

INFN-14-11/LNF
7th May 2014

Review del Tier-2 di ATLAS dei Laboratori Nazionali di Frascati

E. Vilucchi, M. Antonelli, C. Gatti, R. Di Nardo, U. Dosselli, M. Pistoni, R. Ricci,
U. Rotundo, M. Testa

INFN, Laboratori Nazionali di Frascati, P.O. Box 13, I-00044 Frascati

Abstract

In questo documento viene presentato il Tier-2 di ATLAS dei LNF in tutti i suoi aspetti. Dopo la presentazione dell'infrastruttura ospitante (sala calcolo, impianto elettrico e di raffreddamento), si ripercorrono tutte le attività degli ultimi anni che hanno coinvolto la farm, il personale del gruppo locale di ATLAS ed i servizi dei LNF: attività di analisi, sinergie con gli altri gruppi e divisioni dei Laboratori e sinergie sviluppate con altri siti dell'INFN e con strutture al di fuori dell'INFN.

*Published by SIDS-Pubblicazioni
Laboratori Nazionali di Frascati*

Tier2 di ATLAS ai LNF

1 Breve Storia del Centro e stato attuale

1-A Situazione del centro pre-T2

L'edificio del Servizio di Calcolo dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) ospita tre ambienti principali dedicati a:

- Attrezzature del Servizio di Calcolo;
- Estensioni del sistema di calcolo dell'esperimento KLOE;
- Future attrezzature di calcolo per gli esperimenti di LHC.

L'iniziale connettività di rete al GARR che consisteva in una frazione della banda disponibile di 1Mbps, è stata inizialmente ampliata a 34Mbps (con l'uso di un ponte radio di collegamento con la sezione di Roma1 dell'INFN) ed è ormai aggiornata agli standard moderni con tratte a 1Gbps dedicate all'utenza generica, 1Gbps a KLOE ed è in corso l'aggiornamento mediante collegamenti 10Gbps alla rete LHCONE (un network internazionale dedicato specificamente al traffico dati degli esperimenti LHC).

Gli sviluppi più importanti delle attrezzature di calcolo dei LNF (dal 1995 al 2005) sono stati essenziali per la costruzione del software di acquisizione, archiviazione, ricostruzione e analisi dell'esperimento KLOE. Questo sforzo è stato significativo in quanto KLOE è stato il primo grande esperimento italiano moderno con acquisizione completamente digitale e completamente automatizzato. Questi automatismi includono le calibrazioni online, la memorizzazione automatica su nastro magnetico ed una ricostruzione dei dati quasi concorrente.

Le infrastrutture del calcolo di KLOE dovevano soddisfare i due principali requisiti che consistevano in: velocità di acquisizione pari a 50MB al secondo e capacità di memorizzazione oltre il petabyte di dati, requisiti estremamente impegnativi nel 1995. Questi risultati ambiziosi sono stati raggiunti, nel corso del tempo, mediante la tecnica della conservazione degli investimenti iniziali e dell'evoluzione tecnologica con la sostituzione delle parti.

La componente del calcolo di KLOE si è evoluta fino ad oggi, soddisfacendo tutti i requisiti iniziali ed adeguandoli alle ampliate necessità. Complessivamente il sistema di calcolo di KLOE include due sistemi di archiviazione affidabili con 8000 cartucce robotizzate, un sistema di dischi di grandi capacità, tutti connessi con tecnologia SAN-fibre channel, e centinaia di processori sfruttati mediante un affidabile sistema di distribuzione di job.

Le significative attività connesse allo sviluppo di KLOE hanno portato all'installazione di piattaforme moderne ed allo sviluppo di tutto il software necessario. Nell'ambito di questa attività è stata anche organizzata, nel 2002, la prima edizione del master di Computing Networking and Data Warehousing, che ha visto un'ampia partecipazione ed ha permesso la diffusione di conoscenze sulle tecnologie esistenti ad un gruppo di persone che hanno poi contribuito alla prima installazione e successiva gestione del futuro Tier-2. Nel 2004, infatti, il gruppo locale di ATLAS, in collaborazione con il personale del centro di calcolo, ha installato una piccola farm costituita dai servizi del middleware di Grid, un piccolo sistema di storage ed alcune macchine di calcolo.

Il sito è stato classificato come proto-Tier-2 fino al 2011, anno dell'approvazione ufficiale da parte dell'INFN, e fino ad allora ha ricevuto dall'INFN solo dei fondi ridotti rispetto ai Tier-2 approvati.

Tuttavia, anche se di dimensioni ridotte, la farm di Frascati ha sempre partecipato attivamente, e con successo, a tutte le attività destinate ad un Tier-2 di ATLAS, dato che l'esperimento l'ha comunque considerato un Tier-2 a tutti gli effetti. Il personale dedicato al Tier-2, inoltre, ha acquisito notevoli competenze, contribuendo anche ad attività più specifiche per il computing di ATLAS quali la calibrazione delle camere MDT di ATLAS, il test e la validazione del tool di analisi PROOF on Demand e la partecipazione a collaborazioni al di fuori dell'INFN (quale il progetto regionale Megalab, con 4 collegamenti geografici a 10Gbps, descritto in seguito), diventando un punto di riferimento per gli utenti dei Laboratori che hanno l'esigenza di effettuare calcolo distribuito in Grid.

A seguito del riconoscimento ufficiale del 2011, la farm ha iniziato a crescere velocemente e si è posta la necessità di adeguare la sala e gli impianti alle accresciute necessità di un tipico Tier-2 italiano, per cui sono stati effettuati dei lavori infrastrutturali per creare una nuova sala destinata al calcolo scientifico in cui è attualmente in corso il trasferimento del Tier-2.

1-B Sinergie locali

La collaborazione del gruppo di ATLAS dei Laboratori Nazionali di Frascati con il personale del Servizio di Calcolo ha portato all'installazione di un prototipo locale di farm in Grid.

In seguito, la collaborazione dell'esperimento con il Servizio di Calcolo ed il personale del centro di calcolo di KLOE, ha portato alla formazione di personale specializzato, afferente all'esperimento, dedicato alla gestione del sito.

La collaborazione con il Servizio di Calcolo prosegue tuttora per la gestione dei sistemi di base, soprattutto per quanto concerne gli apparati di rete. Inoltre, grazie alla presenza locale della farm di ATLAS, il personale del Servizio di Calcolo ha avuto la possibilità di sperimentare sistemi di calcolo, di storage e apparati di rete in uso solamente al Tier-2 o a collaborazioni ad esso direttamente collegate (ad esempio: il router Cisco a 10Gbps del Tier-2, gli apparati di rete Alcatel e le apparecchiature infiniband del progetto Megalab).

La sinergia con la Divisione Tecnica ed il personale di altri esperimenti (Alice, CMS, LHCb, gruppo dei teorici, ed i gruppi della Divisione Acceleratori) si è esplicitata nel gruppo di lavoro finalizzato allo studio di fattibilità circa la realizzazione di un Servizio di Calcolo Scientifico nei Laboratori (2009/10). Questo studio ha quindi portato alla progettazione dell'ampliamento della sala di calcolo per ospitare il Tier-2 e le altre apparecchiature di calcolo scientifico in cui il Tier-2 si sta spostando al momento.

La Divisione Tecnica ed il Servizio di Calcolo collaborano regolarmente con il personale del Tier-2 anche per altri aspetti minori relativi alla gestione dell'infrastruttura assicurando interventi tempestivi per la gestione e manutenzione delle infrastrutture, sia con personale interno che esterno, utilizzato per le attività ordinarie.

Per quanto riguarda i gruppi locali afferenti ad altri esperimenti, il gruppo macchina afferente all'esperimento SuperB ed il gruppo locale di Belle hanno avuto ed hanno la necessità di effettuare calcolo distribuito in Grid, senza avere tuttavia l'expertise necessaria per gestire una farm dedicata. Per cui il Tier-2, oltre alle altre Virtual Organization (VO) LHC, ha supportato la VO SuperB e supporta la VO Belle, consentendo, con un minimo sforzo, agli utenti delle due VO di eseguire i loro job nella farm del Tier-2, ottenendo dalle VO anche potenza di calcolo aggiuntiva usata da ATLAS in maniera opportunistica come risorsa extrapledge.

In tal modo il Tier-2 si configura come una farm multi-esperimento e diventa il punto di riferimento per gli utenti dei Laboratori che hanno l'esigenza di effettuare calcolo distribuito in Grid.

Al di fuori dei Laboratori Nazionali di Frascati, va citata una sinergia importante che si è creata nel corso degli anni tra il personale coinvolto nella gestione dei Tier-2 di ATLAS delle quattro sedi: Frascati, Milano, Napoli e Roma1. Questa collaborazione, supportata da phone conference bisettimanali e regolari incontri di persona, consente di distribuire le attività in maniera efficiente, di usufruire reciprocamente di soluzioni già provate negli altri siti e di pianificare l'acquisizione delle risorse in modo uniforme e coerente. In questo modo si riesce ad ottenere il massimo delle prestazioni dalle risorse del personale, costituendo di fatto la Federazione Italiana dei Tier-2 di ATLAS.

