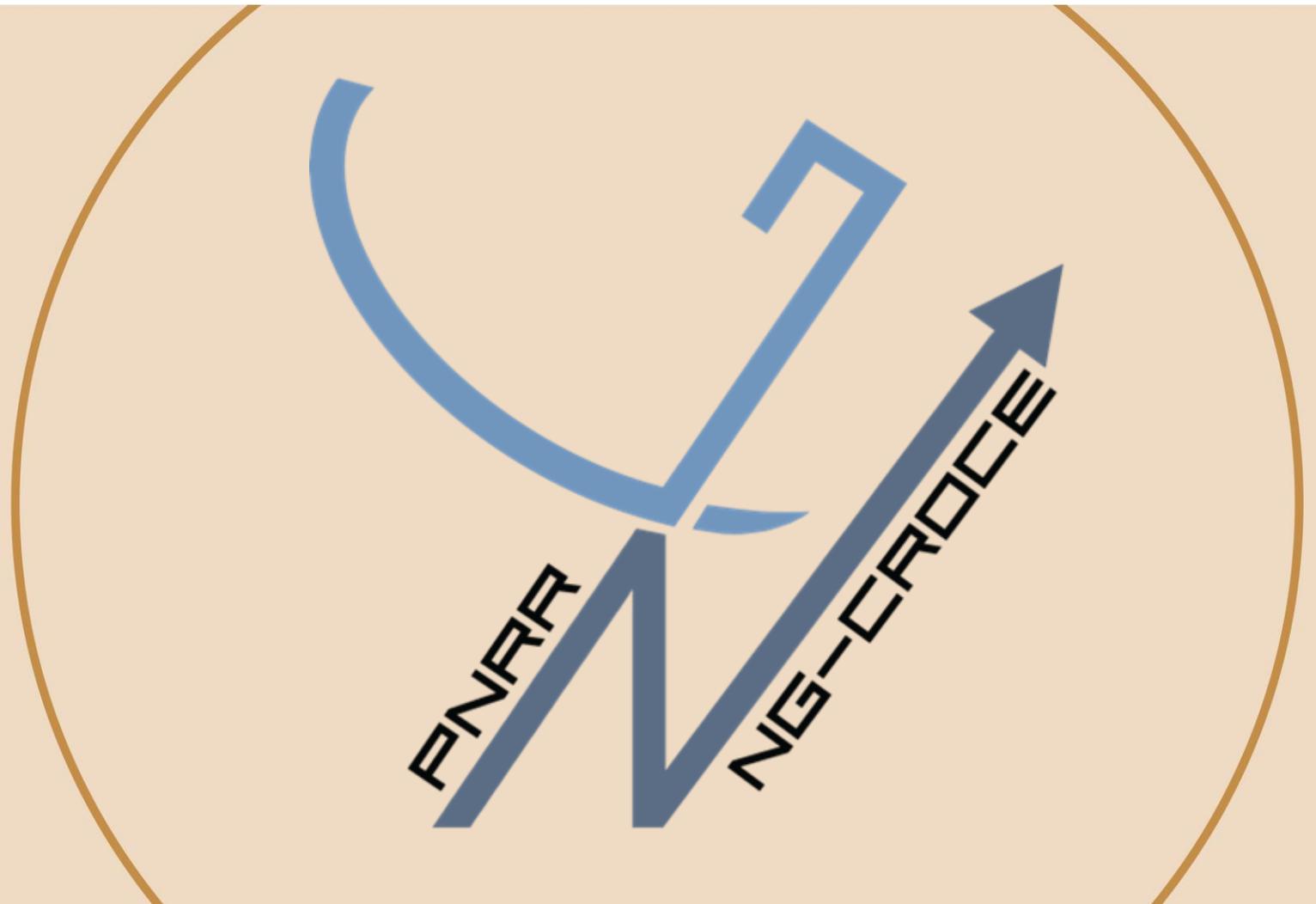
WP5 – Task 1 ACQUISIZIONE DATI E CALCOLO PER LA CROCE DEL NORD

Review Meeting

Giovedì 12 Settembre - Venerdì 13 Settembre 2024

Radiotelescopi di Medicina

IRA - Bologna



Giovanni Naldi



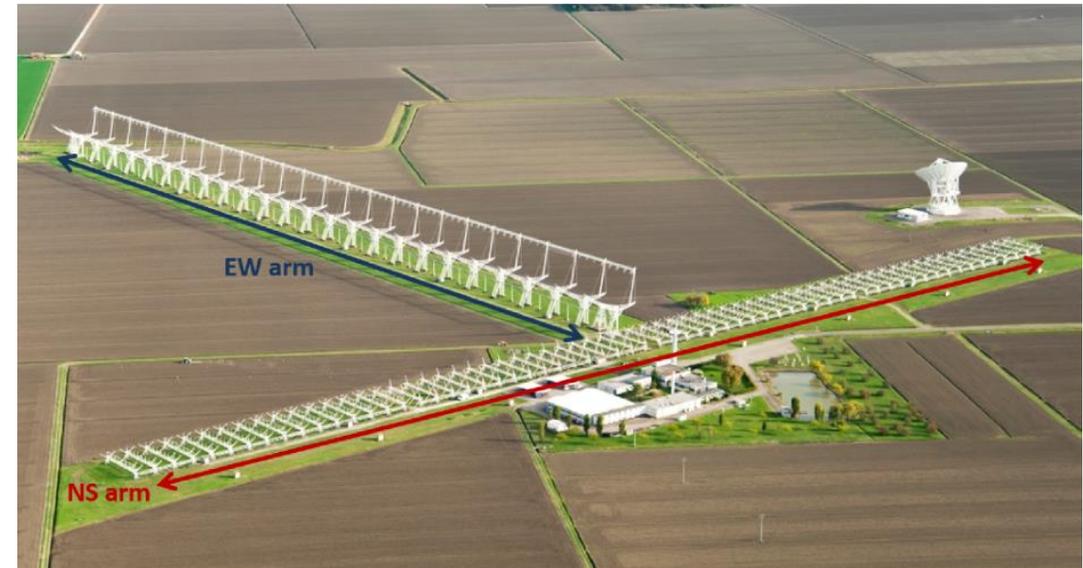
Outline

- Acquisizione dati e calcolo per il Radiotelescopio Croce del Nord: panoramica del sistema e architettura generale
- Focus sui componenti principali:
 - Schede Back-end
 - Cluster HPC
- Procurement dei componenti hardware
- Attività di sviluppo Firmware/Software
- Organizzazione del lavoro da svolgere
