



Appendici al Piano Triennale 2010-2012

- Appendice A1** **Strutture di Ricerca**
- Appendice A2** **Grandi progetti strumentali da Terra e dallo Spazio**
- Appendice A3** **Innovazione e trasferimento tecnologico**
- Appendice A4** **Selezione di comunicati stampa 2009**



Appendice A1

Strutture di Ricerca

A cura del Dipartimento Strutture di Ricerca

1. Rete delle Strutture di ricerca

La **rete delle Strutture di ricerca dell'INAF** comprende attualmente 20 Strutture: 12 Osservatori Astronomici ed Astrofisici e 7 Istituti distribuiti sul territorio nazionale e il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) a La Palma, nelle Isole Canarie, Spagna. Precisamente, la rete delle Strutture di ricerca dell'INAF è così composta

- Osservatorio Astrofisico di Arcetri (OA-FI)
- Osservatorio Astronomico di Bologna (OA-BO)
- Osservatorio Astronomico di Brera (OA-MI)
- Osservatorio Astronomico di Cagliari (OA-CA)
- Osservatorio Astronomico di Capodimonte (OA-NA)
- Osservatorio Astrofisico di Catania (OA-CT)
- Osservatorio Astronomico di Padova (OA-PD)
- Osservatorio Astronomico di Palermo (OA-PA)
- Osservatorio Astronomico di Roma (OA-RM)
- Osservatorio Astronomico di Teramo (OA-TE)
- Osservatorio Astronomico di Torino (OA-TO)
- Osservatorio Astronomico di Trieste (OA-TS)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Bologna (IASF-BO)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano (IASF-MI)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo (IASF-PA)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Roma (IASF-RM)
- Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario di Roma (IFSI-RM)
- Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario di Torino (IFSI-TO)
- Istituto di Radioastronomia (IRA)
- Telescopio Nazionale Galileo (TNG)

Oltre alle sedi principali, localizzate nelle città capoluogo di provincia sopra indicate (TO, MI, PD, TS, BO, FI, RM, TE, NA, CT, PA, CA) o nello loro immediate vicinanze, alcune Strutture di ricerca dell'INAF hanno sedi e/o stazioni osservative distaccate dove sono collocati telescopi, laboratori e altre infrastrutture di ricerca. Esse sono:

- Testa Grigia (IFSI-TO)
- Merate (OA-MI)
- Asiago (OA-PD)
- Basovizza (OA-TS)
- Loiano (OA-BO)
- Medicina e Noto (IRA)
- Campo Imperatore (OA-RM)
- Toppo di Castelgrande (OA-NA)
- Carloforte e San Basilio (OA-CA)
- Serra La Nave (OA-CT)

La dislocazione sul territorio nazionale delle Strutture INAF e delle loro sedi distaccate è indicata in figura (dove le sedi principali sono indicate dai simboli rossi e le sedi distaccate e le stazioni osservative dai simboli gialli).



Le Strutture di ricerca INAF sono spesso collocate **in sedi prossime e a volte condivise con Dipartimenti Universitari** realizzando la necessaria e fondamentale sinergia tra ricerca e didattica, e tra ricerca INAF e ricerca universitaria, che si rivela mutuamente vantaggiosa per il conseguimento dei rispettivi fini istituzionali. E' questo il caso, in particolare, delle Strutture INAF di Padova, di Trieste, di Bologna, di Firenze (in parte), di Catania e di Palermo. In altri casi (Torino, Milano, Roma, Teramo, Napoli, Cagliari), la contiguità fisica tra Strutture INAF e Dipartimenti Universitari è meno stretta, ma l'interazione tra le Strutture INAF e le Università è comunque in generale molto forte, sia sotto l'aspetto didattico che di ricerca. Si fa notare a questo proposito che al 31.12.2009 **risultano associati all'INAF quasi 450 ricercatori e docenti universitari italiani ed esteri** che assicurano una fattiva interazione tra la ricerca astronomica e astrofisica universitaria e quella svolta presso le Strutture INAF. A questi sono da aggiungere numerosi dottorandi che svolgono le loro tesi di dottorato presso Strutture di ricerca INAF. Solo alcune sedi universitarie con gruppi astrofisici (Como, Pavia, Ferrara, Pisa, Perugia, Pescara, L'Aquila, Lecce, Salerno, Cosenza, ecc.) appaiono localizzate lontano da Strutture INAF, pur conservando spesso, anche in questo caso, forti legami con queste ultime.

In particolare sono state firmate le Convenzioni tra INAF e la Scuola Superiore di Pisa e quella tra INAF e l'Università di Pavia finalizzate alla costituzione di Gruppi di Ricerca congiunti.



Con il D. Lgs. 138/03 di riordino dell'INAF, che ha fatto confluire nell'Ente gli Istituti ex-CNR ad indirizzo astrofisico (IASF, IFSI e IRA), si è verificato il coesistere nell'ambito della stessa città o dello stesso comprensorio geografico di più strutture INAF. E' questo il caso di Torino (OA-TO e IFSI-TO), di Milano (OA-MI e IASF-MI), di Bologna (OA-BO, IASF-BO e IRA), di Roma (OA-RM, IASF-RM e IFSI-RM) e di Palermo (OA-PA e IASF-PA). Al fine di assicurare una maggiore integrazione scientifica e gestionale delle Strutture INAF compresenti in una stessa area geografica, sono state studiate nel corso del 2005 e 2006 **ipotesi di razionalizzazione della rete delle Strutture INAF**. Per quanto in alcuni casi un accorpamento appaia possibile ed anche

auspicabile, sia da un punto di vista scientifico che da un punto di vista amministrativo-gestionale, la complessità dei problemi logistici ha fatto sì che ogni ipotesi di accorpamento tra diverse Strutture INAF sia stata per il momento accantonata. Di conseguenza, **dal 1 gennaio 2007, 19 Strutture INAF sono state dichiarate come Strutture a tempo indeterminato.**

E' da notare che il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) a La Palma, Isole Canarie, gestito da una fondazione di diritto spagnolo, la Fundación Galileo Galilei (FGG), si configura come una **Struttura dell'INAF a tempo determinato** e quindi dal 2008 è a tutti gli effetti la 20ma Struttura di ricerca dell'INAF al pari delle altre 19 situate sul territorio nazionale e dallo stesso anno è sotto la responsabilità del Dipartimento Strutture.

2. Aggiornamenti 2010 ai piani di attività delle Strutture di Ricerca

Su richiesta del Dipartimento Strutture, i Direttori delle 20 Strutture di ricerca dell'INAF hanno prodotto ad inizio 2010 dati aggiornati sulle attività delle singole strutture utilizzando un apposito data-base (CRIS-INAF), ancora in fase di completamento e perfezionamento. Il data-base è stato disegnato in modo da minimizzare le duplicazioni e garantire l'integrità dei dati. Le informazioni richieste sono:

1. **Descrizione della Struttura:** descrizione, personale, infrastrutture (osservative, museali, officine, laboratori), collaborazioni internazionali in corso;

2. **Progetti di Ricerca in corso;**

3. **Attività svolta:** attività editoriale: collaborazione a riviste e all'organizzazione di congressi (CdR, Referee, Com.Scient., Com.Org., ecc.), incarichi: partecipazione del personale a Commissioni, Gruppi di Lavoro, Panel, CdA, ecc., formazione: corsi universitari e di alta formazione, tesi di laurea, dottorati di ricerca a cui il personale ha partecipato in qualità di docente, seminari: seminari "esterni", congressi, workshops e scuole organizzate dalla Struttura e seminari tenuti dal personale, outreach: manifestazioni divulgative, mostre, ecc. organizzate dalla Struttura;

4. **Risultati ottenuti:** pubblicazioni scientifiche, brevetti, editor: pubblicazioni (proceedings, libri, raccolte di contributi, ecc.) dove almeno una persona della Struttura appare come *Editor*, materiale divulgativo di vario tipo prodotto dal personale, altri oggetti (cataloghi, database, prototipi, ecc.) prodotti dal personale;

5. **Dati finanziari;**

Tali dati non sono allegati al presente documento ma saranno resi disponibili sul sito web dell'INAF.

Ciascuna Struttura ha in particolare fornito al Dipartimento le seguenti informazioni:

- Situazione del personale dipendente e non dipendente, a tempo determinato ed indeterminato, al 31.12.2009;
- Per i Ricercatori, per i Tecnologi e per il personale di ricerca parasubordinato, l'afferenza rispettivamente alle **macroaree tematiche INAF e ai settori tecnologici;**

3. Personale di servizio

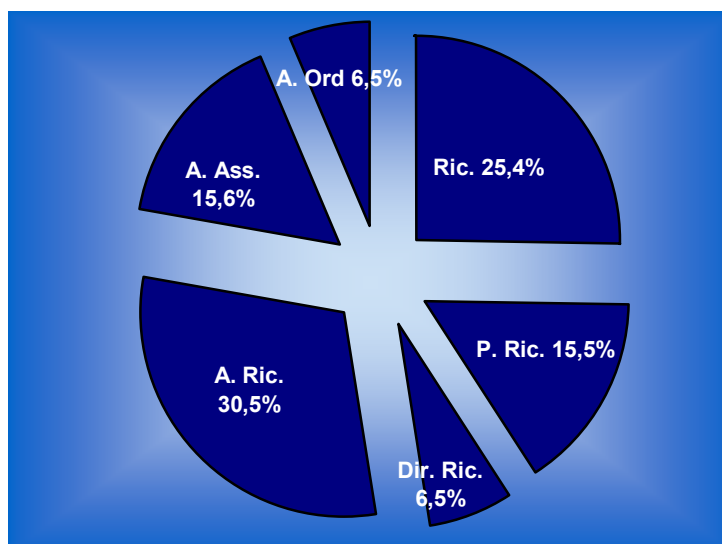
Il quadro complessivo del personale delle Strutture di Ricerca INAF al 31 dicembre 2009, sia dipendente a tempo indeterminato che determinato, (ricercatore, tecnologo, tecnico e amministrativo) sia non dipendente è frutto dell'elaborazione delle tabelle presenti nell'Anagrafica INAF con l'ausilio dei dati forniti dai Direttori delle Strutture di Ricerca.

Per la gran parte del **personale Ricercatore** dipendente (Astronomi Ordinari, Astronomi Associati, Astronomi Ricercatori, Dirigenti di Ricerca, Primi Ricercatori, Ricercatori) e del **personale Tecnologo** (Dirigenti Tecnologi, Primi Tecnologi e Tecnologi) sono state inoltre indicate per l'uno le macroaree scientifiche (fissate per afferenza primaria e secondaria) e per l'altro sono stati indicati i settori tecnologici. Tale informazione è fornita anche, quando possibile, per il personale di ricerca non strutturato (assegnisti, borsisti, contrattisti) che dal 2007 è associato automaticamente all'INAF per la durata del relativo contratto.

PERSONALE RICERCATORE

In sintesi, al 31.12.2009, i Ricercatori nelle Strutture nazionali INAF ammontano a **526** unità, di cui **478** (il 91%) a tempo indeterminato e **48** (il 9%) con contratto di tipo subordinato a tempo determinato. A questi si aggiungono la quasi totalità delle **246** unità di personale non strutturato (assegnisti, borsisti, contrattisti), i **circa 600** associati INAF formati da personale di ricerca delle Università, di altri Enti e personale INAF in quiescenza che collaborano alle attività di ricerca dell'Ente, **per un totale complessivo di quasi 1400 unità impegnate nelle attività di ricerca di interesse dell'INAF.**

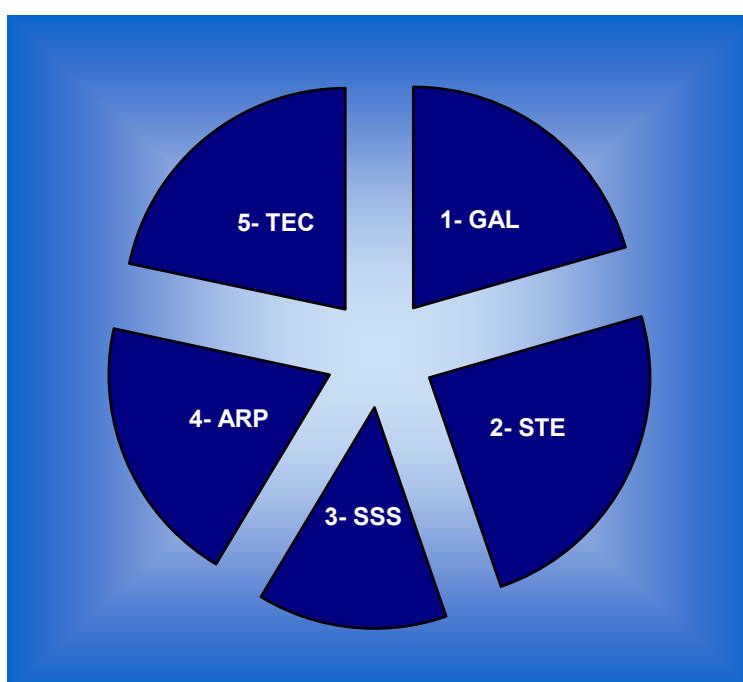
Il grafico successivo mostra la distribuzione dei Ricercatori e degli Astronomi con contratto a tempo indeterminato e subordinato a tempo determinato INAF tra i vari livelli:



Nel complesso, tra i ricercatori di primo e secondo livello, si ha un 70% di uomini e un 30% di donne, ma la percentuale di donne cresce tra i ricercatori di terzo livello (attorno al 37%). E'

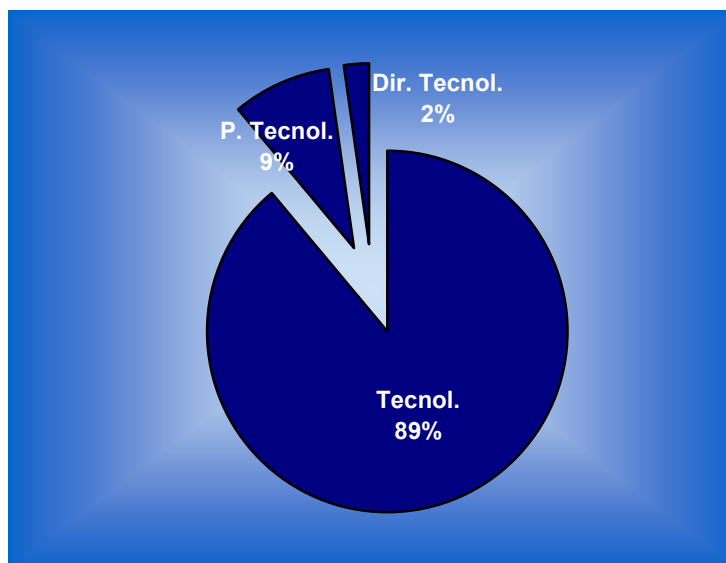
interessante comunque notare che la percentuale di donne è più alta tra il personale a tempo determinato e tra quello con contratto parasubordinato tra cui la percentuale femminile tocca il 43%.

La distribuzione dei Ricercatori INAF tra le varie macroaree è indicata nel grafico sottostante: macroarea 1 - **Galassie e Cosmologia** 21,3%, macroarea 2 - **Stelle e Mezzo Interstellare** 25,1%, macroarea 3 - **Sole e Sistema Solare** 14,4%, macroarea 4 - **Astrofisica relativistica e particellare** 16,5%, macroarea 5 - **Sviluppo di nuove Tecnologie e Strumentazione** 22,6%



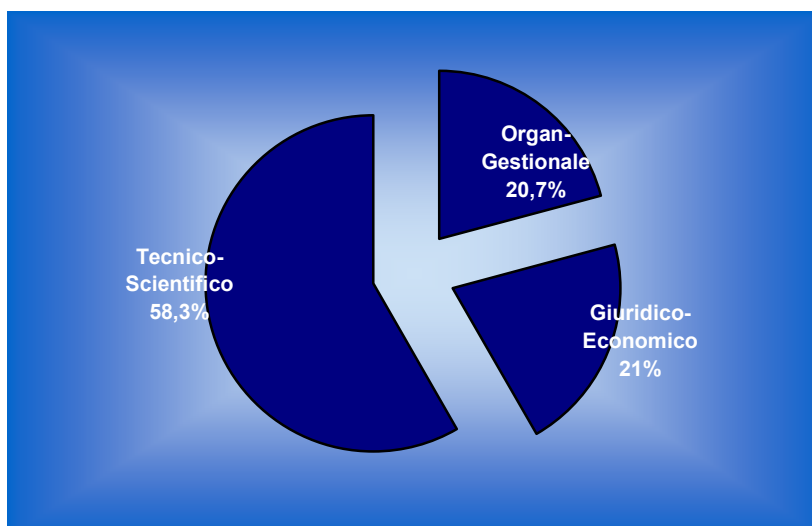
PERSONALE TECNOLOGICO

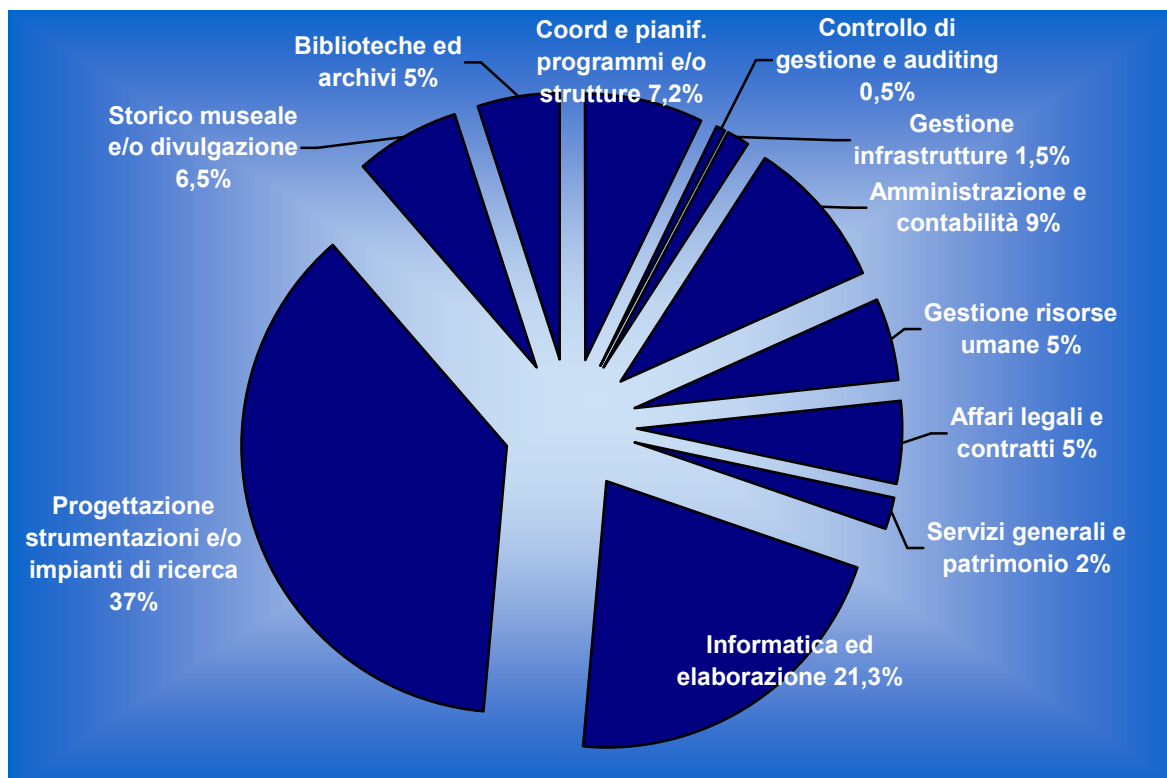
Il personale tecnologo raggiunge le **144** unità di cui **103** (il 71,5%) a tempo indeterminato e **41** (il 28,5%) a tempo determinato, così distribuito per livelli:



e per settori tecnologici:

Organizzativo - Gestionale (coordinamento e pianificazione programmi e/o strutture, controllo di gestione e auditing, gestione infrastrutture, socio-sanitaria e sicurezza, storico museale e/o divulgazione e comunicazione, biblioteche ed archivi) 20,7%, **Giuridico - Economico** (amministrazione e contabilità, gestione risorse umane, affari legali e contratti, servizi generali e patrimonio) 21%, **Tecnico- Scientifico** (informatica ed elaborazione, progettazione strumentazioni e/o impianti di ricerca) 58,3%.



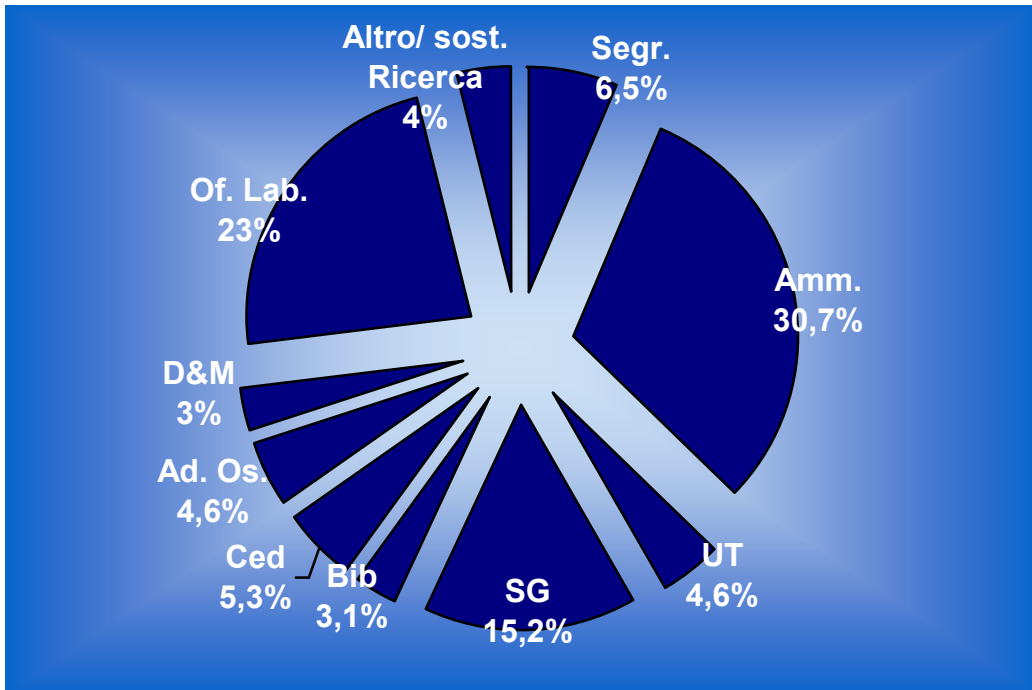


nell'ambito del personale tecnologo, si ha un 100% di uomini tra il personale di I e II livello mentre si rileva un 33% di donne tra i tecnologi di III livello, maggiormente concentrate nell'area amministrativa, delle biblioteche e storico - museale e/o divulgativa e comunicazione.

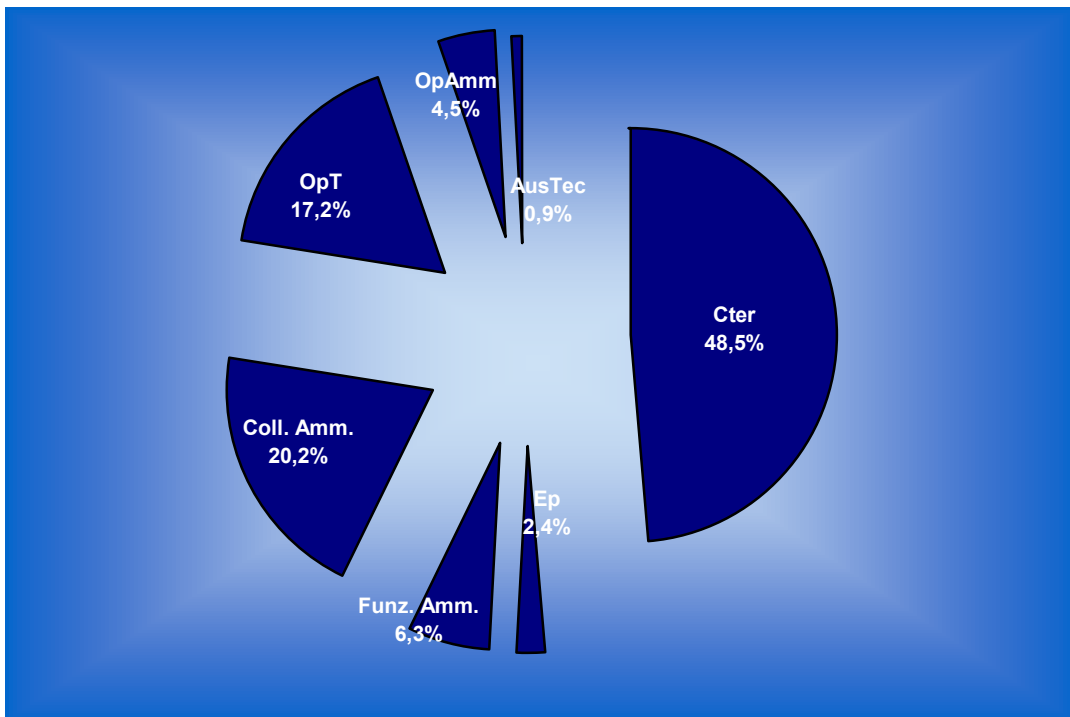
PERSONALE TECNICO e AMMINISTRATIVO

Al 31.12.2009 il **personale tecnico e amministrativo dell'INAF** ammonta complessivamente a **460** unità, di cui il 95,6% a tempo indeterminato e il 4,4% a tempo determinato subordinato. Il 32% del totale è di categoria amministrativa mentre il restante 68% appartiene alla categoria tecnica. Di seguito si riporta in forma grafica la percentuale di attività nei principali uffici e servizi di ciascuna Struttura (1. Segreteria; 2. Amministrazione; 3. Ufficio Tecnico; 4. Servizi generali; 5. Biblioteca; 6. Centro Elaborazione Dati; 7. Addetti alle osservazioni; 8. Attività divulgative, didattiche e museali; 9. Officine e Laboratori; 10. Altro, inclusa la collaborazione ad attività di ricerca).

Delle unità di personale tecnico e amministrativo dipendente INAF oltre il 30% afferisce all'area Amministrativa, il 40% afferisce all'area Tecnica, Tecnico-scientifica ed Elaborazione Dati, il 3 % afferisce all'area Biblioteche, oltre il 15% afferisce all'area Servizi Generali:



E si divide per profili come di seguito illustrato:

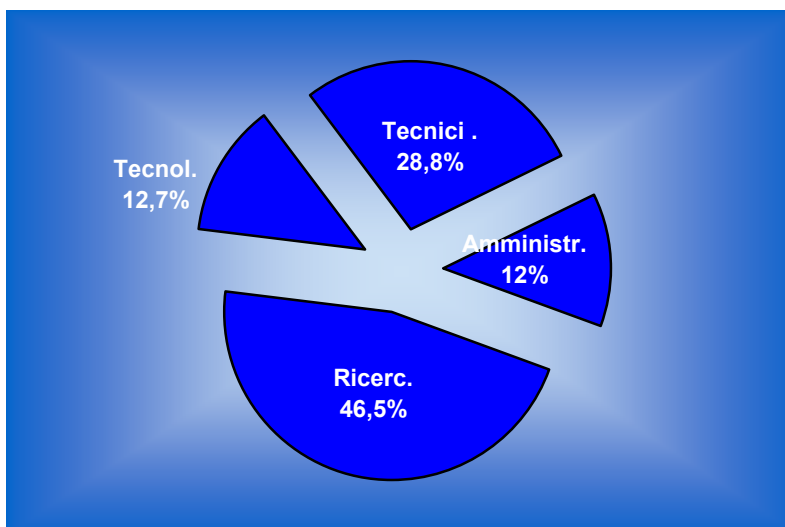


Per quanto riguarda la divisione per genere del personale tecnico e amministrativo, la percentuale di donne è pari al 38% del totale. Si rileva una prevalenza di donne nell'area amministrativa, nell'area delle segreterie e delle biblioteche e di uomini nelle aree tecniche e dei servizi generali.

CONCLUSIONI

Complessivamente, il personale dipendente dell'INAF (ricercatore, tecnologo, tecnico e amministrativo) al 31.12.2009 raggiunge le **1130 unità**, di cui **1021** a tempo indeterminato e **109** a tempo determinato. A questo va aggiunto il personale della Fundación Galileo Galilei che consta di 25 unità (9 ricercatori, 16 riconducibili a personale tecnologo, tecnico di supporto e amministrativo, 3 unità - un operatore tecnico, un ingegnere informatico ed il responsabile amministrativo sono temporanee), **246** unità di personale parasubordinato, per un totale complessivo di **oltre 1400 unità di personale**.

Il personale dipendente INAF si suddivide per inquadramento come mostrato nel seguente grafico:



Confronto tra il personale in servizio a tempo indeterminato al 31/12/2009 rispetto ai quattro anni precedenti:

ANNO	Personale a tempo indeterminato
2009	1021
2008	1037
2007	1027
2006	1047
2005	1076

L'inversione di tendenza relativa al 2008 è dovuto al processo di stabilizzazione di personale a tempo determinato, nel 2008 sono state stabilizzate 25 unità di personale. Nel 2009 nonostante la stabilizzazione di 19 unità di personale si è registrata una flessione nel numero del personale in servizio. Nel 2010 si è completato il processo con l'ulteriore stabilizzazione di 29 unità di personale.

4. Attività di ricerca

L'attività di ricerca delle Strutture INAF si svolge su tre fronti:

- partecipazione a progetti scientifici di interesse nazionale (in genere multisede)
- partecipazione a progetti tecnologici e strumentali nazionali (anch'essi in genere multisede)
- ricerca scientifica e tecnologica locale e programmi locali di R&D

Le attività di cui sopra **sono illustrate nei documenti predisposti dall' Unità Organizzativa Programmazione del Dipartimento Strutture di Ricerca e dal Dipartimento Progetti** (Appendice A2 del Piano Triennale), **nonché nei Rapporti delle singole Strutture**, documenti reperibili a breve sul sito web dell'INAF.