Infine, al di fuori dell'INFN, va ricordata un'importante collaborazione con la regione Lazio ed altri enti di ricerca: ESA-ESRIN, Università di Tor Vergata e CNR di Tor Vergata, nell'ambito del progetto *Megalab*, finalizzato a realizzazione un test-bed per un'infrastruttura Grid all'interno di una rete Metropolitan Area Network ad alta velocità che interconnette la Regione Lazio, i centri di ricerca, policlinici, aziende ospedaliere e piccole e medie imprese, come descritto a fondo nella sezione 7 Impatto: il sito ha sviluppato caratteristiche che lo rendono unico e costituiscono un valore aggiunto per la struttura ospitante, come per esempio, ricerca tecnologica, esperienza sistemistica avanzata o altro? Queste caratteristiche sono importanti e quantificabili per l'esperimento LHC di riferimento.

1-C Evoluzione delle risorse

L'evoluzione delle risorse dal 2004 ad oggi (Tabella 1) mostra un incremento costante, anche se di entità variabile negli anni, sia per la CPU che per il disco. Le risorse di tipo "pledged", ossia quelle che debbono essere garantite all'esperimento sono invece riassunte nella Tabella 2, mentre il totale in eccesso, ossia extrapledge, in Tabella 3. Le risorse extrapledge sono composte da risorse finanziate dal Laboratorio e con residui di fine anno di ATLAS e Dotazioni di Gruppo I e da risorse obsolete non ancora dismesse. Le risorse extrapledge sono fondamentali per garantire agli utenti italiani, attraverso un'opportuna configurazione del fair-share dei batch system locali, una quantità di risorse dedicate altrimenti non previste e sono utilizzate sia per attività locali, come ad esempio le attività di tipo

“Tier3”, che per attività in Grid. Ci sono poi ulteriori risorse finanziate dalla collaborazione con altri esperimenti che vengono utilizzate opportunisticamente dai job di ATLAS.

INFN-FRASCATI (totale)

Anno	CPU [HS06]	Disco [TBn]
2004	29	1,4
2005	29	6,2
2006	216	11,3
2007	216	11,3
2008	690	47,3
2009	639	45,9
2010	1196	156
2011	2321	276
2012	4048	426
2013	5562	582

Tabella 1 - Evoluzione delle risorse del Tier-2 di ATLAS Frascati

INFN-FRASCATI (pledged)

Anno	CPU [HS06]	Disco [TBn]
2007	160	16
2008	300	35
2009	592	70
2010	1200	100
2011	2880	240
2012	4256	340
2013	5280	490

Tabella 2 – Risorse pledged del tier-2 di ATLAS Frascati

INFN-FRASCATI (extrapledge)

Anno	CPU [HS06]	Disco [TBn]
2007	56	0
2008	390	12,3
2009	47	0
2010	0	56
2011	0	36
2012	0	86
2013	282	92

Tabella 3 - Risorse extrapledged del Tier-2 di ATLAS Frascati

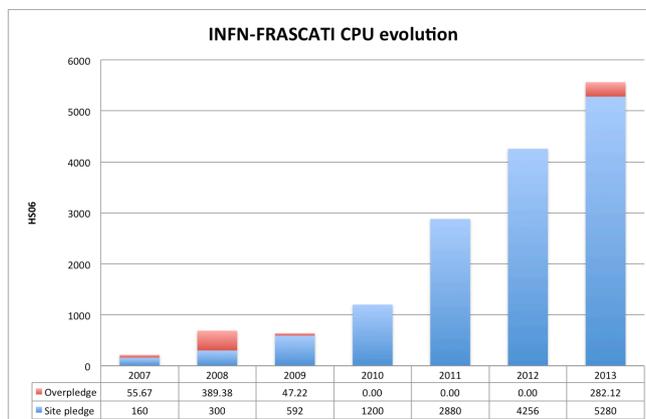


Figura 1: Evoluzione delle risorse di CPU ad ATLAS Frascati

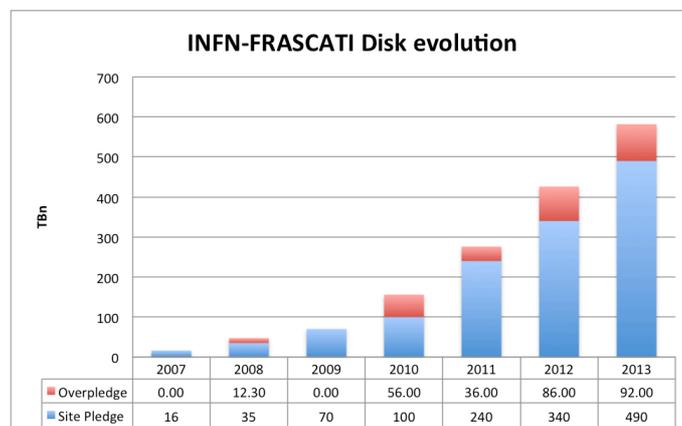


Figura 2: Evoluzione delle risorse di disco ad ATLAS Frascati

2 Descrizione dell'infrastruttura

Nel 2011 nei LNF è iniziato l'ampliamento del centro di calcolo, allo scopo di rendere disponibile una nuova sala accanto a quella esistente, aumentare la potenza disponibile e fornire continuità di servizio. I lavori sono terminati a settembre 2013 ed è attualmente in corso il trasferimento del Tier-2 nella nuova sala.

I lavori di ampliamento dell'alimentazione dell'edificio calcolo sono stati completati nel 2012 e consentono di alimentare, oltre agli impianti ausiliari, fino a 160 kW di apparati informatici nella nuova sala. Attualmente il consumo complessivo stimato del centro di calcolo, del Tier-2 e della sala KLOE ospitata nell'edificio calcolo è di circa 80 kW. Inoltre, grazie alla ristrutturazione eseguita, viene alimentato da gruppo elettrogeno anche il nuovo gruppo frigo di back-up.

Per quanto riguarda l'ampliamento del sistema di condizionamento, dando seguito a quanto descritto nel documento di approvazione del Tier-2 del 2011 [LNF-11/11(IR)], in particolare al punto 4.2.2: *"Sistemi di raffreddamento e trattamento dell'aria"*, si è proceduto alla pubblicazione all'albo pretorio del Comune di Frascati del Bando di cui alla delibera GE 9181 per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori come da Progetto Esecutivo (approvato e validato dai LNF e già allegato al Documento citato), per la ristrutturazione, l'adeguamento e l'ampliamento dell'impianto di condizionamento del Centro di Calcolo dei LNF. I lavori, iniziati a novembre 2012, si sono conclusi a fine maggio 2013. La regolarità dei lavori e la conformità al progetto esecutivo sono stati certificati dal Direttore dei Lavori, e la superiore approvazione del Certificato di Regolare Esecuzione, da parte degli organi deliberanti dell'INFN, si è avuta con delibera GE 9940 del 13 settembre 2013. Il nuovo impianto è stato collaudato anche funzionalmente ed è disponibile per l'uso da parte degli utenti.

2-A Sala

La nuova sala per il calcolo scientifico e per il Tier-2 dell'esperimento ATLAS si trova al piano terra dell'edificio Calcolo ed è stata realizzata al posto di una serie di uffici, eliminandone le pareti mobili. Come mostrato nella piantina in Figura 3, la sala è adiacente alla sala calcolo general purpose dei Laboratori, alla sala calcolo di KLOE e al POP del GARR dell'area di Frascati.

La sala è attrezzata con:

- rampa d'accesso dal piano stradale
- pavimento flottante di altezza 60cm e portata di 1000 Kg/m²
- controsoffitto con impianto di illuminazione a doppio circuito dotato di luci d'emergenza
- pareti mobili fonoassorbenti
- 2 porte d'ingresso/uscita per persone e/o materiale informatico dotate di maniglioni antipanico
- 1 porta (a 2 ante) d'ingresso/uscita per persone e materiale informatico avente luce di 220cm x 120cm
- impianto di allarme antincendio
- dimensioni: circa 90 m²
- l'altezza del soffitto di 270 cm non vincola l'installazione di armadi di altezza anche superiore a 42U.
- Le unità tecnologiche, quali UPS, unità di condizionamento e impianto antincendio, sono collocate in aree di servizio esterne ed adiacenti all'edificio Calcolo. Il quadro di distribuzione elettrica è situato in una sala attigua a quella dedicata al Tier-2. Il gruppo elettrogeno è situato presso la sottostazione elettrica che fornisce energia a tutti i Laboratori.

La sala destinata al calcolo scientifico dei LNF può alloggiare fino a 34 rack (armadi standard da 19"), posizionati come rappresentato nella Figura 3, dove il Tier-2 di ATLAS è distribuito in 7 armadi (indicati in rosso nella Figura 3), mentre gli armadi tratteggiati rappresentano gli ulteriori armadi che possono essere collocati nella sala.