- Criticità riscontrate
- Obiettivi e conclusioni



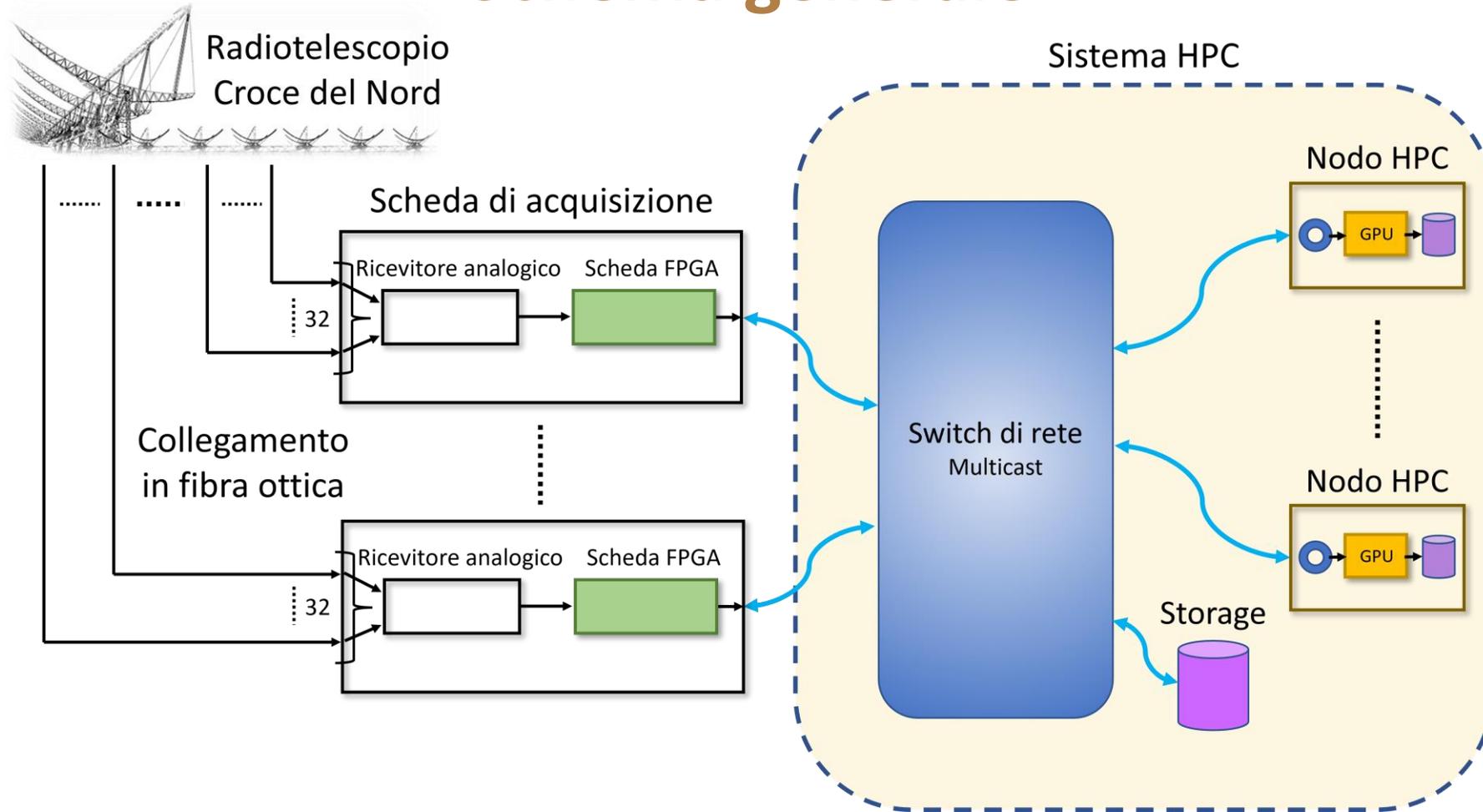
Overview del sistema

- **Scopo:** Acquisire, digitalizzare, elaborare e memorizzare i dati ricevuti dal **Radiotelescopio Croce del Nord** (rami Nord-Sud ed Est-Ovest) per un totale di 672 elementi riceventi (banda 16 MHz @ 408 MHz)
- Requisiti principali:
 - Scalabilità
 - Flessibilità
 - Riconfigurabilità
- Componenti del sistema:
 - Sistema di acquisizione e processing (Back-end)
 - Cluster di High Performance Computing (HPC)
 - Interconnessioni di rete ad alta velocità