Tali ricerche interessano in maniera equilibrata tutte le macroaree tematiche dell'INAF e tutte le bande spettrali, dalle onde radio ai raggi gamma. Lo stesso vale per la **ricerca di base locale** e per i **programmi di R&D**, che da un lato rappresentano punte di specializzazione delle singole Strutture, dall'altro sono il germe da cui hanno poi origine i progetti nazionali e le collaborazioni multisede ed internazionali. La distribuzione degli interessi scientifici tra le varie Strutture non è uniforme e spesso le Strutture INAF (specialmente gli Istituti ex-CNR e gli Osservatori più piccoli) tendono a specializzarsi in una sola o in poche linee di ricerca in cui sono in grado di raggiungere una massa critica sufficiente per competere a livello internazionale. Le linee di ricerca caratterizzanti ciascuna Struttura INAF sono riportate in maniera sintetica nei piani di attività delle singole Strutture.

Senza duplicare quanto ampiamente riportato nei documenti di cui sopra, si segnalano in modo particolare, a puro titolo di esempio ed in modo non esaustivo:

- la vocazione alla radioastronomia dell'IRA e, più recentemente, dell'OA-CA;
- le attività sperimentali in campo spaziale dell'IASF-RM, dell'IASF-BO, dell'IASF-MI, dell'IASF-PA, dell'IFSI-RM, dell'OA-TO, dell'OA-MI, dell'OA-NA e dell'OA-PA, in ruoli spesso di leadership;
- la leadership dell'OA-FI e dell'OA-PD nel campo delle ottiche adattive e degli ELTs;
- gli studi tecnologici e scientifici di interferometria ottica ed infrarossa presso l'OA-TO, l'OA-FI e OA-RM;
- le tecnologie ottiche e meccaniche presso l'OA-MI, OA-PD, OA-BO, OA-FI, OA-RM, OA-NA e lo sviluppo di strumentazione IR per l'Antartide presso OA-TE;



- la leadership dell'OA-TS nel software di controllo di strumentazione astronomica e nella gestione di archivi nonché l'attività dell'OA-TO nel campo degli archivi solari e di IASF-MI per il Virtual Observatory;
- lo sviluppo e mantenimento di software astronomico nel campo delle survey presso l'IASF-MI, l'OA-RM e l'OA-NA;
- i laboratori per lo studio dei rivelatori all'OA-PD e OA-CT;
- l'astrofisica di laboratorio presso l'OA-NA e l'OA-CT;
- lo sviluppo del calcolo ad alte prestazioni presso l'OA-TO, l'OA-TS, l'OA-CT, l'OA-PA, l'IASF-PA e l'OA-CA;
- gli studi di cosmologia osservativa e teorica presso OA-MI, IASF-MI, OA-PD, OA-TS, OA-BO, IRA, IASF-BO, OA-FI, OA-RM e OA-NA;
- lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie presso OA-MI, OA-PD, OA-TS, OA-BO e OA-NA;
- le ricerche osservative e teoriche sui GRB all'OA-MI, IASF-MI, OA-TS, OA-RM e IASF-PA;
- le ricerche multifrequenza sugli AGNs all'OA-TO, OA-MI, IASF-MI, OA-PD, OA-TS, OA-BO, IRA, OA-FI, OA-RM, IASF-RM e OA-NA;
- gli studi di astrofisica relativistica e degli oggetti collassati all'OA-TO, IASF-MI, OA-MI, IASF-BO, IRA, OA-RM, IASF-RM, IASF-PA e OA-CA;
- gli studi astroparticellari e sui raggi cosmici all'IFSI-TO, IASF-PA e OA-FI, spesso in collaborazione con l'INFN, nonché l'astrofisica nucleare a OA-TE;
- la scuola evolucionistica stellare dell'OA-PD, OA-BO, OA-RM e OA-TE;
- gli studi sulla formazione stellare, degli oggetti stellari giovani e del mezzo interstellare all'AO-FI, IRA, IASF-RM, OA-NA, OA-CT, OA-PA e OA-CA;
- lo studio delle popolazioni stellari e della storia evolutiva della Galassia all'OA-TO, OA-PD, OA-TS, OA-BO, OA-FI, OA-RM, OA-TE, OA-NA, OA-PA;
- lo studio delle Supernovae, delle Novae e dei Resti di Supernova presso l'OA-PD, OA-TS, OA-FI, OA-RM, OA-TE, OA-PA;
- l'attività stellare e l'astrosismologia all'OA-MI, OA-NA, OA-CT, OA-PA e, più recentemente, all'IASF-RM;
- gli studi di astrometria e la preparazione alla missione GAIA presso OA-TO, OA-BO, OA-RM, OA-TE e OA-NA;
- la ricerca di pianeti extrasolari all'OA-PD, OA-NA e OA-CT;

- gli studi di esobiologia presso l'OA-FI e l'OA-PA;
- gli studi di fisica solare all'OA-TO, OA-TS, OA-FI, OA-RM, OA-NA, OA-CT e OA-PA;
- le ricerche planetologiche e sui corpi minori del Sistema Solare all'OA-TO, OA-PD, IASF-RM, IFSI-RM, OA-NA e OA-CT;
- lo studio dei fenomeni magnetosferici e ionosferici presso l'IFSI-RM;
- lo sviluppo di rivelatori ed esperimenti di fisica cosmica da terra all'IFSI-TO, IFSI-RM e IASF-PA;
- le ricerche in fisica della gravitazione all'IFSI-RM (in collaborazione con l'INFN).

Queste ricerche sono spesso condotte in collaborazione con ricercatori e docenti delle Università e nell'ambito di ampie collaborazioni nazionali ed internazionali.

5. Infrastrutture osservative

Oltre all'utilizzazione di strumentazione internazionale a terra e dallo spazio (principalmente gli strumenti dell'ESO a La Silla e al Paranal in Cile e le missioni spaziali dell'ESA e della NASA), e all'utilizzazione del TNG e, nel prossimo futuro, di LBT, di VST e di SRT, le Strutture di ricerca dell'INAF hanno a loro disposizione una serie di **infrastrutture osservative sul territorio nazionale**, generalmente collocate in sedi osservative distaccate.

Le principali infrastrutture osservative sul territorio nazionale sono le seguenti:

- ❖ Pino Torinese (OA-TO)
 - Telescopio riflettore REOSC 105cm
 - Telescopio riflettore MARCON Ritchey-Chrétien 80cm
- ❖ Testa Grigia, Valle d'Aosta (IFSI-TO)
 - Rivelatori a scintillazione per raggi cosmici
- ❖ Asiago (OA-PD)
 - Telescopio riflettore 182cm di Cima Ekar
 - Telescopio Schmidt 67/92 cm
- ❖ Basovizza (OA-TS)
 - Radiopolarimetro solare di 10m di diametro, 237-610 MHz
 - Radiopolarimetro solare di 3m di diametro, 1420-2495 MHz
- ❖ Firenze (OA-FI)



- Torre solare (utilizzata attualmente per test di specchi ottici)
- ❖ Loiano (OA-BO)
 - Telescopio riflettore "G. D. Cassini" 152cm + BFOSC
 - Telescopio Zeiss di 60cm + CCD (di uso soprattutto didattico)
- ❖ Medicina (IRA)
 - Radiotelescopio T-array di 30.000 mq, 408MHz
 - Radiotelescopio parabolico di 32m di diametro, 1.4-22 GHz
- ❖ Campo Imperatore (OA-RM)
 - Telescopio Schmidt 60/90 cm
 - Telescopio AZT24 110 cm con camera NIR (cogestito con OA-TE)
- ❖ Teramo (OA-TE)
 - Telescopio riflettore TNT 72cm con camera CCD
- ❖ Napoli (OA-NA)
 - Riflettore 40cm con VAMOS (Velocity and Magnetic Observations of the Sun)
- ❖ Toppo di Castelgrande (OA-NA)
 - Telescopio riflettore TT1 di 152cm con camera CCD (+ TFOSC non ancora operativo)
- ❖ Serra La Nave (OA-CT)
 - Telescopio riflettore Cassegrain di 91cm + fotometro fotoelettrico e spettrografo echelle FRESCO (che sarà sostituito nel prossimo futuro dallo spettrografo eccelle CAOS)
 - Telescopio Schmidt di 41/61 cm + CCD
 - APT-80/1 Ritchey-Chrétien 80cm con fotometro UBV
 - APT 80/2 Cassegrain 80cm con CCD
- ❖ Catania (OA-CT)
 - Barra equatoriale solare
- ❖ Noto (IRA)
 - Radiotelescopio parabolico di 32m di diametro, 0.3-86 GHz
- ❖ San Basilio (OA-CA)
 - SRT: radiotelescopio parabolico di 64m di diametro (in costruzione)

6. Laboratori e Officine

Le Strutture di ricerca dell'INAF possiedono **una ricca dotazione di officine e laboratori** a sostegno dei progetti tecnologici e strumentali dell'Ente. Si riassume la situazione attuale nella tabella sotto riportata.

Principali Officine e laboratori presso le Strutture INAF

Laboratori e Officine per Struttura	OSSERVATORI												IASF				IFSI		IRA	TNG
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	BO	MI	PA	RM	RM	TO		
Ottico	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x				x	x			x
Meccanico	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Elettronico	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Calibrazione	x		x		x	x		x			x		x		x	x	x			
Integrazione	x	x	x		x		x				x	x	x	x		x	x			
Informatico	x										x	x		x						
Test campioni			x		x	x		x					x			x	x			
Metrologia			x	x																
Supercalcolo				x		x		x			x									
Rivelatori						x	x	x					x		x	x			x	
Clean room	x		x		x	x	x	x			x		x			x	x		x	
Criogenia	x							x	x	x			x			x	x			x
Termo-vuoto													x				x			
Microonde				x									x							x
Radio	x			x																x
Raggi X			x					x					x		x	x				
Raggi cosmici																	x	x		

Da segnalare in modo particolare le estese *facilities* sperimentali per lo sviluppo, integrazione e calibrazione di strumentazione spaziale; i laboratori opto-meccanici per la progettazione e realizzazione di strumentazione ottica ed IR da terra; i laboratori di elettronica e rivelatori; i laboratori per la realizzazione e il test di apparecchiature radio analogiche e digitali; i laboratori per l'analisi di campioni spaziali e di analoghi di campioni di interesse astrofisico; i centri di supercalcolo e di archivi dati, anche in relazione alla costituzione dei consorzi COMETA e COSMOLAB e allo sviluppo dell'Osservatorio Virtuale; i laboratori per lo sviluppo di strumentazione a microonde, spaziale e da terra; i laboratori per lo sviluppo di strumentazione per raggi X e gamma. Il TNG che comprende anche una torre meteorologica e una torre DIMM.

Da sottolineare inoltre che tutte le Strutture INAF sono dotate di attrezzati **centri di calcolo (CED)**, strutturati in reti locali (LAN) a loro volta connesse tra le varie Strutture ed il mondo esterno attraverso la rete GARR. I principali sistemi operativi usati sono Unix e Linux per l'attività scientifica e Windows per l'attività amministrativa e gestionale.

7. Produzione scientifica

La produzione scientifica delle Strutture INAF, che è spesso il risultato di collaborazioni con personale associato delle Università e con dottorandi delle stesse nonché frutto di collaborazioni internazionali, **è assai consistente numericamente e di eccellente livello qualitativo medio**, come confermato da indicatori internazionali indipendenti.

La produzione scientifica delle singole Strutture INAF nell'anno 2009 è riportata nella tabella seguente e suddivisa in ART1 - Articoli referati su riviste; ART2 - Contributi non referati su riviste; ART3 - Circolari e telegrammi; INV- Relazioni su invito; CON1 - Contributi agli atti di congressi; CON2 - Interventi a congressi; VOL - Libri; VOL1 - Contributi a Libri; REP - Rapporti tecnici; OTH - Altro; XXX - non classificato.

Publicazioni scientifiche delle Strutture di ricerca INAF nell'anno 2009 (i dati sono estratti dal sito www.cris-inaf.it)

Distribuzione per Struttura, tipo di pubblicazione - anno 2009

Struttura	ART1	ART2	ART3	INV	CON1	CON2	VOL	VOL1	REP	OTH	XXX
IASF Bologna	115	6	40	7	51	1	1	8	6	1	0
IASF Milano	149	8	64	2	28	4	0	0	23	3	0
IASF Palermo	77	3	128	0	84	6	0	0	5	1	0
IASF Roma	119	21	51	14	83	16	0	2	3	1	0
IFSI Torino	53	4	0	5	60	1	0	0	15	1	0
IFSI Roma	88	14	0	12	74	40	0	6	25	0	1
IRA	73	4	1	14	33	9	0	1	8	5	0
OA Arcetri	152	15	2	8	52	4	0	17	5	1	1
OA Bologna	137	10	2	12	47	1	0	0	37	2	0
OA Brera	195	13	133	7	118	1	4	7	8	3	0
OA Cagliari	55	1	30	1	19	0	0	0	3	2	0
OA Capodimonte	86	9	3	3	56	6	1	6	11	2	0
OA Catania	96	21	3	1	26	2	0	2	11	2	0
OA Padova	193	10	40	10	69	22	0	18	14	15	0
OA Palermo	35	3	0	6	44	4	1	4	0	13	0
OA Roma	244	21	136	0	88	1	1	8	3	1	3
OA Teramo	40	8	0	0	14	0	1	1	5	0	0
OA Torino	93	17	5	8	32	5	3	13	66	8	0
OA Trieste	211	27	11	6	51	3	0	1	6	2	1
TNG	16	2	8	0	5	1	0	0	0	1	0
Sede Centrale	15	0	24	0	4	0	0	0	0	1	0

Distribuzione per Struttura – Totali – anno 2009

Struttura	Totale	Equivalente*
IASF Bologna	236	69,9
IASF Milano	281	60,0
IASF Palermo	304	52,9
IASF Roma	310	89,7
IFSI Torino	139	31,0
IFSI Roma	260	121,6
IRA	148	72,0
OA Arcetri	257	86,6
OA Bologna	248	67,8
OA Brera	489	147,3
OA Cagliari	111	20,1
OA Capodimonte	183	43,3
OA Catania	164	53,6
OA Padova	391	137,0
OA Palermo	110	57,5
OA Roma	506	130,9
OA Teramo	69	25,0
OA Torino	250	120,4
OA Trieste	319	72,9
TNG	33	5,2
Sede Centrale	44	1,3

Il valore *contributo equivalente* viene calcolato come $1/n_{\text{degli_autori}}$. Ad esempio una pubblicazione con 8 autori di cui 2 afferenti all'Istituto XYZ, incrementerà di $1/8=0,125$ il numero delle *pubblicazioni equivalenti* di ciascuno degli autori e di $2/8=0,25$ il numero delle *pubblicazioni equivalenti* della Struttura INAF.

Distribuzione per tipo di pubblicazione – Totali- anno 2009

Tipo	Totali	Equivalente
Articoli referati su riviste	1356	491,2
Contributi non referati su riviste	145	83,3
Circolari e telegrammi	377	155,3
Relazioni su invito	109	99,4
Contributi a congressi pubblicati negli atti	696	311,9
Contributi a congressi non pubblicati negli atti	91	63,4
Libri - intero volume	11	8,9
Libri - contributo a un volume	82	57,6
Rapporti tecnici	214	160,9
Altro	45	33,1
Non classificato	5	1,3

Un dato interessante è la **produzione media per ricercatore** (numero annuo di pubblicazioni della Struttura diviso per il numero dei ricercatori della Struttura, dipendenti e non dipendenti). Questo dato è mostrato nella tabella successiva con riferimento alle pubblicazioni 2009 (per il numero di ricercatori “effettivi” si sono usati i numeri relativi al personale in servizio al 31.12.2009).

Produttività per unità di personale: totale lavori - anno 2009

Medie totali										
									tot.	equiv.
1) intero organico									1,8	0,9
2) ricercatori (ricercatori e astronomi di 1, 2 e 3 livello)									5,6	2,6
3) ricercatori e tecnologi									4,4	2,1
4) ricercatori, tecnologi e personale non strutt.									3,1	1,5
5) ricercatori, tecnologi, personale non strutt., dottorandi e associati									2,7	1,2

Distribuzione per Struttura										
Struttura	intero organico		ricercatori		ric. + tecn.		ric.+tecn.+non strutt.		ric.+tecn.+non strutt.+ dott.+associati	
	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.
IASF Bologna	3,0	0,9	6,7	2,0	6,1	1,8	4,8	1,4	3,7	1,1
IASF Milano	5,4	1,2	14,1	3,0	10,8	2,3	7,4	1,6	6,5	1,4
IASF Palermo	8,0	1,4	19,0	3,3	16,9	2,9	12,7	2,2	12,7	2,2
IASF Roma	2,9	0,8	7,6	2,2	6,7	2,0	5,6	1,6	3,6	1,0
IFSI Torino	4,5	1,0	12,6	2,8	12,6	2,8	8,7	1,9	5,3	1,2
IFSI Roma	2,4	1,1	6,5	3,0	5,2	2,4	3,5	1,6	3,1	1,4
IRA	1,4	0,7	6,2	3,0	4,2	2,1	3,0	1,4	2,1	1,0
OA Arcetri	2,0	0,7	5,2	1,8	4,1	1,4	3,0	1,0	2,8	0,9
OA Bologna	3,3	0,9	7,3	2,0	6,4	1,7	4,5	1,2	4,3	1,2
OA Brera	4,1	1,2	16,3	4,9	13,2	4,0	7,4	2,2	5,7	1,7
OA Cagliari	2,0	0,4	6,9	1,3	4,4	0,8	3,0	0,5	3,0	0,5
OA Capodimonte	1,8	0,4	6,1	1,4	4,5	1,1	3,2	0,8	3,0	0,7
OA Catania	1,9	0,6	6,1	2,0	4,8	1,6	3,7	1,2	3,0	1,0
OA Padova	2,9	1,0	10,3	3,6	8,1	2,9	4,8	1,7	3,9	1,4
OA Palermo	2,0	1,0	8,5	4,4	7,3	3,8	4,8	2,5	3,5	1,9
OA Roma	4,0	1,0	10,1	2,6	8,4	2,2	6,2	1,6	5,8	1,5
OA Teramo	2,6	0,9	8,6	3,1	6,9	2,5	4,6	1,7	4,3	1,6
OA Torino	2,9	1,4	7,4	3,5	5,6	2,7	4,7	2,3	4,3	2,1
OA Trieste	3,4	0,8	8,9	2,0	7,3	1,7	5,4	1,2	5,1	1,2
TNG	0,9	0,1	3,0	0,5	2,5	0,4	2,5	0,4	2,2	0,3
Sede Centrale	0,7	0,0			2,8	0,1	2,4	0,1	2,4	0,1

Produttività per unità di personale: solo articoli referati - anno 2009

Medie totali										
1) intero organico				0,8		0,3				
2) ricercatori (ricercatori e astronomi di 1, 2 e 3 livello)				2,4		0,9				
3) ricercatori e tecnologi				1,9		0,7				
4) ricercatori, tecnologi e personale non strutt.				1,4		0,5				
5) ricercatori, tecnologi, personale non strutt., dottorandi e associati				1,2		0,4				

Distribuzione per Struttura										
Struttura	intero organico		ricercatori		ric. + tecn.		ric.+tecn.+non strutt.		ric.+tecn.+non strutt.+ dott.+associati	
	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.	tot.	equiv.
IASF Bologna	1,4	0,4	3,3	0,9	2,9	0,8	2,3	0,6	1,8	0,5
IASF Milano	2,9	0,4	7,5	1,0	5,7	0,8	3,9	0,5	3,5	0,5
IASF Palermo	2,0	0,2	4,8	0,5	4,3	0,5	3,2	0,4	3,2	0,4
IASF Roma	1,1	0,2	2,9	0,6	2,6	0,6	2,2	0,5	1,4	0,3
IFSI Torino	1,7	0,5	4,8	1,4	4,8	1,4	3,3	0,9	2,0	0,6
IFSI Roma	0,8	0,2	2,2	0,6	1,8	0,5	1,2	0,3	1,0	0,3
IRA	0,7	0,2	3,0	1,0	2,1	0,7	1,5	0,5	1,1	0,4
OA Arcetri	1,2	0,3	3,1	0,9	2,5	0,7	1,8	0,5	1,7	0,5
OA Bologna	1,8	0,4	4,0	0,8	3,5	0,7	2,5	0,5	2,4	0,5
OA Brera	1,6	0,4	6,5	1,4	5,3	1,2	3,0	0,6	2,3	0,5
OA Cagliari	1,0	0,2	3,4	0,7	2,2	0,4	1,5	0,3	1,5	0,3
OA Capodimonte	0,9	0,1	2,9	0,4	2,1	0,3	1,5	0,2	1,4	0,2
OA Catania	1,1	0,3	3,6	1,0	2,8	0,8	2,2	0,6	1,7	0,5
OA Padova	1,4	0,3	5,1	1,2	4,0	0,9	2,4	0,5	1,9	0,4
OA Palermo	0,6	0,3	2,7	1,1	2,3	0,9	1,5	0,6	1,1	0,4
OA Roma	1,9	0,4	4,9	0,9	4,1	0,8	3,0	0,6	2,8	0,5
OA Teramo	1,5	0,4	5,0	1,2	4,0	1,0	2,7	0,7	2,5	0,6
OA Torino	1,1	0,3	2,7	0,7	2,1	0,5	1,8	0,4	1,6	0,4
OA Trieste	2,2	0,4	5,9	1,0	4,8	0,8	3,6	0,6	3,3	0,6
TNG	0,5	0,0	1,5	0,1	1,2	0,1	1,2	0,1	1,1	0,1
Sede Centrale	0,2	0,0			0,9	0,0	0,8	0,0	0,8	0,0

Pubblicazioni totali anni 2006 – 2007 – 2008 - 2009

Struttura	tot. 2006	equiv. 2006	tot. 2007	equiv. 2007	tot. 2008	equiv. 2008	tot. 2009	equiv. 2009
IASF Bologna	238	66,0	176	47,9	394	131,8	236	69,9
IASF Milano	184	63,3	210	69,4	303	93,4	281	60,0
IASF Palermo	171	46,0	166	34,0	295	78,3	304	52,9
IASF Roma	323	81,1	314	69,5	428	139,2	310	89,7
IFSI Torino	48	9,7	45	5,3	111	23,2	139	31,0
IFSI Roma	235	68,4	184	65,0	314	144,0	260	121,6
IRA	192	83,1	176	65,4	232	103,1	148	72,0
OA Arcetri	221	73,1	244	68,6	296	115,0	257	86,6
OA Bologna	201	55,4	225	57,6	229	70,3	248	67,8
OA Brera	563	164,2	470	135,0	481	165,5	489	147,3
OA Cagliari	55	15,3	59	12,8	66	16,3	111	20,1
OA Capodimonte	246	66,7	235	63,8	265	105,7	183	43,3
OA Catania	233	71,4	184	53,3	186	58,4	164	53,6
OA Padova	329	98,8	329	96,5	340	103,4	391	137,0
OA Palermo	94	50,0	97	49,8	96	49,8	110	57,5
OA Roma	547	147,0	467	123,2	503	143,3	506	130,9
OA Teramo	72	25,6	83	31,2	81	31,6	69	25,0
OA Torino	167	70,5	144	54,0	206	105,7	250	120,4
OA Trieste	217	64,1	215	62,7	349	120,9	319	72,9
TNG	47	7,7	48	9,3	84	13,6	33	5,2
Sede Centrale					1	0,0	44	1,3
Totale	4383	1327,4	4071	1174,3	5259	1812,5	4808	1464,7

Medie totali per articoli referati 2006 - 2007 – 2008- 2009

	tot. 2006	equiv. 2006	tot. 2007	equiv. 2007	tot. 2008	equiv. 2008	tot. 2009	equiv. 2009
1) ricercatori (ricercatori e astronomi di 1, 2 e 3 livello)	2,3	0,8	2,4	0,8	2,0	0,8	2,4	0,9
2) ricercatori e tecnologi	2,0	0,7	2,0	0,7	1,7	0,6	1,9	0,7
3) ricercatori, tecnologi e personale non strutt.	1,5	0,5	1,5	0,5	1,2	0,5	1,4	0,5
4) ricercatori, tecnologi, personale non strutt., dottorandi e associati	1,3	0,5	1,3	0,4	1,1	0,4	1,2	0,4

Distribuzione per Strutture- articoli referati su riviste: anni 2006 - 2007 – 2008- 2009

Il TNG è stato inserito nel 2008, la Sede Centrale nel 2009.

<i>Struttura</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
IASF Bologna	109	77	78	115
IASF Milano	63	69	73	149
IASF Palermo	50	36	49	77
IASF Roma	132	119	122	119
IFSI Torino	32	39	43	53
IFSI Roma	86	58	83	88
IRA	76	85	74	73
OA Arcetri	104	143	119	152
OA Bologna	93	124	94	137
OA Brera	161	166	108	195
OA Cagliari	29	22	19	55
OA Capodimonte	109	108	83	86
OA Catania	68	85	105	96
OA Padova	135	155	138	193
OA Palermo	37	45	47	35
OA Roma	217	231	160	244
OA Teramo	28	35	30	40
OA Torino	66	58	46	93
OA Trieste	92	118	138	211
TNG	0	0	30	16
Sede Centrale	0	0	0	15
TOTALI	1687	1773	1639	2242

Le fluttuazioni da Struttura a Struttura possono essere dovute ad una serie di fattori diversi che, pertanto, riflettono solo in parte la diversa produttività scientifica delle Strutture di ricerca ed il loro livello di “performance” scientifica. Una valutazione basata su più elementi sarà fatta sulla base delle linee guida VQR 2004- 2008 (decreto Ministeriale 19 marzo 2010)

8. Collaborazioni internazionali

Tutte le Strutture INAF conducono le loro ricerche attraverso un'estesa rete di collaborazioni internazionali. Nella tabella seguente sono riportate le principali collaborazioni internazionali:

Stato	Osservatori												IASF				IFSI		IRA	TNG
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	BO	MI	PA	RM	RM	TO		
Francia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Germania	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
UK	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x
Spagna	x	x	x		x	x	x			x		x	x	x	x	x			x	x
Olanda		x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x			x	
Belgio		x				x								x		x			x	x
Danimarca			x			x		x				x				x				x
Svizzera	x	x			x		x	x				x	x	x			x			
Austria				x													x			
Irlanda	x																			
Portogallo	x											x	x		x					
Grecia	x																			
Turchia						x														
Israele															x	x	x			
Russia				x		x	x		x	x						x	x	x	x	
Polonia						x									x		x	x		
Finlandia														x		x	x			
Norvegia														x	x					
Svezia						x											x		x	x
Rep. Ceca	x													x						
Slovacchia						x								x						
Ungheria														x						
Slovenia								x						x						
Bulgaria						x														
Giappone							x	x	x					x		x	x			
India						x								x						
Cina			x			x		x				x			x					x
USA	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Canada		x			x									x						
Australia		x		x	x	x	x							x			x			x
Argentina		x										x					x			
Cile		x										x	x				x			
Romania														x	x					
Brasile																	x			
Messico		x										x								

9. Attività di alta formazione

L'INAF, nonostante le limitate risorse, ha contribuito alle attività di Alta Formazione continuando a finanziare borse di dottorato triennali (XXIII- XXIV- XXV ciclo) per un totale di 14 borse presso varie Università Italiane. Sono altresì da segnalare programmi di scambi internazionali come le borse Marie-Curie finanziate dall'UE che hanno portato svariati giovani

ricercatori europei a lavorare presso Strutture INAF (e ricercatori italiani a lavorare presso Istituti esteri).

A livello centrale l'INAF ha sostenuto, attraverso il Dipartimento Strutture, numerosi convegni nazionali ed internazionali tenuti in Italia nel 2009, nonché scuole di formazione tra cui è da segnalare in modo particolare la Scuola Nazionale di Astrofisica che tiene ogni anno due scuole di formazione per dottorandi universitari, una in primavera e l'altra in autunno, ciascuna costituita da due corsi focalizzati su due diverse tematiche astronomiche.

Lo stretto rapporto che sussiste tra la maggior parte delle Strutture INAF e le Università ha favorito lo svilupparsi di **un'intensa attività di Alta Formazione presso le Strutture INAF** che si traduce in attività seminari, in attività tutoriali, in corsi universitari, in tesi di laurea e di dottorato e tirocini formativi.

10. Attività di outreach e museali. Biblioteche ed Archivi

L'importanza delle **attività di outreach volte alla diffusione e divulgazione dei risultati della ricerca astronomica** è ormai universalmente riconosciuta e registra una crescente attenzione da parte dell'INAF. Alla fine del 2009 è stato istituito l'**Ufficio Relazioni con il Pubblico e con la Stampa** che ha il compito di riorganizzare le attività di comunicazione e di divulgazione a livello nazionale. Oltre ad iniziative coordinate a livello nazionale, tutte le Strutture di Ricerca dell'Ente svolgono un'intensa attività di diffusione della cultura astronomica e di didattica pre-universitaria a livello locale, utilizzando anche appositi finanziamenti ministeriali e degli Enti locali. Queste attività si concretizzano in particolare nell'organizzazione di corsi e conferenze divulgative, in visite guidate (diurne e notturne) presso le Strutture dell'Ente e nelle sedi osservative, nell'organizzazione di mostre e di eventi in concomitanza con il verificarsi di particolari fenomeni astronomici (eclissi di Sole e di Luna, occultazioni, sciami meteoritici, ecc.), nell'allestimento di musei didattici e di planetari, in attività editoriali didattiche e divulgative e nella partecipazione a trasmissioni radiotelevisive. Queste iniziative interessano ogni anno varie decine di migliaia di visitatori presso le Strutture dell'Ente e sono in costante crescita.

Il **Servizio Didattica e Divulgazione del Dipartimento Strutture** ha il compito di programmare e coordinare le attività di didattica e di divulgazione dell'INAF a livello locale, cercando di ottimizzare le attività delle varie sedi, di comunicarle in modo efficiente e di elaborare iniziative a livello nazionale. Occorre infatti sottolineare con forza che la rete di Strutture di ricerca promuove da anni iniziative di supporto alla didattica e manifestazioni astronomiche pubbliche di ottimo livello, sostenendo anche operazioni di diffusione della cultura scientifica come la **"Settimana della cultura scientifica e tecnologica"** e la **"Settimana nazionale dell'Astronomia"** promosse dal MIUR o altre iniziative come per esempio **"La notte dei Ricercatori"** promossa dalla Commissione Europea e che si svolge in tutta Europa.

a) attività di ampio respiro nel corso del 2010

- la mostra **Astri e Particelle. Le parole dell'Universo**. Una mostra che racconta la scienza, gli uomini e i grandi esperimenti che oggi studiano l'Universo, realizzata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, l'Istituto Nazionale di Astrofisica e l'Agenzia Spaziale Italiana.

