

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
OSSERVATORIO DI ASTROFISICA E SCIENZA DELLO SPAZIO DI BOLOGNA



OAS plesso CNR



OAS plesso Battiferro

# Centro di Calcolo OAS: Opportunità e prospettive

Fulvio Gianotti, Roberto Merighi, Adriano De Rosa, Alessandro Tacchini, Marco Lolli, Roberto Di Luca, Michele Gatti

INAF-OAS Gruppo di lavoro sid => [sid.oas@inaf.it](mailto:sid.oas@inaf.it)

## OUTLINE

- Personale OAS – SID
- Servizi Battiferro
- Introduzione al CdC
- Descrizione Rack
- Impianti: Elettrico e di Condizionamento
- Rete LAN OAS e Collegamento in Internet
- Componenti principali
  - Cluster di Calcolo
  - Sistema di Macchine Virtuali
  - Sistemi di Storage
  - Backup
- Server di Progetto
- Media INAF
- Sviluppi Futuri
- Conclusioni

# PERSONALE OAS - SID

RESPONSABILE – ROBERTO MERIGHI



## BATTIFERRO



Roberto Diluca

Marco Lolli

Michele Gatti

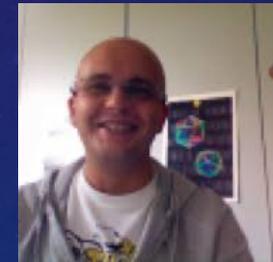


## AREA CNR

Adriano Derosa

Fulvio Gianotti

Alessandro Tacchini



# PERSONALE OAS - SID

## HARDWARE

### BATTIFERRO

Roberto Diluca

Roberto Merighi

Michele Gatti (Vmware)

Marco Lolli

### AREA CNR

Alessandro Tacchini (sistema)

Adriano Derosa (cluster)

Fulvio Gianotti (progetti)

# PERSONALE OAS - SID

## SOFTWARE E SISTEMI

### BATTIFERRO

Roberto Diluca (Windows - Linux)

Roberto Merighi (OSX - Linux)

Michele Gatti (Windows - Vmware)

Marco Lolli (Linux - OSX)

### AREA CNR

Alessandro Tacchini (Linux - servizi)

Adriano Derosa (Linux - OSX - cluster)

Fulvio Gianotti (Linux - OSX - progetti)

# PERSONALE OAS - SID

## NETWORK

### BATTIFERRO

**Roberto Diluca**

Marco Loli

Roberto Merighi

Michele Gatti (Vmware)

### AREA CNR

**Alessandro Tacchini**

Adriano Derosa (Linux – cluster)

Fulvio Gianotti (Linux – OSX)

# PERSONALE OAS - SID

## SERVIZI

### BATTIFERRO

Server di posta OSX server  
R. Merighi - in dismissione

Server Web linux server (virtuale)  
M. Lolli – (in dismissione)

Gestione utenti Google Businnes,  
Licenze IDL e badge CIP  
M. Lolli R. Diluca

Server DNS, Eduroam, WiFi  
R. Diluca

Server virtualizzazione VMWARE  
Ospita le macchine virtuali della  
amministrazione e server Battiferro  
M. Gatti - M. Lolli

Gestione centralino VoiSmart  
R. Merighi – **R. Policastro**

# PERSONALE OAS - SID

## SERVIZI

### AREA CNR

Server di posta Zimbra server  
A. Derosa A.Tacchini in dismissione

Server Web linux server  
M. Malaspina

Gestione utenti Google Businnes,  
Licenze IDL  
A. Derosa A.Tacchini

Server DNS, Eduroam, WiFi  
A. Tacchini

Server virtualizzazione Oracle VM  
Vedi descrizione in seguito  
A. Derosa A.Tacchini

**Come abbiamo visto in alcune presentazioni di questi giorni il calcolo in astrofisica e le relative infrastrutture ICT sono parte integrante e imprescindibile della ricerca stessa.**

**Le principali aree di interesse sono:**

- **Calcolo ad elevata performance per l'astrofisica**
- **Ground segment e test bed per missioni spaziali e a terra**
- **Database e cataloghi astronomici**