Schema generale

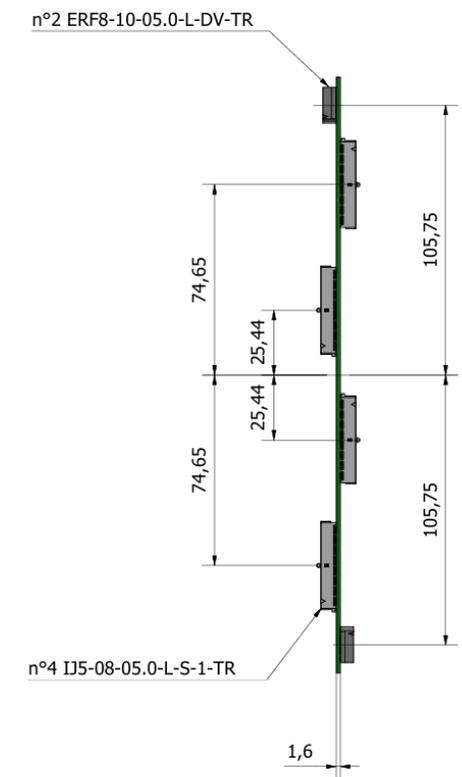
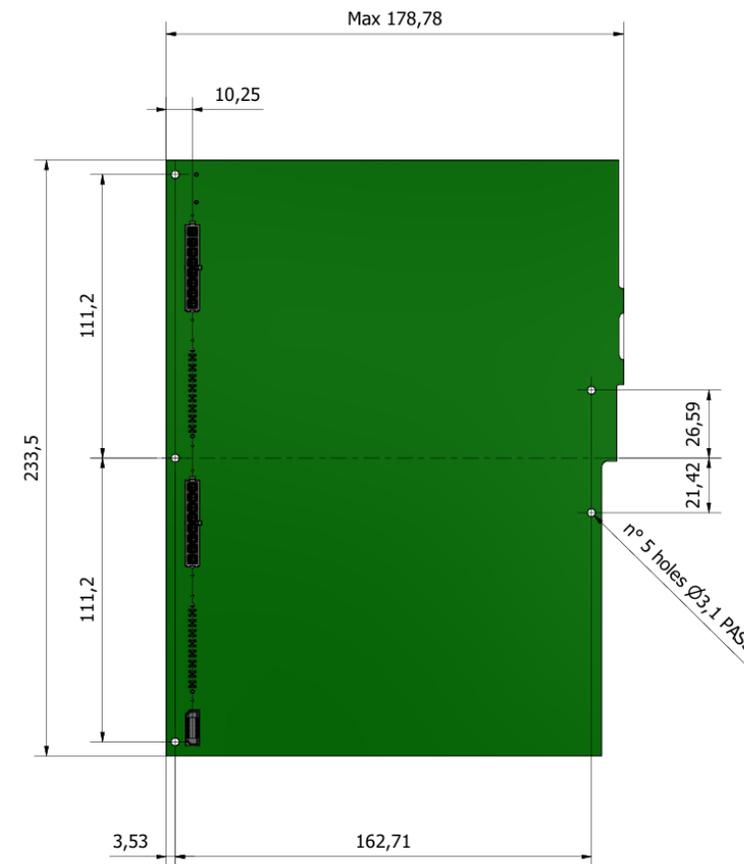




Acquisizione digitale e processing real-time

• Schede Back-end:

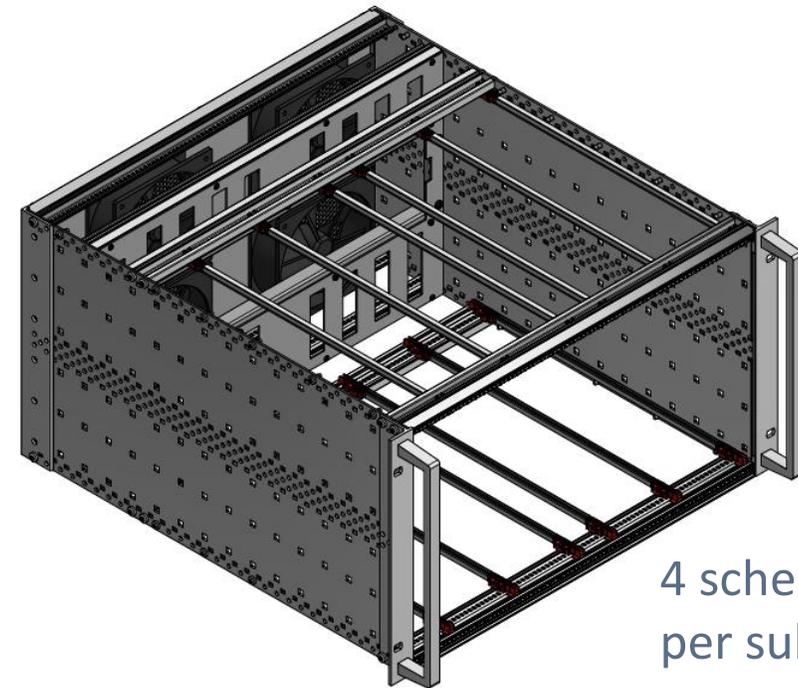
- 6U
- 32x input RF
- 16x dual input ADC, 14 bit, 1GSPS
- 2x FPGA Xilinx Kintex UltraScale+
- 2x RAM DDR4, 64 bit, 32 GB totali
- 2x interfacce di output 40 GbE (QSFP)
- Dispositivo CPLD e Unità Microcontrollore per funzioni di gestione
- 2x ERM8 (3.6 V, SPI) per interfaccia con schede analogiche (talk Federico)