Esposta dall'ottobre 2009 a febbraio 2010 presso il Palazzo delle Esposizioni a Roma, è stata trasferita a Città della Scienza di Napoli dal 18 marzo all'11 luglio 2010;

- **Mostra “Visioni celesti: Scienza e Lettura degli astri a Roma”** organizzata dalla Biblioteca Nazionale di Roma in collaborazione con IFSI-Roma e IASF-Roma. La mostra aperta da dicembre 2009 fino a fine maggio 2010 ospita un calendario di conferenze e lezioni;
- **La notte dei ricercatori europei** (24 settembre 2010), a cui aderiscono l'Osservatorio Astrofisico di Catania, IFSI-Roma, IASF-Roma, l'Osservatorio Astronomico di Roma, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte- Napoli e l'Osservatorio Astronomico di Torino;
- **La settimana della cultura scientifica e tecnologica**, cui ha aderito la maggior parte delle Strutture INAF;
- **La settimana nazionale dell'Astronomia**, cui ha aderito la maggior parte delle Strutture INAF;
- **Le “Olimpiadi dell'Astronomia 2010”**, iniziativa mondiale che in Italia è condotta dalle Strutture INAF in collaborazione con la SAI: l'Osservatorio Astronomico di Trieste, l'Osservatorio Astronomico di Collurania-Teramo, l'Osservatorio Astronomico di Torino, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli, l'Osservatorio Astronomico di Cagliari, l'Osservatorio Astrofisico di Catania, l'Osservatorio Astronomico di Milano-Brebra, IRA-Bologna, IFSI-Roma e IASF-Roma).

b) Siti web di particolare rilevanza:

- i **siti web delle Strutture INAF** che, assieme al **sito web della Sede Centrale**, curato dal Servizio Didattica e Divulgazione del Dipartimento Strutture, presentano notiziari di manifestazioni in atto o programmate e forniscono materiale utile per le scuole ed il grande pubblico, inclusi links ad altri siti di didattica e divulgazione astronomica;
- il sito didattico-divulgativo allestito già da vari anni all'Osservatorio Astronomico di Padova, esemplare esperimento di comunicazione scientifica a livello professionale. In particolare **“Urania”** (notiziario di astronomia via radio) e **“Polare”** (portale di didattica astronomica), che continuano a riscuotere grande consenso di studenti e pubblico generico, insieme alla **“Sala multimediale”** di Asiago. Da sottolineare il sito www.guardacheluna.it per l'Eclissi di Luna del 16 agosto 2008.

c) Musei interattivi e didattici, planetari e centri visite:

- L'**AstroLab**, allestito dall'Osservatorio Astronomico di Roma presso la sede di Monteporzio Catone, è un museo interattivo didattico gestito dal servizio divulgazione **DivA** dell'Osservatorio. Si è trattato di un'iniziativa pionieristica in Italia nel campo didattico-museale, cui si è affiancato, sempre a Monteporzio, il **telescopio didattico MPT**;
- Il **Planetario di Torino infini.TO** con annesso **Museo dell'Astronomia**, gestito dall'Associazione **“Apriti cielo”** costituita tra l'INAF, l'Università di Torino e il Comune di Pino Torinese.

- il **Planetario di Firenze**, il **Planetario mobile Starlab** e la **macchina per la visualizzazione dei raggi cosmici** sono utilizzati dall'Osservatorio Astrofisico di Arcetri per promuovere diverse iniziative di diffusione della cultura scientifica, da lezioni per le scuole a incontri con il pubblico e spettacoli teatrali per bambini;
- il **Planetario dell'INAF** - dal personale dell'Osservatorio, il nuovo planetario è stato realizzato nel 2010 con fondi della Provincia di Napoli e dell'INAF nell'ambito dell'IYA2009. Esso arricchisce le strutture storico scientifiche ubicate nel comprensorio dell'istituto partenopeo.
- il **Centro Visite "M. Ceccarelli"** è allestito presso la Stazione di Radioastronomia di Medicina dell'IRA. Inaugurato il 15 ottobre 2005 è dedicato agli studi e alle tecnologie radioastronomiche;
- il **Museo della Matematica di Priverno** gestito dall'IFSI-Roma in collaborazione con il comune di Priverno, e l'apertura al pubblico dell'**Osservatorio SVIRCO** dell'IFSI-RM per la rilevazione dei raggi cosmici;
- la **Fototeca dello IASF-RM** e il modello di volo dell'esperimento IBIS sul satellite INTEGRAL che viene utilizzato anche a fini didattici come **simulatore di esperimento spaziale**;
- la struttura didattico/divulgativo "**Urania Carsica**" presso la sede osservativa di Basovizza dell'Osservatorio di Trieste, che si compone di una cupola con 5 telescopi didattici, della mostra storica dell'Istituto, dei relativi impianti ottici, informatici, espositivi e multimediali;

d) Attività didattico-divulgative delle strutture

- le **visite guidate alle Strutture INAF**, con osservazioni dirette ai telescopi e conferenze pubbliche, che vengono organizzate sistematicamente in tutti gli Osservatori;
- le manifestazioni promosse da tutte le Strutture INAF tra le quali: "**Padova città delle stelle**" (OA-PD), "**Col favore del buio**" (IRA e OA-BO), "**BOAstro2009-10**" (OA-BO), "**Frascati scienza**" (OA-RM, IASF-RM, IFSI-RM), "**A spasso per l'Universo**" (IASF-PA), ecc;
- l'organizzazione di "**Corsi di aggiornamento**" per insegnanti della scuola media e dell'obbligo, che vengono tenuti presso numerosi Osservatori Astronomici, spesso in collaborazione con l'Associazione degli Insegnanti di Scienze Naturali o le sezioni didattiche della Società Italiana di Fisica e della Società Astronomica Italiana;
- **EuroVO-AIDA/WP5**. Progetto sviluppato dall'Osservatorio Astronomico di Trieste nell'ambito dell'Osservatorio Virtuale Europeo (EuroVO) che ha come obiettivo la diffusione dei dati e del software EuroVO verso il pubblico, principalmente studenti, insegnanti e appassionati di astronomia. EuroVO-AIDA/WP5 propone gratuitamente esempi, moduli didattici e software professionali semplificati per far assaporare tutta l'emozione della ricerca scientifica anche a coloro che si avvicinano all'astronomia per la prima volta o che vogliono provare a fare quattro passi tra le stelle.



- l'organizzazione di **manifestazioni pubbliche** in occasione di eventi astronomici di particolare rilievo (eclissi, sciami meteoritici) che richiamano un elevatissimo numero di visitatori alle diverse iniziative, locali e telematiche, coordinate dall'INAF a livello nazionale.
- la collaborazione dell'Osservatorio di Milano con il **Civico Planetario Hoepli**.
- l'organizzazione di stage orientativi per studenti degli ultimi anni delle scuole superiori, come quello organizzato dall'Osservatorio Astronomico di Milano in collaborazione con IFC-MI e l'associazione non profit Odisseospace;
- il programma dell'Osservatorio Astronomico di Trieste **"Le stelle vanno a scuola"**, che dal 2003 promuove l'insegnamento dell'Astronomia portando direttamente l'esperienza osservativa nelle scuole mediante l'organizzazione di sessioni osservative, condotte in remoto dalla scuola;
- Gli **Open Day al sito del SRT** (Osservatorio Astronomico di Cagliari) che ogni anno portato migliaia di visitatori a vedere il sito dove sta sorgendo il Sardinia Radio Telescope; e all'IFSI-Roma in occasione degli **SVIRCO Open Days**;
- **Il cielo sopra Firenze**: rubrica quotidiana su Il Corriere Fiorentino (del Corriere della Sera) che ospita immagini astronomiche con didascalie scelte e curate da astronomi dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri .
- L'iniziativa dell'Osservatorio Astronomico di Bologna: **La Scienza ... in Piazza Maggiore 2010** in collaborazione con la fondazione "Marino Golinelli". L'Osservatorio di Bologna è stato presente con numerose attività quali: la mostra **"Il Cielo degli altri"**, il **Planetario digitale**, le postazioni **"A spasso per lo Zodiaco"**, **"L'angolo dell'astronomo"** e **"Lunatica"**, diverse conversazioni astronomiche all'interno del planetario e attività ludico-didattiche, a cui hanno partecipato più di diecimila visitatori nel corso dei dieci giorni di apertura. Il 6 Giugno è in programma **Il giorno del Sole** nel parco di Villa Smeraldi di Bentivoglio (Bologna) con laboratori, planetario, giochi didattici, conferenze, osservazione del sole. In estate è previsto il ciclo di eventi **BoSky2010** tra cui **la guida al cielo con il laser** ai Giardini Margherita;
- Le iniziative dell'Osservatorio Astrofisico di Catania: **"Osserva il cielo e disegna le tue emozioni"**: concorso che prevede da parte degli studenti delle scuole elementari di disegnare un soggetto di carattere astronomico a piacere http://www.oact.inaf.it/visite/Concorso_2010.htm, e **"Solar System Tour"**: manifestazione sportivo-culturale che associa una gara podistica ad una gara di cultura astronomica http://www.oact.inaf.it/visite/S_S_Tour.htm;

10.1 Infrastrutture osservative didattiche e storiche

Presso diverse Strutture INAF esistono **telescopi ed altre infrastrutture osservative utilizzate principalmente per didattica o di interesse prevalentemente storico**. Tra quelle più rilevanti, si segnalano:



❖ OA-FI

Telescopio rifrattore Amici 36cm
Camera a nebbia PHYWE per la visualizzazione della radiazione cosmica e della radioattività

❖ OA-BO

Telescopio riflettore Zeiss 60cm + CCD (Loiano)

❖ OA-MI

Telescopio riflettore Zeiss 102cm (Merate)
Telescopio riflettore Ruths, 134cm (Merate)
Telescopio riflettore Sit-Marcon 50cm (Merate)

❖ OA-CA

Telescopi riflettori Meade 30cm (Carloforte) e Meade 40cm

❖ OA-NA

Telescopio Riflettore 40cm e Questar 9cm
Telescopio Newtoniano 20cm
Telescopio rifrattore (cercatore del precedente) di 9cm
Telescopi Schmidt-Cassegrain 12.5cm e 20cm

❖ OA-CT

Riflettore Celestron 20cm (Serra La Nave)
Telescopio Meade 40cm (Serra La Nave)

❖ OA-PA

Rifrattore equatoriale di Mertz 25cm (storico)
Riflettore Celestron 14" automatizzato e robotizzato
Riflettore Celestron mobile 8"
Riflettore mobile 8"

❖ OA-RM

Torre Solare a Monte Mario (storico)

❖ OA-TE

Rifrattore Cooke 39.5cm (storico)

❖ OA-TO

Telescopio rifrattore doppio MORAIS di 42cm

Telescopio Zeiss di 20cm: astrografo a grande campo
Rifrattori equatoriali Zeiss 10cm e 9.6cm (strumento dei passaggi Bamberg, storico)

❖ OA-TS

Telescopio Celestron C14 con camera CCD (Basovizza)
Telescopio riflettore newtoniano 50cm (Basovizza)
Telescopio rifrattore Marcon 15cm (Basovizza)

❖ IASF-RM

Telescopio riflettore 45cm
Telescopio riflettore TRC70 60cm (Monte Autore, Rieti)
Simulatore di volo dell'esperimento IBIS sul satellite INTEGRAL

10.2 Attività storico-museali

Avendo accorpato i 12 Osservatori Astronomici italiani, la cui fondazione risale in diversi casi a ben oltre due secoli fa e la cui strumentazione è in taluni casi ancora più antica, all'atto della sua costituzione l'INAF ha acquisito anche tutto il patrimonio storico da questi posseduto, che nella sua globalità rappresenta una delle collezioni più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, non solo a livello italiano o europeo, ma anche a livello mondiale.

L'INAF si è quindi impegnato a garantire la tutela e la salvaguardia di questo cospicuo patrimonio, secondo la normativa vigente, e a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali.

In quest'ottica il Dipartimento Strutture dell'INAF si è dotato di un Servizio dedicato, avente come obiettivo primario il sostegno e il coordinamento delle strutture museali presenti nelle singole Strutture di Ricerca e le cui attività si focalizzano in particolare sui seguenti aspetti: a) incentivazione presso le Strutture locali della conservazione di tutti gli strumenti scientifici aventi più di 50 anni o non più in uso nella moderna ricerca astronomica; b) incentivazione dell'inventariazione e della catalogazione delle collezioni; c) incentivazione del restauro degli strumenti e delle strutture che li conservano, in conformità alla normativa vigente; d) incentivazione alla valorizzazione e informazione critica del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale; e) incentivazione all'esposizione e alla fruizione pubblica del patrimonio storico-scientifico e delle sue conoscenze.

I Musei e le collezioni strumentali al momento censite sono così distribuite sul territorio:

OA Torino - Possiede circa una quarantina di strumenti antichi, che sono stati in questi anni oggetto di restauro, e che andranno a costituire il Museo istituzionale di prossima realizzazione.

OA Brera-Milano - La collezione, restaurata da molti anni a cura dell'Università, è fruibile e gestita in parte dall'Osservatorio, in parte dall'Università.

OA Padova - La sezione museale dell'OAPd è stata istituita nel 1994, e da allora il Museo, dotato di un apposito CRA, è regolarmente aperto al pubblico. Il Museo, che possiede circa 130 strumenti di cui un'ottantina esposti, ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca.

OA Trieste – Possiede circa 25 strumenti, esposti con allestimento tematico a Urania Carsica. La collezione gode di una ricchezza culturale dovuta all'internazionalizzazione.

OA Teramo – Il Museo, che possiede circa 40 strumenti, è attivo da diversi anni e l'attuale allestimento è stato progettato nel 2000-2001. Tutto il materiale è stato restaurato e catalogato. Purtroppo a causa del sisma dell'aprile 2009, il museo è stato momentaneamente chiuso al pubblico, data l'inagibilità dei locali. Si auspica che i lavori di consolidamento e restauro degli edifici possano avere avvio al più presto.

OA Roma, Museo Astronomico e Copernicano – È' indubbiamente la collezione più ricca e preziosa dell'Ente, ed è ospitata in parte a Monte Mario e in parte a Monte Porzio. A causa della convivenza con la sede centrale, non può sfruttare appieno le opportunità di sviluppo e valorizzazione, che sarebbero costituite non solo da una riunificazione della collezione nell'unica sede di Monte Mario, ma anche dalle opportunità offerte dalla musealizzazione della Torre Solare e dalle varie cupole nel giardino di Monte Mario, nonché dalla monumentalizzazione del Primo Meridiano.

IASF Roma – Possiede 5 strumenti per lo studio della radiazione ad Alte Energie: l'aspetto museale è integrato con quello divulgativo.

OA Capodimonte - Napoli – Possiede circa 80 strumenti ottocenteschi, anche di notevole pregio, restaurati negli anni passati, ma non è dotato di personale stabile ad esso dedicato.

OA Palermo - Gestisce e cura da molti anni, tramite convenzione, la collezione di proprietà universitaria. Il Museo è regolarmente aperto al pubblico, ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca.

OA Catania - Possiede diverso materiale storico già catalogato, ma questo è conservato al di fuori del percorso delle visite divulgative.

Per poter far conoscere al più vasto pubblico possibile questo patrimonio, nel corso dell'Anno Internazionale dell'Astronomia il Servizio Musei ha promosso, in collaborazione con i Musei Vaticani e la Specola Vaticana, la mostra **Astrum 2009 (Musei Vaticani, ottobre 2009 – gennaio 2010)**. La realizzazione della mostra ha comportato oltre due anni di preparazione, durante i quali il Servizio Musei è stato interamente assorbito dal progetto, e ha condotto all'ottimo risultato di coinvolgere oltre **11000** spettatori, che hanno apprezzato la ricchezza e la varietà dei materiali esposti, la semplicità e il rigore dell'apparato didascalico, la funzionalità e l'armonia estetica dell'allestimento.

Per dare seguito ai risultati raggiunti grazie ad **Astrum 2009** ci si prefigge per il prossimo triennio di far conoscere ulteriormente presso la comunità internazionale degli studiosi di storia

della scienza il ricco patrimonio astronomico italiano, la sua storia e la sua valenza nello sviluppo delle conoscenze scientifiche, i risultati raggiunti fino a questo momento per la sua tutela e il lavoro ancora da fare per attuarne un completo recupero. Per questo si sollecita sin da quest'anno la partecipazione al prossimo Scientific Instrument Symposium, che si terrà a Firenze dal 4 al 9 ottobre 2010, e si auspica un maggior coinvolgimento dei Responsabili locali nelle attività di studio, ricerca e pubblicazione per ciò che concerne la strumentazione astronomica storica posseduta.

Si intende poi cominciare ad avviare la ricognizione della strumentazione novecentesca da annoverarsi tra il patrimonio storico; per identificare correttamente gli oggetti da ascrivere in questa collocazione, sarà cura del Gruppo di Lavoro del Servizio Musei redigere una serie di regole basilari per poter selezionare, catalogare e preservare il patrimonio. Tale intervento di ricognizione sarà discusso nel corso di un workshop del Servizio Musei da tenersi entro il 2010.

Si auspica infine che nel prossimo triennio sia possibile realizzare un nuovo portale dedicato ai musei e alle collezioni delle Strutture INAF, che permetta di accedere rapidamente a tutte le informazioni sul patrimonio storico delle Strutture, e che possa costituire la premessa per la realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF.

10.4 Biblioteche ed Archivi

Il Servizio Biblioteche e Archivi dell'INAF, istituito con Decreto 99/04 del 15 aprile 2004, si occupa di:

- costruire, sviluppare e promuovere la biblioteca digitale dell'INAF;
- sviluppare ed organizzare in forma coordinata le funzioni di acquisizione, conservazione e fruizione del patrimonio bibliotecario, documentale ed archivistico;
- gestire e diffondere, con le tecniche più aggiornate, l'informazione bibliografica nei campi di interesse dell'Ente;
- soddisfare le necessità documentarie della ricerca in campo astrofisico;
- coordinare le attività delle singole biblioteche potenziando i servizi attraverso la loro razionalizzazione;
- promuovere progetti di innovazione sul funzionamento dei vari servizi e sperimentare nuove tecnologie;
- favorire la cooperazione con altri sistemi informativi;
- tutelare e valorizzare gli archivi storici posseduti dagli Osservatori.

Biblioteche

Il lavoro svolto dai bibliotecari degli Osservatori tra il 2002 e il 2005 ha consentito di procedere ad una prima razionalizzazione delle risorse economiche per l'acquisto centralizzato degli abbonamenti alle riviste scientifiche, la cui prima gara ha riguardato il triennio 2006-2008.

Nell'autunno 2008 si è svolta una seconda gara, relativa al triennio 2009-2011, e nel corso del 2011 dovrà svolgersi la gara relativa al triennio successivo (2012-2014).

Oltre agli abbonamenti alle riviste, acquistati tramite gara, il Servizio acquista direttamente l'accesso alle banche dati SPIE, OSA (Optical Society of America), Astronomical Society of the Pacific Conference Series, IAU Proceedings, Nature e Science.

Con l'acquisto del pacchetto eBooks dell'editore Springer della collana "Physics and Astronomy" pubblicati nel periodo 2005-2009 si può dire che la copertura delle fonti informative in ambito astrofisico sia completa.

Per permettere ai ricercatori di avere una visione d'insieme di tutte le risorse elettroniche dell'INAF si sta valutando l'acquisto di Ebsco A-to-Z, un tool che consente di gestire appunto il catalogo di una biblioteca digitale.

Un importante passo verso l'unificazione delle procedure e delle basi dati sarà fatto nei prossimi mesi attraverso l'acquisto di un software gestionale unico per tutte le biblioteche, di cui è in corso di espletamento la gara. Finora infatti ciascuna biblioteca utilizzava un software diverso.

In una prima fase il nuovo software verrà utilizzato solo dalle biblioteche che non aderiscono al Servizio Bibliotecario Nazionale. Si tratta di tutte le Strutture, ad esclusione degli Osservatori di Bologna, Padova, Teramo, Roma Museo Copernicano e dell'Area di Ricerca di Bologna e di Roma.

Una volta unificate le basi dati, è possibile ipotizzare un'adesione ad SBN come INAF, estendendo l'utilizzo del nuovo software anche alle biblioteche che sono già in SBN.

Alla fine del 2010 il patrimonio delle biblioteche INAF sarà comunque consultabile tramite un unico OPAC (Online Public Access Catalogue), che consentirà di interrogare il posseduto sia delle biblioteche che utilizzeranno il nuovo software sia di quelle che, essendo in SBN, continueranno ad utilizzare il software del Polo SBN di riferimento.

Presso ciascuno dei dodici Osservatori Astronomici e Astrofisici la biblioteca nasce con l'Osservatorio stesso e la quantità di materiale conservato è notevole e spesso di particolare interesse storico. Il personale che vi lavora ha competenze di carattere biblioteconomico ed era inquadrato nell'Area delle biblioteche prima del passaggio al comparto Enti di ricerca.

La realtà delle biblioteche dei sei Istituti ex-CNR è al contrario piuttosto variegata.

Negli istituti dell'Area di Ricerca di Roma e di Bologna esiste una biblioteca di Area dove lavora personale bibliotecario, non dipendente da INAF. Negli altri Istituti non esistono generalmente delle biblioteche propriamente dette, ma semplicemente delle raccolte di libri gestite da personale senza specifiche competenze in biblioteconomia.

Il patrimonio delle Biblioteche dell'INAF conta oltre 125.000 volumi monografici e 2500 testate di periodici, di cui circa un centinaio in abbonamento corrente.

Fra le monografie, particolare importanza rivestono i circa 10.000 volumi antichi, molti ancora da catalogare. Le biblioteche che conservano la maggior parte del patrimonio antico sono quelle degli Osservatori di Brera, di Capodimonte, di Roma (Museo Copernicano, presso la sede di Monte Mario), e in misura minore quelle di Padova, di Palermo e di Torino.

Dal punto di vista amministrativo, si segnala che dal gennaio 2009 è stato unificato il sistema di inventariazione e tutte le Biblioteche INAF inventariano i propri beni.

Sotto il profilo della cooperazione, il Servizio Biblioteche e Archivi aderisce ad ACNP, il Catalogo Italiano dei Periodici che ha origine dall'Archivio Collettivo Nazionale dei Periodici nato negli anni '70 a cura dell'ISRDS-CNR.

Già dal 2000 è stata implementata un'interfaccia di interrogazione personalizzata (il c.d. "ACNP astronomico") che consente di interrogare la base dati solo relativamente al posseduto delle biblioteche astronomiche.

Un altro importante strumento di cooperazione, a cui il Servizio Biblioteche aderisce da diversi anni, è NILDE (Network Inter-Library Document Exchange). NILDE è un software on-line per il servizio di Document Delivery, attorno al quale si è costituita una comunità di biblioteche disposte a condividere le loro risorse bibliografiche in spirito di collaborazione reciproca.

Il Servizio Biblioteche e Archivi ha infine in progetto la costruzione di un portale delle biblioteche dell'INAF, che consentirà di unificare in un unico sito web le informazioni relative alle varie biblioteche .

Archivi storici

Relativamente agli Archivi storici, il finanziamento ottenuto al termine del 2009, Anno Internazionale dell'Astronomia, ha permesso al SBA di dare un forte contributo alla valorizzazione del prestigioso patrimonio archivistico e alla diffusione della conoscenza scientifica attraverso la realizzazione di "Polvere di stelle", il portale degli Archivi storici degli Osservatori astronomici italiani (www.archivistorici.inaf.it).

Già intorno al 1980 gli Osservatori Astronomici italiani si sono posti il problema dell'adeguata conservazione, riordino ed inventariazione dei propri archivi storici. Un interesse diffuso per la storia della scienza aveva infatti evidenziato, in quegli anni, la necessità di disporre di fonti fino ad allora semisconosciute ma potenzialmente di grande interesse. Il primo Osservatorio ad avere attuato un programma di salvaguardia e valorizzazione del suo archivio è stato, a partire dal 1983, quello di Brera a Milano.

Gli Osservatori pionieri di Torino, Bologna ed Arcetri hanno poi intrapreso operazioni di riordino ed inventariazione di fondi o di schedatura di carteggi scientifici.

Nel 2000, grazie alla collaborazione tra il Consorzio Nazionale per l'Astronomia e l'Astrofisica, il Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Centrale per i Beni Archivistici, e la Società Astronomica Italiana, prese il via il progetto Specola 2000 finalizzato al riordino, all'inventariazione ed alla valorizzazione degli archivi storici di tutti gli osservatori astronomici. Ad un accurato censimento hanno fatto seguito i primi elenchi di consistenza e, da lì, è iniziata la lunga strada per la stesura degli inventari.

Il completamento del riordino e l'inventariazione informatizzata dei diversi fondi archivistici permetterà di portare alla luce fonti documentali di straordinaria importanza per comprendere l'evoluzione del pensiero scientifico e per la ricostruzione di vicende della "politica scientifica" in Italia a partire dal XVIII secolo.

11. Fabbisogno finanziario nel triennio

11.1 Assegnazioni FFO per il funzionamento delle strutture

Le **assegnazioni FFO alle Strutture di ricerca per il 2010** sono indicate di seguito dove, per ogni Struttura, sono riportate le assegnazioni per il solo funzionamento ordinario. Da notare che in sede di approvazione del bilancio preventivo 2010, le assegnazioni per il funzionamento sono state decurtate del 10% con la previsione di possibili interventi in corso di esercizio per fronteggiare situazioni di crisi e con un intervento destinato alla ricerca di base da assegnare su principio competitivo. Nelle assegnazioni è incluso il costo di funzionamento delle stazioni osservative operative (Asiago per l'OA-PD, Loiano per OA-BO, Campo Imperatore per l'OA-RM, Serra La Nave per l'OA-Catania, Medicina e Noto per l'IRA). Restano esclusi da tale somma i costi per le biblioteche che sono a carico del Servizio Biblioteche ed Archivi del Dipartimento Strutture e che implicano un costo di 800 k€ per anno. Restano altresì esclusi i costi per il personale che afferiscono direttamente alla Direzione Amministrativa.

Struttura	FFO 2008 (K€)	Note	FFO 2009 (K€)	Variazioni rispetto al 2008	FFO 2010 (K€)	Variazioni rispetto al 2009
OA-Arcetri	423		540	Inclusi 50 K per la ex-sezione IRA di Firenze	486	
OA-Bologna	360	Incluso Loiano	450	Incluso Loiano	405	Incluso Loiano
OA-Brera	468		495		445,5	
OA-Cagliari	333		333		299,7	
OA-Capodimonte	423		441		396,9	
OA-Catania	405	Inclusa Serra La Nave	414	Inclusa Serra La Nave	372,6	Inclusa Serra La Nave
OA-Padova	468	Incluso Asiago	495	Incluso Asiago	445,5	Incluso Asiago
OA-Palermo	243	Escluso canone locazione laboratori	243	Escluso canone locazione laboratori	218,7	Escluso canone locazione laboratori
OA-Roma	585	Incluso Campo Imperatore	585	Incluso Campo Imperatore	526,5	Incluso Campo Imperatore
OA-Teramo	243		243		218,7	
OA-Torino	423		432		388,8	
OA-Trieste	423		450		405	
IASF-BO	540	Incluso servizio mensa	540	Incluso servizio mensa	486	Incluso servizio mensa
IASF-MI	342	Incluso servizio mensa	333	Incluso servizio mensa	299,7	Incluso servizio mensa
IASF-PA	243	Esclusi buoni pasto e canone locazione sede	243	Esclusi buoni pasto e canone locazione sede	218,7	Esclusi buoni pasto e canone locazione sede
IASF-RM	855	Incluso servizio mensa	810	Incluso servizio mensa	729	Incluso servizio mensa
IFSI-RM	693	Incluso servizio mensa	630	Incluso servizio mensa	567	Incluso servizio mensa
IFSI-TO	180	Esclusi buoni pasto e canoni locazione sede	198	Esclusi buoni pasto e canoni locazione sede	178,2	Esclusi buoni pasto e canoni locazione sede
IRA	1.215	Incluso servizio mensa per la sede di Bologna, esclusi buoni pasto per le sezioni	1.125	Incluso servizio mensa per la sede di Bologna. Inclusi 510 K per Medicina e 330 K per Noto. Non inclusi 50 K per la ex-sezione IRA di Firenze assegnati ad Arcetri. Esclusi buoni pasto per le sezioni.	1012,5	Inclusi Medicina e Noto. Esclusi buoni pasto per le sezioni.
TNG			2.500	Inclusi costi del personale	2250	Inclusi costi del personale
Totale	8.865		11.500		10.350	

Per quanto sia in atto da parte dell'Ente un'azione di contenimento delle spese di funzionamento ordinario, non è ipotizzabile una riduzione significativa delle spese di funzionamento delle Strutture nel corso del triennio. Più probabilmente queste andranno ad aumentare, visto la costante crescita dei costi delle utenze e dei contratti di manutenzione e l'erosione dell'inflazione. Il reale fabbisogno per il funzionamento delle Strutture di ricerca per il triennio 2010-2012 è indicato nella Tabella, dove si è assunto un incremento medio anno del 2%.