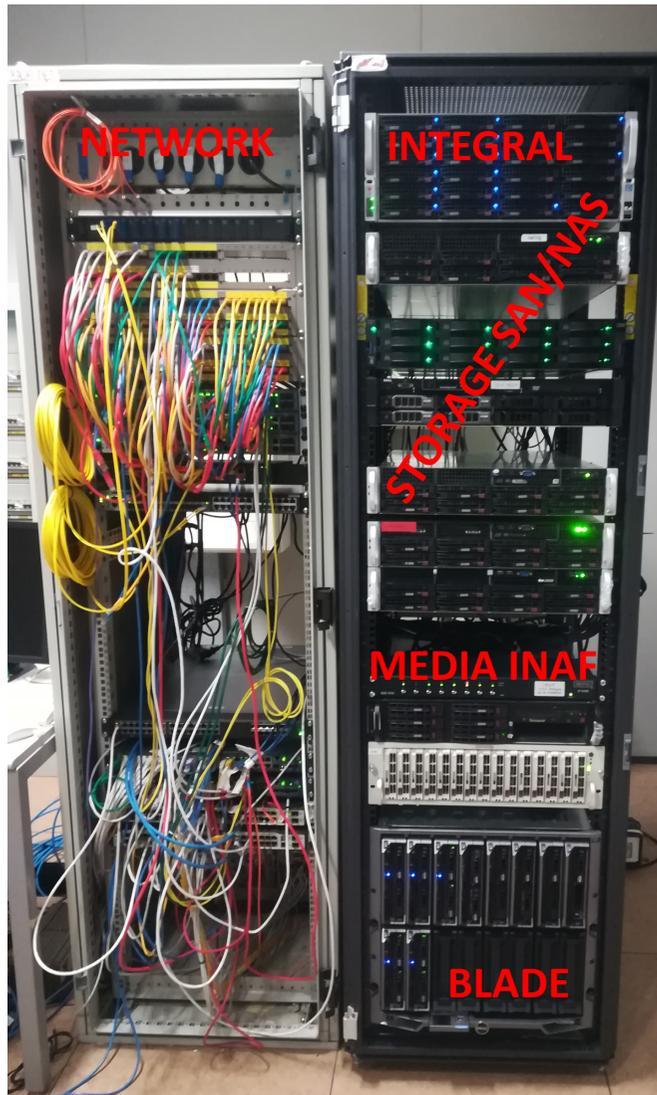
**Per soddisfare queste esigenze abbiamo negli anni sviluppato un complesso e potente Centro di Calcolo**

<http://www.iasfbo.inaf.it/activities/calcolo/>

- Il CdC si trova nella stanza 305 primo piano plesso CNR



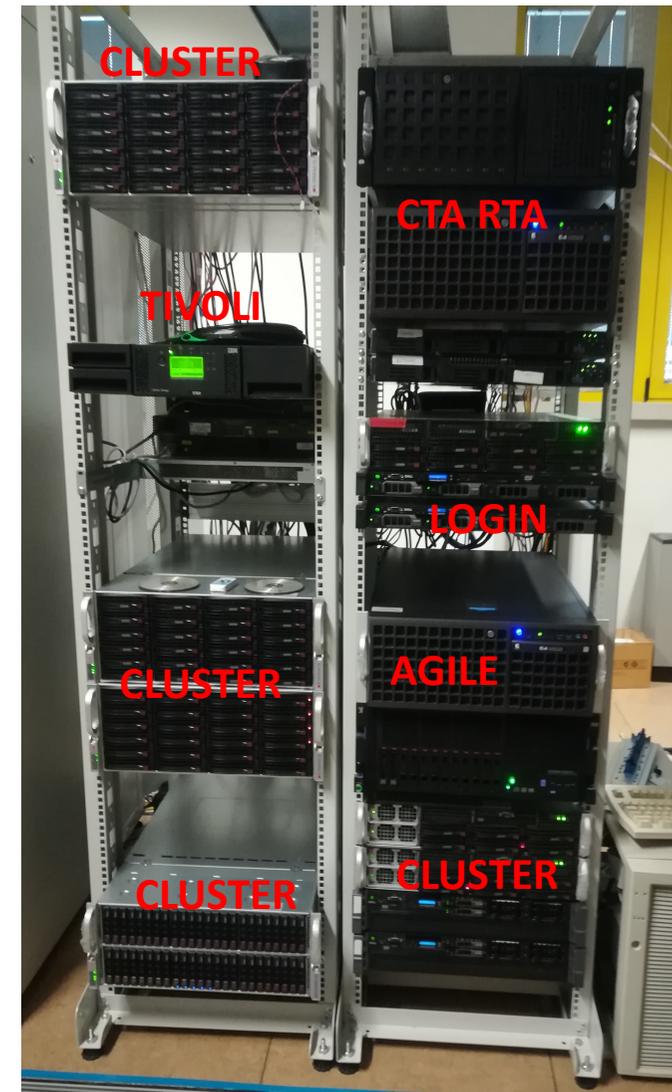
Il CdC è circa 75 Metri quadri e ospita 6 Rack per i server, 1 Rack per gli apparati di rete, 3 condizionatori, 2 tavoli per le console dei server. Nei 6 Rack sono montati circa 80 Server