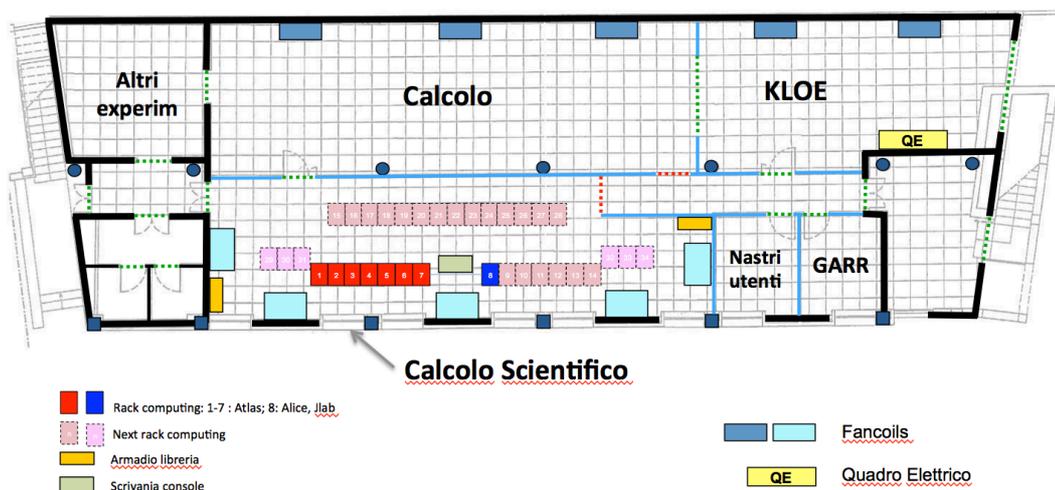


Figura 3 - Piano terra edificio Calcolo

2-B Distribuzione elettrica

I Laboratori Nazionali di Frascati sono alimentati dalla rete elettrica pubblica in alta tensione, mediante una stazione elettrica a 150 kV di proprietà INFN. Rispetto ad altre utenze alimentate in media o bassa tensione, questo tipo di connessione alla rete assicura livelli di continuità di servizio molto più elevati. In letteratura le utenze in AT possono subire 1-2 interruzioni non programmate l'anno. In realtà, negli ultimi quindici anni, l'unica interruzione senza preavviso è avvenuta il 28/9/2003 con il black-out nazionale. Le interruzioni con preavviso, dovute a manutenzione programmate, avvengono mediamente ogni uno o due anni.

Il centro di calcolo LNF è alimentato da una delle 8 cabine MT/BT dei laboratori, dotata di 4 trasformatori da 1600 kVA, ed utilizzata principalmente per le utenze di DAFNE. L'architettura della cabina consente di poter alimentare i carichi anche in caso di indisponibilità di parte dei trasformatori. La manutenzione ordinaria della cabina elettrica non prevede fuori servizi per le utenze, salvo che per manutenzioni eccezionali che si effettuano in media ogni 5 anni, ma in genere in concomitanza con i fuori servizi generali della rete LNF, che vengono programmati ogni 1 o due anni per la manutenzione della stazione elettrica.

La cabina che alimenta il DC è alimentata a 20 kV da una linea diretta dalla stazione elettrica LNF e da una linea di riserva, proveniente dalla cabina adiacente, utilizzabile in caso di indisponibilità della linea principale. Il centro di calcolo LNF è poi alimentato da 3 linee in BT, provenienti da 2 trasformatori diversi della cabina. Di queste linee una proviene dalla sbarra privilegiata, ovvero dotata di sistema automatico di commutazione dell'alimentazione tra il trasformatore, per il servizio ordinario, e il gruppo elettrogeno, che viene avviato in condizioni di assenza di tensione.

Il gruppo elettrogeno, da 692 kVA, è installato nella stazione elettrica, e serve anche altre utenze nei LNF. La potenza massima utilizzabile dal CED, dopo le modifiche realizzate recentemente, è di 270 kVA, ed è destinata ad alimentare l'UPS, il chiller di riserva e le apparecchiature del sistema di raffreddamento.

Stante quanto detto, si riassumono nella Tabella 4 la tipologia di eventi che richiedono l'avvio del gruppo elettrogeno e la frequenza occorsa negli ultimi quindici anni:

	Tipologia di interruzione	Frequenza storica
1.	interruzioni non programmate dell'alimentazione dalla rete Enel per guasti	un evento su quindici anni
2.	interruzioni non programmate dovute a guasti interni alla rete LNF o errate manovre, fino all'intervento dell'operatore	un evento ogni due anni
3.	interruzioni programmate sulla rete ENEL o sugli impianti LNF per manutenzione	in media meno di una volta l'anno per alcune ore

Tabella 4 - interruzioni del servizio degli ultimi quindici anni

Tenuto conto che gli eventi di tipo "2" sono coperti dall'autonomia dell'UPS, il gruppo elettrogeno assolve, di fatto, alla funzione "operativa" di evitare di dover spegnere le apparecchiature per gli interventi di manutenzione programmata. Inoltre si ritiene ragionevolmente non necessaria la ridondanza sul sistema di generazione di emergenza.

Le apparecchiature informatiche del Centro di Calcolo sono alimentate da un circuito protetto da un UPS da 160 kVA, installato nel 2008, e alimentato a sua volta dalla rete privilegiata dei LNF. Il carico attuale del circuito UPS è di circa 60 kW che comprendono il consumo del Tier-2. Lo stato di funzionamento dell'UPS è controllato dal CED ed è visibile sulla rete interna LNF alla pagina <http://upscal.lnf.infn.it/>. L'UPS è installato nel locale tecnico adiacente alla sala e condizionato con tre fan coil alimentati dalla stessa centrale frigorifera ed elettricamente indipendenti. Pertanto si riescono a garantire nel locale, con elevata affidabilità, condizioni climatiche ottimali per il mantenimento delle batterie.

Le integrazioni impiantistiche realizzate consentono di poter ampliare l'UPS fino a 200 kVA, in caso di reale necessità. La sostituzione dell'UPS può essere fatta senza interruzione delle utenze.

Un secondo circuito, alimentato da una linea normale, protetta da trasformatore di separazione e derivata da un trasformatore di cabina diverso da quello che alimenta l'UPS, consente di alimentare, in maniera ridondata, le utenze critiche che sono dotate di alimentatore ridondata. In questo modo tali utenze risultano immuni ai guasti sul circuito UPS.

Nella nuova sala la distribuzione elettrica è realizzata da un condotto sbarre da 250 A, per il circuito UPS, e da un condotto sbarre da 100 A per l'alimentazione di backup da linea normale.

Le linee della nuova sala sono gestite dal quadro elettrico principale installato nel locale UPS senza ulteriori quadri di zona.

I condotti sbarre sono installati sotto il pavimento. Per le nuove utenze saranno utilizzate presiere con interruttori magnetotermico+ differenziale, per massimizzare la selettività delle protezioni. Il coordinamento delle protezioni tra linea blindo e utenze terminali limita la possibilità di scatto delle protezioni generali del blindo, e quindi con impatto su tutta la sala, finora mai verificatosi, in caso di guasto di una singola utenza.

La distribuzione con blindo sbarra consente la massima flessibilità, permettendo di variare tipologia e taglia di utenze, senza intervenire sugli impianti.

Lo schema di principio dell'alimentazione è riportato nella Figura 4.

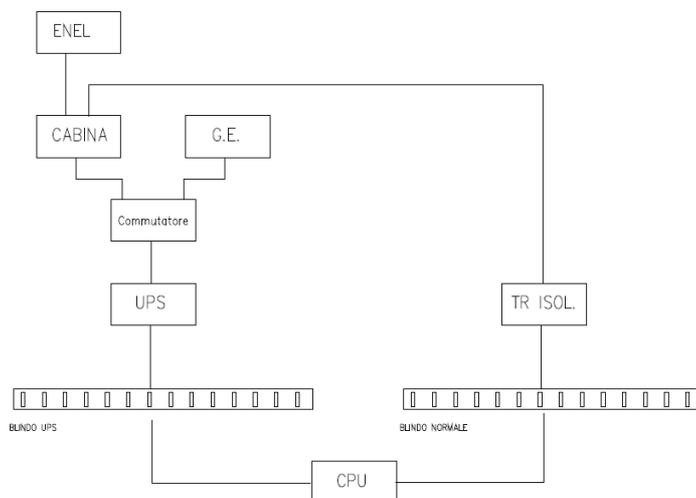


Figura 4 – Schema di principio dell'alimentazione per una utenza dotata di alimentatore ridondata

Considerando il sistema di alimentazione utilizzato, le utenze dotate di alimentatore ridondata e cablate sulle due linee UPS e Normale sono in grado di sopportare i seguenti casi di guasto:

- mancanza di rete ENEL, perché intervengono l'UPS e il gruppo elettrogeno;
- avaria dell'UPS in caso di normale funzionamento della rete, perché in tal caso le CPU continuano ad essere alimentate dalla linea normale;
- disservizio di uno dei due trasformatori che alimentano il CED, perché le due linee, normale (alimentata da TRB) e privilegiata (alimentata da TRD) sono alimentate dai trasformatori diversi;
- scatto di uno dei due interruttori MT in cabina;
- guasto su uno dei due circuiti di distribuzione (normale o UPS).