Fabbisogno annuo delle Strutture di ricerca per funzionamento (in k€)*

Spesa prevista	2010	2011	2012
Totale	14.300	14.600	14.900

*esclusi i costi per il personale, per le biblioteche e per la manutenzione ordinaria e straordinaria

Assegnazioni FFO (in k€) alle Strutture di Ricerca al netto delle spese per il personale, buoni pasto, canoni di locazione e biblioteca

Struttura	FFO 2010	FFO 2009	FFO 2008	FFO 2007	FFO 2006	FFO 2005
OA-FI	486.0	540	423	650	750	530
OA-BO	405.0	450	360	560	600	768
OA-MI	445.5	495	468	610	610	519
OA-CA	299.7	333	333	400	350	430
OA-NA	396.9	441	423	570	510	454
OA-CT	372.6	414	405	520	500	403
OA-PD	445.5	495	468	640	615	685
OA-PA	218.7	243	243	310	350	336
OA-RM	526.5	585	585	800	800	802
OA-TE	218.7	243	243	350	350	540
OA-TO	388.8	432	423	540	490	418
OA-TS	405.0	450	423	570	535	382
IASF-BO	486.0	540	540	700	680	678
IASF-MI	299.7	333	342	430	400	392
IASF-PA	218.7	243	243	310	280	277
IASF-RM	729.0	810	855	810	795	752
IFSI-RM	567.0	630	693	710	685	668
IFSI-TO	178.2	198	180	250	250	347
IRA	1.012.5	1.125	1.215	1.435	1.500	1.488
TNG	2.250	2.500				
TOTALI	10.350	11.500	8.865	11.165	11.050	10.869

Mentre per gli anni dal 2005 al 2007 l'assegnazioni FFO alle Strutture si è mantenuta nel complesso pressoché costante, anche se con significative fluttuazioni, di anno in anno, per le singole Strutture, l'assegnazione FFO dal 2008 è significativamente diminuita, in particolare nel 2010 è diminuita del 10% rispetto al 2009. Per riportare le assegnazioni alle Strutture al livello complessivo del 2007 **occorrerà assegnare alle Strutture, in corso di esercizio, un contributo complessivo dell'ordine di 3 M€.**

11.2 Fabbisogno finanziario per il sostegno alla ricerca di base

Il sostegno alla ricerca di base, sia nelle Strutture di ricerca che nell'ambito di progetti nazionali spesso in sinergia con la componente universitaria associata, è stata concordemente indicata come una delle priorità dell'Ente sia nel Piano a Lungo Termine elaborato dal Consiglio Scientifico dell'INAF, sia nei piani triennali delle singole Strutture di ricerca. Essa è stata altresì indicata come prioritaria dai Visiting Committees delle Strutture INAF che hanno concordemente indicato la necessità di finanziare adeguatamente anche la ricerca libera delle Strutture e, in genere, la ricerca di base non legata specificatamente alla realizzazione di grandi progetti strumentali.

I finanziamenti che è stato possibile destinare alle ricerca di base negli ultimi anni sono stati di gran lunga inferiori a quanto necessario. Per esempio, il bilancio di previsione 2006 dell'INAF assegnava al Dipartimento Strutture di Ricerca per interventi a sostegno della ricerca di base una cifra complessiva di circa 2.9 M€ (di cui 1.5 M€ per bandi PRIN e 1.4 M€ per borse di dottorato e post-dottorato), oltre a circa 3.2 M€ previsti per la ricerca libera di base nelle Strutture. Un'analoga previsione fatta per il 2007 e 2008 è stata drasticamente ridotta a causa delle difficoltà di bilancio dell'Ente. Tali previsioni, anche a monte dei tagli operati, sono molto al di sotto di quanto effettivamente necessario per progetti di interesse nazionale e di R&D afferenti alle macroaree 1 – 5. Anche tenendo conto di una parziale ed inevitabile sovrapposizione tra i progetti di interesse nazionale e la ricerca libera delle Strutture, **una cifra complessiva di 12/13 M€/anno è il minimo indispensabile** per assicurare, assieme all'accesso a finanziamenti esterni (MIUR, ASI, EU, ecc.), l'alto livello scientifico raggiunto finora dalla comunità INAF. Questi finanziamenti servono a sostenere sia la mobilità dei ricercatori in servizio che la formazione di nuovi ricercatori, attraverso un vigoroso programma di borse di dottorato e post-dottorato e di assegni di ricerca. Sono inoltre necessari fondi per l'acquisto del materiale bibliografico nonché per l'organizzazione di scuole e congressi e per lo svolgimento di attività divulgative e museali. Una necessità finora trascurata, ma che per il futuro appare ineludibile come già sottolineato nei paragrafi precedenti, è il cofinanziamento di progetti europei (inclusi progetti bilaterali, di scambio di ricercatori, e di R&D) nonché il sostegno finanziario a "Large programs" osservativi su grandi facilities ottiche, IR, radio e X, selezionate a livello internazionale.

Più specificatamente, una stima del fabbisogno per la ricerca di base, ripartita nelle macrovoci principali, è riportato come segue.

Fabbisogno annuo per la ricerca di base nazionale e locale

<i>Macro-voce di spesa</i>	<i>Fabbisogno annuo in €</i>
Bandi PRIN-INAF e PRIN-MIUR	3.250.000
Cofinanziamento progetti EU e bilaterali	1.000.000
Sostegno ai "Large programs" osservativi	1.000.000
Borse di dottorato (20 borse triennali/anno)	1.000.000
Borse post-doc (20 borse biennali/anno)	1.000.000
Biblioteche ed Archivi	800.000
Scuole, congressi, attività divulgative e museali	1.200.000
Ricerca libera delle Strutture	3.250.000
Totale	12.500.000

I fabbisogni finanziari sopra stimati proiettati nel triennio 2010-2012 sono riassunti di seguito.

Sommario fabbisogno finanziario ricerca di base nel Triennio

<i>Macro-voce</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>Tot. €</i>
PRIN INAF e PRIN MIUR	3.250.000	3.500.000	3.500.000	10.250.000
Cofinanziamento progetti europei e "Large programs"	2.000.000	2.000.000	2.000.000	6.000.000
Borse di dottorato e post-dottorato	2.000.000	2.000.000	2.000.000	6.000.000
Scuole e Congressi, Attività Divulgative e Museali, Biblioteche ed Archivi	2.000.000	2.000.000	2.000.000	6.000.000
Ricerca libera delle Strutture	3.250.000	3.500.000	3.500.000	10.250.000
Totale	12.500.000	13.000.000	13.000.000	38.500.000

11.3 Sommario del fabbisogno finanziario nel Triennio

I fabbisogni finanziari sopra stimati , proiettati nel triennio 2010-2012, sono riassunti nella tabella seguente (tutte le cifre, in k€ sono state arrotondate).

Sommario fabbisogno finanziario nel Triennio

<i>Macro-voce</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
Funzionamento Strutture (FFO Funzionamento + Buoni Pasto + locazioni immobili)	14.300	14.600	14.900
Ricerca di base (PRIN nazionali + "Large programs" + Borse di dottorato e post-dottorato + ricerca libera nelle Strutture)	10.500	11.000	11.000
Biblioteche e Archivi + Scuole e Congressi + Attività Divulgative e museali + Funz. Dipartimento	2.000	2.000	2.000
Totale	26.800	27.600	27.900

Dalle previsioni di cui sopra sono esclusi i costi per il personale e per l'edilizia che sono gestiti dalla Direzione Amministrativa.

12. Fabbisogno di personale nel triennio

12.1 Fabbisogno di personale nelle Strutture

Le richieste di nuove risorse di personale a tempo indeterminato da parte dei Direttori di Struttura, come desunte dai loro Piani Triennali, sono riassunte nella Tabella 16 seguente. Si tratta complessivamente di **269** nuove posizioni a tempo indeterminato di cui **160 ricercatori, 50 tecnologi e 40 tecnici e 19 amministrativi**. La distribuzione delle richieste di personale da parte delle diverse sedi è suddivisa per categorie. Si notano significative differenze tra le richieste delle varie Strutture, che non sono necessariamente correlate con la dimensione attuale della Struttura, bensì piuttosto con le dimensioni e la valenza strategica dei programmi di ricerca, soprattutto tecnologici, in atto nelle diverse sedi.

Tali richieste sono in media più realistiche di quelle degli anni precedenti, pur con significative disomogeneità tra una Struttura e l'altra, ma sono ancora superiori a quelle che possono essere ragionevolmente soddisfatte dall'Ente nel suo complesso, tenuto conto dei vincoli imposti dalla normativa vigente. Da tenere presente che le richieste di personale avanzate dai Direttori di Struttura sono per lo più comprensive di quelle necessarie localmente per la conduzione dei grandi progetti scientifici e tecnologici dell'INAF, inclusa la realizzazione e gestione di grandi infrastrutture osservative, sia sul suolo nazionale che all'estero, come SRT, TNG, VST, LBT, i radiotelescopi di Medicina e Noto, i telescopi ottici medio-piccoli e la realizzazione e operazione di missioni spaziali.

Richieste delle Strutture – Triennio 2010- 2012

Ruolo	Osservatori												IASF				IFSI		IRA	TOT
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	B	M	P	R	R	T		
Ricercatore	8	8	10	10	13	7	12	9	10	5	7	11	8	3	6	10	7	4	12	160
Dirigente di Ricerca	4	2	3	1	3	1	2	2	2	1	3	1	0	0	2	2	0	0	2	31
Primo Ricercatore	2	3	3	3	5	3	3	3	4	1	0	5	0	0	2	2	0	0	3	42
Ricercatore	2	3	4	6	5	3	7	4	4	3	4	5	8	3	2	6	7	4	7	87
Tecnologo	3	3	2	7	5	2	3	1	2	1	1	2	3	4	1	1	3	1	5	50
Dirigente Tecnologo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Primo Tecnologo	0	1	0	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
Tecnologo	3	2	2	3	4	2	2	1	1	1	1	2	3	4	1	1	3	1	1	38
FUNZ. AMM.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	5
CTER	3	3	2	3	2	1	2	1	0	1	2	3	4	2	0	2	1	2	2	36
COLL. AMM.	0	0	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	1	1	3	14
OP. TECN.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
OP. AMM.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	15	14	15	23	20	10	18	14	12	8	12	16	15	9	8	15	12	8	25	269

Nella tabella non sono comprese le richieste di assunzione di personale relative al TNG, che ammontano a 3 unità, in quanto non regolate dalle norme nazionali di reclutamento.

Data la necessità di procedere ad una più realistica valutazione dell'effettivo fabbisogno di personale delle singole Strutture, che non si limiti ad un'ottica locale, ma tenga conto delle linee strategiche complessive dell'Ente e delle priorità individuate dal Piano a Lungo Termine, ci sono

vari fattori che devono essere tenuti presenti contemporaneamente, tra cui: 1) l'attuale distribuzione del personale di ciascuna sede tra le diverse qualifiche; 2) la necessità di assicurare un adeguato equilibrio tra personale di ricerca e personale tecnico ed amministrativo e tra i diversi livelli del personale ricercatore e tecnologo; 3) il numero, ampiezza e impatto scientifico dei programmi scientifici e tecnologici prioritari nelle varie sedi; 4) la necessità di assicurare un adeguato supporto tecnico ai grandi progetti strumentali e ai programmi R&D presso le varie sedi; 5) la necessità di assicurare massa critica ai programmi strategici dell'Ente o di conservarla laddove si sono già raggiunte posizioni di assoluta eccellenza in campo internazionale; 6) la necessità di garantire il funzionamento ed efficienza di servizi essenziali di carattere nazionale (ad esempio, i Sistemi Informativi); 7) una equilibrata crescita delle varie Strutture che, a parità di livello scientifico riconosciuto, non penalizzi nessuna Struttura rispetto alle altre o una macroarea rispetto alle altre; 8) una adeguata considerazione delle possibili sinergie con le università locali e dell'effettiva capacità della singola Struttura di attrarre e mantenere presso di sé personale tecnico e scientifico con le competenze richieste. Formulare un piano di acquisizione del personale che tenga conto di tutti questi fattori è un processo complesso, necessariamente interattivo tra Direttori di Struttura, Responsabili di progetto, Direttori di Dipartimento, comitati di consulenza scientifica (Consiglio Scientifico) e l'organo di indirizzo politico dell'Ente.

Tenuto conto dei vari fattori di cui sopra, **sarebbe auspicabile che nel corso del triennio 2010-2012 l'INAF potesse contare su circa 250/260 nuove assunzioni**, distribuite nelle varie qualifiche sia per le cessazioni nel triennio 2010-2012 che per un ragionevole sviluppo delle attività. Si ricorda che le vacanze organiche al 31-12-2009 risultano essere **257**.

Quanto sopra non è tuttavia realizzabile in base alle attuali direttive in materia di assunzioni negli Enti di ricerca che, a parte 27 nuove posizioni da ricercatore di III livello, prevede solo l'utilizzo del turn-over per nuove assunzioni di personale.

Il piano di assunzioni dell'INAF relativo al periodo 2010-2012 deve considerare le necessità funzionali della sede centrale e delle strutture di ricerca tenendo conto della riorganizzazione in corso dell'amministrazione centrale e periferica, necessità non ancora completamente definite.

Fatto salvo quanto sopra, considerando i limiti imposti dalle direttive in materia di assunzioni negli Enti di ricerca, il piano di assunzioni dell'INAF previsto per il triennio 2010-2012, sulla base delle richieste, pur drasticamente ridimensionate, della sede centrale e delle Strutture di ricerca risulta quello riportato in tabella sottostante per un totale di **181** unità.

<i>Personale</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>TOTALI</i>
Ricercatori	44	16	19	79
Tecnologi	31	9	2	42
Tecnici	27	7	0	34
Amministrativi	20	5	1	26

12.2 Situazione del personale INAF a tempo determinato e non strutturato

Il piano di assunzione di nuovo personale, soprattutto di ricerca, si dimostra insufficiente se confrontato con la situazione del personale con contratto a tempo determinato (TD) e quello non strutturato (borsisti, assegnisti e cococo) presente in INAF. Il personale senza un contratto a tempo indeterminato rappresenta una frazione considerevole dei ricercatori INAF. Sono da aggiungere inoltre i numerosi dottorandi universitari che non compaiono esplicitamente nelle statistiche di cui

sopra ma che gravitano anch'essi nelle Strutture INAF e contribuiscono in maniera rilevante ai programmi di ricerca dell'INAF, nonché i numerosi post-doc formati presso Strutture INAF ed attualmente presso Istituti di ricerca esteri.

Personale non-dipendente a tempo determinato (assegnisti, borsisti, contrattisti) in servizio presso le Strutture di ricerca INAF al 31.12.2007, al 31.12.2008 e al 31.12.2009

Struttura	Assegnisti			Borsisti			Contrattisti		
	31.12.07	31.12.08	31.12.09	31.12.07	31.12.08	31.12.09	31.12.07	31.12.08	31.12.09
OA-FI	12	6	9	4	7	5	12	12	3
OA-BO	6	9	6	2	1	5	0	0	1
OA-MI	12	12	14	5	8	4	1	5	8
OA-CA	7	5	6	1	1	2	0	0	0
OA-NA	3	8	9	2	4	3	8	8	5
OA-CT	0	0	3	6	5	1	2	2	0
OA-PD	12	12	24	11	6	3	1	5	3
OA-PA	2	5	3	4	3	1	3	5	2
OA-RM	8	11	18	5	6	3	6	0	1
OA-TE	7	4	5	0	0	0	0	1	1
OA-TO	8	9	7	0	0	0	0	1	1
OA-TS	4	7	9	4	1	3	7	5	3
IASF-BO	14	13	10	0	0	0	0	0	0
IASF-MI	10	7	5	1	1	2	0	1	0
IASF-PA	3	2	4	2	1	0	0	0	0
IASF-RM	17	14	7	0	0	4	1	1	1
IFSI-RM	28	23	21	0	0	1	0	1	1
IFSI-TO	2	1	2	0	0	1	0	0	0
IRA	10	11	8	2	3	4	4	3	2
TNG			0			0			0
Sede Centrale	0	0	0	0	0	0	5	4	2
TOTALE	165	159	170	49	47	42	50	54	34
<i>Totale personale parasubordinato al 31.12.2007: 264</i>									
<i>Totale personale parasubordinato al 31.12.2008: 260</i>									
<i>Totale personale parasubordinato al 31.12.2009: 246</i>									

Personale dipendente a tempo determinato in servizio presso le Strutture di ricerca al 31.12.2009

<i>Struttura</i>	<i>Ricercatori</i>	<i>Tecnologi</i>	<i>Tecnici</i>	<i>Amministrativi</i>
IASF Bologna	9	1	0	1
IASF Milano	5	3	0	1
IASF Palermo	0	0	0	0
IASF Roma	12	4	2	0
IFSI Torino	0	0	0	0
IFSI Roma	10	9	2	0
IRA	0	4	0	0
OA Arcetri	1	3	1	0
OA Bologna	0	0	0	0
OA Brera	1	1	0	0
OA Cagliari	0	1	1	0
OA Capodimonte	0	2	1	0
OA Catania	0	0	0	0
OA Padova	0	2	0	0
OA Palermo	0	0	0	1
OA Roma	3	7	5	0
OA Teramo	0	0	0	0
OA Torino	5	0	0	0
OA Trieste	2	2	0	0
Sede Centrale	0	2	3	2
TOTALE	48	41	15	5

Il TNG ha 3 posizioni temporanee: un operatore tecnico, il responsabile amministrativo e una posizione assimilabile a tecnologo.

13. Edilizia

La **situazione edilizia delle Strutture INAF** è assai variegata. Si va dall'occupazione di edifici demaniali (come è il caso della maggior parte degli Osservatori Astronomici), alla condivisione di edifici con l'Università o con il CNR (ad esempio OA-BO, OA-CT e gli ex-Istituti CNR dello IASF-RM, IFSI-RM, IASF-MI, IASF-PA e IRA), ad edifici appartenenti al patrimonio dell'INAF (ad esempio, le tre sedi dell'OA-TS o il nuovo edificio, da ristrutturare, dell'OA-PA). In vari casi gli spazi a disposizione sono fortemente sottodimensionati rispetto alle necessità; in altri casi (OA-MI, OA-TS) la Struttura è suddivisa su più sedi o possiede stazioni osservative distaccate (OA-PD, OA-BO, OA-RM, OA-NA, OA-CT). Si noti che la stessa Sede Centrale dell'INAF nella Villa Mellini a Monte Mario occupa quella che precedentemente era una delle due sedi dell'Osservatorio Astronomico di Roma e che è ancora sede del Museo Astronomico e Copernicano (attualmente chiuso al pubblico).

La complessa situazione edilizia delle Strutture INAF, il processo di riorganizzazione della rete delle Strutture - per il momento rimandato ma sempre all'ordine del giorno - lo sviluppo di alcuni nodi della rete (in particolare lo sviluppo dell'OA-CA legato alla realizzazione di SRT), la situazione non completamente definita degli Istituti inseriti nelle Aree di ricerca del CNR,

richiederanno negli anni a venire un forte investimento dell'Ente per la realizzazione di nuove sedi, per l'adeguamento delle sedi attuali e per opere di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Purtroppo, l'ingresso dell'INAF nel comparto Enti di ricerca ha comportato **l'azzeramento, già a partire dal 2003, delle assegnazioni universitarie vincolate per l'edilizia**. A ciò va aggiunto il fatto che il CNR, nella valutazione dei costi vivi degli Istituti transitati nell'INAF, non ha considerato spese edilizie. Ancor più grave il fatto che anche gli avanzi di amministrazione per l'edilizia, ad eccezione di alcune voci finalizzate a progetti in corso di attuazione, si sono ormai esauriti. **Le risorse aggiuntive specificatamente destinate all'edilizia dovranno essere reperite nel corso del triennio.**

Le **opere prioritarie già avviate** che occorre portare avanti nel corso del triennio sono:

- la realizzazione, assieme all'Università di Bologna, della nuova sede dell'Osservatorio Astronomico di Bologna in località Navile per il quale al momento attuale è in via di conclusione la gara di appalto. L'aggiudicazione della gara relativa ai lavori è avvenuta prima dell'estate 2008, ma, a causa dei ricorsi ancora in itinere, non è ancora avvenuta la consegna al cantiere. Al momento non è prevedibile come e quando la vicenda giudiziaria si concluderà.
- la realizzazione, con finanziamenti della regione Sardegna, della nuova sede dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari, in vista dello sviluppo della Struttura legato alla realizzazione del radiotelescopio SRT;
- la realizzazione della nuova sede dell'Osservatorio Astronomico di Palermo, anche in vista di un possibile accorpamento dello stesso Osservatorio con lo IASF-Palermo;
- la riunificazione delle attuali tre sedi dell'Osservatorio Astronomico di Trieste in un'unica sede identificata presso l'attuale sede della SISSA, in via di trasferimento

Prioritari, ma ancora in fase di studio, sono (elencati non in ordine di priorità):

- la realizzazione di un nuovo edificio per laboratori dell'Osservatorio Astronomico di Torino nell'ambito dell'attuale complesso di Pino Torinese (a meno di possibili accorpamenti con l'IFSI-TO e ad una più stretta sinergia con l'Università);
- l'edificio aggiuntivo per laboratori e uffici dell'Osservatorio Astrofisico di Catania;
- la realizzazione di un nuovo edificio per laboratori ed uffici nel comprensorio dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri (subordinato alla concessione delle necessarie autorizzazioni);
- opere di straordinaria manutenzione per reperire nuovi spazi e/o per arrestare il decadimento delle strutture edilizie attuali.

Da menzionare anche, su una scala temporale più lunga:

- la possibile riunificazione delle Strutture INAF di Milano (le due sedi di Brera e di Merate dell'OA-MI e lo IASF-MI) in un unico edificio ed in un'unica Struttura (progetto a lungo termine, la cui fattibilità e costi restano da verificare);

- il problema della Sede Centrale dell'INAF per la quale gli spazi nella sede storica di Monte Mario sono insufficienti e poco adatti all'uso come uffici amministrativi, oltre a creare un problema di coabitazione per la definitiva sistemazione e apertura al pubblico del Museo Astronomico e Copernicano.

Nel complesso le richieste per il triennio 2010-2012, al netto di opere a più lungo termine, sono dell'ordine di 24 Meuro, corrispondenti ad una spesa di 8 Meuro/anno.

14. Partecipazione a Consorzi, Società e Fondazioni

14.1 Fondazioni

Fundacion Galileo Galilei: Ente di diritto spagnolo costituito per la gestione del Telescopio Nazionale Galileo. E' una Struttura di ricerca dell'INAF a tempo determinato, ma con il carattere giuridico di una fondazione senza scopo di lucro secondo il diritto spagnolo.

Il suo scopo statutario e' quello di sviluppare la ricerca scientifica astronomica secondo le indicazioni del Patronato, organo dirigente della Fundacion.

Il Patronato e' completamente controllato dall'INAF, essendone parte il Presidente, i Direttori dei due Dipartimenti e il Direttore Amministrativo. Altri due membri sono indicati dai primi quattro. L'attivita' della fondazione e' finanziata dai soci (INAF) e possibilmente da altre fonti, anche se di fatto fino al 2009 e' stata esclusivamente finanziata dall'ente con un contributo per il funzionamento da parte del Dipartimento Strutture.

L'attività preponderante della Fondazione e' il mantenimento e sviluppo del TNG (Telescopio Nazionale Galileo) e la gestione del tempo osservativo per conto della comunita' astronomica italiana (75%) e internazionale (25%).

Insieme ad altri Istituti di Ricerca ed Osservatori Astronomici delle Isole Canarie, la Fundacion partecipa all'amministrazione delle installazioni comuni nell'ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos).

Fondazione Osservatorio Astrofisico di Castelgrande (F.O.A.C): Ente gestore della Stazione Astrofisica di Castelgrande (PZ), ospitante il telescopio TT1. La F.O.A.C., della quale sono soci il Comune di Castelgrande e l'INAF, ha il compito di gestire la Stazione osservativa del Toppo di Castelgrande (PZ), dove è installato il telescopio TT1 (Toppo Telescope #1). Scopi della F.O.A.C. sono, da un lato, gestire e mantenere la Stazione Osservativa e, dall'altro, gestire ed utilizzare il telescopio TT1 al fine di attuare progetti scientifici, di alta formazione e di divulgazione.

14.2 Consorzi e Società

Settore Radioastronomia

Consorzio Radionet: raccoglie tutti i maggiori Osservatori radioastronomici in Europa, allo scopo di promuovere e coordinare gli studi radioastronomici, sviluppare tecnologie d'avanguardia per migliorare le prestazioni degli strumenti ed aumentare l'accesso alle maggiori facilities strumentali in campo radio. Si giova di contributi UE (FP6, FP7).

European Consortium for VLBI, (Consorzio per l'Interferometria di lunghissima base europea) gestisce la rete di radiotelescopi EVN (European VLBI Network). Vi collaborano i maggiori Istituti radioastronomici in Europa, nonché della Cina, del Sud Africa e di Portorico per gestire, coordinare e portare avanti le osservazioni ad altissima risoluzione delle radio sorgenti. Stabilisce le osservazioni, i requisiti delle varie antenne, le linee guida dello sviluppo tecnologico, l'indirizzo scientifico, e in generale la politica della rete.

Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE): e' stato creato dal Consorzio del VLBI Europeo per gestire le operazioni del Correlatore Europeo (il calcolatore dedicato che realizza la correlazione off-line dei dati ottenuti con il VLBI), e fornisce inoltre supporto e assistenza agli astronomi che effettuano osservazioni VLBI. Inoltre promuove e sviluppa ricerca in ambito VLBI.

International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS): fornisce un servizio internazionale globale per promuovere la ricerca geodetica, geofisica e astrometrica sui sistemi di riferimento e sulla scienza della terra, e coordinare le attività osservative collegate, in particolare gli aspetti inerenti alla tecnica VLBI geodetica e astrometrica.

CRAF: Committee of Radio Astronomical Frequencies, e' un comitato della European Science Foundation. Ha lo scopo di coordinare le attività che hanno lo scopo di tenere libere da interferenza le bande usate dai radioastronomi.

Settore Attività Spaziali

CIFS- Consorzio Interuniversitario Fisica Spaziale associa l'INAF e le Università di Catania, Milano, L'Aquila, Roma La Sapienza, Roma Tor Vergata, Torino e Trieste per promuovere e coordinare attività scientifiche sperimentali nei campi dell'Astrofisica, della Fisica Cosmica e della Fisica dello Spazio interplanetario. In collaborazione con i consorziati ed Enti di Ricerca pubblici e privati, sostiene programmi di formazione, ricerca applicata e trasferimento tecnologico.

CISAS è un Centro Interdipartimentale di Studi e Attività Spaziali, istituito nel 1990 presso l'Università di Padova. Compito del CISAS è promuovere, coordinare ed attuare studi, ricerche e attività spaziali che possano sviluppare una preparazione interdisciplinare dei ricercatori e sinergia tra Ricerca di base, Ricerca applicata e Realizzazioni Industriali.

Dal 2003 il CISAS ha attivato presso l'Università di Padova la Scuola di Dottorato in Ricerca in Scienze Tecnologie e Misure Spaziali (STMS) che si articola in due indirizzi: Astronautica e Scienze da Satellite (ASS) e Misure Meccaniche per l'Ingegneria (MMI).

Il CISAS partecipa anche ai progetti WAC—OSIRIS nella missione ESA Rosetta; "Osservazioni di Luna e Mercurio" nell'ambito del contratto ASI sull'esplorazione del Sistema Solare.

Settore Trasferimento Tecnologico

ASTER è il Consorzio, operante senza fini di lucro, tra la Regione Emilia-Romagna, le Università, gli Enti di ricerca nazionali operanti sul territorio - CNR, ENEA, INAF, l'Unione regionale delle Camere di Commercio e le Associazioni imprenditoriali regionali. È nato con lo scopo di valorizzare e promuovere la ricerca industriale, il trasferimento tecnologico e l'innovazione del tessuto produttivo dell'Emilia-Romagna attraverso lo sviluppo di attività di interesse per i soci consorziati ai sensi della [Legge Regionale n. 7/2002](#). L'INAF sta attualmente perfezionando la procedura di cessione delle n. 17977 azioni sottoscritte al valore nominale di 1€ cadauna.

Consorzio Technapoli è il Parco Scientifico e Tecnologico dell'area metropolitana di Napoli e di Caserta, il cui obiettivo strategico è quello di incrementare la competitività del sistema economico territoriale attraverso interventi volti a favorire la ricerca e l'innovazione tecnologica. In particolare, Technapoli si è specializzato nella erogazione di servizi telematici, promozione e valorizzazione della tutela della proprietà intellettuale - Marchi e Brevetti, redazione e gestione di progetti di ricerca, innovazione, formazione e trasferimento tecnologico, nonché di piani di sviluppo industriale, promozione dell'aggregazione di imprese che operano nello stesso settore industriale e/o in settori complementari.

Settore Promozione delle Attività di Ricerca, Formazione e Outreach

Il **Consorzio Cosmolab** è un consorzio, operante nella Regione Sardegna, per il supercalcolo, la modellistica computazionale e la gestione di grandi database ed è composto da Università di Cagliari, Università di Sassari, Istituto Nazionale di Astrofisica, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, CRS4, Tiscali, NICE.

Il Consorzio è stato creato in risposta all'avviso 1575 del PON ricerca e ha come finalità principale la realizzazione e la conduzione di una rete di supercalcolo in Sardegna, consistente in una infrastruttura di poli di calcolo ad alte prestazioni, dedicati ad un ampio programma di ricerca fondamentale ed applicata nei settori scientifici delle scienze naturali, dell'ingegneria e dell'informatica.

L'attività del progetto e i risultati conseguiti in ambito scientifico e tecnologico sono attestati da un consistente numero di pubblicazioni scientifiche e presentazioni a rilevanti congressi internazionali che confermano la validità e la rilevanza del tema di ricerca. In particolare le caratteristiche dell'infrastruttura del progetto e i suoi aspetti di innovazione tecnologica sono stati oggetto di presentazione a rilevanti Conferenze internazionali del settore come la Third IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing (e-Science 2007) e la 2009 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference. Il progetto ha ottenuto il riconoscimento di Progetto di Eccellenza da parte della Autorità preposta del MIUR.