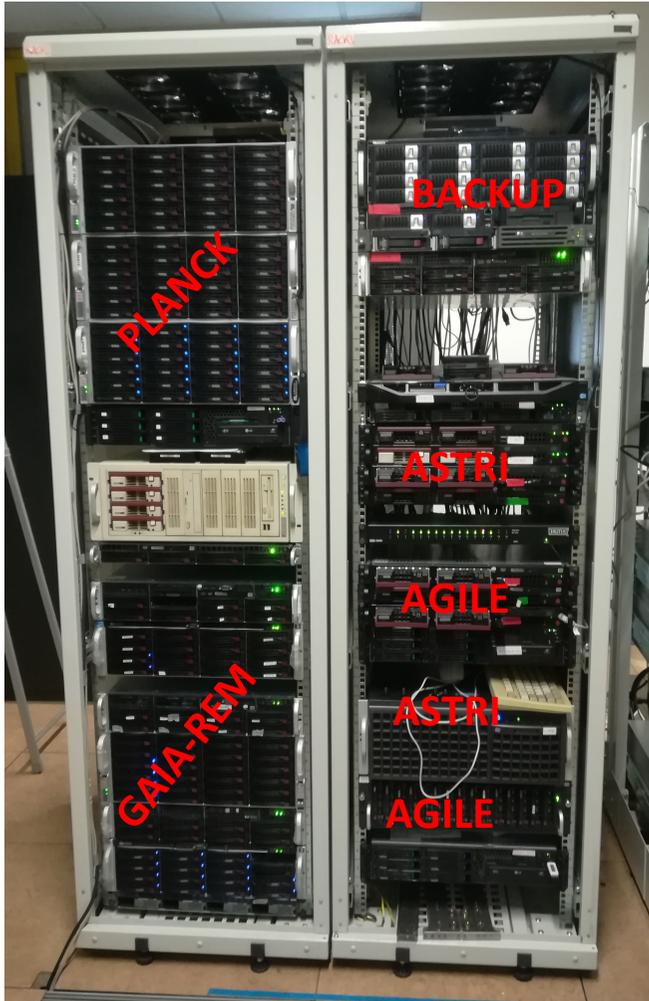


Network Rack :  
Apparati di rete  
switch e patch pannel

Rack1: Storage e  
Blade  
media INAF

Cluster Racks: cluster  
di calcolo e i server  
della RTA di CTA





Rack2 : Server di  
Progetto Plank REM  
ecc..(aggiungere)

Rack3: Server di Backup  
e progetti ASTRI e AGILE

Rack4: Server di  
progetto ASTRI, AGILE  
Integral



- Disponiamo di 60KVA di potenza elettrica tri-fase completamente sotto UPS
- L'UPS ha due funzioni
  1. Stabilizza la corrente della linea ENEL e ci salvaguarda dagli sbalzi di tensione.
  2. Garantisce l'alimentazione del CdC in caso di mancanza di potenza elettrica in attesa che entri in funzione il gruppo elettrogeno
  3. L'UPS è sotto contratto di manutenzione di 2 anni