Con tale configurazione resta scoperto solo l'evento contemporaneo di mancanza di rete ENEL (o fuori servizio completo della cabina) e mancato avviamento del gruppo elettrogeno o guasto dell'UPS. Per ridurre questo rischio andrebbe inserito un secondo gruppo elettrogeno, un secondo UPS sul secondo

circuito di alimentazione attualmente alimentato dalla linea “normale”. Ma questo evento è da considerarsi altamente improbabile.

Le utenze che invece non sono dotate e cablate con doppia alimentazione, sono soggette anche ai disservizi legati al circuito UPS (vale a dire, oltre al guasto banale dell’UPS anche errori di manovra, guasti sul circuito di distribuzione, manutenzione, ecc.), che non possono essere trascurati.

L’alimentazione privilegiata serve anche il chiller di riserva, che interviene, oltre che in caso di assenza di alimentazione ENEL, per guasti o manutenzione sugli impianti di alta tensione e su alcune parti della cabina 11, o per guasto o manutenzione elettrica del quadro di controllo della centrale frigo, nonché guasti agli impianti meccanici e idraulici.

La potenza disponibile nella nuova sala calcolo è di 160 kW, di cui 66 kW serviti da alimentazione ridondata.

Come detto, il carico totale installato della vecchia sala calcolo è di 80 kW, di cui solo una frazione è utilizzata dal Tier-2. Di conseguenza, dato che tale carico rappresenta solo il 50% della potenza disponibile nella nuova sala, il Tier-2 ha ampissimo margine di espansione.

Il carico elettrico delle linee è acquisito dal sistema di supervisione degli impianti elettrici AT/MT dei LNF tramite strumenti multifunzione. Con tali strumenti è possibile monitorare i consumi istantanei e l’energia, e valutare il PUE dell’impianto.

Le attività di manutenzione e gestione degli impianti elettrici è curata dal servizio impianti elettrici dei LNF.

2-C Raffreddamento

Tutti gli ambienti che ospitano le diverse sale calcolo dei Laboratori sono raffreddati da macchine ad acqua refrigerata.

La produzione dell’acqua refrigerata è affidata alla Centrale Frigorifera DAFNE (CFD) in funzione in servizio continuo. La CFD serve più utenze (l’elettronica di KLOE, la sala calcolo KLOE, la criogenia e il condizionamento delle sale controllo del complesso KLOE+DAFNE) e si compone di tre gruppi frigo Trane RTWB, ciascuno con una potenzialità frigorifera di circa 400 kW, condensati ad acqua e collegati a due torri evaporative. Il sistema è ridonato in maniera che almeno un gruppo sia sempre di scorta (funzionamento estivo: due gruppi in marcia; funzionamento invernale: uno o due gruppi in marcia).

Conformemente a quanto richiesto col progetto esecutivo, l’impianto di raffreddamento per la sala calcolo destinata ad ospitare il Tier-2 è stato realizzato con macchine ad acqua refrigerata con mandata aria nel sottopavimento e ripresa dall’alto, con distribuzione dell’aria in ambiente tramite griglie pedonabili; lo schema di principio è quello della suddivisione in corridoio freddo e corridoio caldo. L’immissione dell’aria primaria di rinnovo è effettuata per mezzo di canali circolari di mandata e ripresa alimentati da una UTA (FAIT modello CA-0610-T121-2400) posizionata sul solaio del locale tecnico annesso all’edificio n. 14 dei LNF, che ospita il Centro di Calcolo. Il controllo dell’umidità relativa è deputato alle macchine interne.

Il locale che ospita il Tier-2 è attrezzato con 5 macchine UNIFLAIR modello TDCR1200A LEONARDO. Le condizioni interne di progetto, per tutti gli ambienti dell’edificio n. 14 destinati ad ospitare apparecchiature di calcolo, sono di $21\pm 2^{\circ}\text{C}$, $50\pm 10\%\text{U.R.}$ Con condizioni operative di 24°C e di $50\%\text{U.R.}$, condizioni di off-design ma assolutamente ragionevoli per l’esercizio di una sala calcolo moderna, la potenzialità della singola macchina TDCR1200A installata nella sala Calcolo Scientifico è di 40 kW frigoriferi; di conseguenza nella nuova sala sarà possibile l’installazione di **160 kW di potenza “informatica”** tenendo accese quattro delle cinque macchine e mantenendo la possibilità di averne una in scorta.

Al fine di garantire la massima disponibilità dell’impianto di raffreddamento del calcolo è stato installato un (GF) gruppo frigorifero (CLINT modello CHA/K 604-P SI/PS) di backup condensato ad aria ed alimentato dalla linea elettrica alimentata da gruppo elettrogeno. Il GF di backup deve servire, all’occorrenza, tutti i locali di calcolo dell’edificio calcolo e la sua potenzialità frigorifera è limitata dalla potenza elettrica a disposizione da rete privilegiata. Tale potenza è pari a 160 kW, pertanto il GF può sostenere la potenza dei condizionatori under e dei condizionatori a soffitto, mentre la UTA verrà mantenuta spenta in regime di backup. Per cui, nel funzionamento in emergenza, ovvero in caso di

partenza del GF di backup, potrebbe essere necessario ridurre il carico, data la limitata potenzialità frigorifera del gruppo stesso.

L'impianto è **controllato da remoto** ed è gestito da un sistema basato su PLC (SIEMENS modello S7-1215C DC/DC/Rly) che effettua il monitoraggio continuo dei parametri di rilievo (temperature, umidità, stato comando e allarme delle macchine), nonché la gestione dell'avviamento automatico del sistema di backup in caso di mancanza dell'alimentazione elettrica o guasto della CFD (dunque anche in caso di manutenzione programmata della CFD stessa), evento del quale informa gli utenti ed i conduttori dell'impianto attraverso l'invio di email.

L'interfaccia col sistema di gestione è possibile sia localmente tramite HMI, pannello operatore (HARDWARE SOLUTION modello Vision 308), che in remoto, tramite sistema di supervisione SCADA (PROGEA Movicon 11.3.1104). L'accesso alle pagine grafiche, di cui si riportano degli esempi in Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8, è possibile sia da postazioni fisse che da apparecchi di tipo mobile con SO Android e iOS. Lo SCADA esegue la registrazione di allarmi ed eventi, consentendo agevolmente la diagnosi di eventuali guasti e consentendo l'operazione anche da remoto (telecontrollo) trovandosi all'interno dell'area coperta da rete WIFI dot1x oppure tramite VPN client.

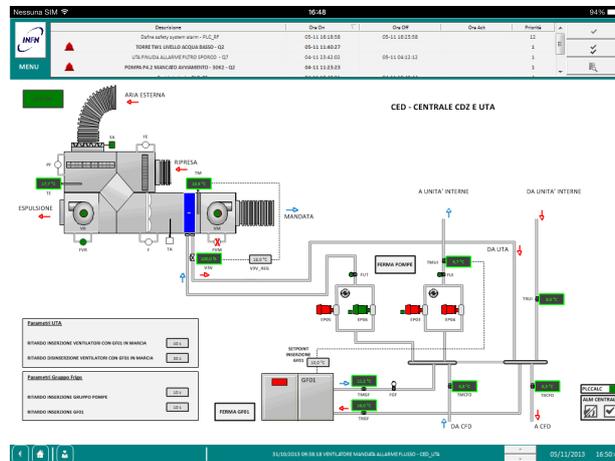


Figura 5 - Schema della sotto-centrale frigorifera

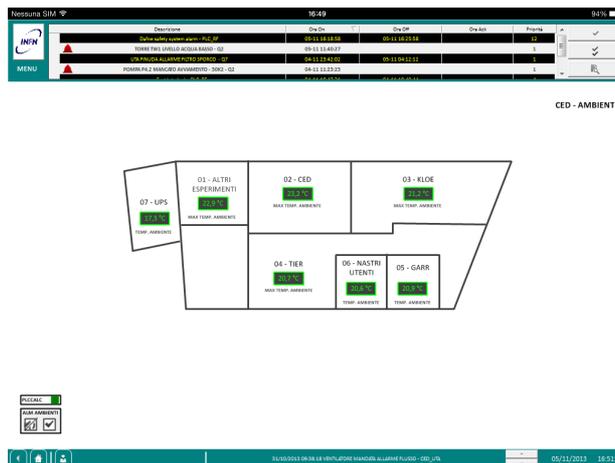


Figura 6 - Disposizione ambienti con indicazione della massima temperatura

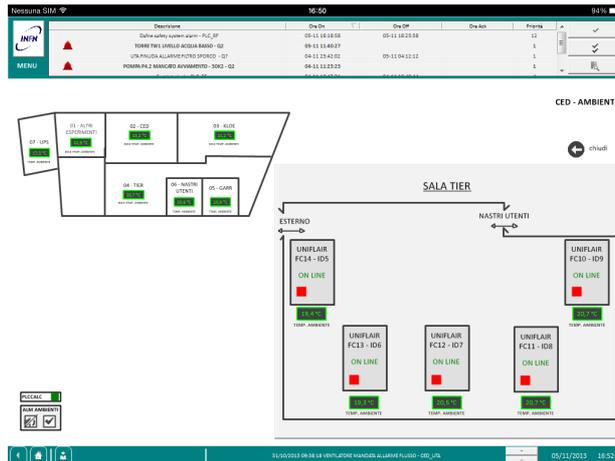


Figura 7 - Particolare della sala Tier-2 da cui è possibile accedere al comando delle singole macchine