Consorzio Cometa (Consorzio Multi Ente per la promozione e l'adozione di tecnologie di calcolo Avanzato) associa INAF, INFN, INGV, l'UNIVERSITA' degli STUDI di CATANIA, l'UNIVERSITA' degli STUDI di MESSINA, l'UNIVERSITA' degli STUDI di PALERMO e Consorzio

S.C.I.R.E per lo sviluppo di nuovi sistemi di calcolo ad alte prestazioni, di nuovi sistemi per la gestione e l'elaborazione di grandi banche dati e di nuovi sistemi orientati alla simulazione multimediali e la diffusione delle nuove tecnologie di calcolo distribuito, con particolare riferimento all'adozione del paradigma "GRID" e per attività di alta formazione. Sin dal 2005, anno di costituzione del consorzio, l'INAF partecipa attivamente alle attività attraverso le sue tre strutture di ricerca siciliana, l'Osservatorio Astronomico di Palermo, l'Istituto di Astrofisica Spaziale di Palermo, l'Osservatorio Astrofisico di Catania. Sono stati condotti una serie di studi astrofisici a livello avanzato e che hanno portato a pubblicazioni su riviste internazionali di astrofisica. Nel corso del 2009 il Consorzio si è attivato per reperire nuove fonti di finanziamento partecipando a diversi progetti EU e nazionali (Bandi Industria-2015).

Il Consorzio Istituto Superiore di Catania per la Formazione di eccellenza, di cui l'INAF è Socio Ordinario, è un istituto senza fini di lucro per la gestione della Scuola Superiore di Catania, struttura didattica speciale, con l'obiettivo di promuovere, organizzare e gestire, in maniera autonoma, percorsi di apprendimento residenziali, di alta formazione pre e post laurea su base anche interdisciplinare e con caratteri di internazionalità, nonché attività di ricerca collegata a quella di formazione.

I ricercatori INAF contribuiscono a corsi universitari (Fisica Computazionale, Attività Stellare, Fisica delle radiosorgenti Galattiche, Plasmi astrofisici, Cosmologia), con attività di supporto e assistenza all'attività osservativa degli studenti, svolgono tutoraggio di tesi di laurea e dottorato e stages presso l'Osservatorio degli studenti di fisica ed ingegneria della Scuola.

Consorzio "Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi": è il Consorzio tra la Regione Sicilia, le Università, gli Enti di ricerca nazionali operanti sul territorio siciliano (CNR, INAF), Grandi Imprese (es. STMicroelectronics, IBM), PMI (Apindustrie Catania, Hitec2000), consorzi (Consorzio Catania Ricerche, Consorzio Etna Hitech), l'Unione regionale delle Camere di Commercio e le Associazioni imprenditoriali regionali. Il Consorzio, costituitosi nel 2008, si propone, senza scopo di lucro, di promuovere attività di ricerca e sviluppo e alta formazione nel settore dei Micro e Nano sistemi, nonché di svolgere tutte le attività necessarie a realizzare, nella Regione Sicilia, nei medesimi settori e con le stesse finalità, un distretto tecnologico.

L'attività si è incentrata sulla preparazione di idee progettuali, in particolari nei settori quali Biomateriali micro- e nanostrutturati, Sensoristica, Sistemi fotovoltaici ed elettronica di conversione basati su materiali innovativi, Efficienza energetica per la trazione elettrica e l'automazione industriale, Sviluppo di tecnologie e implementazione di sistemi basati su reti interconnesse e nodi.

Il Consorzio Area di ricerca in Astrogeofisica, costituito da INAF, Università dell'Aquila e INGV, ha l'obiettivo di sviluppare attività di ricerca, di formazione avanzata, e di diffusione della cultura scientifica nei settori dell'Astrofisica, della Fisica Cosmica, della Fisica dello Spazio Interplanetario, della Fisica del Sole, delle Relazioni Sole-Terra e della Geofisica. Il Consorzio di Astrogeofisica nasce nel 2000 e vi aderiscono l'Università dell'Aquila, l'Osservatorio Astronomico di Roma, l'Osservatorio Astronomico di Teramo e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Lo scopo è quello di promuovere nelle regioni Abruzzo e Lazio la ricerca, la didattica universitaria e la divulgazione nel campo dell'Astrofisica solare e stellare in genere e del mezzo circumterrestre (vento solare, campo magnetico, interazioni terra-spazio, space weather). Tra le principali attività ricordiamo, l'organizzazione di congressi e workshop sulle tematiche di pertinenza del consorzio, organizzazione di una scuola annuale di astrofisica e geofisica spaziale, seminari didattici presso l'Università dell'Aquila, attività didattica nelle scuole primarie e secondarie,

conferenze pubbliche e partecipazione ad eventi pubblici (mostre o convegni) a carattere divulgativo.

Apriticielo: è un'associazione costituita nel 2006 da INAF, Comune di Pino Torinese e Università degli Studi di Torino col fine di gestire il completamento degli allestimenti e l'assunzione del personale di Infini.to, il Parco Astronomico nei pressi di Torino. Il 28 settembre 2007 il Parco Astronomico è stato inaugurato e Apriticielo ne è gestore.

L'**Associazione Festival della Scienza**, di cui INAF è socio, è un organismo senza scopo di lucro finalizzato alla promozione, valorizzazione e divulgazione della cultura scientifica e tecnologica attraverso la realizzazione del Festival della Scienza a Genova, nonché di iniziative a carattere sia temporaneo che permanente (premi e borse di studio) di diffusione della cultura scientifica, di formazione ed educazione in Italia ed all'estero

14. Osservazioni conclusive

Le Strutture di ricerca dell'INAF costituiscono l'ossatura su cui si basa l'intera attività scientifica e parte dell'attività amministrativa e di supporto dell'Ente. Esse forniscono il personale, le attrezzature strumentali ed osservative, le capacità scientifiche, tecnologiche e propositive, e la struttura organizzativa e gestionale per lo svolgimento non solo dei programmi (nazionali e locali) di ricerca di base, ma anche per la progettazione, realizzazione e gestione dei grandi progetti tecnologici. Di conseguenza, **appare prioritario che tra i Direttori di Struttura e i Responsabili dei progetti ci sia la massima sinergia e comunità di intenti** al fine di evitare conflitti di interessi e di competenza che possono andare solo a danno sia delle Strutture di Ricerca che dei Progetti. Ugualmente importante è la **cooperazione tra le diverse Strutture di ricerca**, nell'ottica di un Ente unico che può e deve avvantaggiarsi dell'opportunità di poter contare su una rete di Strutture i cui nodi hanno capacità e potenzialità diverse.

Ancora **da perfezionare appare il rapporto tra le amministrazioni locali e l'amministrazione centrale** che stenta a trovare un suo punto di equilibrio e un funzionamento a regime ottimale. Da un lato pesa la tradizione storica di completa autonomia di cui hanno goduto per molti anni gli Osservatori Astronomici (a differenza in questo dagli Istituti ex-CNR) dall'altro, l'amministrazione centrale non ha ancora raggiunto l'assetto operativo definitivo anche a causa di carenze di risorse umane tra cui i tre Dirigenti amministrativi in organico. Nell'ambito del riassetto dell'Ente anche l'organizzazione della sede centrale potrà essere rivista con il fine di garantire un più fluido coordinamento delle attività, che preveda anche una più coerente suddivisione dei compiti e delle responsabilità tra l'Amministrazione centrale e le Amministrazioni delle Strutture di ricerca.

La **scarsità delle risorse finanziarie** a disposizione dell'Ente, particolarmente in relazione all'FFO, resta comunque il problema di fondo. E' evidente che l'attuale Fondo di Finanziamento Ordinario, per di più destinato per la gran parte (quasi l'80%) a coprire le spese per il personale, è totalmente insufficiente a garantire il buon funzionamento delle Strutture e, al tempo stesso, ad assicurare il necessario supporto alla ricerca di base e ai grandi progetti nazionali. Le stime realistiche contenute in questa relazione mostrano che **una cifra di almeno di 20 Meuro è richiesta annualmente per il funzionamento delle Strutture di ricerca e per il sostegno alla ricerca di base**, locale e nazionale, nonché per la ricerca R&D e "curiosity-driven". Questo al netto

delle spese per il personale e per l'edilizia. **Una cifra analoga è richiesta per i grandi progetti tecnologici nazionali afferenti al Dipartimento Progetti.** Questo significa che se l'Ente non si deve limitare a pagare gli stipendi e a mantenere aperte le proprie Strutture "ad uomo fermo", ma deve perseguire il proprio fine istituzionale che è la ricerca, è necessario un aumento di circa il 30% dell'attuale FFO (portandolo al livello di circa 130 Meuro l'anno). Alternativamente, devono essere reperiti fondi esterni all'FFO per la realizzazione dei grandi progetti tecnologici a terra (ottici, IR e radio), così come sono già reperiti fondi esterni (in maggioranza ASI) per la realizzazione dei progetti spaziali, cui l'INAF partecipa fornendo risorse umane ed infrastrutture strumentali e di laboratorio.

La scarsità dei fondi per la ricerca di base si traduce anche in una **difficoltà di rapporti tra la comunità INAF e la comunità universitaria associata all'INAF.** Al di là di casi locali (OA-BO, OA-PD, OA-TS, OA-NA, OA-CT, OA-PA, OA-CA) in cui la collaborazione a livello personale e di istituto è già molto forte su progetti di interesse comune, la difficile situazione finanziaria sia dell'INAF che delle Università fa sì che gli interventi dell'INAF a sostegno dell'Alta Formazione (attraverso il finanziamento di borse di dottorato, congressi e scuole) e della ricerca di base (attraverso il finanziamento di progetti di ricerca tipo PRIN-INAF e PRIN-MIUR) siano ancora piuttosto limitati e certamente molto al di sotto di quelle che erano le iniziali aspettative del mondo universitario. La stipula, in parte già avvenuta, di convenzioni tra l'INAF, l'INFN, la CRUI e le varie Università è certamente un importante passo in questa direzione, ma rischia di rimanere un intervento poco efficace se non sostenuto anche da adeguati interventi finanziari che stimolino la formazione di nuove leve di ricercatori e lo sviluppo di programmi di ricerca comuni tra INAF e Università.

Il blocco delle assunzioni, che si è protratto per molti anni e che è stato tolto solo con la Legge Finanziaria 2007, e la necessità comunque di disporre di nuove unità di personale per condurre le attività di ricerca in cui l'Ente è impegnato, ha causato negli ultimi anni **una esplosione del personale precario all'interno dell'INAF** che ha raggiunto livelli di guardia. Al 31.12.2009 il 30% del personale di ricerca INAF risulta a tempo determinato ed è in maggioranza costituito da borsisti, assegnisti, contrattisti con contratti di lavoro parasubordinato. A questo proposito diventa prioritario individuare un percorso certo per l'assorbimento di una parte almeno di questo precariato, che è diventato ormai indispensabile, per il contributo che presta e per il livello di competenze acquisito, per le attività di ricerca dell'INAF. Quale potrà essere il numero di precari che potranno essere effettivamente stabilizzati o assunti, e la scala dei tempi, dipende essenzialmente da vincoli legislativi e finanziari, soprattutto dai limiti finanziari imposti dal turnover.

Come sopra riportato una ragionevole aspettativa per il triennio 2010-2012 è di poter assumere a tempo indeterminato oltre 100 nuove unità di personale tra ricercatori e tecnologi

E' chiaro però che questa sola prospettiva non sarà in grado di riportare il livello di TD e parasubordinato INAF entro limiti fisiologici, né di offrire prospettive certe, ma al tempo stesso realistiche, ai tanti giovani (e meno giovani) che già lavorano in posizione precaria all'interno dell'Ente nonché alle nuove generazioni di dottorati che continuano ad uscire dalle Università o ai tanti post-doc che lavorano attualmente presso Istituti esteri. Poiché è impensabile che l'attuale massa di precari che lavora in INAF possa essere assorbita senza bloccare per un decennio almeno le prospettive di lavoro dei neodottorati, dovrà essere chiaro a tutti che solo i migliori potranno essere assunti e che la permanenza nell'Ente non potrà prolungarsi oltre un certo limite senza il superamento di rigorose prove selettive.

Un altro **problema che richiede la dovuta attenzione e risorse finanziarie attualmente non a bilancio è il piano dei lavori pubblici** che va dalla manutenzione ordinaria e straordinaria



e dalla messa in sicurezza delle attuali Strutture alla realizzazione di nuove sedi o all'ampliamento di quelle esistenti. Dal 2003 l'INAF non ha avuto più alcuna assegnazione ministeriale per l'edilizia e ha continuato a finanziare il proprio piano dei lavori pubblici esclusivamente con l'avanzo di amministrazione vincolato all'edilizia che era stato accumulato dai vari Osservatori (la situazione degli ex-Istituti CNR era diversa, in quanto a questi provvedeva direttamente il CNR). Tali fondi si sono ormai esauriti, rendendo problematico anche il completamento di opere già iniziate (si veda ad esempio il caso della nuova sede dell'Osservatorio di Palermo per la quale è stato acquistato un edificio da ristrutturare, per la ristrutturazione del quale i fondi disponibili sono del tutto insufficienti). D'altra parte, la situazione logistica di varie Strutture di ricerca INAF, frammentate su più sedi (Milano, Trieste) o potenzialmente accorpabili se gravitanti sullo stesso territorio (Torino, Milano, Palermo), richiede interventi di grande respiro e l'impiego di ingenti risorse finanziarie, attualmente non disponibili a bilancio.

In conclusione, come evidenziato in questa relazione riassuntiva, l'attività scientifica delle Strutture di ricerca dell'INAF rimane, qualitativamente e quantitativamente, a livelli di eccellenza. Dall'altra parte, cominciano ad evidenziarsi anche elementi di preoccupazione che se non affrontati e risolti con la massima urgenza rischiano di tradursi in uno scadimento qualitativo e in una perdita di competitività della ricerca astrofisica italiana in campo internazionale. **Tra i problemi da risolvere emergono come prioritari il reperimento di risorse finanziarie aggiuntive (al livello del 30% dell'attuale FFO), la piena funzionalità a regime dell'Amministrazione Centrale come servizio fornito alle Strutture di ricerca, e la soluzione del problema del personale a TD e non strutturato, attraverso una vigorosa politica di assunzioni.**



Appendice A2

Grandi progetti strumentali da terra e dallo spazio

1. Approccio Strategico alla Attività Tecnologica INAF

Nel considerare il vasto panorama di infrastrutture osservative sia dalla terra che dallo spazio in cui INAF è impegnato, occorre tenere presente che le necessità osservative della moderna astrofisica spaziano su tutte le lunghezze d'onda in modo spesso complementare.

Il piano a lungo termine dell'INAF, pubblicato a fine 2006, costituisce l'asse portante della pianificazione a medio e lungo termine, ciò implica che nel prossimo triennio vanno poste in essere le azioni per la sua realizzazione, sia in termini di nuove iniziative che nel proseguimento delle azioni già intraprese.

1.1 Il Piano a Lungo Termine

Il piano indica tre livelli di priorità per i progetti in essere e futuri, sia da terra che dallo spazio:

- Top Priority Projects: progetti che presentano un potenziale impatto d'innovazione per il prossimo decennio molto elevato;
- Very Important Project: progetti che presentano un'elevata aspettativa in termini di ricaduta scientifica per la comunità nazionale ma che richiedono un'accurata analisi degli investimenti richiesti;
- Other Projects: progetti minori che comunque presentano un impatto scientifico da tenere in considerazione.

Per ogni classe di priorità vengono indicate le tipologie di partecipazione, azione o intervento sui diversi progetti, sintetizzabili nelle seguenti categorie:

- Accesso alle grandi infrastrutture osservative internazionali, da terra e dallo spazio;
- Partecipazione alle fasi di progettazione e costruzione;
- Sviluppo di strumentazione da installare sulle facilities;
- Azioni di supporto alla comunità coinvolta nei progetti;
- Supporto alle attività di analisi dati;
- Azioni mirate al raggiungimento di obiettivi specifici nell'ambito di singoli progetti.

1.2 Gli strumenti di attuazione

L'attuazione delle azioni richiede investimenti, in termini di risorse umane e finanziarie, che variano in funzione delle dimensioni dei progetti. In particolare la partecipazione alla costruzione delle grandi infrastrutture da terra necessarie per perseguire gli obiettivi della ricerca front runner, lo sforzo è tale da potersi attuare solo con partecipazioni transnazionali.

Un valido supporto in tal senso deriva dalla partecipazione ai bandi dell'FP7 della Commissione Europea finalizzati al supporto delle nuove infrastrutture di ricerca. In particolare attraverso due differenti attività:

- Design Studies;
- Preparatory phase Studies.

I Design Studies, come già nell'FP6, riguardano veri e propri studi di fattibilità ovvero la progettazione effettiva ed il R&D necessario. Ai Preparatory phase per la costruzione di nuove infrastrutture possono invece accedere solo i progetti riconosciuti come strategici e maturi nella ricognizione effettuata dalla Commissione Europea negli anni scorsi, attraverso lo European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) e pubblicata alla fine del 2006 nell'European Roadmap for Research

Infrastructures e rivista nel 2008. Le infrastrutture di interesse dell'INAF identificate nel Rapporto 2008 sono state:

ELT (Extremely Large Telescope)
SKA (Square Kilometer Array)
CTA (Cherenkov Telescope)

Sia per SKA che per E-ELT si è conclusa la fase di design study ed è cominciata, con il settimo Programma Quadro, la "preparatory phase".

In particolare per E-ELT, ESO è il coordinatore internazionale, mentre INAF è un subcontraente.

Per quanto riguarda invece il Cherenkov Telescope Array, si sta negoziando con la Commissione Europea la fase preparatoria. Il progetto relativo a CTA è stato inserito tra i "flagship projects" del prossimo Piano Nazionale della Ricerca, in corso di definizione.

Alle già citate infrastrutture di ricerca si aggiunge anche l'European Solar Telescope (EST), la cui fase di design study terminerà agli inizi del 2011.

Occorre notare altresì che lo sviluppo tecnologico in termini di R&D finalizzato ai progetti da terra ha trovato un valido supporto nelle azioni JRA nei due progetti Opticon e Radonet, già finanziati in FP6 dalla commissione europea e, nei progetti omonimi presentati all'inizio del 2008 ed approvati nel 2009. Sfortunatamente INAF non ha potuto contemporaneamente procedere ad un programma autonomo di R&D a causa delle ristrettezze finanziarie.

2. Attività di Terra

In questa sezione vengono brevemente descritti gli aggiornamenti sulle azioni sui diversi progetti che saranno poste in essere nel prossimo triennio per l'attuazione delle raccomandazioni indicate dal Piano a Lungo Termine. I progetti sono elencati in ordine alfabetico, mentre le azioni si riferiscono alle categorie indicate nel paragrafo precedente.

Extremely Large Telescope

ESO Council ha approvato, nel Dicembre 2006, un piano triennale di studio di fase B per la realizzazione del "European Extremely Large Telescope" (EELT), telescopio di nuova generazione della classe 30-60 metri, nel sito di Cerro Pachon in prossimità del sito del VLT in Cile.

La sua architettura di costruzione prevede:

- 1 specchio primario del diametro di 42 metri costituito da 906 segmenti da 1.45 metri ciascuno
- 1 specchio secondario da sei metri di diametro equivalenti
- 1 specchio terziario da 4,2 metri

nonché un sistema di ottiche adattive costituito da:

- specchio da 2,5 metri supportato da 5000 attuatori con capacità di distorsione dell'immagine pari a 1000 volte per secondo
- specchio da 2,7 metri per la correzione finale dell'immagine

Uno strumento con queste caratteristiche risulta essere 100 volte più sensibile dei più grandi telescopi attualmente operanti quali i VLT (8,2 metri) e Keck (10 mt), ponendo quindi l'Europa in un ruolo di leadership mondiale nella costruzione dei telescopi ottici del futuro, anche in considerazione delle caratteristiche dei progetti concorrenti nella stessa classe, quali il GMT - Giant Magellan Telescope, U.S.A., che arriva ad un diametro equivalente di 24 metri ed il TMT - Thirty Meter Telescope, che arriva a 30 metri.

Lo studio triennale dell'ESO per EELT può contare su un budget di circa 58 M€ a cui vanno aggiunti circa 7 milioni di € provenienti da fondi europei (FP7) e dovrebbe consentire di approdare entro il 2010 alla decisione finale per l'inizio effettivo della sua costruzione.

Questo studio segue una fase preliminare, coordinata da ESO, a cui la comunità astronomica Italiana ed in particolare l'INAF, ha partecipato attivamente sia per gli aspetti scientifici che tecnologici.

Recentemente, il Council ESO ha deciso che il sito idoneo per la costruzione di E-ELT sarà il Cerro Armazones, in Cile.

OPTICON FP7

OPTICON (Optical Infrared Co-ordination Network) continua anche nel FP7 come ulteriore passo avanti per la comunità scientifica astrofisica rispetto a quanto realizzato in FP5 e FP6. Rappresenta ancora una volta il framework per lo sviluppo di azioni congiunte finalizzate a migliorare la qualità delle Infrastrutture di ricerca europee, per la formazione di giovani astronomi, per una pianificazione dei futuri progressi e per lavorare insieme verso un piano strategico europeo per le Infrastrutture di ricerca.

La partecipazione INAF, in particolare il contributo dell'OA di Brera, si focalizza principalmente su nuove tipologie di materiali per l'ottica potenzialmente applicabili

all'astronomia che, superando vetro e acciaio, includono materiali biologici, fotosensibili o polimeri. Gli obiettivi della partecipazione INAF sono in sintesi l'identificazione e caratterizzazione dei nuovi materiali più promettenti nonché la dimostrazione della loro sostenibilità a livello laboratoriale e su scala industriale, condizioni essenziali per arrivare a realizzare tecnologie concrete.

ELT DESIGN STUDY

Il progetto, incentrato sullo studio della tecnologia per grandi telescopi e co-finanziato dalla Commissione Europea nel Sesto Programma Quadro, con un budget complessivo di circa 23 M€, si è concluso nel giugno 2009. La partecipazione INAF è passata attraverso le unità operative presso le sedi di Arcetri, Padova, Brera e Bologna, impegnate sia nel coordinamento generale che con contributi rispettivamente su:

- sensori d'onda a piramide,
- ottica adattiva multiconiugata,
- misure di grandezze atmosferiche rilevanti per l'ottica adattiva,
- specchi sottili e deformabili di grandi dimensioni con tecniche di "slumping"
- stelle artificiali laser.

A questi studi nell'ambito del Sesto Programma Quadro, si aggiungono anche altre attività per E-ELT svolte nell'INAF, che riguardano:

- reticoli olografici (sede di Brera),
- spettroscopia di area (sedi di Brera e Padova),
- spettroscopia ad alta risoluzione ultra stabile (sedi di Padova e Trieste),
- ELAT o "Extremely large Adaptive Telescope" (sede di Arcetri)
- Imaging ad alta risoluzione spaziale
- alta risoluzione temporale (Università di Padova)

Con il settimo Programma Quadro è stata approvata la fase preparatoria di E-ELT, attualmente in corso, che costituisce il prosieguo naturale del progetto precedente, in cui vengono completate gran parte delle attività, incluse quelle a responsabilità INAF (le strutture INAF direttamente interessate sono OA Arcetri, OA Bologna, OA Padova e OA Trieste).

In tutte queste attività europee, l'Italia gioca un ruolo cruciale, sia per l'eccellente ricerca scientifica e tecnologica, che nel buon posizionamento per l'acquisizione di potenziali importanti commesse industriali.

A tal riguardo inoltre, esiste una potenziale interazione italiana con gli analoghi grandi progetti di ELT americani (TMT ed in particolare GMT, che utilizza in gran parte la tecnologia di LBT. Per tutti i progetti di ELT, infatti, la tecnologia degli specchi adattivi, sviluppata in collaborazione fra l'INAF e l'industria italiana in ambito LBT, riveste un ruolo essenziale ed universalmente riconosciuto. Il prototipo dello specchio adattivo di ELT è stato realizzato con successo (con le industrie italiane gli Osservatori di Brera e Arcetri con la responsabilità INAF dei test ottici di qualificazione).

In questo quadro, ricco di attività e di possibilità, si iscrive la necessità di rafforzare, accanto alle larghe collaborazioni internazionali in essere, alcune ricerche puramente italiane sugli aspetti tecnologici di punta che consentano di mantenere l'attuale vantaggio tecnologico e di inserirsi nei grandi progetti internazionali in sviluppo (europei e non solo) ad un elevato livello di partecipazione scientifica, tecnologica ed industriale.

Per quanto concerne la strumentazione, INAF partecipa ad alcuni consorzi che si sono costituiti per rispondere a questi bandi ed in particolare per gli strumenti MICADO, CODEX, Simple, Optimos, Maory etc.

MICADO

La sede INAF di Padova, in collaborazione con un consorzio Europeo guidato dal Max Planck di Monaco, ha realizzato uno studio di fattibilità di una camera criogenica nel vicino InfraRosso che si propone come camera per immagini, anche di prima luce, per l'E-ELT. Questa camera, con anche limitate capacità spettroscopiche, è asservibile sia dalle varie modalità adattive del telescopio che da MAORY o da moduli SCAO.

Il caso scientifico di elezione per questa camera, lo studio di popolazioni stellari in galassie remote, è stato preso come benchmark in confronto ad analogha strumentazione su JWST.

MAORY

La sede INAF - Osservatorio Astronomico di Bologna ha coordinato un consorzio internazionale (ONERA - Francia, ESO - Germania, sedi INAF OA-Padova, OA-Arcetri, IASF-Bologna) per la realizzazione di uno studio di fase A del modulo di ottica adattiva multi-coniugata per E-ELT (MAORY, acronimo di Multi conjugate Adaptive Optics RelaY).

La funzione di questo sistema è la compensazione degli effetti della turbolenza atmosferica su un campo di 2 arcminuti nell'intervallo spettrale 0.8-2.4 micron.

Potenziati strumenti utilizzatori di MAORY sono la camera infrarossa MICADO, lo spettrografo infrarosso SIMPLE e altri.

OPTIMOS-DIORAMAS

Lo IASF Milano, nell'ambito di un consorzio europeo guidato dal LAM di Marsiglia, ha partecipato allo studio di fattibilità di un "imaging spectrograph" in grado di operare in condizioni "seeing limited", quindi particolarmente adatto ad essere utilizzato come strumento di prima luce.

Lo strumento copre un campo di vista di 6.78×6.78 arcmin² ed opera da 0.37 a 1.6 μm . E' in grado di ottenere da 160 a 480 spettri contemporaneamente, a seconda della risoluzione spettrale, che può andare da 300 a 3000. Il caso scientifico principale è la ricerca e lo studio delle prime galassie responsabili della ionizzazione a redshifts $z > 6$, ed in generale dell'evoluzione delle galassie e degli AGN nell'universo giovane.

SIMPLE

Il progetto SIMPLE, uno spettrografo infrarosso ad alta risoluzione spettrale e spaziale per l'E-ELT, è stato ufficialmente selezionato e finanziato dall'ESO per lo studio di Fase A, che è durato 15 mesi e si è concluso con successo nel Marzo 2010.

All'interno del Consorzio internazionale SIMPLE, l'INAF ha la leadership, fornendo tra l'altro il Principal Investigator (Dott. L. Origlia - INAF Bologna), il Project Manager (Dott. E. Oliva - INAF - Arcetri) e l'Instrument Scientist (Dott. R. Maiolino - INAF - Roma).

ALMA

L'Europa partecipa alla costruzione dello Atacama Large Millimeter Array (ALMA) tramite l'ESO. ALMA è una collaborazione tra Europa, Nord-America, Giappone e Cile per la costruzione di un grande osservatorio millimetrico e sub millimetrico sull'altopiano di Chajnantor a circa 5000m di quota nel deserto di Atacama in Cile.

L'eccellente sito, la grande area collettiva (quasi 7000m²) e il gran numero di antenne (66 includendo l'Atacama Compact Array) lo renderanno uno strumento

rivoluzionario per osservazioni astronomiche nelle bande di frequenza tra 30GHz e 1THz (0.3-7mm di lunghezza d'onda).

I principali obiettivi scientifici di questo progetto spaziano dallo studio della formazione ed evoluzione delle galassie alla formazione di stelle e sistemi planetari, fino allo studio delle molecole complesse e prebiotiche nel mezzo interstellare e nei corpi del nostro Sistema Solare.

L'Italia è molto coinvolta in questo progetto a vari livelli, sia scientificamente, che nell'organizzazione del centro di supporto agli utenti, che allo sviluppo di software e strumentazione. Infine l'industria italiana è pesantemente coinvolta nella costruzione di una grossa parte delle antenne.

Le strutture INAF principalmente coinvolte sono l'Osservatorio Astronomico di Trieste (OAT) e l'Istituto di Radioastronomia (IRA). L'OAT collabora allo sviluppo e realizzazione dell'ALMA Common Software, la spina dorsale di tutto il sistema software del progetto. L'Istituto di Radioastronomia di Bologna è direttamente coinvolto nell'organizzazione e nello sviluppo di una struttura che dovrà fornire assistenza agli utenti ALMA: l'ALMA Regional Centre (ARC).

L'ALMA Regional Centre (ARC) italiano rappresenta uno dei sette nodi che costituiscono la rete europea che dovrà occuparsi del supporto tecnico-scientifico ad ALMA. I nodi dovranno operare in stretta collaborazione tra di loro e con il nodo centrale a ESO Garching, cercando di mettere ognuno a disposizione le proprie esperienze in modo da sfruttare al meglio le competenze e le conoscenze presenti in Europa nel campo dell'astronomia millimetrica e dell'interferometria. I dettagli delle responsabilità dei vari partners nella rete sono descritti in un Memorandum of Understanding, firmato da tutti i responsabili (per l'ARC Italiano la firma è stata apposta dal Presidente dell'INAF) nel 2008.

La rete svolgerà il ruolo di interfaccia con gli utenti. In generale, gli ARC si occuperanno del supporto ai singoli utenti (non-esperti) nella riduzione avanzata dei dati, svilupperanno procedure ed algoritmi specifici richiesti e/o suggeriti dagli utenti, instruiranno i potenziali utenti di ALMA.

Oltre a svolgere tali attività a carattere generale, l'ARC italiano si occuperà dello sviluppo di procedure per la riduzione di dati in polarizzazione e per la produzione di immagini di tipo mosaico, nonché del supporto alla progettazione e realizzazione di grandi surveys/key projects sia dal punto di vista del processamento dei dati che dell'archiving. Presso l'IRA è già stata maturata una lunga esperienza in questi tre ambiti. Inoltre, verrà esplorata la tecnologia GRID per ottimizzare l'uso delle risorse nei diversi nodi. Infine, l'ARC italiano cercherà di diffondere e incentivare l'utilizzo di ALMA nella comunità astronomica italiana. Questo accadrà attraverso tutorials, workshops, seminari, e frequenti "ALMA-days": giorni in cui la comunità italiana viene aggiornata sugli ultimi sviluppi dei progetti ALMA e sull'attività dell'ARC. Recentemente, nel Aprile 2010 l'ARC ha organizzato il terzo ALMA Community day, mentre verrà organizzata una scuola internazionale su astrochimica ed ALMA nel Giugno del 2011 (in collaborazione col network europeo COST).