Acquisizione digitale e processing real-time

- Sub-rack kit:
 - Scheda di Management:
 - Rigenerazione e “jitter cleaning” del segnale di riferimento a 10 MHz
 - Gestione e monitoraggio delle schede Back-end
 - Scheda di Backplane:
 - Distribuzione 10 MHz e PPS alle schede Back-end
 - Distribuzione alimentazione e rete Gigabit Ethernet alle schede Back-end
 - Alimentatori
 - Ventole

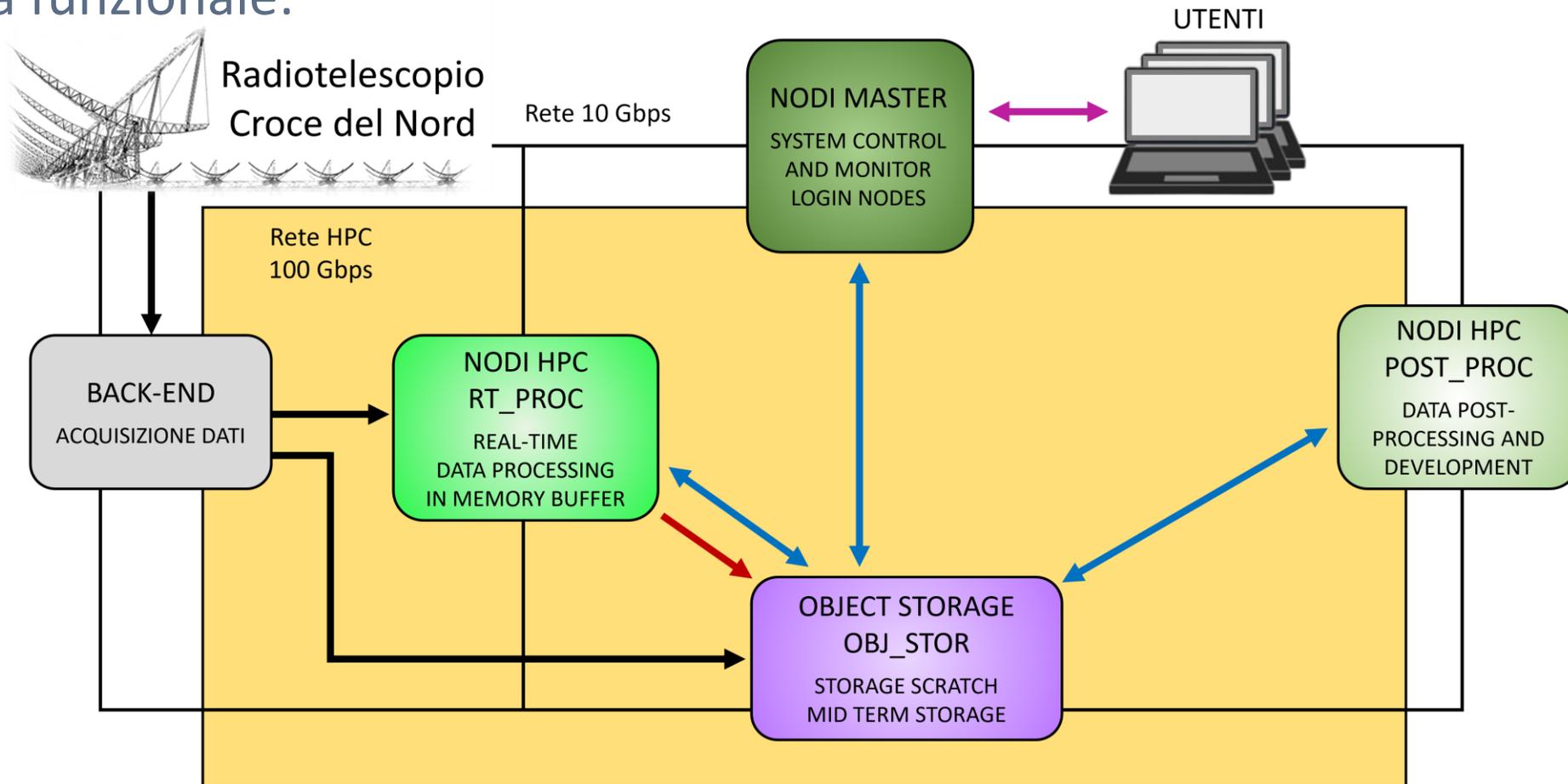


4 schede Back-end
per sub-rack



Cluster HPC

- Schema funzionale:

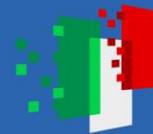




Cluster HPC

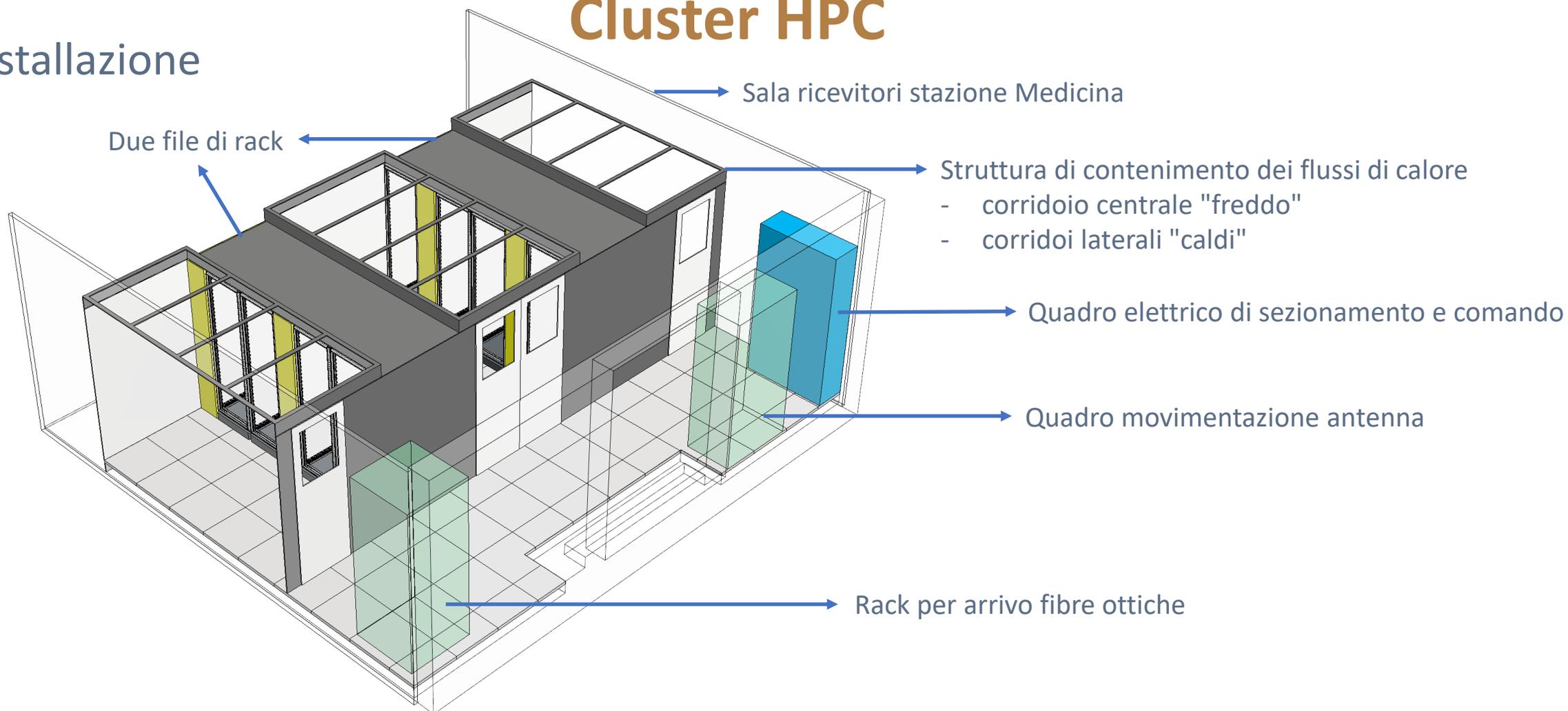
- Caratteristiche principali:

- ☐ ~20 nodi per calcolo massivo e parallelo
 - Dual CPU (multi-core)
 - 2x GPU
 - 2 TB RAM
 - 2x dischi SSD (3 TB ciascuno)
 - Interfaccia di rete ad alta velocità
- ☐ ~10 nodi per storage di medio termine
 - Dati raw in attesa di essere ri-processati e ri-analizzati
 - Dati processati e ridotti in attesa di essere archiviati
 - 8 PB spazio disco complessivo
 - Interfaccia di rete ad alta velocità
- ☐ nodi Master (ridondanza tripla)