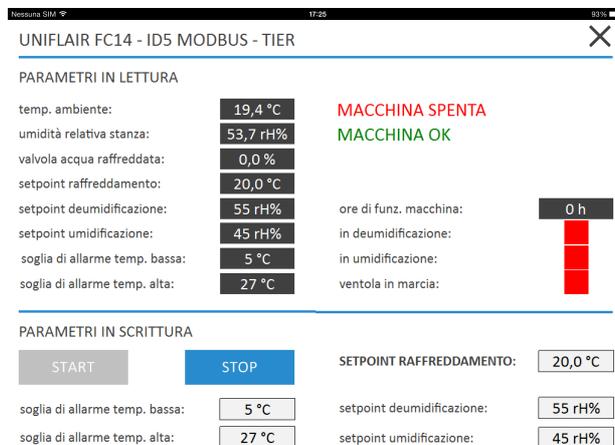


Figura 8 - Parametri a disposizione per il controllo degli armadi condizionatori

2-D Rete

La rete dedicata al calcolo scientifico dei Laboratori è basata su una struttura a stella, con centro stella presso la stessa sala descritta nella sezione 2. Il centro stella è uno switch UCS Cisco Nexus N5K-C5596UP-B-S48 configurato con 48 porte UCS (ovvero FC up to 8Gb/s o Ethernet 1-10Gb/s), espandibile a 80 porte UCS, dotato anche di un modulo di tipo router che implementa vari protocolli di routing tra cui il BGP.

2-D-a LAN

La distribuzione della rete nella sala avviene, tramite cablaggio in fibra ottica, dal centro stella verso i vari rack utilizzati per il Tier-2, con link dedicati a 10Gb/s (uno o più per rack) per i disk server e gli switch di distribuzione. Gli switch per la distribuzione della rete ai sistemi presenti nei rack sono di due tipi: Cisco Catalyst WS-C2960S-48TD-L (48 porte 1Gb/s in rame + 2 uplink 10Gb/s) e 3Com/HP (48 porte 1Gb/s in rame + 4 uplink 10Gb/s).

Il centro stella è inoltre collegato alla rete locale dei LNF tramite due link a 10Gb/s che lo connettono al centro stella del Servizio di Calcolo.

2-D-b WAN

Nei prossimi giorni il centro stella del Tier-2 sarà connesso direttamente al POP del GARR, adiacente alla sala, con almeno un link a 10Gb/s a cui si può aggiungere un secondo link di ridondanza/backup. Il protocollo BGP permetterà il routing con il corretto instradamento verso la rete LHCONE. Il POP del GARR di Frascati è già migrato alla rete GARR-X, ed è pronto per fornire la banda necessaria al Tier-2 di ATLAS (fino a 2 x 10 Gb/s ed oltre).

3 Il supporto della struttura ospitante per il pagamento del raffreddamento, corrente elettrica, rete o altri contributi

L'energia elettrica è a carico di LNF. Attualmente il fornitore è Gala, in convenzione Consip. Il costo medio dell'energia elettrica è di 0,185 €/kWh.

La manutenzione dell'UPS è nel budget ordinario dei LNF. Le batterie sono state installate nel 2008 e sono ancora in condizioni corrette di funzionamento. L'eventuale sostituzione è a carico LNF.

La manutenzione dei chiller è nel budget ordinario dei LNF, essendo inserita nel contratto ordinario annuale relativo al mantenimento in efficienza degli impianti a fluido del Laboratorio. Il Servizio Impianti a Fluido dispone inoltre di un tecnico con abilitazione FGas per effettuare interventi urgenti, relativi a problematiche legate alla parte frigorifera oltre che a quella meccanica.

Per quanto riguarda le spese relative alla rete, fino ad oggi la CSN1 ha finanziato gli switch da rack mentre il router di frontiera è stato finanziato dalla CCR con contributi di ATLAS e dal progetto speciale INFN-GRID. Inoltre 2 switch Cisco catalyst WS-C2960S sono stati finanziati da ATLAS e dalla direzione dei Laboratori.

La manutenzione degli switch 3Com/HP è garantita a vita e pertanto non ha costi annuali mentre la manutenzione del concentratore in fibra viene finanziata dalla CCR, il calcolo ha inoltre a disposizione degli switch spare che possono essere utilizzati all'occorrenza.

Stiamo procedendo con l'acquisto di due ulteriori switch Cisco catalyst WS-C2960 e si prevede che le porte disponibili in rame e in fibra saranno sufficienti per i prossimi anni.

Infine la connettività esterna WAN ricade nella convenzione INFN-GARR.

4 Aggiungere qualsiasi altro dettaglio che possa aiutare nel valutare il Tier-2

Date le dimensioni della nuova sala dedicata al calcolo scientifico dei Laboratori, e la potenza degli impianti, la farm del Tier-2 è in grado di espandersi senza problemi anche oltre le previsioni di crescita previste dall'esperienza per i prossimi anni; potendo, per altro, contare sulla competenza in loco dei servizi (Divisione Tecnica) forniti da una grande infrastruttura come i Laboratori Nazionali di Frascati.

5 Efficienza e ritorno dell'investimento: ciascun sito dà all'esperienza di riferimento quanto questo si aspetta comparato al livello di finanziamento e supporto dato? Sono state analizzate e capite le eventuali differenze di ritorno d'investimento tra i vari siti?

Il Tier-2 di Frascati, se si escludono 30 giorni in cui sono stati effettuati i lavori infrastrutturali, ha riportato negli anni sempre un altissimo valore di efficienza, oltre il valor medio richiesto per i Tier-2, come mostrato in Figura 9 e Figura 10, che mostrano, rispettivamente, le statistiche di availability (tempo totale di disponibilità vs tempo totale) e reliability (tempo totale di disponibilità vs tempo totale - tempo in downtime schedulato) dal 2011 a oggi.

L'unico periodo di bassa efficienza risale ad un mese a cavallo tra dicembre 2012 e gennaio 2013, durante i lavori di ampliamento degli impianti per la nuova sala destinata al calcolo scientifico. A causa della costruzione del nuovo sistema di raffreddamento di backup e dell'allacciamento del nuovo sistema di raffreddamento al vecchio, è stato necessario spegnere tutti gli apparati di raffreddamento dei Laboratori ed effettuare lo svuotamento dell'impianto di raffreddamento di DAFNE. Per cui la farm del Tier-2 (come pure quella dell'esperienza KLOE e parte dei servizi di calcolo eccetto i servizi essenziali) è stata spenta per circa un mese. Poiché questo mese andava dal 20 dicembre al 20 gennaio, sono risultati compromessi i valori di availability di entrambi i mesi. Il valore medio dell'availability dal 2011 a oggi è del 95% escludendo i due mesi in questione.