All'inizio del 2010 il personale coinvolto nella realizzazione dell'ARC italiano è costituito da 6 membri dello staff dell'IRA, da 3 postdoc-ARC, e da 1 system manager. Nel corso dei primi anni di attività uno dei postdoc è diventato uno degli User Support Specialists europei di CASA, il nuovo software astronomico per la riduzione di dati interferometrici, sviluppato da una collaborazione guidata da NRAO (Socorro NM, USA). I postdoc-ARC hanno il compito di raggiungere un certo livello di expertise nell'uso del software, e di testarlo. Sono impegnati in un confronto tra CASA e pacchetti software per la riduzione di dati radio interferometrici già esistenti. In particolare stanno valutando le performances dei diversi software relativamente alla

riduzione e produzione di mosaici e al trattamento dei dati di polarizzazione. L'ARC system manager si occupa del hard- e software dell'ARC (che ha un server dedicato), e in particolare dello sviluppo della tecnologia GRID. Vari membri dell'ARC partecipano regolarmente a sessioni, organizzate a livello internazionale, per testare sia CASA che il pacchetto software per la preparazione delle osservazioni con ALMA (l'ALMA Observing Tool: AOT). Inoltre, membri dell'ARC parteciperanno alla fase del Commissioning and Science Verification (iniziata nel 2010). Nell'aprile 2010 l'ARC ha organizzato un CASA-tutorial.

L'ARC dovrà essere completamente operativo per la prima "Call for proposals for Early Science" di ALMA (fine 2010). Il piano di sviluppo dell'ARC prevede che a quella data ci sia 1 FTE costituito da personale dell'IRA, 3 post-docs, e 1 system manager.

Negli anni successivi, con il funzionamento a regime dell'ARC, lo staff includerà anche una unità di personale amministrativo con compiti di segreteria, e il numero di post-doc salirà a 4. Nell'Ottobre 2010 si aggiungerà un ESO-ALMA Fellow (per 2 anni), che si occuperà soprattutto della parte scientifica della preparazione di programmi per "Early Science". Oltre alla conoscenza delle tecniche di riduzione dati, all'ARC servono competenze scientifiche nell'ambito dell'astronomia interferometrica millimetrica, per consentire un supporto adeguato sia a livello tecnico che a livello scientifico. Per rafforzare il gruppo con l'expertise necessaria, nel 2010/2011 verrà almeno uno (forse due) ricercatore a tempo indeterminato.

L'ARC provvederà inoltre ad una capacità di archiviazione di almeno ca. 100 Terabyte e un'adeguata potenza di calcolo.

L'ARC, una volta reso completamente operativo, dovrà rimanere in funzione per almeno 10 anni.

VST

Costruzione

Nel Marzo del 2009, al termine di una complessa operazione di recupero di alcuni problemi a livello di ingegneria di sistema e di realizzazione meccanica per lo più sui sistemi di ottica attiva, condotta congiuntamente da una parte del gruppo tecnologico di Napoli e del management del Dipartimento progetti e da gruppi tecnologici dell'INAF non originariamente coinvolti nel progetto del VLT Survey Telescope (VST), e grazie al supporto industriale delle ditte Tomelleri e BCV progetti, la cella dello specchio primario è stata dichiarata perfettamente rispondente alle stringenti specifiche dettate dallo European Southern Observatory (ESO) e spedita in Cile per essere integrata al telescopio.

All'arrivo all'Osservatorio di Cerro Paranal a metà di Giugno, dopo una lunga sosta in mare per un'avaria del cargo, l'unità è risultata gravemente danneggiata da un'esposizione all'acqua. Riportata in Italia, presso la ditta Tomelleri, con la massima celerità compatibile con le pratiche assicurative e con tutto il materiale necessario per le operazioni di recupero, la cella è stata completamente riparata ed è nuovamente in viaggio per il Cile (entro un apposito container onde ridurre ulteriormente i rischi del trasporto).

Le trattative dell'INAF con la ditta di trasporto e con l'assicurazione per il risarcimento dei danni materiali e morali sono in corso.

Dopo la battuta d'arresto per l'incidente alla cella, la realizzazione del VST è giunta nuovamente alla fase finale. Restano le seguenti attività da eseguirsi in sito: integrazione del sistema di raffreddamento, alluminatura degli specchi, integrazione della cella di M1, verifiche funzionali con il dummy mirror, integrazione delle unità ausiliarie, preallineamento meccanico, integrazione e allineamento degli specchi, test ingegneristici, commissioning del telescopio, integrazione della camera (Omegacam), commissioning scientifico dell'intero sistema. La schedula, che prevedeva il

completamento e il test del telescopio a Paranal entro la fine del 2009, è scivolata di oltre un anno. Ora la prima luce tecnica è prevista per la fine di dicembre del 2010 e l'inizio delle attività scientifiche per la seconda metà del 2011.

Supporto

Presso il Centro VST a Napoli sono stati approntati e resi operativi gli strumenti hardware e software per la riduzione, analisi e archiviazione dei dati che verranno raccolti con il VST, in particolare con il "tempo garantito". In base al MoU tra OAC ed ESO, l'INAF ha infatti diritto a una frazione di tempo osservativo, da negoziarsi, e a partire dalla seconda metà del 2011 dovrebbe fruirne con un costo di supporto della *facility* a Paranal come indicato in tabella.

INAF ha accesso a un frazione di tempo osservativo pari a 110 notti nell'arco di 10 anni in base al MoU del consorzio Omegacam.

VERY LARGE TELESCOPE

Accesso

IL VLT certamente rappresenta per il prossimo triennio l'insieme di telescopi di uso primario per la comunità ottica italiana. L'accesso al tempo di osservazione, gestito da ESO, avviene attraverso un processo di peer-review dei progetti scientifici paritetico per tutti i paesi membri dell'ESO.

A riguardo occorre implementare un meccanismo di finanziamento automatico dei progetti accettati (come avviene in altri paesi, ad esempio nel Regno Unito) proporzionale al tempo di osservazione attribuito, che garantisca una efficiente analisi dati, la discussione degli stessi con eventuali collaboratori, soprattutto nel caso di collaboratori esteri, la pubblicazione degli stessi, e la partecipazione a congressi per la presentazione degli stessi. Una cifra tra i mille ed i duemila euro a notte (a seconda del progetto) appare congrua. 18% di 1200 notti equivale a 200 notti all'anno (se rispettata la quota) che equivale a circa 300 mila euro all'anno.

Strumentazione

SPHERE

L'INAF ha la responsabilità della progettazione e della costruzione/integrazione dell'"Integral Field Spectrograph (IFS)" di un Planet Finder denominato SPHERE. È inoltre responsabile del control SW di tale strumento e partecipa attivamente alla definizione dei goals scientifici ed alla preparazione della grande survey.

SPHERE, acronimo di Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet Research, è uno strumento di II generazione destinato al VLT – Paranal (Chile), che si pone l'obiettivo di scoprire e caratterizzare nuovi pianeti giganti extrasolari mediante osservazioni dirette spettroscopiche e polarimetriche.

Per consentire lo studio dei sistemi planetari nelle varie età evolutive, SPHERE è un sistema che contiene al suo interno differenti canali ottici, ognuno equipaggiato con un particolare strumento. Per i pianeti giovani le osservazioni verranno effettuate studiando direttamente la loro emissione con immagini IR differenziali (IRDIS) e spettroscopia IR a campo intero (IFS) nelle finestre spettrali atmosferiche delle bande Y, J, H e K ($\sim 0.95 - 2.32 \mu\text{m}$). Per i sistemi voluti, si studierà la luce riflessa in polarimetria differenziale nel visibile utilizzando una fast-modulation polarizing camera (ZIMPOL). Oltre a questi strumenti, SPHERE usa un modulo di ottica adattiva di elevate prestazioni, un coronografo interferenziale ed una correzione del tip-tilt. La sfida è gestire la grande differenza di luminosità tra pianeta e stella, maggiore di 12.5 magnitudini, il tutto con una separazione angolare talmente piccola da far sparire il pianeta nell'alone della stella. Per questo motivo l'intero disegno di SPHERE è rivolto

a massimizzare le capacità di risolvere oggetti vicini con grande differenza di luminosità.

Attualmente l'IFS è nelle fasi iniziali di integrazione e la sua entrata in funzione a Paranal, insieme all'intero sistema SPHERE, è attualmente schedata per il 2012. Il consorzio internazionale che costruisce lo strumento è guidato da Grenoble (LAOG) ed include, oltre ad istituti italiani, istituti francesi, tedeschi, svizzeri ed olandesi.

ESPRESSO CODEX

(Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations, spettrografo echelle per osservazioni di pianeti rocciosi extrasolari e spettroscopia di precisione) è la proposta per il VLT di un precursore di CODEX, uno spettrografo ottico super stabile e ad alta risoluzione da destinare allo E-ELT per misurare direttamente la variazione nel tempo del tasso di espansione dell'Universo, studiare la variabilità delle costanti fondamentali, rivelare pianeti extra-solari di tipo terrestre. Il precursore non ha solo lo scopo di verificare la fattibilità di CODEX e, in particolare, approfondire alcuni aspetti operazionali e di sviluppo ma ha anche un proprio notevole potenziale scientifico (cf i recenti progressi nella ricerca dei pianeti extra-solari, prodotti dall'esperimento HARPS).

Sarà esplorata la possibilità di usare lo strumento al fuoco combinato incoerente del VLT. Questa configurazione (equivalente ad un telescopio di 16 m di diametro), aumenterebbe la magnitudine limite di ESPRESSO e sarebbe essenziale per sperimentare componenti critiche in vista di uno strumento equivalente per E-ELT.

Il gruppo (Institute of Astronomy di Cambridge, Observatoire de Geneve, INAF) che ha lavorato allo studio di CODEX ha convenuto di continuare con la proposta di CODEX per E-ELT e quindi procedere ad uno studio completo di Fase A per l'implementazione di ESPRESSO al VLT e ad essi si è recentemente unito lo Istituto de Astrofisica de Canarias (IAC) e un consorzio di istituti portoghesi.

Lo studio di Fase A si è concluso con successo nel febbraio 2010 e l'ESO STC ha emesso una raccomandazione a proseguire il progetto nelle fasi B e successive. Analogamente lo studio di Fase A dello strumento CODEX si è concluso con successo nel marzo 2010 con una review ad ESO.

REM

L'Osservatorio REM (Rapid Eye Mount), realizzato da un consorzio di Osservatori italiani, con contributi minori da francesi e irlandesi, è stato completato e messo in funzione nel 2003 a La Silla, Cile.

REM è composto da una cupola e un telescopio con un insieme di tre strumenti che lavorano in contemporanea per osservare nelle bande visibili e infrarosse, con un campo di vista di 10x10 arcmin e una camera a grande campo (18°) per fotometria ad alta risoluzione temporale. Il tempo osservativo è dedicato agli alerts provenienti dai satelliti per alta energia per transienti (in particolare GRB). Gli alert vengono ricevuti e gestiti autonomamente dal software di controllo, capace di ottenere le prime immagini 30 secondi dopo il messaggio dai satelliti. Lo stesso software di gestione accetta blocchi osservativi dei programmi scientifici approvati dai TAC italiani (90%) e cileni (10%).

La produzione scientifica dell'Osservatorio è monitorata regolarmente dal sistema bibliotecario ESO e un limitato numero di pubblicazioni raggiunge un citation index notevole, anche sopra la media ESO per articoli della stessa età, guadagnando una posizione tra i 20 articoli più citati recentemente sui GRB. Il telescopio è utilizzato anche per test tecnologici: e' in fase di costruzione una nuova camera visibile in grado di coprire il campo in 4 filtri contemporaneamente. Online sulle pagine www.rem.inaf.it

Strumentazione Telescopio Nazionale Galileo

TNG è una struttura temporanea dell'INAF, con il carattere di temporaneità legato alla vita del Telescopio Galileo o alle attività svolte dal personale assegnato o contrattato tramite l'istituto giuridico spagnolo della Fundación Galileo Galilei.

Nel 2009 è terminata la sistemazione di tutta la nuova ottica attiva, che ora è in funzione come da specifiche iniziali del telescopio.

Tutti gli strumenti sono stati controllati e sono stati revisionati (in qualche caso per la prima volta dalla costruzione), cuscinetti e encoder delle movimentazioni del telescopio.

Si è progettato e costruito un nuovo DIMM per il controllo delle condizioni atmosferiche nella zona del Telescopio. Difficoltà di approvvigionamento di parte del materiale e scarsità di personale da poter dedicare hanno provocato ritardi e la sua completa funzionalità avverrà solo nel 2010.

L'attività di contorno ha visto la definizione di un task preciso per il Site Control and Quality che ha iniziato diverse collaborazioni con istituti italiani, IAC e ESO.

GIANO

Lo strumento di seconda luce GIANO è uno spettrografo ad alta risoluzione (fino a $R=50000$) per lunghezze d'onda infrarosse che, unico al mondo, permette la copertura della maggior parte dell'intervallo spettrale 0.95-2.5 micron in una singola esposizione.

Seguendo il piano di sviluppo delle stazioni focali del TNG, GIANO verrà montato per la prima luce in una posizione fissa della Nasmyth-A e riceverà la luce dal telescopio attraverso una fibra infrarossa che può anche fungere da "image-scrambler", migliorando perciò la precisione delle misure di velocità radiale.

Alcuni tra i principali obiettivi scientifici per questo strumento sono la ricerca di pianeti con condizioni abitabili intorno a stelle di piccola massa, la determinazione dei parametri fisici e chimici delle atmosfere di nane marroni e lo studio dell'evoluzione chimica in popolazioni stellari di alta metallicità.

SKA

Il progetto **SKA**, costituisce il più ambizioso progetto radioastronomico attualmente in fase di studio e come tale, raccomandato dalla *ESFRI List*. Il network previsto coprirà infatti le frequenze 0.1-25 GHz mediante 1 Km² di area collettiva pertanto, considerate le dimensioni ed i costi conseguentemente previsti (1000 – 1500 M€), vede necessariamente un coinvolgimento di scala mondiale.

Si sottolinea come le azioni di promozione di questo progetto svolte nell'ambito del Programma di Politica Industriale dell'INAF abbiano indotto un significativo coinvolgimento nel progetto della componente industriale del Paese, rappresentata dalla Confindustria e dal Gruppo Finmeccanica.

Si segnala inoltre che il Governo Italiano ha ufficialmente annunciato la volontà di candidare la città di Roma quale sede per il definendo quartier generale dell'organizzazione internazionale che governerà la costruzione e la gestione dello SKA.

Azioni Specifiche

La partecipazione italiana al progetto passa attraverso la partecipazione ai seguenti programmi internazionali:

AAVP

Il progetto Aperture Array Verification System (AAVP) è il progetto attualmente di punta per quel che riguarda la partecipazione europea a SKA. Ha lo scopo di sviluppare le tecnologie relative ai sensori radioastronomici a bassa frequenza per SKA.

La partecipazione di INAF è attraverso l'IRA e riguarda lo studio da un punto di vista elettromagnetico di una antenna che copra da 70 a 450 MHz, il disegno dell'elettronica del ricevitore, la costruzione, e l'installazione nel sito di prova (Portogallo). Lo scopo è verificare la dinamica del sistema in relazione alle interferenze, testare l'acquisizione dei dati e il loro trasporto via fibra ottica.

SKA DESIGN STUDY

Ska Design Study è uno studio preliminare di fattibilità, finanziato nell'ambito del Sesto Programma Quadro, iniziato il 1 Luglio 2005 e terminato il 31 dicembre 2009.

Nell'ambito di questo progetto l'INAF, sta riconvertendo gradualmente le sezioni della attuale Croce del Nord in uno dei prototipi BEST2, che consentiranno di effettuare una ragionata scelta finale del sistema d'antenna.

Attualmente è stata completata la fase denominata BEST-2, che consiste nella installazione di 32 Low Noise Amplifiers su 8 antenne del ramo Nord-Sud della Croce, nei tempi previsti dal programma. Si intende procedere al completamento della fase 3 (che coinvolge tutto il ramo Nord-Sud) che però non può contare su risorse comunitarie.

PREPSKA

Preparazione alla realizzazione del progetto SKA, finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro della Commissione Europea ed articolato in un work packages afferenti a due aree:

- **area tecnica**, con studi sulla la scelta del sito, fra Australia e Sud Africa, progettazione di massima, ecc., in cui INAF partecipa in maniera qualificata a tutti i workpackages tecnologici attraverso l'Istituto di Radio Astronomia - IRA.
- **area politico-gestionale**, con studi tesi ad identificare le possibili soluzioni di governance, financing, procurement e coinvolgimento industriale, del progetto. In particolare si segnala come queste due ultime attività sono in carico all'INAF, che ne coordina le attività internazionali attraverso il Dipartimento Progetti.

ASG – Agencies SKA Group

Vista la rilevanza internazionale del progetto SKA, nel corso del 2009, lo SFTC del Regno Unito ha costituito un gruppo informale che raccoglie le diverse agenzie dei paesi coinvolti nel progetto FP7/PrepSKA, con lo scopo di delineare gli assetti politici necessari alla implementazione del progetto SKA. Al momento l'Italia è rappresentata con la partecipazione dell'INAF.

MARIE CURIE CONFERENCES AND TRAINING SKA-DS

Il programma è stato istituito per consentire a giovani ricercatori e tecnologi di inserirsi nelle attività del progetto. Nel corso del programma, finanziato dal VI Programma quadro e concluso nel corso del 2009, sono stati realizzati una serie di workshops e conferenze e 3 corsi di formazione di cui il primo presso l'IRA di Bologna – Stazione di Medicina.

LOFAR

LOFAR è un progetto [www.lofar.org] iniziato dagli istituti di radioastronomia olandesi, con contributi in rapida crescita a livello europeo (è stato creato un apposito consorzio di istituti tedeschi per porre stazioni in Germania, lo stesso si verifica in UK, e in Francia; anche la Svezia partecipa).

E' stato formalmente riconosciuto come "pathfinder" di SKA.

Lo strumento, che verrà inaugurato il 12 giugno 2010, copre le frequenze 10-240 MHz (1.5-30 m), ed è costituito da un insieme di circa 100 stazioni osservative radio di nuova generazione, ciascuna delle quali costituita da circa 200 antenne *fisse*: la novità è costituita dal "puntare" elettronicamente questo insieme di antenne tramite ritardi di fase ("digital beamforming"). A questa novità si aggiunge il fatto che tutti i segnali saranno analizzati in tempo reale tramite reti ad alta velocità che collegano le stazioni ad un supercomputer centrale che correlerà i dati. Gli scopi scientifici sono moltissimi, la maggior parte dei quali di interesse per INAF e di importanza tale da auspicare una partecipazione diretta in questa impresa, sia con una l'acquisire una stazione presso il sito di Medicina, già servito da fibra ottica, e/o con un opportuno upgrade della Croce del Nord, come discusso sopra, sia con una ulteriore possibile estensione delle baselines con l'avere una vicino all'antenna di SRT, che anch'essa sarà connessa a breve in fibra ottica. INAF ha mostrato interesse all'acquisizione di stazioni Lofar, sottoscrivendo alla fine del 2008 una lettera di intenti inviata al consorzio internazionale Lofar. In seguito a questa lettera, un rappresentante INAF è stato invitato a far parte del Board del Consorzio LOFAR Europeo.

LARGE BINOCULAR TELESCOPE

Il Large Binocular Telescope (LBT) nasce dalla collaborazione fra Istituti di Ricerca italiani, statunitensi e tedeschi.

I partners sono riuniti nella "LBT Corporation", organizzazione no-profit fondata nel 1992. Compito della Corporation è stato in passato quello di realizzare il Large Binocular Telescope, mentre nel presente il compito primario è di gestire le attività dell'Osservatorio LBT.

I Partners del progetto LBT sono: INAF – Istituto Nazionale di Astrofisica per il 25%, University of Arizona (Tucson, Arizona) per il 25%, Ohio State University (Columbus, Ohio) per il 12,5%, la Research Corporation (Tucson, Arizona) per il 12,5%, e la LBT Beteiligungs Gesellschaft, che rappresenta un consorzio di Istituti ed Università tedesche, per il rimanente 25%.

Il telescopio, progettato e costruito in Italia, è il più grande telescopio a montatura singola mai costruito. Alto 25 metri, largo 23, costato sino ad ora circa 110 milioni di dollari è situato nell'Osservatorio internazionale del Monte Graham, in Arizona (USA).

La sua particolarità è quella di essere un "binocolo"; è infatti costituito da due specchi di 8.4 metri ciascuno accoppiati in un'unica montatura meccanica. E' più potente non solo dell'attuale maggiore telescopio terrestre, il Keck delle Hawaii (10 metri, contro gli 11.8 equivalenti dei due specchi accoppiati di LBT), ma anche del Telescopio Spaziale Hubble: la risoluzione angolare di LBT (cioè la capacità di cogliere i dettagli) sarà infatti equivalente a quella di un telescopio con un unico specchio di 22.8 metri di diametro, circa dieci volte superiore a quella di Hubble.

Il Large Binocular Telescope si eleva su un supporto alto-azimutale. La struttura del supporto ottico di elevazione si sposta su due grandi anelli a forma di "C". I due specchi primari di 8.4 m di diametro sono montati a una distanza di 14.4 m tra i due centri. L'utilizzo di bracci mobili per ruotare gli specchi secondari e terziari con i loro supporti, onde possibile cambiare rapidamente l'assetto del telescopio per passare da

un'osservazione all'altra. La breve lunghezza focale degli specchi primari (F/1.142) permette che la struttura del telescopio sia molto compatta e quindi rigida.

LBT utilizza un sistema di ottiche adattive integrato nel telescopio, i cui specchi secondari sono deformabili con grande accuratezza e velocità per controllare la qualità delle immagini. Questa tecnica, in cui l'Italia è indiscusso leader a livello mondiale, consente al telescopio di ottenere immagini estremamente nitide, controbilanciando l'effetto dell'atmosfera che tende, col suo perenne movimento, a creare immagini "confuse" degli oggetti celesti. 672 magneti controllati da un computer agiscono su ciascuno dei due specchi secondari di LBT, deformandoli in tempo reale, in risposta alle variazioni della turbolenza atmosferica e mantenendo così sempre nitida l'immagine che si va formando.

L'impiego dell'ottica adattiva e dell'interferometria ottica, possibile grazie alla struttura binoculare, rendono LBT uno strumento unico per l'astronomia.

Già nel 2007, con il primo strumento installato, la "Large Binocular Camera" (LBC) costruita in Italia, si sono effettuate ad LBT le prime vere osservazioni scientifiche nella forma di "Science Demonstration Time" di LBC. Le osservazioni con entrambe le camere di LBC in modo binoculare proseguono regolarmente dal gennaio 2008 dopo la decisione del Board di LBT di dedicare il 50% del tempo ad osservazioni scientifiche.

A metà del 2008 è stato installato il secondo strumento, LUCIFERa, uno spettrografo-imager nel vicino IR che può lavorare sia in modo "seeing limited" che in modo adattivo. Dopo un periodo di rodaggio particolarmente lungo, durante il quale sia LUCIFER che LBT sono stati profondamente revisionati e messi in condizione di operare al meglio, lo strumento LUCIFER e il telescopio stesso sono ora perfettamente operativi. Nel primo semestre 2010 sono state iniziate le osservazioni scientifiche regolari per la comunità italiana. In particolare, 28 notti osservative sono state allocate per osservatori italiani nei primi sei mesi. Il numero di richieste di osservazioni in questo periodo sono state di gran lunga superiori alle possibilità, testimoniando l'interesse con cui la comunità tutta guarda a questo straordinario strumento.

Nel marzo del 2010 è stato installato su LBT il primo secondario adattivo che verrà usato da LUCIFERa e che sarà seguito dalla seconda unità (in congiunzione con LUCIFERb) nel 2010. Il 2010 vedrà anche l'installazione del terzo strumento, lo spettrografo ottico seeing limited MODS. In seguito verrà implementata l'interferometria con due strumenti, LINC-NIRVANA (anch'esso con importante partecipazione Italiana) nel vicino IR e LBTI nel medio IR ed un sistema di Laser Guide Stars per massimizzare l'efficienza dei sistemi adattivi.

Centro di Coordinamento Italiano alle Osservazioni LBT

A supporto della partecipazione italiana, è stato creato nel 2009 un Centro per la gestione delle Osservazioni con LBT con il compito di garantire assistere la comunità scientifica in tutte le fasi osservative e di garantirne un adeguato supporto tecnico logistico. Il centro è localizzato presso l'Osservatorio Astronomico di Roma e è operativo dall'ottobre 2009.

Le mansioni del centro consistono in: emanazione dei bandi osservativi, coordinamento delle operazioni del comitato di selezione delle proposte, organizzazione delle osservazioni in modalità Service, coordinamento delle attività di sviluppo di software di analisi dati LBT, assistenza alle operazioni di commissioning e implementazione nuova strumentazione al telescopio. Il centro coordina anche le operazioni dei rappresentanti italiani al Board e negli altri comitati di LBT, e la divulgazione sia in ambito scientifico che presso il grande pubblico.

Archiviazione dei dati LBT

Va inoltre ricordato che il sistema di archiviazione dei dati raw di LBT è implementato presso l'IA2 di Trieste, che provvede anche all'archiviazione dei dati del TNG. Contemporaneamente, per i dati di imaging provenienti da LBC e LUCIFER è in funzione presso l'Osservatorio di Roma un servizio di analisi dati che permette agli osservatori di avere a disposizione le immagini scientifiche di LBC propriamente analizzate.

Un servizio simile per i dati di LUCIFER e MODS è in corso di implementazione presso l'IFSI-Milano.

Sviluppi strumentali

Le principali linee di sviluppo di strumentazione per LBT in cui è coinvolta la comunità italiana sono:

- Lo sviluppo di uno strumento interferometrico IR (LINC-NIRVANA) negli osservatori di Padova, Roma, Bologna e Arcetri;
- Lo sviluppo del secondo specchio secondario adattivo (Osservatorio di Arcetri)
- Lo sviluppo di un sistema di laser per la creazione di stelle artificiali per l'ottica adattiva denominato ARGOS, sviluppato all'Osservatorio di Arcetri.

LINC-NIRVANA

Strumento al 50% INAF, oltre a rappresentare l'unico esempio di interferometro di Fizeau su telescopi della classe 8m, e quindi in grado di produrre immagini interferometriche a relativamente largo campo, è anche considerato il precursore degli ELT, in quanto sintetizza in modo coerente una apertura equivalente di quasi 23 metri.

In questo strumento la partecipazione Italiana è estrinsecata nell'area di maggiore expertise dell'Ottica Adattiva con la fornitura, tra le altre cose, dei 4 sensori di fronte d'onda e delle camere di acquisizione per le stesse.

Croce del Nord, Parabole di Medicina e Noto ed EVN

LA CROCE DEL NORD

Lo strumento, di proprietà dell'Università di Bologna, viene gestito dall'Istituto di Radioastronomia tramite convenzione. Dalla sua realizzazione quaranta anni fa, la Croce del Nord ha prodotto cataloghi di radio sorgenti, e ha permesso lo studio della variabilità a bassa frequenza dei blazars e di oggetti particolari come le pulsar.

Attualmente la sua grande area di raccolta fa della Croce un banco di prova unico per lo sviluppo di tecnologie osservative innovative (adaptive-beam forming, multi-beaming e RFI mitigation) e della relativa componentistica, utilizzate per lo sviluppo del radiotelescopio del futuro Square Kilometre Array (SKA). Questa attività è stata finanziata dalla Comunità Europea nell'ambito del progetto SKADS (FP6) e continua a esserlo con il progetto PrepSKA (FP7). Il dimostratore SKA denominato BEST è stato completato per quel che riguarda le fasi 1 e 2, relativi complessivamente a 8 cilindri N/S con 32 ricevitori (1410 metri quadri). I risultati ottenuti su beam forming e reiezione RFI sono estremamente interessanti ed appaiono come le tecniche più promettenti da applicarsi al futuro SKA. Il completamento della fase 3 (Installazione di low noise amplifiers sul ramo Nord Sud) necessita di ulteriori risorse, che non sono più garantite in toto in ambito comunitario. Si è inoltre attivata la partecipazione al progetto Aperture Array Verification System (AAVP), che ha lo scopo di sviluppare le tecnologie relative ai sensori radioastronomici a bassa frequenza per SKA. Esiste un forte interesse di industrie italiane a partecipare ai progetti collegati a SKA, che garantirebbero loro l'acquisizione di tecnologie di avanguardia, da utilizzare non solo nel puro ambito astronomico.

Al momento è anche in corso un progetto pilota, finanziato inizialmente dall'Università di Bologna, che prevede la modifica di parte della Croce del Nord per il suo utilizzo come elemento lontano del radiotelescopio olandese di nuova generazione "Low Frequency Array" (LOFAR), al quale sono interessate diverse nazioni europee tra cui Germania, Inghilterra e Francia. Il primo passo è quello di verificare le prestazioni di LOFAR su una linea di base di circa 1000 km, utilizzando il collegamento in fibra ottica tra Medicina e l'Olanda.

Inoltre si sta concretizzando la possibilità di fare entrare la stazione Medicina nei programmi di monitoraggio dei detriti spaziali all'interno del programma ESA Space Situational Awareness Activities (attraverso ASI).