- I Rack hanno un quadro elettrico dedicato con interruttori termici di emergenza che limitano l'assorbimento massimo e limitano gli effetti dei cortocircuiti.
- Ogni rack è alimentato da 3 fasi, quindi ha 3 interruttori dedicati nel quadro
- I server hanno un'alimentazione ridondata.
- Questo ci garantisce di poter avere continuità di servizio anche in caso di manutenzione o guasto di alcune linee elettriche



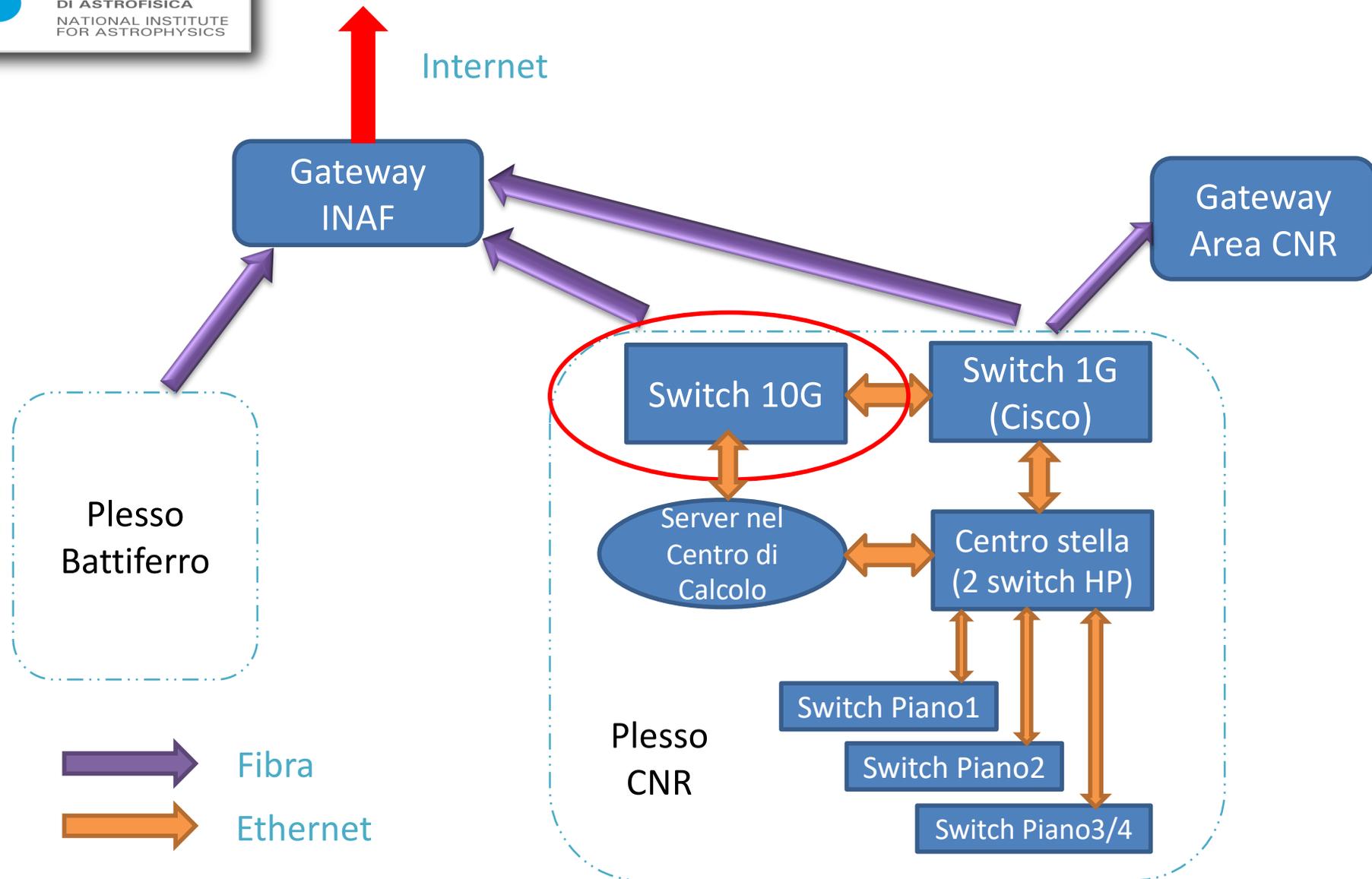
- Potenza frigorifera complessiva di circa 100BTU, ottenuta tramite 3 macchine frigorifera
- Due condizionatori con sistema di freecooling, ovvero con un sistema che rileva la temperatura esterna e nel caso in cui essa sia più bassa di quella del locale impiega l'aria esterna (opportunamente filtrata) per il raffreddamento del locale. **RISPARMIO ENERGETICO**
- Un condizionatore ad acqua fredda che utilizza l'impianto dell'istituto per la generazione dell'acqua per il condizionamento
- **sistema completamente ridondato**
- **doppio sistema di Monitoraggio Temperature**
  - Sistema Siemens integrato con allarme in portineria
  - Sistema con Termometro Ethernet con Allarmi via E-Mail e SMS