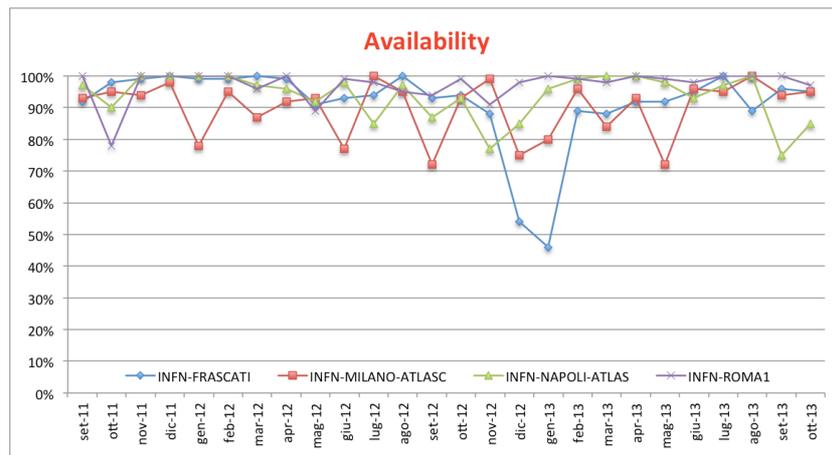


Figura 9 - Availability dei siti di ATLAS italiani

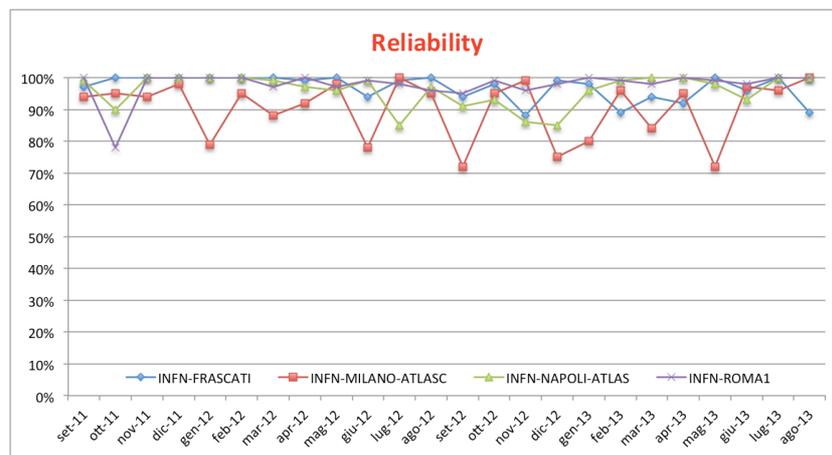


Figura 10 - Reliability dei siti italiani di ATLAS

Il sito di ATLAS di Frascati ha molto spesso fornito una quantità di risorse superiori al pledge, anche grazie alla collaborazione con altri esperimenti e all'utilizzo di risorse obsolete, risultando tra i Tier-2 più efficienti dell'esperimento. Inoltre, la farm ha sempre funzionato al massimo delle proprie capacità e alla massima affidabilità, come è possibile notare nei plot di accounting di sito in Figura 11, dove la linea rossa rappresenta il valore in HS06 delle risorse pledged da parte del sito, e nei plot aggregati per la federazione italiana dei Tier-2 di ATLAS in Figura 12, dove la linea rossa rappresenta il valore in HS06 delle risorse pledged per l'INFN. I mesi in cui l'accounting risulta inferiore alla linea rossa sono dicembre 2012 e gennaio 2013 in cui, come spiegato sopra, il sito è stato fermo per 30 giorni distribuiti nei due mesi.

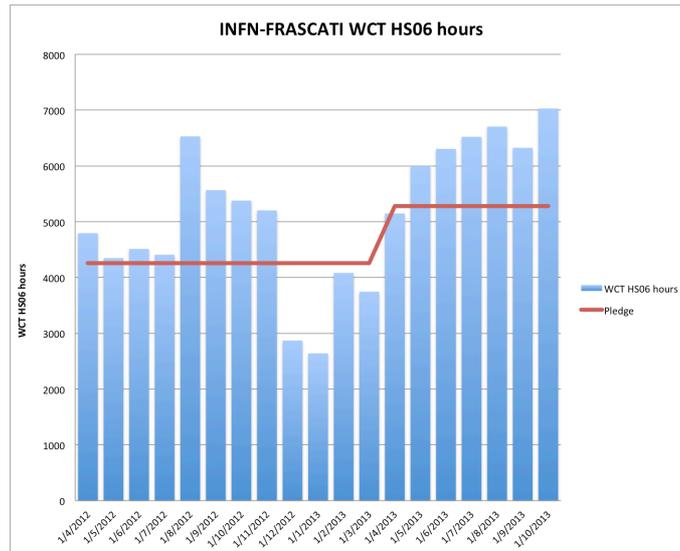


Figura 11 - WallClock time HS06 hours in INFN-FRASCATI

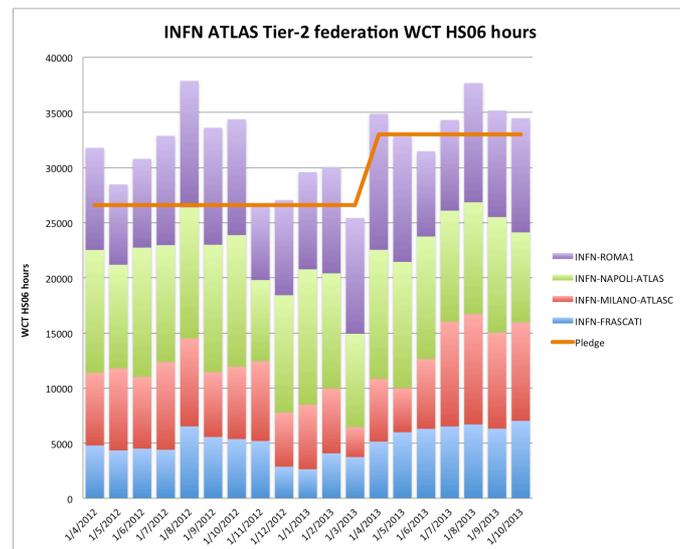


Figura 12 - WallClock time HS06 hours nei Tier-2 di ATLAS italiani

L'esperimento ATLAS monitora costantemente le performance dei siti con un sistema di functional test che prevede la sottomissione periodica di job sia di analisi (AFT) che di produzione (PFT) e la misura dei rate di successo e di altri parametri, quali per esempio la velocità di esecuzione dei job stessi. In particolare è stato definito un sistema di blacklisting dei siti quando un numero consecutivo di job di test falliscono e di ritorno in produzione quando un numero consecutivo di job dello stesso tipo hanno esito positivo. Viene così definita l'efficienza dei siti misurando il tempo in cui questi sono effettivamente in produzione e la relativa classificazione in quattro categorie in base alle quali viene definito anche lo share di dati da inviare. Ogni mese, in base ai risultati dei precedenti 30 giorni, viene aggiornata la classificazione. Il Tier-2 di Frascati, tranne pochissime eccezioni, è sistematicamente nella prima categoria dei Tier-2 non Diretti (bravo, con efficienza superiore al 90%). Infatti, poiché il link a 10Gbps in WAN non è ancora operativo, il sito non può essere classificato come Tier-2 Diretto, ma presto, con la finalizzazione del trasferimento ed il collegamento del nuovo router, il sito sarà presto classificato come Tier-2 Diretto.

Il Tier-2 di Frascati è stato, ed è, ampiamente utilizzato dai gruppi locali di fisica in stretta collaborazione con il personale dedicato alla farm che ne ha facilitato l'uso, mettendo la comunità locale in grado di dare notevoli contributi alle analisi, come negli esempi sotto elencati:

1. Studi di performance per muoni, studio sezione d'urto Z e W e ricerche di nuovi bosoni pesanti;
2. Ricostruzione dell'energia trasversa mancante e nell'analisi del canale $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$;
3. Simulazione Fast Track;
4. Analisi del canale $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$.

Oltre alle attività di analisi, Frascati ha contribuito all'attività di computing dell'esperimento, con la progettazione e lo sviluppo degli schemi del database Oracle utilizzato per memorizzare le costanti di calibrazione delle camere a muoni, con la progettazione dello schema di archiviazione di tali costanti nei database ospitati al CERN e collaborando allo sviluppo dell'interfaccia verso il software di validazione.

Le costanti di calibrazione vengono prodotte elaborando le stream di calibrazione inviate dal CERN nei tre centri di calibrazione (ospitati a Roma, Michigan e Monaco) ed immagazzinate in database Oracle. In seguito le costanti validate devono essere replicate nei database al CERN.

Per quelle che sono le necessità dell'esperimento, l'intera procedura di calibrazione (dalla produzione dei dati al CERN alla replicazione dei database Oracle) deve essere svolta entro 24 ore, quindi gli schemi nei database sono stati disegnati in modo tale da risultare particolarmente performanti.

Di seguito una descrizione dettagliata degli studi di analisi sopra elencati, incluse le modalità di utilizzo del Tier-2 di ATLAS.

1. Un primo utilizzo intensivo del Tier-2, da parte del gruppo locale di ATLAS, inizia nel 2007 con lo studio delle performance dello spettrometro per muoni su eventi simulati, in particolare dei decadimenti di J/ψ e Z in due muoni. Migliaia di file RDO (Raw Data Object) sono stati copiati sul sito di Frascati e ricostruiti usando diversi tipi di geometrie del detector in modo da simulare sia la risposta ottimale che la presenza di disallineamenti nella ricostruzione. Al tempo non erano ancora diffusi sistemi di sottomissione di job attualmente supportati da ATLAS e tutto il lavoro è stato fatto utilizzando uno script che sottometteva direttamente i job sul sito di Frascati usando i tool del middleware disponibili all'epoca. I file richiesti si trovavano nei siti BNL e CNAF, venivano copiati localmente con i tool del middleware ed elaborati con Athena (l'ATLAS offline software framework). Per la messa a punto della procedura è stato indispensabile il contributo e la collaborazione con il personale del Tier-2. Parte dei risultati ottenuti sono discussi in CERN-OPEN-2008-020.

In seguito, la collaborazione con il personale del Tier-2 di Frascati ha permesso anche di configurare alcune macchine come *user interface* (UI) per sottomettere i job sulla Grid. All'epoca questa attività comportava l'installazione e configurazione dei tool supportati da ATLAS (es. Ganga) e l'installazione e l'aggiornamento del software dell'esperimento.