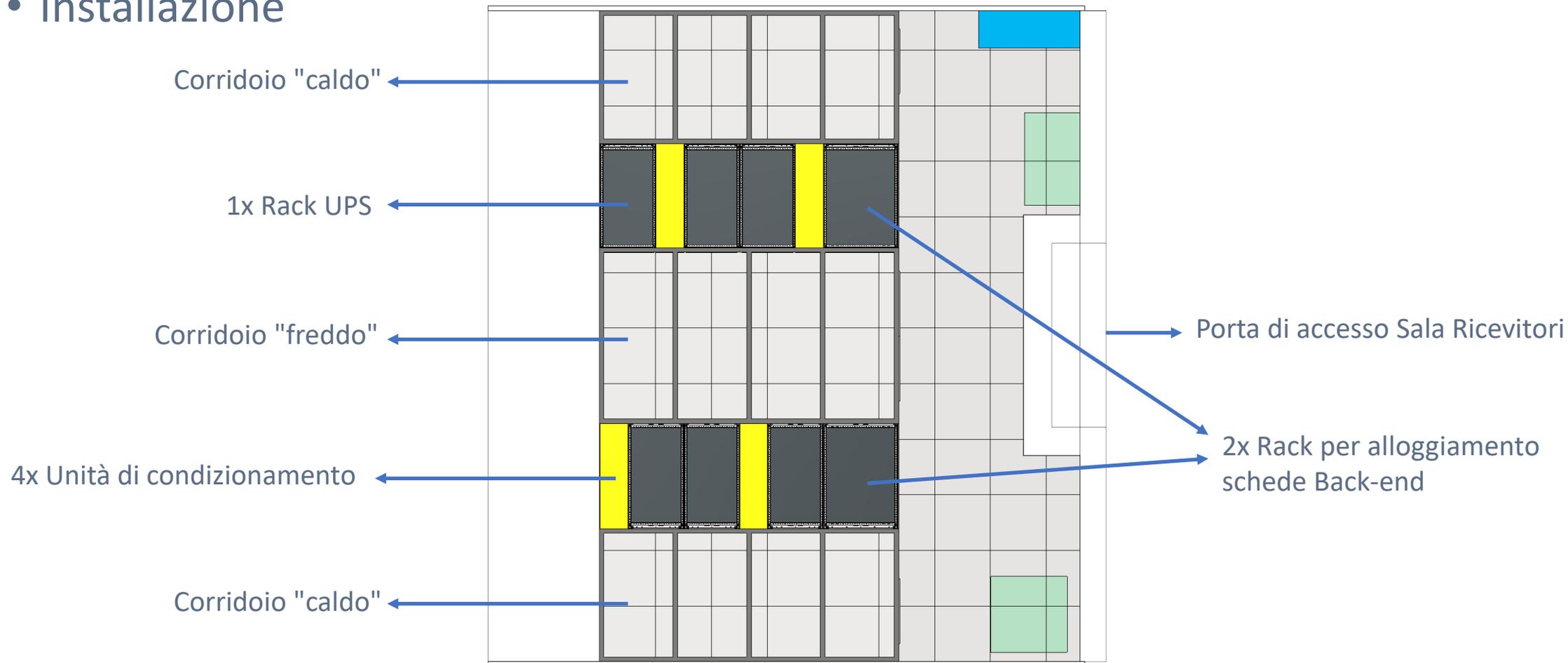
Cluster HPC

• Installazione



Cluster HPC

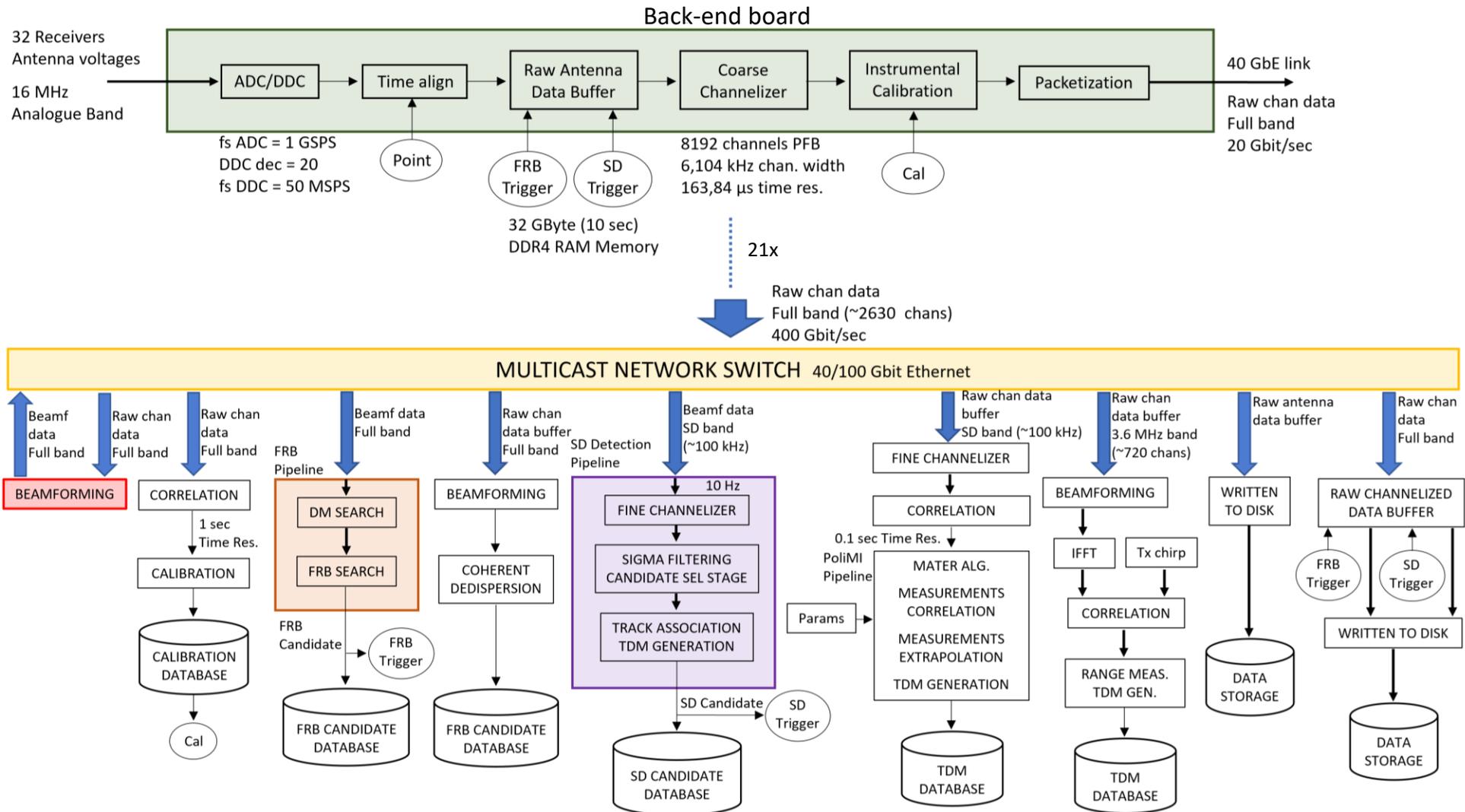
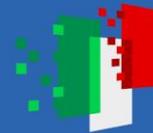
- Installazione