**Nel CdC è situato il cuore dell'infrastruttura di rete, qui sono situati tutti gli apparati che forniscono la connettività di rete**

La rete comprende tutti gli apparati, switch, pannelli di connessione e cavi (in rame e in fibra) necessari per:

- Connessione del Plesso CNR a il Router INAF (presso IRA) e quindi a Internet 1Gb/s => **10Gbit/s**
- Connessione fra Plesso CNR e Plesso Battiferro 1Gb/s => **10Gb/s**
- Connessione di tutti gli uffici e laboratori fra loro e ad Internet 1Gb/s
- Connessione dei server del CdC fra loro e ad Internet 1Gb/s => **10Gb/s**



## Il Cluster di Calcolo è composto da:

- 5 nodi di calcolo per un totale di 296 core e 768GB di RAM
- 5 Nodi di login con 40 CPU adatti anche a calcolo iterativo
- 3 server di storage che offrono più di 100TB di spazio disco disponibile
- Rete Infiniband a 40Gbit/s per collegare i nodi fra loro
- Software professionale di scheduler: LoadLever e File System parallelo: GPFS

## Il Cluster serve a:

- Avere una risorsa di calcolo locale senza policy di prenotazione ad accesso quindi immediato, a parte le normali code nello scheduler.
- Tramite i nodi di login è in grado di fornire risorse di calcolo iterative utili a molti tipi di analisi dati, dei singoli o legate ai progetti
- Dato che il nostro cluster è strutturalmente simile a quelli molto più grandi di INAF-ICT e CINECA quindi può essere usato come piattaforma per imparare a utilizzare queste risorse e per il debug del SW.

## Software installato e utilizzabile sul cluster:

- analisi dati agile
- analisi dati fermi
- ciao
- heasoft
- iraf
- ctools
- sas
- compilatori intel
- software analisi dati Planck
- healpix
- cfitsio
- librerie matematiche
- idl
- matlab

## **Il sistema di virtualizzazione è composta da:**

- Sistema di Virtualizzazione Oracle VM. Questo sistema è di tipo professionale e garantisce alti standard di affidabilità e alta disponibilità.
- 7 server di Virtualizzazione per un totale di 104 core e 368GB
- Un server che ospita la console di controllo
- Storage di 30TB dedicato per Macchine Virtuali e Dati

## **Il sistema di virtualizzazione serve a:**

- Fornire Machine virtuali di servizio per il CdC (DNS, DHCP, ZIMBRA per mail, Cloud Storage, RADIUS per eduroam ecc..)
- Fornire Macchine Virtuali per Singoli e/o Progetti o anche dedicate a eventi come i convegni dove sono necessari server web per brevi periodi.