Parabole di Medicina e Noto

Le due parabole di Medicina e Noto sono dotate di strumentazione di prima qualità e permettono prestazioni di ottimo livello. Questo le rende elementi di eccellenza nelle attività osservative di Consorzi internazionali quali l'European VLBI Network, [EVN, <http://www.evlbi.org>], anche tramite la partecipazione al Joint Institute for Very Long Baseline Interferometry in Europe [JIVE <http://www.jive.nl>], il Global Millimeter VLBI Array [<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/div/vlbi/globalmm/>], l'International VLBI Service for Geodesy and Astrometry [<http://ivscc.gsfc.nasa.gov/>]. Grazie ad esse e alla qualità dei dati osservativi forniti ai vari Network, unanimemente riconosciuta di alto livello, la radioastronomia italiana partecipa a programmi internazionali di sviluppo tecnologico di grande respiro, come RadioNet (in FP6 ed FP7) e EXPRoS (FP6 e FP7). In ambito europeo, la parabola di Medicina è una delle poche capaci di cambiare la frequenza osservativa in modo completamente automatico con tempi che vanno dai 3 secondi ai 4 minuti.

È inoltre una delle poche che ha connessione in fibra ottica ad alta velocità alle reti internazionali, permettendo il trasferimento dei dati in tempo reale su distanze di migliaia di km. Questa tecnologia rappresenta un modo operativo che sta cambiando radicalmente l'utilizzo della rete VLBI ed è inoltre alla base del funzionamento dei futuri radiotelescopi di nuova generazione quali LOFAR e SKA. La parabola di Noto è l'unica ad avere lo specchio primario dotato di superficie attiva. Questo sistema, completamente progettato dall'Istituto di Radioastronomia e che viene replicato in SRT, consente all'antenna di operare a 43 GHz con una efficienza costante a tutte le elevazioni di puntamento del 45%. Sono in corso tests a 86 GHz dove si prevede arrivare a una efficienza del 35%.

Occorre notare l'importanza delle due antenne come nodi della rete per il VLBI geodetico. In particolare, la collocazione dell'antenna di Noto nella punta Sud della Sicilia (placca continentale africana) permette il monitoraggio dei moti crostali relativi della piattaforma europea e dell'Italia.

Le antenne sono utilizzate durante tutto l'arco dell'anno. Per circa 60 giorni (24 ore su 24) osservano per le sessioni coordinate dall'European VLBI Network e per 30 giorni per l'International VLBI Service for Geodesy and Astrometry. L'antenna di Medicina partecipa anche alle osservazioni e-VLBI (cioè nella rete VLBI connessa in fibra ottica). Se si esclude il periodo di manutenzione, test di strumenti e calibrazioni (circa 60 giorni), il resto del tempo è impiegato per osservazioni single-dish in continuo (variabilità di blazars, monitoring di sorgenti di FERMI e PLANCK) e spettroscopia (masers OH, H₂O, metanolo) e per progetti di geodesia. I programmi, sottoposti da ricercatori di varie istituzioni italiane e straniere, sono selezionati dal TAC esaminando le richieste pervenute. Il tempo totale richiesto è sempre superiore alle disponibilità.

La prospettiva futura è la collaborazione con ESA per esperimenti di Radio Science, e la partecipazione alle osservazioni del VLBI spaziale (satellite russo RadioAstron, lancio autunno 2010 e satellite giapponese VSOP2, lancio 2012).

Per quanto riguarda lo stato strutturale, entrambe le parabole risentono il peso di oltre 20 anni di intensa attività osservativa, e in particolare si evidenziano per entrambe cedimenti fisiologici nella movimentazione dovuti all'usura. Sull'antenna di Medicina sono compromessi la cremagliera e il pignone dell'Elevazione, che necessitano di riparazione urgente. L'antenna di Noto mostra un grave deterioramento della rotaia, che è sfociato in un gravissimo guasto ai cuscinetti di una delle ruote di azimuth, avvenuto in marzo 2010. A causa di tale guasto, che ha anche provocato lo slittamento laterale della ruota rispetto alla rotaia, l'antenna è stata necessariamente fermata.

A parte gli interventi urgentissimi di cui sopra, si rendono necessari interventi sugli ascensori e sulla struttura, in aggiunta alla necessità di rinnovare la strumentazione e le apparecchiature di supporto (ricevitori, analizzatori di spettro, sintetizzatori, ecc.).

Protezione Radio Frequenze

L'attività di protezione delle frequenze assegnate al servizio di radioastronomia consiste di interventi locali, cioè campagne di monitoraggio giornaliero delle bande riservate alla radioastronomia per l'identificazione delle interferenze e della loro ubicazione e azioni attraverso gli Uffici Territoriali competenti, e di interventi nazionali per contatti diretti con l'Amministrazione Nazionale (Ministero Comunicazioni). A livello internazionale, è garantita la partecipazione alle azioni del Committee for Astronomical Frequencies (CRAF), organismo coordinato sotto l'egida della European Science Foundation. In particolare, si sta analizzando il problema derivante dalle possibili interferenze da parte di un parco eolico in fase di realizzazione in prossimità del sito SRT.

SRT

Costruzione

Il Sardinia Radio Telescope è un paraboloide da 64m di diametro, che è in via di costruzione e sarà il più grande radiotelescopio italiano. Il suo completamento è previsto per la fine del 2010.

Il suo utilizzo sarà sia in modalità singola antenna che come terzo polo italiano del VLBI. Dettagli sul progetto e sulle tematiche scientifiche sono presentati sulla pagina web del progetto (<http://www.srt.inaf.it>). Le scelte costruttive e le correzioni attive lo rendono capace di operare su un grande intervallo di frequenze (da 0.3 a 100 GHz) con un grande campo di vista e i numerosi fuochi sono facilmente accessibili. Al momento attuale sono previsti tre ricevitori, uno per ognuna delle posizioni focali principali: un ricevitore dual frequency 300MHz-1.4GHz, per fuoco primario, pensato principalmente per applicazioni nell'ambito del EPTN (European Pulsar Timing Array), un ricevitore multibeam a 22 GHz per il fuoco Gregoriano, pensato principalmente per effettuare grandi survey di cielo spettroscopiche, polarimetriche o in total power, sfruttando la larga banda di acquisizione, e un ricevitore a 6,7 GHz pensato principalmente per osservazioni del Metanolo e osservazioni VLBI.

Il sito di SRT sarà inserito nella rete telematica a larga banda della regione Sardegna con risorse messe a disposizione di recente del Governo regionale e quindi avrà la possibilità di operare in e-VLBI. Inoltre ospiterà un polo della rete di supercalcolo regionale "CyberSAR", gestita dal Consorzio Cosmolab, di cui l'INAF fa parte. Durante il 2008-2010, in parallelo al completamento dello strumento e delle infrastrutture edilizie, sono previste attività sistematiche di monitoraggio del sito che consentiranno, in due anni, di caratterizzarlo sia dal punto di vista elettromagnetico, sia dal punto di vista della trasparenza ad alte frequenze.

Di recente l'INAF ha concluso un'importante trattativa con l'ASI, che si è conclusa con la stipula di un accordo per il completamento del Complesso (SRT e Stazione),

che vede un significativo contributo economico dell'ASI, a fronte di un tempo di utilizzo garantito del 20%. Il quadro economico di massima per portare rapidamente SRT e la Stazione ad un "regime di operatività altamente competitivo", allegato all'accordo con l'ASI, prevede sostanziose risorse necessarie per la strumentazione accessoria e per gli apparati di Stazione, per un totale di 12.7 M€.

La costruzione di SRT ha visto di recente una rimodulazione della schedula e si prevede il completamento della infrastruttura entro il 2010. Le cifre indicate per il 2011 si riferiscono alla gestione dell'antenna.

Astrofisica TeV e Telescopi Cherenkov

L'astronomia gamma di alta energia (Very High Energy, VHE), tra 0.1 e 10 TeV, ha raggiunto negli ultimi anni risultati eccezionali, con profonde e sorprendenti implicazioni sui modelli teorici e sui meccanismi di emissione delle sorgenti osservate.

I dati forniti dai telescopi Cherenkov di ultima generazione hanno infatti portato alla scoperta di nuove sorgenti e hanno rivelato un cielo ricco di diverse morfologie. Nel breve futuro la comunità scientifica internazionale punta quindi a incrementare gli sforzi di ricerca in questo settore seguendo due strategie:

1. rafforzando gli apparati Cherenkov funzionanti da terra già esistenti o in corso di realizzazione, quali i grandi esperimenti:

HESS: costituito da 4 telescopi gemelli con diametro di 12m e situato in Namibia, l'apparato fa capo all'Istituto MPIK di Heidelberg (con partecipazioni francesi e britanniche) ed è operativo dal 2004.

MAGIC: situato alle Canarie, usa due telescopi di diametro di 17m e i partecipanti sono MPG (Germania), INFN ed INAF (Italia), and CICYT (Spagna) con partecipazioni da Armenia, Bulgaria, Croazia, Finlandia, Polonia.

VERITAS: un array di 4 telescopi del diametro di 12 metri operativo a Mount Hopkins in Arizona (USA) e gestito da un consorzio di Università americane.

2. successivamente cercando di realizzare il **CTA - Cherenkov Telescope Array**.

La comunità scientifica nazionale mostra un notevole interesse nell'astrofisica VHE-□ partecipando sia a facilities Cherenkov esistenti (MAGIC) sia, già dalla fase preparatoria, al futuro Cherenkov Telescope Array (CTA). L'interesse si manifesta sia per gli aspetti teorici e osservativi che per quelli strumentali, es. i metodi di fabbricazione di specchi (Osservatorio di Brera) e lo sviluppo di telescopi Cherenkov non convenzionali basati su lenti di Fresnel a largo campo (progetto GAW a IASF/Palermo).

MAGIC (operativo dal 2004 a La Palma, isole Canarie) è un telescopio che sfrutta la produzione di luce Cherenkov da parte di particelle superluminali nell'atmosfera. MAGIC è stato concepito per rivelare fotoni cosmici fino a energie più basse ($E_{thr}=50$ GeV) di quelle possibili con altri telescopi simili sia della generazione precedente (Whipple, HEGRA, CAT, Cangaroo) che attualmente operativi (HESS operativo dal 2003 in Namibia, e VERITAS operativo dal 2007 in Arizona). Il rationale di MAGIC è primariamente studiare il cielo nord in banda VHE-□ alla più bassa soglia di energia possibile oggi. Dato il relativamente grande orizzonte cosmico VHE-□ accessibile, il nucleo principale della ricerca di MAGIC comprende AGN e GRB. (Per questi ultimi, è cruciale la possibilità di ruotare da una direzione nel cielo a un'altra in circa mezzo minuto, a sua volta resa possibile dalla costruzione leggera della struttura in fibra di

carbonio.) Inoltre la bassa E_{thr} permette di esplorare lo spettro delle sorgenti su una finestra energetica più ampia, quindi in principio aiuta a distinguere la natura adronica o leptonica dell'emissione VHE- γ che in una finestra energetica più stretta possono apparire simili.

Nel periodo 2004-2009 MAGIC ha lavorato come singolo telescopio; dal 2009 (con commissioning finito in primavera 2010) sta lavorando in modalità stereo grazie all'introduzione di un secondo specchio, clone migliorato (per elettronica e rivelatore) del primo. Gli specchi, aventi diametro 17 m, sono i maggiori specchi ottici (tessellati) esistenti.

Alcuni dei suoi risultati osservativi, MAGIC li ha ottenuti mediante osservazioni programmate (es. Crab pulsar, IC 443, 1ES 1218+304), altri mediante osservazioni triggerate da stati di attività notati in altre bande spettrali (specie nell'ottico: es. Mrk 180, 1ES 1011+496, S5 0716+714), altri ancora mediante programmi condotti in cooperazione con altri telescopi in varie bande energetiche.

Tra i risultati importanti finora ottenuti da MAGIC ricordiamo la scoperta di 9 AGN come sorgenti VHE- γ (su 37 noti), e tra essi 3C279 il più lontano ($z=0.539$) e IC310 la prima galassia *head tail*, la scoperta di emissione transiente VHE- γ nell'immediata del miglior candidato di buco nero di massa stellare Cyg X-1, la rivelazione dell'emissione magnetosferica della pulsar al centro della Crab Nebula che ha permesso di risolvere l'annoso problema dell'origine della radiazione VHE- γ identificandola in regioni relativamente lontane dalla superficie della pulsar (modello *outer gap*), lo studio sistematico (spettrale, temporale, morfologico) della binaria TeV (forse microquasar) LS I 61+303, lo studio spettrale e morfologico del resto di supernova IC 443. Tra i risultati in cooperazione, ricordiamo (a) il primo studio che ha portato a verificare che la regione di accelerazione degli elettroni emittenti in un AGN (M87) è situata nelle immediate vicinanze (<50 raggi di Schwarzschild) del buco nero centrale, e (b) la determinazione della distribuzione spettrale d'energia mediante osservazioni simultanee ottiche, X, γ per parecchi AGN (blazar, specificamente) che ha permesso di risolvere il modello d'emissione Synchro-Self-Compton (SSC) per queste sorgenti – cosa precedentemente impossibile per la degenerazione intrinseca tra campo magnetico e densità elettronica presente nell'emissione di sincrotrone. Un ulteriore importante risultato riguarda il fondo extragalattico infrarosso-ultravioletto (Extragalactic Background Light, EBL): gli spettri *misurati* di AGN lontani hanno permesso, in associazione con (ragionevoli) ipotesi sui corrispondenti spettri d'emissione *intrinseci*, di porre vincoli sulla densità del campo di fotoni EBL, e quindi sui corrispondenti modelli di formazione dell'EBL: in questo, MAGIC ha chiaramente tratto vantaggio dalla sua bassa energia di soglia E_{thr} .

In due ulteriori campi, purtroppo, MAGIC (in compagnia di tutti gli altri telescopi Cherenkov!) sta ancora attendendo un risultato – che per forza di cose sarebbe fondamentale. L'osservazione più profonda finora fatta in direzione del migliore candidato di sorgente di radiazione da decadimento di materia oscura (per prossimità alla Terra, per rapporto M/L, per densità di materia oscura, per assenza di sorgenti VHE- γ astrofisiche) ha dato solo limiti superiori al flusso, potendo porre limiti piuttosto blandi a modelli di emissione da decadimento del neutralino. La scoperta di emissione, in fase *prompt* o di *afterglow*, da GRB è pure un obiettivo importante per la potenzialità di eliminare o confermare intere categorie di modelli di emissione da GRB: MAGIC ha mancato per un soffio l'osservazione, e la probabile rivelazione, dell'emissione prompt del "naked eye" GRB 080319B (troppo vicino all'alba per una manciata di minuti, quindi con MAGIC che si era appena spento per evitare danni ai fotomoltiplicatori del rivelatore). In ogni caso, la caccia continua!

Nel 2007-2008 INAF ha firmato una serie di MoU con la collaborazione MAGIC (preliminare nel 2007, definitivo nel 2008), in forza dei quali INAF ha fornito 104 pannelli di circa un mq ciascuno per coprire metà della superficie di MAGIC II. La

tecnica adottata è quella di sandwich di vetro messi "in forma" tramite cold slumping. Il valore di investimento attribuito a questo contributo è stato di 300 keuro, inclusi sia del contratto industriale (Media Lario) sia dell'attività di ricerca e sviluppo (Oss. di Brera e Padova). Il successivo montaggio degli specchi a La Palma è stato curato da personale INAF degli Osservatori di Brera, Padova e TNG.

In conseguenza del MoU INAF ha il diritto di partecipare al Board della collaborazione; sei full scientist e due postdoc sono coinvolti nelle attività scientifiche e di gestione, e compaiono nella authorship dei lavori MAGIC; altri scienziati INAF possono essere coinvolti on a case by case basis. E' anche il caso di menzionare che un ulteriore scienziato INAF (Oss. di Trieste), entrato in MAGIC prima dell'adesione di INAF attraverso associazione gratuita alle attività INFN, è Physics Coordinator di MAGIC.

Costruzione

Con la costruzione del secondo telescopio, che opera simultaneamente al primo in stereoscopia, MAGIC II ha ottenuto un miglioramento della sensibilità (0.01 crab units) e della risoluzione angolare (0.1 gradi) e l'abbassamento della soglia di energia di operatività sotto ai 50 GeV. Le migliorate prestazioni consentono un effettivo raccordo con la banda spettrale dell'astronomia gamma dallo spazio di grande tradizione scientifica e di grande interesse attuale per la comunità INAF per il ruolo primario che essa svolge su AGILE e per l'apporto che dà a *Fermi*.

Parallelamente, in collaborazione con gruppi spagnoli e portoghesi, vengono esplorate nuove tecniche sperimentali ed osservative con l'implementazione presso l'osservatorio di Calar Alto (Spagna) del prototipo di GAW orientato alla realizzazione di un grande campo al TeV.

Il futuro della Gamma Astronomia al TeV: il CTA(Cherenkov Telescope Array)

Lo sviluppo della astronomia al TeV si muove su alcune chiare direttrici:

- Esplorare il cielo al TeV con una sensibilità un ordine di grandezza più spinta dell'attuale;
- Allargare la banda di energia esplorabile verso le basse con lo scopo di agganciare gli spettri misurati con tecniche Cherenkov da terra con quelli rivelati dalle missioni di gamma astronomia dallo spazio (Fermi, AGILE);
- Alzare la soglia superiore di energia fino a 100-200 TeV per studiare i processi di origine dei raggi cosmici e limiti degli acceleratori galattici.
- Migliorare la risoluzione angolare per studi di morfologia ed ampliare il campo di vista per favorire le survey.

La comunità scientifica internazionale del settore vede nel CTA (Cherenkov Telescope Array) lo strumento per raggiungere questi obiettivi.

Il progetto prevede la costruzione di due schiere di telescopi Cherenkov (una nell'emisfero sud ed una in quello nord) composte da tre tipi di telescopi per le basse, medie ed alte energie per un totale di circa 100 telescopi.

A partire dal 2008 la comunità scientifica internazionale, inclusi INAF e INFN, ha avviato una attività di coordinamento preliminare sul CTA per definire:

- obiettivi e caratteristiche dell'array
- modalità di localizzazione del sito d'impianto
- attività di monitoraggio delle caratteristiche atmosferiche dei siti candidati
- parametri di costruzione
- ottimizzazione dell'array
- organizzazione delle operazioni tecnico-scientifiche
- modalità di realizzazione che soddisfino criteri di rapidità ed economicità

- governance, procurement e stato giuridico dell'entità preposta alla sua costruzione e gestione in ambito pan-europeo.

Il contributo INAF al progetto riguarda principalmente la tecnologia di costruzione degli specchi, i sensori focali, il data handling e la governance del CTA come osservatorio internazionale. L'INAF intende contribuire principalmente ai telescopi per le alte energie proponendo un disegno ottico alternativo a quello fino ad ora utilizzato per i telescopi Cherenkov.

A livello internazionale al progetto CTA partecipano più di cento istituti appartenenti a 22 nazioni. Dal 2008 il CTA è nella "roadmap" di ESFRI e recentemente la commissione europea, nell'ambito di FP7-Infrastructures-2010-11 ha deciso di finanziare la Preparatory Phase del CTA con un contributo 5,2 milioni di Euro.

Nella fase preparatoria l'INAF ha un ruolo essenziale con la responsabilità formale del Work Package (WP) del Procurement e con quello della struttura del telescopio per le alte energie, quest'ultimo WP definirà il sistema ottico, meccanica del telescopio, gli specchi e la motorizzazione. Il contributo di INAF va oltre questi due WP e comprende la partecipazione ai WP di Fisica, Simulazioni Montecarlo, Specchi, Data Handling, Sito.

Altre attività nell'ambito dell'Astrofisica delle Alte Energie

L'interesse allo studio della radiazione cosmica primaria di alta ed altissima energia viene da motivazioni legate alla comprensione della natura dei primari e dei processi astrofisici che li accelerano e dalla fisica particellare, in quanto i raggi cosmici permettono di esplorare la fisica delle interazioni elementari ad energie più alte di quelle raggiungibili con gli acceleratori.

I progetti da terra sono quindi finalizzati alla comprensione delle caratteristiche dello spettro energetico, della composizione chimica ed alla ricerca di anisotropie e sorgenti dei raggi cosmici, con misure distribuite su intervalli energetici contigui dello spettro primario tra 10^{11} e 10^{21} eV.

Le osservazioni sono effettuate con grandi apparati a terra, rivelando le particelle delle cascate prodotte in atmosfera (Extensive Air Showers, EAS) dalla interazione dei primari. L'obiettivo è quello di contribuire a costruire un solido quadro di risultati sperimentali in particolare negli intervalli energetici attorno al "ginocchio" ($\approx 10^{15}$ eV) ed alla "caviglia" ($\approx 10^{18}$ eV) dello spettro energetico raccordandoli con le misure dirette effettuate da satellite nella regione dei GeV e dagli apparati Cerenkov nella regione delle centinaia di GeV. Le misure permettono anche un controllo dei modelli di interazione adronica in atmosfera ad energie non ancora raggiungibili dagli acceleratori di particelle.

Lo studio sperimentale dei neutrini emessi dai collassi gravitazionali stellari permette di ottenere informazioni dirette sulle fasi finali delle più accreditate sorgenti di raggi cosmici (SuperNova, SN) e può aggiungere informazione agli studi sulla massa del neutrino e sulle ipotesi di oscillazione, in modo complementare rispetto agli esperimenti sui neutrini solari, atmosferici e terrestri.

L'attività è dedicata alla rivelazione di burst di neutrini di bassa energia (≈ 10 MeV) di origine cosmica ed è finalizzata allo studio sperimentale dei collassi gravitazionali stellari ed alla interpretazione dei relativi meccanismi di emissione neutrinica. La partecipazione a misure sulla materia oscura completerà l'approccio sperimentale a tutti i più importanti argomenti aperti nel campo della fisica astroparticellare.

I progetti da terra in cui l'INAF partecipa tramite lo IFSI di Torino sono:

ARGO - YBJ

Dedicato alla ricerca di Gamma Ray Bursts al suolo, di sorgenti gamma galattiche ed extragalattiche localizzate e diffuse con tecnica di imaging degli sciame atmosferici e allo studio dello spettro primario dei raggi cosmici tramite rivelatori RPC (Resistive Plate Chambers) a quota di 4300 m slm (Yangbajing, Tibet). Questo permette di abbassare la soglia di rivelazione a poche centinaia di GeV e quindi di sovrapporsi alla regione tipica degli apparati Cherenkov.

KASCADE GRANDE E PIERRE AUGER OBSERVATORY

L'apparato è costituito dai rivelatori della componente elettromagnetica, muonica, adronica e radio (LOPES) ed è in funzione dal 2004 a Karlsruhe (Germania). Esso opera nell'intervallo energetico $10^{14} - 10^{18}$ eV con l'obiettivo di rivelare l'eventuale cambiamento di pendenza dello spettro dei primari pesanti (Fe) atteso a 10^{17} eV e di studiare le proprietà fondamentali delle interazioni adroniche ad altissima energia, continuando le misure di EASTOP nello studio sperimentale della "fisica del ginocchio".

Il Pierre Auger Observatory (P.A.O.) opera nell'intervallo energetico $5 \times 10^{18} - 10^{21}$ eV per lo studio di spettro, composizione chimica ed anisotropie alle energie estreme. Si prevede un sito per ciascun emisfero. Il sito Sud dell'esperimento si trova a Malargue, Argentina. E' stato completato nel 2008 ed ora è in presa dati continua.

Ha misurato con alta significatività statistica una diminuzione del flusso dei raggi cosmici ad energie maggiori di 4×10^{19} eV compatibile con l'atteso GZK cutoff dovuto alla interazione dei raggi cosmici con il Cosmic Microwave Background. Per la prima volta ha ottenuto evidenze sperimentali sull'esistenza dei raggi cosmici extra galattici e sulla loro anisotropia dimostrando la fattibilità di una Astronomia dei Raggi Cosmici alle energie estreme. L'apparato dell'emisfero Nord sarà costruito in Colorado (USA) ed è in fase di realizzazione il Research&Development Array (RDA).

L'INAF partecipa al P.A.O. con ricercatori dell'IFSI di Torino e dello IASF di Palermo.

LVD

E' un Osservatorio Neutrinico per rivelare burst di neutrini di bassa energia (e il loro flavour) generati da collasso gravitazionale stellare nella galassia. L'esperimento è in funzione presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). LVD è inserito nella rete globale di rivelatori di neutrini denominata SuperNova Early Warning System (SNEWS) e collabora con la rete di rivelatori gravitazionali. Da agosto 2006 è operativo il fascio di neutrini dal CERN ai LNGS.

Oltre che come osservatorio neutrinico, LVD effettua misure su antineutrini solari, flusso da interazioni di neutroni a grande profondità e su sciame di muoni a grandi angoli zenitali raccordandosi così con lo studio dei raggi cosmici di alta energia. Questa attività potrebbe raccordarsi con le misure sulla materia oscura in previsione nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso.

Strumenti solari ed European Solar Telescope

La comunità solare europea ha identificato come obiettivo infrastrutturale prioritario per le proprie attività di ricerca la costruzione di una nuova generazione di telescopi che consentano osservazioni del Sole caratterizzate dall'elevata precisione polarimetrica e da un'alta risoluzione spaziale.

Il primo passo in questa direzione è rappresentato dalla costituzione di *EAST - European Association for Solar Telescopes*, come previsto dalla risoluzione sottoscritta durante il "*New Generation Large Aperture Solar Telescopes Workshop*", organizzato dal European Science Foundation nel 2006, con l'intento di creare un

contesto europeo nel quale maturare e condividere idee riguardo progettazione e realizzazione.

In questi progetti, la comunità solare italiana vede la naturale evoluzione dell'importante attività tecnologica, scientifica e formativa svolta nell'ambito del progetto Franco-Italiano THEMIS e nella costruzione di IBIS, di cui si sta studiando la possibilità di svilupparne una nuova versione da collocare sul ATST – Advanced Technology Solar Telescope nonché dell'esperienza, che si intende proseguire, maturata nell'acquisizione ed analisi dati raccolti da strumenti italiani e nei principali osservatori internazionali.

In particolare l'INAF, come indicato dal Piano a Lungo Termine, considera questi strumenti necessari per la ricerca su:

- struttura interna del Sole;
- generazione, dissipazione e rimozione del campo magnetico dalla superficie solare;
- riscaldamento dell'atmosfera solare esterna, eventi coronali esplosivi ed altri fenomeni;
- variabilità solare
- interazioni Sole-Terra

prevedendone pertanto nella roadmap la partecipazione alla loro eventuale costruzione, a cominciare dalle fasi di studio preliminare. In questa ottica si colloca l'adesione dell'Istituto alla richiesta di finanziamento, avanzata alla Commissione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro, da 36 istituzioni di ricerca, (29 partner + 7 associati) presenti in 14 paesi, per il Design Study di *EST – European Solar Telescope*, un telescopio solare della classe 4 metri, dalle caratteristiche quindi fortemente innovative, soprattutto in considerazione della tecnologia che sarà necessario implementare per arrivare alla sua costruzione. Le attività sono iniziate nell'autunno 2008 e termineranno nel gennaio 2011.

ATTIVITÀ IN ANTARTIDE

Diverse unità operative sono impegnate in ricerche relative all'astronomia e alle relazioni Sole-Terra, dal territorio antartico, in varie basi, nazionali o straniere, nell'ambito dei seguenti programmi:

ITM (ex-IRAIT)

ITM (Infrared Telescope "Maffei", già IRAIT) è un telescopio infrarosso da 80 cm, finanziato dal PNRA a partire dal 1996 ed in fase di ultimazione presso la base italo-francese antartica Concordia di Dome-C.

Per il piano focale di questo telescopio è stata completata la camera **AMICA** (Antarctic Multiband Infrared CAmera). Si tratta di una camera antarticizzata per osservazioni nel vicino e nel medio IR. Un unico sistema ottico serve due rivelatori, un InSb 256x256 (sensibile a λ tra 1 e 5 micron) e un Si:As 128x128 IBC moderate flux (sensibile da 7 a 25 micron). La FOV risultante è 2.29×2.29 arcmin² e 2.89×2.89 arcmin², rispettivamente. Gli obiettivi scientifici principali sono i) lo studio di sistemi stellari in formazione e ii) gli involucri circumstellari che si formano nelle fasi avanzate dell'evoluzione stellare.

Il progetto AMICA è stato ideato presso l'Osservatorio Astronomico di Teramo e nel dicembre 2004 si è concretizzato tramite un'ampia collaborazione che vede impegnate altre 3 strutture dell'INAF: l'Osservatorio di Torino, l'Osservatorio di Padova e l'Osservatorio di Milano con oltre 20 partecipanti. Un secondo strumento di piano focale è in corso di realizzazione al CEA di Saclay (Francia), un camera bolometrica 16x16 (CAMISTIC), dedicata al site testing nella finestra di trasmissione atmosferica intorno ai 200 micron.

La collaborazione ITM vede coinvolti, oltre all'INAF, l'Università di Perugia (Dip. di Fisica), responsabile del telescopio, l'Università di Granada e l'Istituto di studi avanzati di Barcellona, responsabili della realizzazione dello specchio secondario, e il Service d'Astrophysique del CEA di Saclay, responsabile della realizzazione della camera CAMISTIC e del sistema di smaltimento e recupero del calore in eccesso dai criocompressori.

CONCORDIASTRO

Telescopio solare che ha l'obiettivo di osservare la superficie solare in alta risoluzione. Il programma è stato sostenuto da PNRA, a partire dagli anni 90, con interventi limitati, che non hanno consentito altro che lo studio di fattibilità del telescopio. La partecipazione del partner francese, Observatoire de Nice, Francia, garantisce l'ospitalità sulla piattaforma da 5 metri che è già realizzata a Dome-C.

SUPERDARN

Sistema di radar ionosferici destinati allo studio della dinamica del plasma nella ionosfera terrestre, comporta la realizzazione a Dome-C di due radar gemelli, sotto la responsabilità congiunta dell'INAF IFSI (Roma) e del CNRS LPCE (Orléans, Francia).

Tale programma è già finanziato dal PNRA, per i prossimi anni, per la costruzione e l'installazione. L'intervento INAF ha consentito attività di preparazione all'analisi dati. IFSI cura inoltre la manutenzione del radar installato sull'isola subantartica di Kerguelen, nell'oceano indiano, sempre in collaborazione con LPCE e per tale radar si prevede di raddoppiare la capacità osservativa (uso di due frequenze di sondaggio contemporaneamente - modalità STEREO). Il programma SuperDARN si basa su una più ampia collaborazione fra USA, Giappone, Australia, UK, SudAfrica, Canada, che gestiscono l'intera rete nella regione antartica e nella regione artica, che consente l'osservazione continua delle regioni aurorali settentrionale e meridionale.