Con queste risorse nel 2009 il gruppo di Frascati, in collaborazione con altri gruppi, ha studiato la fattibilità delle misure della sezione d'urto di produzione di Z e W nel canale muonico (ATL-COM-PHYS-2010-124), la sensibilità alla ricerca di nuovi bosoni pesanti e le prestazioni del sistema tracciante ad alti impulsi (ATL-PHYS-INT-2009-067). In questa fase è stato importante soprattutto il supporto ricevuto dal gruppo di analisi nel monitoraggio dei job, nel debug in caso di fallimento e nella gestione dello spazio disco riservato alle sottoscrizioni degli utenti sul Tier-2.

2. Il gruppo di Frascati è coinvolto da diversi anni nella ricostruzione dell'energia trasversa mancante, *MET* (Missing Transverse Energy). Recentemente l'attività si è concentrata nello sviluppo di algoritmi di tipo "Particle-Flow". Tali algoritmi sono fondamentali per la soppressione del Pile-Up, che durante il Run II e il Run III di LHC sarà la causa dominante della degradazione in risoluzione dei jet e, di conseguenza, del *MET*.

Il Tier-2 di Frascati è stato ampiamente utilizzato per lo sviluppo di algoritmi complessi alla "Particle-Flow", che richiedono di effettuare numerosi test e controlli a diversi livelli del software di ATLAS: locale, sulle UI, e sulla Grid nel Tier-2. La tipica catena di lavoro consiste infatti in:

- storage dei dati, sotto forma di ntuple, sullo space token del Tier-2 LOCALGROUPDISK tramite sottoscrizioni,
- test locali sulle UI, con il software di ricostruzione di ATLAS, accedendo ai dati sullo space token del Tier-2 LOCALGROUPDISK con il protocollo *xrootd*,
- produzione completa di nuove ntuple utilizzando il cluster del Tier-2.

Avere accesso al Tier-2 consente di passare con grande flessibilità da piccoli test locali a test completi

su Grid, rendendo rapido ed efficiente lo sviluppo di algoritmi complessi nel software di ATLAS. Il gruppo di Frascati è inoltre coinvolto nell'analisi del canale $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$ in cui le prestazioni della ricostruzione del MET hanno un ruolo fondamentale. In tale ambito le responsabilità del gruppo sono: determinazione delle incertezze sistematiche, di correzioni e test di algoritmi per la soppressione del Pile-Up. Per quest'ultimo aspetto, il Tier-2 è nuovamente utilizzato nella modalità sopra descritta utilizzando campioni di dati e Monte Carlo rilevanti per l'analisi, replicati sullo space token LOCALGROUPDISK, ed utilizzando *proof-lite* sulla UI.

3. Il processore Fast Tracker (FTK) è un upgrade del trigger dell'esperimento ATLAS che si occuperà di ricostruire le tracce con qualità offline, nell'intero rivelatore per tutti gli eventi selezionati dal trigger di livello-1. Il progetto è stato approvato dal LHCC a settembre 2013. FTK funzionerà come un coprocessore per la farm di CPU che prende la decisione finale di trigger e che utilizzerà le tracce di FTK per migliorare la ricostruzione di b-quark, tau, missing ET, jets e con applicazioni possibili per quasi tutti gli algoritmi di trigger. Una migliore ricostruzione di questi oggetti permetterà di aumentare l'efficienza di trigger e di mantenere le ottime prestazioni del trigger di ATLAS anche nelle condizioni di alto pileup previste per il run2 (2015-2018) e run 3 (2020-2022) di LHC.

Attualmente il Tier-2 di Frascati è il sito principale per le simulazioni di FTK in Italia e ad oggi solo alcuni siti Grid sono utilizzati di preferenza per le simulazioni di FTK, perché i dataset che contengono i file di configurazione, in particolare le banche dei pattern, non sono distribuiti ovunque. Il Tier-2 di Frascati svolge la funzione di memorizzare la maggior parte dei dataset per la simulazione di FTK. Inoltre, nello space token LOCALGROUPDISK, viene conservata una copia dei campioni fisici preparati per la simulazione di FTK e l'output di alcune simulazioni di FTK che vengono conservati come riferimento per lo studio delle ulteriori ottimizzazioni del sistema.

4. Il gruppo ATLAS di Frascati ha contribuito in modo fondamentale alla scoperta del bosone di Higgs nel canale $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$ e sta continuando a studiarne le proprietà (massa, rate di produzione, spin, parità, accoppiamenti), ottenendo anche ruoli di responsabilità all'interno del gruppo di analisi in ATLAS.

Le risorse del Tier-2 di Frascati sono state cruciali ed abbondantemente utilizzate in questa attività di analisi, in particolare per:

- copia su disco dei dati e dei campioni di simulazione Monte Carlo di segnale e fondo necessari per l'analisi,
- utilizzo dei nodi di calcolo per sviluppo e ottimizzazione della selezione dell'analisi sui campioni Monte Carlo ,
- utilizzo dei nodi di calcolo per la selezione sui dati,
- generazione di pseudo-esperimenti con diverse ipotesi di parità e spin per il bosone di Higgs per lo studio dei suoi numeri quantici.

Inoltre le risorse del Tier-2 di Frascati (disponibilità dei sample e dei nodi di calcolo) sono state fondamentali per le attività di sviluppo, test e studi di performance nell'utilizzo di PROOF su Grid con PROOF on Demand (PoD) impiegato in un caso di analisi reale come quello della selezione degli eventi $H \rightarrow ZZ^{*} \rightarrow 4l$ e della generazione degli pseudo-esperimenti per gli studi di spin e parità del bosone di Higgs.

6 Infrastruttura: il sito ha l'infrastruttura, spazio, potenza elettrica, raffreddamento e rete, necessaria per ospitare l'espansione prevista per i prossimi 3 anni? (Discutere in dettaglio la situazione sulla fornitura dell'energia elettrica, quanta potenza sarà necessaria a regime, quanto costa e chi pagherà la bolletta).

Dopo i lavori effettuati nell'ultimo biennio, la nuova sala può ospitare oltre 30 armadi e supportare 160 kW di "potenza informatica" installata.

La manutenzione e gestione degli impianti elettrici e di condizionamento è effettuata dai servizi interni di LNF, che garantiscono un intervento rapido e competente.

È inoltre allo studio un sistema di recupero di calore delle macchine di condizionamento da utilizzare per il riscaldamento di alcuni edifici. Questo andrà nel senso dell'aumento dell'efficienza energetica e dell'integrazione dell'infrastruttura di calcolo con le altre realtà, nel percorso di attività di riduzione delle emissioni di CO₂. In tal senso l'installazione di nuovi apparati di calcolo aumenta la potenza complessiva utilizzabile per il sistema di recupero.

La nuova sala per il calcolo scientifico, se si eccettua un rack dedicato ad Alice e Jlab, in questo momento è utilizzata dal Tier-2 di ATLAS, ed ha una grande capacità di accoglienza di ulteriori apparecchiature.

L'ipotesi di crescita dell'esperimento prevede un incremento della potenza di calcolo e dello spazio disco pari ad un raddoppio nei prossimi anni.

Il Tier-2 di Frascati, di dimensioni ridotte rispetto agli altri siti perché approvato solo a fine 2011, oltre a aspettarsi la crescita ipotizzata da ATLAS per tutti gli altri siti, può supportare un'espansione più veloce per allinearsi agli altri Tier-2 italiani.

In conclusione, indipendentemente dalle aspettative di incremento di prestazioni dei sistemi futuri (capacità di calcolo e capacità e di storage a parità di spazio occupato e consumi) l'infrastruttura dei Laboratori può ospitare qualsiasi richiesta di crescita dell'esperimento.

Per i dettagli su costo e pagamento della corrente si rimanda alla sezione 3 Il supporto della struttura ospitante per il pagamento del raffreddamento, corrente elettrica, rete o altri contributi.

7 Impatto: il sito ha sviluppato caratteristiche che lo rendono unico e costituiscono un valore aggiunto per la struttura ospitante, come per esempio, ricerca tecnologica, esperienza sistemistica avanzata o altro? Queste caratteristiche sono importanti e quantificabili per l'esperimento LHC di riferimento

Il Tier-2 rappresenta un polo importante per la nascita di altre attività di calcolo scientifico nei Laboratori. Citiamo, in ordine cronologico, le più rilevanti che sono:

1. Progetto regionale Megalab;
2. Gestione e coordinamento, nella cloud italiana di ATLAS, di test e sviluppo del tool di analisi distribuita PROOF on Demand (PoD);
3. Installazione e manutenzione del sito di test di *Disk Pool Manager* (DPM).

Di seguito qualche dettaglio di queste attività che hanno reso unico questo sito all'interno dell'INFN e che non si sarebbero potute sviluppare senza la presenza locale di un Tier-2.

1. Il progetto regionale Megalab, esecutivo nel 2008, ha portato alla realizzazione di una Metropolitan Area Network (MAN) ad alta velocità che interconnette Regione Lazio, centri di ricerca (INFN-LNF, CNR Tor Vergata, ESA ESRIN), policlinici, aziende ospedaliere e piccole e medie imprese. L'infrastruttura, costituita da tre centri POP collegati a 40 Gbps (4 connessioni a 10Gbps) con tecnologia DWDM e numerosi centri periferici collegati a 10Gbps, ha costituito un test-bed per la realizzazione di un'infrastruttura di Grid ottimale (GT4) per l'accesso a risorse di calcolo e storage distribuito per provare applicazioni di pubblica utilità. Il personale del Tier-2 dei Laboratori ha messo a disposizione le proprie competenze sulle infrastrutture Grid per la realizzazione del progetto. Ciò gli ha permesso, insieme al personale del centro di calcolo, di approfondire le proprie conoscenze, seguendo numerosi corsi, previsti dal progetto, sui sistemi di network e di storage.