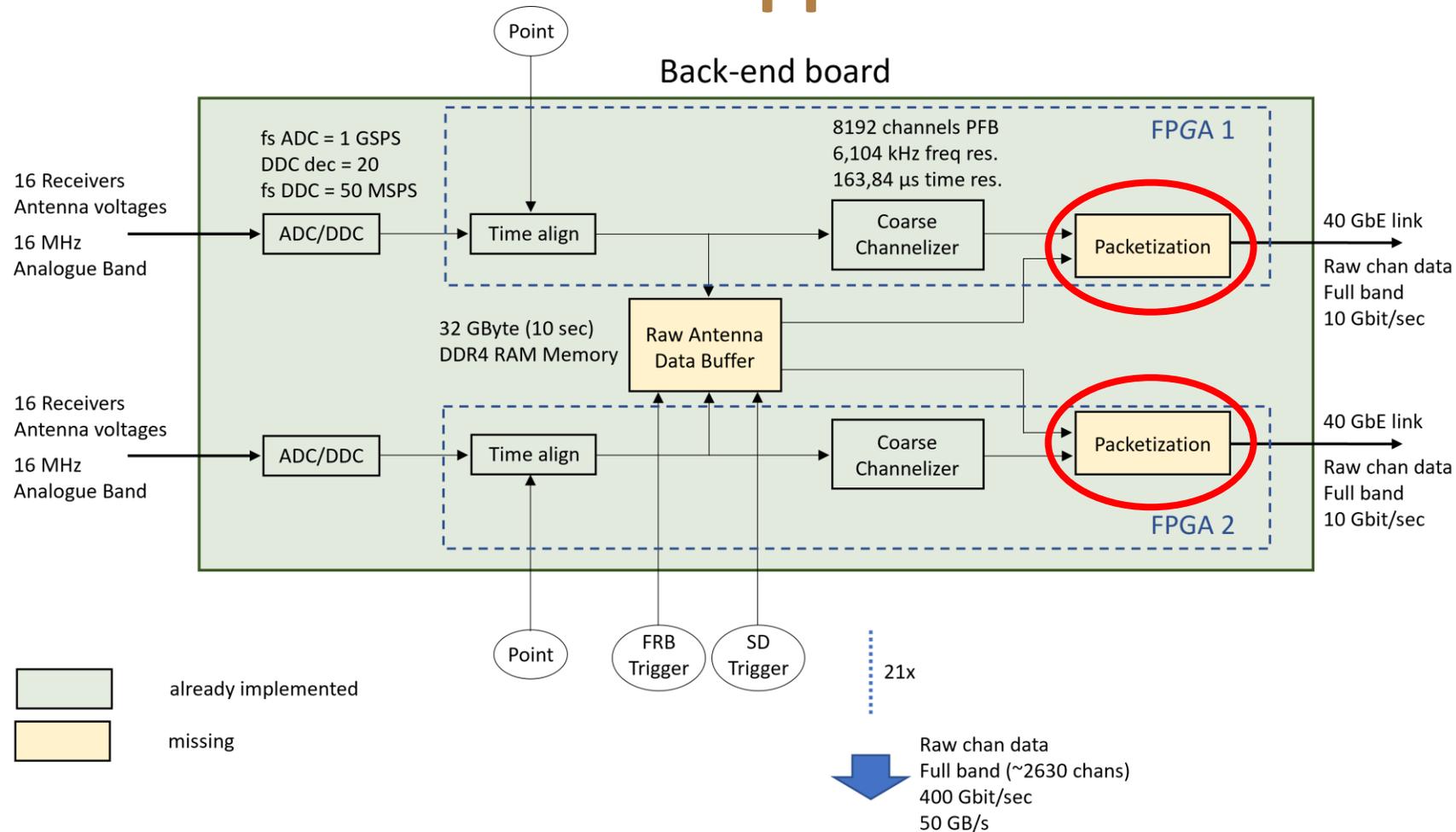
Procurement dell'Hardware

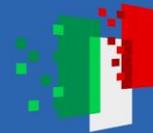
- Schede Back-end:
 - ✓ Procedura negoziata con previa indagine di mercato (ordine entro i 215 kEuro)
 - ✓ Attività di stesura capitolato tecnico
 - ✓ Stato procedura:
 - 1 offerta giudicata idonea
 - In corso verifiche procedurali prima di poter sottoscrivere il contratto
 - Consegna prevista del materiale: Ottobre 2024
- Cluster HPC:
 - ✓ Gara aperta (ordine sopra soglia)
 - ✓ Attività di progettazione del sistema e stesura capitolato tecnico
 - ✓ Stato procedura:
 - Gara pubblicata (scadenza 30/09/2024)
 - Consegna e installazione entro Estate 2025