Lo spazio disco di cui disponiamo nel CdC è organizzato in server dedicati che si dividono in:

- **SAN => Storage Area Network**

Più affidabili e veloci, a in genere più costo e difficili da installare

- **NAS => Network Access Storage**

Meno affidabili e veloci, ma meno costosi e più facili da usare

- In ogni caso è prevista una ridondanza Hardware (RAID HW) che garantisce dalla perdita di dati in caso di rottura di dischi che possono venire sostituiti a caldo senza spegnere il server di storage.

I principali server di storage sono:

- NAS della Mail dedicato alla posta elettronica 4TB
- NAS delle HOME di utenti dove ogni utente a un certo spazio per i suoi dati di lavoro. 4TB
- NAS archive dedicato alle missioni scientifiche (INTEGRAL, AGILE)
- NAS per il Backup usato con TIVOLI 10TB
- SAN dedicata al Cluster 110TB
- SAN per il sistema di virtualizzazione 30TB

## Il Sistema di backup adottato nel CdC è TIVOLI

- Tivoli è un'applicazione IBM dedicata al Backup ed integra delle unità a disco (NAS) con delle unità a nastro (Tape Library 20 Nastri per un totale di 120TB disponibili) la cui gestione, una volta che il sistema è correttamente configurato, è automatica.
- Attualmente è utilizzato per il backup dei:
  - nodi del cluster (comprese le /home degli utenti);
  - del server di posta interno (zimbra)
  - e di Media-INAF.
- La sua efficacia è stata testata quando si è dovuto ricreare da zero il server di posta elettronica.



Il CdC fornisce un'altra importantissima funzione:  
**supporta le attività di Progetto**

1. Fornisce la possibilità di installare e collegare in rete le infrastrutture informatiche necessarie ai servizi e ai progetti in cui l'INAF è coinvolto. Il tutto in un ambiente professionale che garantisce tutti i requisiti di affidabilità e ridondanza necessario a questo tipo di apparecchiature.
2. Fornisce potenza calcolo e storage ai Progetti che non hanno infrastrutture proprie. Così si possono installare i programmi e avere i dati per le analisi necessarie senza l'onere di dover comprare e gestire infrastrutture aggiuntive.

**ASTRI/CTA:** Per questo progetto il nostro istituto è responsabile del:

- servizio GIT per tutto il SW,
- il sistema di collaborazione REDMINE,
- il test bed per lo sviluppo e il test del SW ,
- sistema di sviluppo e test del sistema di monitoring dell'ICT.

Questi servizi sono realizzati utilizzando:

- 14 Server, con 188 core, 572 GByte di RAM e 120TB di HD.

**CTA RTA (Real Time Analysis)** per sviluppare la Pipeline di RTA abbiamo 3 Server molto potenti:

- OpenPower con 192 core, 128 GByte di RAM e 4 TB di HD
- 2 server Intel compatibili con 56 core, 128GB di RAM e 16TB di HD;

**AGILE:** Per la missione AGILE abbiamo la responsabilità del:

- Health monitoring del Payload
- Pipeline di analisi dei dati del satellite in tempo reale per la generazione delle allerte scientifiche
- La gestione delle allerte dall'esperimento LIGO.

Tutto questo è gestito gestite utilizzando:

- 12 Server, con 116 core, 280GByte di RAM e 76TB di HD

**Planck:** per la missione gestiamo il:

- Main Backup Repository for Mission Data

Questo utilizzando:

- Un cluster di 6 server, con uno dedicato al solo accesso esterno, uno di backup, e gli altri fondamentalmente configurati come NAS, asserviti sia a detto portale che al cluster di Istituto, con 20 core totali e storage complessivo di circa 30 TB (in configurazioni RAID miste 1/10/5/6), organizzato utilizzando un file system distribuito;

**REM/GAIA/GRAPPA:** nell'ambito di questi di progetti nazionali e internazionali curiamo La riduzione dati che il server web e archivio dati serviti da DBMS e ospitiamo:

- Tutte le immagini del telescopio REM (circa 3 milioni di immagini),
- Il mirror di più di 50 cataloghi astronomici usati nell'ambito del progetto GAIA (24 TB)
- Un archivio di milioni di modelli di spettri di galassie usate per il progetto GRAPPA.