Gli apparati di calcolo e storage sono ancora in dotazione all'ente e la rete di collegamento di Megalab è tuttora attiva, quindi l'infrastruttura è stata utilizzata per eseguire dei test con il file system GPFS distribuito su rete geografica tra i Laboratori di Frascati e INFN-Roma3.

2. PROOF on Demand (PoD) è un tool per istanziare un cluster PROOF su qualunque Resource Management System, un batch system locale o un cluster in Grid, senza la necessità di ulteriori installazioni e configurazioni da parte degli amministratori di sito e consentendo un uso ottimale delle risorse di calcolo, grazie alla capacità di allocazione dinamica di nuove risorse di calcolo di PROOF.

Nel caso di cluster locale la richiesta è sottomessa direttamente al batch system; nel caso di un cluster in Grid, la richiesta può essere sottomessa al Workload Management System (WMS) o a PanDA per eseguire job di ATLAS (essendo PanDA il workload management system di ATLAS per produzione e analisi distribuita).

Prima del 2011 non era possibile utilizzare PoD con una farm in Grid, quindi l'interesse del gruppo di ATLAS per questo tool di analisi ha dato un grosso impulso agli sviluppatori del CERN che hanno scritto il plugin per il WMS; quindi il gruppo di Frascati ne ha iniziato lo studio con numerosi test per la sua validazione provandolo sul Tier-2 dei Laboratori.

Questa attività è risultata di notevole interesse per la collaborazione italiana di ATLAS, tanto da richiedere agli sviluppatori anche un ulteriore feature che consentisse la sottomissione dell'analisi PROOF-based al sistema utilizzato dall'esperimento: PanDA.

Per cui nel 2012/13, con il nuovo plugin di PoD per PanDA, l'attività si è ampliata suscitando un interesse più ampio e Frascati ha assunto il ruolo di coordinamento dell'attività estesa a tutta la cloud italiana, facendo da capofila per uno studio che ha compreso:

- Studio della startup latency, il tempo necessario per l'allocazione delle risorse di CPU richieste per costituire il cluster PROOF;
- Studio approfondito delle performance di accesso allo storage con *xrootd*, considerando i tre sistemi: DPM, StoRM con GPFS e EOS sia su LAN che su WAN, per mezzo di opportuni tool di benchmark;
- Test intensivi dell'infrastruttura completa eseguendo analisi reali degli utenti nei quattro Tier-2 della cloud italiana di ATLAS, al CNAF e nella CAF del CERN. Sono stati considerati tre differenti use case ed esaminate a fondo le performance ottenute nei diversi siti ed in diverse condizioni, sia in termini di MB letti che di eventi letti al secondo.

Questo lavoro, svolto per la prima volta dal gruppo italiano in collaborazione con il CERN, rientra tra quelli del PRIN-STOA per la quale il gruppo di Frascati ha avuto una annualità di assegno di ricerca, e per il quale sono già stati individuati gli sviluppi futuri per proseguire l'attività del PRIN.

L'utilizzo di questo tool è di grande importanza per l'analisi dell'esperimento, soprattutto perché consente agli utenti di eseguire le loro analisi con PROOF avendo accesso a risorse di calcolo non "PROOF-dedicate", rilasciandole alla fine delle analisi, utilizzando un tool perfettamente integrato nel sistema di analisi distribuita dell'esperimento e disponibile a tutti gli utenti in cvmfs, senza bisogno di alcuna installazione o manutenzione sulla farm del Tier.

3. Nel Tier-2 di Frascati il sistema di storage è basato su DPM (Disk Pool Manager), uno strumento per la gestione di sistemi di storage disk-only largamente adottato nei Tier-2 italiani, francesi e britannici. Nel corso dell'ultimo anno è iniziata una collaborazione del gruppo di sviluppo e supporto del DPM, incentrato al CERN, con sviluppatori e amministratori distribuiti in diverse sedi, per la sperimentazione e la validazione del prodotto. Il personale di Tier-2 di Frascati, assieme a quello di Napoli e Roma1, fa parte di questa collaborazione ed il Tier-2 di Frascati ospita il test-bed italiano per la sperimentazione degli aggiornamenti e delle nuove release. L'expertise del personale di ATLAS dedicato al Tier-2, oltre che l'interesse per il mantenimento del prodotto, sono stati fondamentali per lo sviluppo di questa attività.

8 Risorse umane: il sito ha un numero sufficiente di persone per mantenere tutte le attività? Distinguere tra tempo indeterminato e tempo determinato, e fare una proiezione della situazione per i prossimi 3 anni.

Il Tier-2 di Frascati è gestito dal personale dell'esperimento ATLAS con il supporto del personale del Servizio di Calcolo per un totale di circa 3 FTE. L'infrastruttura che ospita la sala calcolo e i suoi impianti sono gestiti, rispettivamente, dai Servizi Generali dei Laboratori e dalla Divisione Tecnica.

Per quanto riguarda il Tier-2, la gestione e il coordinamento delle singole attività è demandata al personale sotto elencato:

Esperimento ATLAS (Divisione Ricerca):

Elisabetta Vilucchi – Tecnologo, Art. 23 INFN su fondi interni – Responsabile e site manager del Tier-2

Agnese Martini – Tecnologo – Co-site manager del Tier-2

Mario Antonelli – Ricercatore - Responsabile del gruppo ATLAS di Frascati e vice-responsabile del Tier-2

Claudio Gatti – Ricercatore, responsabile delle analisi di ATLAS Italia – Interfaccia Tier-2/gruppi di fisica

Roberto di Nardo – Assegno di ricerca INFN – Sviluppo e test di PROOF on Demand, test dei sistemi di storage in Grid e gestione e test del Tier-3 in collaborazione con E. Vilucchi e A. Martini.

Alberto Annovi – Ricercatore (ex responsabile del Tier-2) – Interfaccia Tier-2/FTK

Marianna Testa – Ricercatrice, Art. 23 su fondi di bilancio ordinario - Gestione e test del Tier-3 in collaborazione con E. Vilucchi e A. Martini.

Paolo Laurelli – Associato senior INFN

Servizio di calcolo (Divisione Ricerca):

Massimo Pistoni – CTER – Responsabile del Servizio di Calcolo e Reti

Dario Spigone – CTER, Art. 15 su fondi ordinari

Tommaso Tonto – CTER - Responsabile del Reparto Reti e Servizi Generali

Per quanto riguarda la Divisione Tecnica e i servizi generali, il personale coinvolto nella gestione degli impianti e dell'infrastruttura è il seguente:

Divisione Tecnica:

Ruggero Ricci – Primo Tecnologo – Responsabile del Servizio Impianti Elettrici, membro del gruppo di referaggio del Tier-1

Ugo Rotundo – Tecnologo – Responsabile del Servizio Impianti a Fluido.

Servizi generali:

Anna Tacchi – Coll. Amm. – Responsabile dei Servizi Generali

Oreste Cerafogli- CTER

Buona parte del personale sopra elencato è staff a tempo indeterminato dell'INFN e ricopre ruoli di rilievo all'interno dell'istituto, per cui è in grado di dare un contributo di altissimo livello alla gestione ordinaria e straordinaria del sito e dell'infrastruttura ospitante.

Gli articoli 23 e 15 sono su fondi di bilancio ordinario, per cui si prevede comunque il rinnovo di tutti i TD attuali e si auspica che se ne possa aumentare il numero.

Inoltre, per quanto concerne il personale a tempo determinato, i Laboratori hanno a disposizione in pianta organica un posto da tecnologo da dedicare al calcolo che porterà al consolidamento del personale dedicato al Tier-2.

Circa l'assegno di ricerca INFN, ha la durata di due anni fino a settembre 2015, abbiamo inoltre a disposizione un finanziamento proveniente dal PRIN-STOA per l'equivalente di un anno di un assegno di ricerca.

Vorremmo sottolineare l'impegno che i LNF hanno nei confronti del calcolo scientifico, come dimostra l'impegno finanziario sostenuto per le infrastrutture (in particolare per l'impianto elettrico, l'impianto di raffreddamento e per le opere di edilizia che sono state recentemente realizzate per attrezzare la nuova sala calcolo) ed il supporto continuo all'attività di calcolo.

9 Provvedimenti possibili: sono state identificate delle possibili criticità che dovrebbero essere affrontate? Dal confronto con gli altri Tier-2 sono emersi miglioramenti che possono essere apportati adottando pratiche già in uso in altri Tier-2 ?

Le possibili criticità della sala calcolo sono state risolte con i lavori di ristrutturazione agli impianti, per cui non se ne evidenziano altre.