Attività di sviluppo Firmware





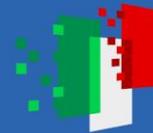
Attività di sviluppo Software

- Software per calcolo Real-Time
 - FRB Pipeline (Banda Piena)
 - DM Search
 - FRB Search
 - Beamforming (Multi-Beam Engine) (Banda Piena)
 - Comune tra FRB and SD
 - SD Pipeline (Sottobanda) → **Meno critico**
 - Fine Channelizer
 - Sigma Filtering, Candidate Selection Stage
 - Track association, TDM generation
- Software per operazioni I/O con requisito Real-Time
 - Acquisizione stream dati (Banda Piena) da schede Back-end
 - Lettura/scrittura di questi dati (raw) su RAM buffer (memoria temporanea) e salvataggio su disco in caso di detection



Attività di sviluppo Software

- Software per calcolo non Real-Time
 - Correlazione per calibrazione Sistema
 - Dedispersione coerente (su piccoli slice di dati)
 - Pipeline PoliMI (sottobanda e risoluzione temporale non critica)
 - Ranging (non ancora definito l'algoritmo)
 - Solo in caso di detection evento SD
 - Su una porzione di banda
 - Salvataggio dati processati su disco (dati ridotti e solo in caso di detection)
- Middleware e Software di gestione e controllo
 - Software per orchestrare e gestire tutte le varie componenti (task manager, job scheduling, ecc)
 - Monitoraggio e controllo delle schede e dispositivi
 - Gestione telescopio e scheduling osservazioni



Organizzazione del lavoro

- INAF
 - Giovanni Naldi: coordinamento attività, sviluppo FW
 - Andrea Mattana: SW monitoraggio e controllo back-end e ricevitori analogici
 - Giuseppe Pupillo: sviluppo algoritmo di calibrazione
 - PoliMI: sviluppo algoritmi di determinazione orbitale (vedi talk successivo)
 - Nicola Ragno: amministratore del Cluster HPC
 - Francesco Fiori: sviluppo SW
 - ? (concorso in itinere): sviluppo SW
- Università di Malta (contratto da 140 kEuro)
 - Alessio Magro + 2 sviluppatori SW
- Ulteriore contratto da 140 kEuro per sviluppo FW/SW



Criticità

- Tempistiche:
 - Progettazione richiesta per Cluster HPC (no semplice acquisto materiale)
 - Reclutamento personale (> 1 anno per bandire posizione!)
 - Complessità del sistema da realizzare (sviluppo FW/SW) in tempi scala stretti
- Infrastruttura di calcolo
 - Dimensionamento sistema basato su stime (nuovo sistema) → incertezze
 - Limiti infrastrutturali per espansione futura (potenza)
 - No ridondanza di alimentazione sul cluster



Obiettivi

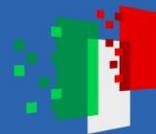
- Sfruttare e riutilizzare il più possibile parti sviluppate su altri progetti (SKA)
- Investigare possibilità di collaborazione con altri gruppi di ricerca con progetti simili (e.g. CHORD collaboration)
- Iniziare con sistema di minima e progressivamente aumentarne la complessità
 - Possibili obiettivi intermedi per osservazioni FRB:
 - Multi-beam con 8 or 16 cilindri NS (Banda Piena)
 - Modalità tracking sorgente (1 steered beam) combinando 32 (o più) cilindri NS (Banda Piena)
 - Modalità tracking sorgente (1 steered beam) combinando un subset di ricevitori EW (Banda Piena)
- Dare continuità a team di lavoro:
 - Progetto ambizioso e di lungo respiro
 - Fondamentale acquisire internamente expertise e know-how



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

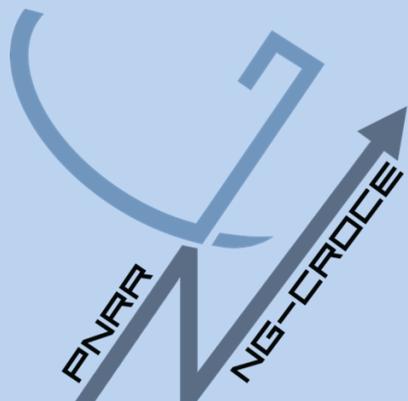


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Next Generation – Croce del Nord

IR0000026

Intervento finanziato nell'ambito del PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

M4C2

Missione 4 - Istruzione e Ricerca

Componente 2 - Dalla Ricerca alla Impresa

Linea di Investimento 3.1 - Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca

CUP C53C22000880006