Tutte queste risorse sono accessibili remotamente sia attraverso web-form che direttamente da programmi degli utenti e sono realizzate con l'uso di:

- 6 server con 40 Core, 196Gbyte di RAM e 82TB di HD.

**INTEGRAL:** Archivio e sistema di riduzioni dati locale:

- Il nostro archivio comprende tutti i dati pubblici della missione INTEGRAL, ad oggi circa 15 anni di osservazioni da Ottobre 2002 a Settembre 2017. E' garantito l'aggiornamento costante del software di analisi dedicato (OSA).
- La disponibilità di questo intero e completo archivio offre l'importante vantaggio di poter effettuare studi sistematici (imaging, timing, spectra) su tempi scala molto brevi o molto lunghi di singole sorgenti celesti, sia galattiche che extragalattiche
- NAS con 30TB Dati che diventeranno circa 70TB a breve.

## **XMM-Newton, Chandra, Suzaku e Swift:**

Il Cluster di calcolo dell'OAS ci ha permesso di divenire autonomi nella riduzione e analisi dei dati ed è uno strumento fondamentale nella normale attività di riduzione dati, delle missioni spaziali in banda X.

**Corsi di astrofisica della alte energie in collaborazione con il DIFA** dell'Universita' degli studi di Bologna:

la presenza del cluster di calcolo ha permesso a circa 30 studenti ogni anno di imparare la riduzione e l'analisi dati X e gamma di sorgenti celesti.

**Sviluppare simulazioni GEANT per le missioni Athena Astrogamma e per l'esperimento FAMU dell'INFN**

**Nel CdC si trova anche il server che ospita tutti i servizi web dell'OAS e alcuni dell'INAF**



per volume di traffico ed esigenze di high availability, si distingue **Media INAF**, la testata giornalistica dell'INAF, con una media mensile di oltre 100mila lettori unici al mese (128mila a novembre 2018) e 250mila pagine visitate

## The equipment needed to satisfy the CTAO needs requires a server-room with the following features:

- Three power plugs three-phase-electric power with 20 Ampere fuses (Fuse type-C1) for each phase and UPS;
- Power-Plug: cee16a 400v 5 Pin
- Power rating capability > 17 KW
- Air Conditioning with 30.000 BTU redundant Rack-System:
- Two conformal to Rittal Rack IT System with 48 RU and 600 x 1000;



- **ManPower** perchè:
  - Le infrastrutture ICT necessarie crescono sempre in quantità e in complessità
  - Il personale del CdC è sempre più coinvolto nel supporto di missioni e progetti.
- Le infrastrutture ICT vanno mantenute e rinnovate e questo richiede un investimento costante.
- Abbiamo un problema con l'area del CNR per gestione del passaggio fra corrente di linea e quella dei generatori
- Lo spazio nella sala CdC comincia a scarseggiare.

- Inserimento nel sistema di Cluster degli utenti OAS non ancora presenti, ma interessati (ex: OABO)
- Messa in opera dello switch a 10GB
- Finalizzazione dell'installazione Rack e Rete per PO CTA
- Sistema di Monitoraggio ICT
- Contratto di manutenzione per apparati di condizionamento FreeCooling
- Acquisto server di storage aggiuntivo per il Cluster
- Cablaggio in fibra del laboratorio EGSE 4 piano plesso CNR
- Realizzazione di una VPN per accesso sicuro dall'esterno.
- Implementazione di un server ridondante di Media INAF

La funzione de CdC è assolutamente essenziale e strategica  
Essenziale per:

- Fornisce la connessione LAN, WiFi e a Internet a tutti gli utenti e ai server del Plesso CNR
- Fornisce i servizi essenziali per il funzionamento della rete. Plesso CNR
- Fornisce potenza di calcolo e capacità di archiviazione dati al personale di ricerca
- Strategico perché possiamo supportare le infrastrutture informatiche necessarie a progetti in cui INAF è già coinvolto e in quelli futuri CTA, MAORI, EUCLID...