Osservazioni di raggi cosmici nella regione antartica vengono effettuate dai "neutron monitor" italo-cileni sull'isola di Re Giorgio, nella base cilena, presso il LARC. La partecipazione italiana è stata garantita dal PNRA fin dall'inizio degli anni 90. Il sistema partecipa alla rete mondiale di rivelatori destinati allo studio della distribuzione in energia, e della sua modulazione per effetti solari, dei raggi cosmici, nonché allo studio degli eventi di protoni solari.

Strumentazione di corredo alle osservazioni di SuperDARN è dislocata presso altre basi nelle regioni polari, e curata da unità INAF; in particolare osservazioni dei fenomeni aurorali vengono effettuate con lo strumento AURORA, presso la base italiana antartica MZS (Stazione Mario Zucchelli) e con le due "All-sky camera" artiche ITACA, a NyAlesund, sull'isola di Svalbard, e a Daneborg, in Groenlandia. Queste installazioni sono state realizzate, e vengono mantenute, con fondi PNRA e CNR, a partire dal 1998.

Recentemente si è sviluppato in Europa un forte interesse per il sito Antartico, con particolare riferimento a Dome C, a causa del fatto che stime iniziali indicavano caratteristiche eccezionali sia di trasparenza che di turbolenza atmosferica. In conseguenza di queste caratteristiche del luogo sono stati proposti numerosi progetti per la costruzione telescopi ottici, radio, esperimenti nel sub-millimetrico e di polarizzazione del CMB in collaborazione con diversi partners internazionali. In questo ambito l'Italia ha partecipato al programma ARENA, un network EC finanziato nell'ambito del sesto Programma Quadro, che ha avuto lo scopo di promuovere la caratterizzazione e la ricerca astronomica nei siti antartici, con particolare attenzione a Dome-C.

3. Attività spaziali

L'INAF, in seguito alla riforma del 2003, è l'ente italiano maggiormente impegnato nell'ambito astrofisica spaziale, avendo almeno un terzo del proprio personale di ricerca impegnato nello studio, sviluppo e gestione scientifica di missioni spaziali dedicate all'astrofisica o nello sfruttamento dei dati con esse ottenuti. Le tematiche astrofisiche affrontate sono molteplici e a titolo di esempio possono essere qui menzionate le seguenti: eliofisica, esplorazione del sistema solare, planetologia extrasolare, cosmologia, fisica fondamentale, formazione delle strutture cosmiche, astrofisica delle alte energie.

Numerose sono le missioni spaziali che vedono un coinvolgimento più o meno importante dell'INAF. L'elevato numero dei progetti è da ricondurre al consistente impegno dell'ente nel campo. A ciò si aggiunge il fatto che non tutti gli studi si concretano in missioni approvate e, comunque, il tempo che intercorre tra le prime fasi di proposta e studio di fattibilità ed il lancio ed il successivo sfruttamento scientifico dei dati, è stimabile in 10-20 anni o più. Pertanto, l'attività nel campo dell'astrofisica spaziale non può prescindere dal mantenimento di una forte continuità e competitività a livello internazionale, partecipando alle opportunità offerte dalle varie agenzie spaziali (ASI, ESA, NASA, etc.) sulla base delle competenze acquisite dalla comunità nazionale. L'elevato numero di missioni alle quali INAF partecipa nelle varie fasi è testimonianza della vivacità e competenza della comunità che opera in questo campo di ricerca.

I progetti elencati in questa sezione sono suddivisi sulla base delle tre tematiche applicative: (a) Astrofisica dallo Spazio; (b) Fisica del Sistema Solare; (c) Fisica Fondamentale dallo spazio. All'interno di ciascuna di queste tre tematiche, i progetti sono raggruppati in: (i) Missioni operative o terminate da due anni; (ii) Missioni in fase di realizzazione, fasi C/D; (iii) Missioni o Progetti in fase di studio (assessment o fasi A/B).

Per lo studio, sviluppo, realizzazione di questi progetti si opera sia a livello nazionale che internazionale, per lo più sulla base di "Announcement of Opportunity". Per questo motivo è necessario poter rispondere rapidamente attuando studi di fattibilità sulla base delle competenze scientifiche e tecnologiche presenti nella comunità. Tra i progetti futuri, sono presenti sia missioni in avanzata fase di studio, sia concetti sviluppati e proposti sulla base degli sviluppi tecnologici.

Si riportano inoltre attività di supporto, finanziate da ASI, relative all'analisi dei dati e a studi preliminari, ivi incluse attività di ricerca e sviluppo, per nuove missioni.

I progetti elencati di seguito sono riportati in maniera sintetica, e vengono evidenziati soprattutto i contributi offerti da parte delle strutture INAF. Una breve descrizione dei progetti è anche reperibile sul sito web dell'INAF, Unità Organizzativa Attività Spaziali, ove sono indicati anche i link per eventuali approfondimenti.

3.1 ASTROFISICA DALLO SPAZIO

Vengono qui brevemente descritte le missioni, dedicate all'osservazione e studio del cielo oltre il sistema solare.

È importante sottolineare che nel 2008 è stato lanciato con successo il satellite della NASA Fermi-GLAST alla cui realizzazione l'Italia ha dato un contributo significativo, mentre il 14 maggio 2009 sono state lanciate le missioni HERSCHEL e PLANCK dell'ESA che hanno visto un importante contributo dell'INAF. In particolare è ricercatore dell'INAF il Principal Investigator dello strumento LFI di Planck.

Missioni in fase operativa

Le missioni considerate attualmente nella loro fase operativa sono quelle per le quali si è avuto un contributo alla realizzazione del carico scientifico da parte della comunità scientifica italiana che fa riferimento all'INAF, e/o esiste una funzione di mission support. Le missioni sono presentate in ordine di data di lancio crescente.

CHANDRA

Lanciato nel 1999, Chandra è uno dei due grandi osservatori X attualmente in orbita. La missione, operata interamente su fondi NASA, ha una durata prevista di almeno 10 anni. Chandra è un osservatorio aperto a tutta la comunità scientifica, cui gli astronomi INAF interessati propongono regolarmente richieste di osservazione con un buon tasso di successo.

L'Osservatorio Astronomico di Palermo è stato coinvolto nello sviluppo strumentale ed in particolare nello sviluppo e calibrazione dei filtri per la camera HRC, effettuata a Palermo, e conseguentemente ha avuto accesso a parte delle osservazioni di tempo garantito.

XMM-NEWTON

XMM-Newton, la seconda missione cornerstone di ESA, lanciato il 10 dicembre 1999, è uno dei due grandi osservatori per astrofisica X oggi disponibili.

Il contributo italiano a questa missione è stato ed è molto significativo. Le strutture INAF IASF-Milano ed IASF-Bologna (già Sezioni dell'Istituto IASF del CNR) hanno partecipato fin dalle origini al Consorzio EPIC, che ha realizzato le Camere a CCD poste nel piano focale di ciascuno dei tre telescopi.

In tale ambito, grazie ad uno specifico contratto ASI, hanno partecipato direttamente a tutte le fasi della missione, dalla progettazione al commissioning in volo, assumendo anche la responsabilità dell'integrazione di sistema; inoltre, hanno coinvolto l'Osservatorio Astronomico di Palermo nello sviluppo e calibrazione dei filtri.

La collaborazione con ESA è poi proseguita anche successivamente al lancio del satellite ed ha riguardato soprattutto il supporto alle operazioni in volo e la calibrazione dello strumento; accanto a questo, è stata assunta la responsabilità di garantire la piena efficienza delle due versioni a terra di EPIC (*"Flight Spare"*, FS), attualmente installate presso l'Università di Leicester (UK) e l'Istituto "Max Planck" di Monaco (D).

La missione, progettata per una vita operativa di almeno 10 anni, è tuttora pienamente funzionante ed è stata estesa da ESA sino al 2012; inoltre, le analisi più recenti sullo stato del satellite consentono di ipotizzare il pieno funzionamento della missione fino al 2019. Di conseguenza, almeno fino alla fine del 2012 le strutture già coinvolte nello sviluppo di EPIC intendono continuare a garantire il loro supporto ad ESA, sempre con il sostegno finanziario di ASI. Infatti le varie attività svolte fino ad ora diventeranno ancora più cruciali, dato il progressivo invecchiamento dello strumento.

INTEGRAL

INTEGRAL, messo in orbita il 17 ottobre 2002, con le sue osservazioni continua a studiare i fenomeni più energetici dell'Universo al meglio permesso dalle tecnologie esistenti nella banda operativa 5keV - 10 MeV, in sinergia con SWIFT.

Il risultato più rilevante ottenuto nel 2009 è stato quello relativo alla finalizzazione del quarto catalogo di IBIS, consistente in 723 sorgenti nella banda 17-100 KeV, fino ad un limite di flusso dell'ordine di circa 0.2 mCrab, ossia circa 1.5×10^{-12} ers/ cm² s. Molti di questi oggetti sono stati rivelati per la prima volta e la loro natura non è stata ancora identificata, per cui sono stati anche iniziati programmi di follow-up in banda X e ottica. Sono anche state effettuate correlazioni con il catalogo Fermi relativo ai primi

11 mesi rivelando 14 sorgenti comuni e sottolineando quindi i processi di emissione dominanti nelle diverse bande di energia.

Come di consueto nel 2009 è stata inoltre svolta attività di supporto al mantenimento e verifica delle prestazioni scientifiche di IBIS attraverso le calibrazioni periodiche (6 mesi di intervallo), ottimizzazioni dei pacchetti di telemetria in funzione delle variazioni del fondo strumentale.

La missione, estesa fino al 31 dicembre 2012, è ancora perfettamente funzionante e sono quindi previsti regolari ulteriori "calls for observing proposals" su base annuale fino al 2012.

SWIFT

Swift è il risultato di una collaborazione tra NASA, Italia (ASI e INAF) e Gran Bretagna.

Il satellite è stato lanciato nel Novembre 2004. L'Italia ha fornito e fornisce alcuni elementi chiave della missione, come le ottiche del telescopio per raggi X (MediaLario con Osservatorio Astronomico di Brera (OAB)), la base ASI di Malindi per il controllo del satellite e la trasmissione dei dati, il software per l'analisi dei dati di XRT (ASI ASDC), e le calibrazioni del telescopio per raggi X (OAB). L'archivio dei dati di Swift è ospitato in Italia da ASI ASDC.

L'Italia è inoltre molto attiva per i programmi di follow-up ottico e infrarosso dei GRB con i telescopi ESO (VLT) e con TNG. È da notare che il telescopio robotico REM, espressamente dedicato al follow up ottico e infrarosso dei burst rivelati da Swift è stato costruito da un gruppo di Istituti INAF, anche con il contributo del MIUR e di ASI ed è pienamente funzionante a La Silla (Cile), grazie ad un accordo ESO - INAF. I fondi per il funzionamento sono forniti da INAF.

Swift è perfettamente funzionante e sta rivelando GRB secondo le aspettative ad un tasso di 2 alla settimana.

COROT

La missione spaziale COROT (CONvection, ROTation and planetary Transits) è dedicata sia allo studio della struttura degli interni stellari tramite l'astrosismologia e l'attività stellare che alla ricerca di pianeti extrasolari col metodo dei transiti.

Lanciato nel dicembre 2006, il satellite continuerà a operare fino al 2012. La comunità italiana, dopo aver fornito un valido contributo alla preparazione scientifica della missione, ha analizzato i dati fotometrici di diversi tipi di stelle, pubblicando numerosi articoli.

Inoltre, INAF/OA Brera continua ad essere responsabile dello studio spettroscopico dei target principali per il programma di astrosismologia. Allo scopo sono stati ottenuti tre consecutivi Large Programme ESO (per complessivi 6 anni e mezzo, con gli strumenti FEROS e HARPS), l'ultimo dei quali terminerà nel 2012.

AGILE

AGILE, lanciato il 23 Aprile 2007, è una Piccola Missione scientifica realizzata interamente in Italia sotto l'egida ASI e si basa sul coordinamento tra gli istituti INAF, INFN, CIFS, Università e industria spaziale nazionale.

Le tre caratteristiche principali di AGILE sono: (1) ottimo imaging nella banda di energia 30 MeV - 30 GeV; (2) simultaneo imaging nella banda X 15-45 keV, (3) timing al μ s e rivelazione di GRB su un ampio spettro dinamico.

La missione ha ottenuto in tre anni di operazioni fondamentali risultati nel campo dell'astrofisica gamma galattica e extragalattica. Di cruciale importanza è il contributo che AGILE sta dando alla comprensione del fenomeno atmosferico dei Lampi Gamma Terrestri (TGF).

Nel 2010 è stata emessa la terza Announcement of Opportunity per lo sfruttamento scientifico della missione da parte della comunità nazionale ed internazionale. La base ASI di Malindi è la stazione di terra della missione. ASI-ASDC gestisce le attività di archiviazione, processamento e distribuzione dei dati scientifici e rende disponibile il software per l'analisi dei dati.

La missione AGILE è attualmente prevista continuare sino al 2011.

FERMI - GLAST

L'osservatorio spaziale GLAST, lanciato l'11 giugno 2008, è una missione NASA con ampia collaborazione internazionale (Italia, Giappone, Francia, Svezia). Da parte italiana partecipano ASI, INAF ed INFN. Dopo il lancio, la missione è stata dedicata ed Enrico Fermi e si chiama ora Fermi Gamma Space Telescope.

La partecipazione Italiana alla missione Fermi si articola su: (a) un importante contributo, a responsabilità INFN, alla progettazione, costruzione e calibrazione del tracker del LAT; (b) partecipazione all'attività di analisi dei dati di volo da parte di INAF, INFN ed ASI; (c) gestione dei dati della missione attraverso l'ASI-ASDC per permettere il loro utilizzo ottimale da parte della comunità italiana che è, tradizionalmente, tra le più attive nell'astrofisica delle alte energie.

Particolare interesse riveste il programma di monitoraggio ottico e radio degli oggetti celesti più promettenti, quali AGN e microquasar. Grossi sforzi vengono anche concentrati sulla mappatura X delle sorgenti gamma non identificate allo scopo di proporre candidate controparti.

Nei primi 18 mesi di attività la missione Fermi ha prodotto molti importanti risultati. Tra tutti ricordiamo il primo catalogo Fermi contenente 1451 sorgenti, 56 delle quali sono identificate come pulsar mentre circa 700 sono associate a galassie attive, in buona parte variabili.

PLANCK

Planck è la missione di terza generazione, dopo COBE e WMAP, dedicata allo studio del fondo cosmico di microonde (CMB).

Planck (ex Cobras/Samba) è una missione ESA, di tipo "PI". Il lancio è stato effettuato nel maggio 2009, in contemporanea con Herschel. Planck, che si trova allo stato attuale nel cuore della fase di raccolta dati, comprende due strumenti (LFI operante nella banda da 30 a 70 GHz, e HFI da 100 a 900 GHz), ciascuno sviluppato da un Consorzio Internazionale finanziato da Agenzie nazionali. Ciascuno dei due Consorzi ha anche la responsabilità di realizzare un Data Processing Center (DPC).

Un terzo consorzio è responsabile dello sviluppo dei riflettori del telescopio.

Il PI di LFI è italiano, come 3 dei 10 membri del Planck Science Team. Il payload LFI è stato consegnato ad ESA nel 2007 e dopo la consegna sono stati effettuati i test di integrazione nel satellite.

L'Italia ha anche una importante partecipazione in HFI (a leadership francese) con Università di Roma "La Sapienza". Anche a livello industriale l'Italia ha una parte fondamentale: Thales Alenia Spazio Italia (TAS-I) è Prime Contractor di LFI; TAS-I è coinvolta nella realizzazione della missione.

Planck produrrà mappe della radiazione cosmica di fondo con sensibilità strumentale migliore di oltre un ordine di grandezza e risoluzione angolare superiore di un fattore tre rispetto allo stato dell'arte.

Tra gli obiettivi scientifici principali di Planck spiccano la possibile detezione delle onde gravitazionali primordiali generate durante la fase di inflazione cosmica.

Planck fornirà inoltre mappe e cataloghi dell'emissione astrofisica non cosmologica, sia galattica che extragalattica, che costituiranno un'eredità sfruttabile per molti anni a venire. I primissimi risultati, illustrati solo in comunicati stampa,

dimostrano le incredibili potenzialità di Planck. I primi risultati pubblici sono attesi per gennaio 2011 con la pubblicazione dell'Early Release Compact Source Catalogue (contenente decine di migliaia di sorgenti galattiche ed extragalattiche, in gran parte nuove scoperte) e dei primi lavori di astrofisica.

HERSCHEL

Herschel è una missione cornerstone dell'ESA per osservazioni astronomiche tra 60 e 670 μm , concepita come un osservatorio spaziale aperto a tutta la comunità internazionale.

La fase osservativa di routine è iniziata nel gennaio 2010, circa sette mesi dopo il lancio, avvenuto il 14 Maggio 2009. Con il suo specchio primario di 3.5 m di diametro Herschel è il telescopio più grande mai lanciato nello spazio: i tre strumenti al piano focale, due camere spettrofotometriche ed uno spettrometro ad eterodina, per misure ad alta risoluzione spettrale, stanno fornendo agli astronomi una visione senza precedenti dell'Universo freddo. Vari gruppi tecnologici INAF hanno contribuito allo sviluppo dei tre strumenti al piano focale (IFSI Roma, Osservatori di Arcetri, Padova e Trieste), fornendo tra l'altro i tre computer di bordo ed i relativi software di controllo. A questo contributo tecnologico e industriale si affianca un notevole impegno scientifico necessario a sfruttare al massimo le potenzialità della missione. L'Italia è coinvolta in molti dei "key programmes" scientifici, che hanno come scopi primari lo studio dell'interno delle nubi molecolari per investigare molti dei problemi ancora aperti nella teoria della formazione stellare e lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie nell'Universo. In particolare l'Italia ha la responsabilità di due di questi programmi: quello che prevede la survey delle nubi molecolari vicine "Gould Belt Survey" e quello che prevede la survey dell'intero piano galattico "HiGal – the Herschel galactic Plane Survey". I primi risultati, già molto promettenti, sono stati presentati alla comunità astronomica al simposio ESLAB nel maggio 2010.

Missioni in fase realizzativa

Le missioni sono presentate in ordine alfabetico.

BOOMERANG-B2K

BOOMERANG-B2K è un esperimento su pallone a lunga durata, condotto dall'Università di Roma "La Sapienza", che eredita e sviluppa le tecnologie bolometriche già utilizzate nei voli di Boomerang del 1998 e 2003. Il prossimo volo è previsto per il 2012.

Si tratta di uno strumento che utilizzerà array di bolometri per misure di polarizzazione dei foregrounds galattici, in vista di missioni da satellite dedicate alla ricerca dei modi B della polarizzazione del fondo cosmico.

Essendo di almeno due ordini di grandezza più piccoli delle anisotropie del fondo cosmico, i modi-B costituiscono una osservabile di difficile detezione, senza una accurata conoscenza sia degli effetti sistematici strumentali che dei foregrounds galattici. D'altra parte una loro detezione porterebbe informazioni importantissime per provare la validità del modello inflazionario di formazione dell'universo, che prevede un fondo stocastico di onde gravitazionali primordiali, responsabili della segnatura in polarizzazione sul fondo cosmico detta dei modi B.

Data l'energia prevista per questo processo, non raggiungibile con acceleratori, questi dati sono anche di estremo interesse per la fisica fondamentale.

GAIA

Gaia è la missione ESA dedicata al censimento di tutto il cielo a $V=20$ ed il cui lancio è previsto per la fine del 2011. Gaia nei suoi 5 anni di vita operativa misurerà

posizioni, moti propri annuali e parallassi di circa 1.5×10^9 stelle della Via Lattea con un errore, dipendente dalla magnitudine, di circa $20 \mu\text{microarcsec}$ a $V=15$.

La survey è completata da fotometria multi banda e spettroscopia per velocità radiali e composizione chimica, fornendo l'astrofisica, oltre che la dinamica, di ogni oggetto misurato. Gaia fornirà una visione senza precedenti della nostra Galassia e darà contributi decisivi nei campi dell'astrofisica stellare, della relatività generale e dei sistemi di riferimento, della cosmologia locale, dei corpi minori del sistema solare, e della ricerca e caratterizzazione dei pianeti extrasolari.

L'Italia ha molto contribuito allo sviluppo della missione assumendosi importanti responsabilità all'interno del Consorzio Europeo DPAC che dal 2007 opera, per conto dell'ESA, come il consorzio unico per la riduzione ed analisi dei dati della missione.

JWST

Il James Webb Space Telescope (JWST) è una delle missioni chiave del programma NASA Origins.

La comunità astronomica italiana ha espresso un forte interesse per questa missione e si sta preparando per partecipare in modo competitivo alla raccolta e all'utilizzo di dati JWST. In particolare, ricercatori italiani sono coinvolti nella formulazione del programma scientifico di due degli strumenti di JWST: la camera/spettrografo nel medio infrarosso (MIRI) e lo spettrografo nel vicino infrarosso (NIRSpec).

I prossimi anni saranno importanti per la definizione del Guaranteed Time dei due strumenti.

Il coinvolgimento della comunità italiana in JWST è di tipo scientifico.

OLIMPO

OLIMPO è uno strumento da pallone a lunga durata dedicato allo studio di ammassi di galassie nella loro interazione con il fondo cosmico a microonde. E' infatti focalizzato sulla ricerca e lo studio dettagliato dell'effetto Sunyaev-Zeldovich (SZ) sui fotoni del fondo cosmico che acquistano energia dagli elettroni del mezzo intergalattico.

L'effetto è grande rispetto alle anisotropie del fondo cosmico e quindi abbastanza facilmente misurabile, anche grazie alla sua particolare forma spettrale, una volta ottimizzate le bande di frequenza in cui osservare. Tutto lo spettro dei fotoni del fondo cosmico viene spostato a frequenze più alte, per cui in direzione del cluster si trova una diminuzione della brillantezza CMB a frequenze più basse di 217 GHz, ed un eccesso a frequenze più alte. Per poter osservare l'effetto ad alte frequenze, ed anche per poter monitorare possibili effetti dovuti a sorgenti locali (galattiche), è necessario operare da pallone o da satellite con strumenti multibanda.

Olimpo copre 4 bande tra 150 e 450 GHz, e stiamo anche sviluppando un interferometro differenziale per poter misurare con continuità lo spettro in frequenza del segnale, permettendo così una migliore estrazione del segnale SZ da tutte le emissioni di disturbo (strumentali o dal cielo). Insieme a misure X, data la diversa dipendenza dalla densità di elettroni, costituisce un potente mezzo per stimare con precisione le distanze, e, data la sua caratteristica di essere in pratica un effetto di opacità, è capace di monitorare ammassi di galassie molto più lontani di quanto si può fare in X. Una parte delle osservazioni sarà dedicata alla damping-tail delle anisotropie del fondo cosmico ad alti multipoli e alla misura del fondo extragalattico nell'infrarosso lontano.

Missioni in fase di studio

Le missioni sono presentate in ordine alfabetico tranne quelle selezionate nell'ambito della Call "Cosmic Vision" dell'ESA che sono riportate in un paragrafo a se stante.

EDGE/XENIA

Edge/Xenia è una mission per astrofisica e cosmologia in raggi x il cui concetto è stato ideato in Italia. Xenia è attualmente supportata da una collaborazione internazionale come proposta alla Decadal Survey Americana.

La missione esplorerà l'evoluzione della materia nel nostro universo, fino alle epoche oscure in cui si sono formate le prime stelle tredici miliardi di anni fa, utilizzando tre traccianti: i Gamma - Ray burst, gli ammassi di galassie, la rete di filamenti cosmologici in accrescimento sulle strutture di dark matter.

La missione prevede un insieme di strumenti che includono un localizzatore di Gamma-Ray Burst (TED: Transient Event Detector), un telescopio X con micro calorimetri TES, per la spettroscopia ad altissima risoluzione spettrale di GRB, e delle strutture a larga scala (CRIS: Cryogenic Imaging Spectrometer) ed un telescopio X a largo campo (HARI: High Angular Resolution Imager) per deep surveys e clusters di galassie. Il satellite permetterà la localizzazione a bordo e il puntamento veloce ($t < 60$ s) di GRB.

I contributi italiani includono la CoPI-ship a livello di missione possibili PI-ship o Co-Pi ship sui tre strumenti.

EXIST: BLACK HOLE FINDER

EXIST è una missione americana di classe media, proposta nell'ambito della US Decadal Survey ASTRO 2010, ed è attualmente il miglior candidato come "Black Hole Finder Probe", previsto dal programma *Beyond Einstein* della NASA.

EXIST, nella sua nuova configurazione proposta ad ASTRO 2010, è la prima missione a immagini nei raggi X duri capace di una survey completa del cielo su tempi scala di alcune ore e di identificazione rapida delle sorgenti nelle bande soft-X e ottica/IR.

Gli obiettivi scientifici primari per EXIST sono: a) lo studio dei GRB per mappare le prime stelle e le strutture (Epoca della Re-ionizzazione) nell'Universo primordiale (ci si aspetta di osservare ~ 600 GRB/anno dei quali ~7-10% a $z > 7$); b) lo studio dei buchi neri supermassicci per rivelarne la natura, la massa, l'evoluzione e la luminosità integrata (ci si aspetta di rivelare circa 60.000 AGNs in 5 anni); c) lo studio di tutti i tipi di transienti X, per indagare la natura degli oggetti compatti e dei progenitori.

Il contributo italiano principale alla missione potrebbe consistere nella realizzazione di un **Soft X-ray Imager (SXI)**, un telescopio X con un'area efficace di ca. 1000 cm² operativo nella banda di energia 0.1-10 keV. Per questo strumento è stato completato uno studio preliminare con finanziamento ASI per un anno (contratto Alte Energie). Il design di SXI è stato pienamente implementato e validato, a livello di Mission Design study, durante un'attività coordinata da NASA/GSFC. Inoltre per il payload è previsto un contributo per l'ottimizzazione del sistema di anti-coincidenza (AC) del telescopio HET, basato su scintillatori BGO. Viene inoltre considerato il possibile uso della stazione di Malindi.

Gli Istituti leader in Italia sono: IASF-Roma, OA di Brera e IASF-Milano.

GREAT

Il programma GRaT è stato finanziato dalla NASA per l'attività USA; l'ASI ha finanziato parte degli studi italiani per la realizzazione dell'accelerometro differenziale, l'elemento principale.

Nei prossimi 2 anni si avvierà la progettazione/realizzazione della facility (parte USA) con finanziamenti chiesti alla National Science Foundation. In Italia si conta di iniziare i lavori di realizzazione dell'accelerometro con fondi ASI.

POLARIX

La missione Polarix è in grado di eseguire la polarimetria di oggetti appartenenti a molte classi di sorgenti galattiche e di alcune sorgenti extragalattiche più brillanti.

Questa possibilità deriva dalla disponibilità di una tecnologia di rivelazione tutta italiana, combinata con l'eccellenza della comunità italiana nel campo delle ottiche X.

Polarix si propone di effettuare misure della polarizzazione lineare dei raggi X da sorgenti cosmiche. La missione è stata selezionata per uno studio di fase A, a seguito del bando ASI per Piccole Missioni.

PRE-B-POL

Il progetto prE-B-Pol è un esperimento da pallone per lo studio delle anisotropie in polarizzazione del fondo cosmico a microonde.

Con un volo di ~15 giorni ad esempio la sensibilità su un'area di cielo di $(10^\circ-20^\circ) \times (10^\circ-20^\circ)$ consentirebbe la misura dello spettro di potenza angolare (APS) della polarizzazione del sincrotrone a multipoli (l) compresi fra circa 40 e 90.

Il progetto, iniziato con uno studio tecnologico finanziato da ASI, potrebbe concretizzarsi nella stesura di una proposta per rispondere ad un futuro bando per strumenti su pallone.

SAGACE

La missione ha come obiettivo lo studio spettroscopico dell'effetto Sunyaev-Zeldovich. La missione permetterà in particolare di investigare la fisica e la geometria di strutture cosmiche su grande scala, di fornire un catalogo completo a microonde degli AGN, di fornire una mappatura delle regioni di formazione stellare.

La missione è stata selezionata per uno studio di fase A dalla Agenzia Spaziale Italiana a seguito del bando Piccole Missioni.

NHXM

Lo studio di fase A italiano, svolto nell'ambito dell'accordo ASI-CNES per lo studio e la realizzazione della missione Symbol-X, ha incluso anche il caso della missione HEXIT-Sat. A causa della decisione unilaterale del CNES di ritirare il suo appoggio e dato l'elevato interesse della comunità nazionale ed internazionale alla realizzazione di una missione in grado di ottenere immagini X nella banda di energia sino ad 80 KeV, ASI ha approvato uno studio di fase-B scientifica per una missione multinazionale con leadership italiana, chiamata New Hard X-ray Mission (NHXM), che è l'evoluzione di HEXIT-Sat.

ASI ha anche assegnato un contratto tecnologico, alla ditta Media Lario, per lo sviluppo di ottiche X a multilayer, che ha come riferimento la missione NHXM.

NHXM è progettata per ottenere per la prima volta immagini di alta qualità (20 arcsec HEW) nella banda degli X-duri, fino a oltre 80 keV, con una significativa copertura anche nella regione dei raggi X soffici fino a 0.2 keV. Inoltre sarà dotata di un canale ad imaging polarimetrico nella regione tra 2 e 35 keV, con un lancio previsto nel 2016/17.

Il payload consiste di quattro moduli ottici Wolter I identici, con una lunghezza focale di 10 m, che verrà acquisita dopo il lancio per mezzo di una struttura a banco ottico estendibile. Per tre dei quattro telescopi il piano focale sarà costituito da una camera per imaging spettro-fotometrico operativa da 0.2 a 80 keV.

Nel fuoco del quarto telescopio saranno posti due polarimetri per raggi X ad effetto fotoelettrico con capacità di imaging. I principali obiettivi scientifici riguardano il censo

della popolazione dei buchi neri, i meccanismi di accrescimento, la fisica dell'accelerazione di particelle in sorgenti celesti, l'effetto del trasferimento radiativo in plasmi altamente magnetizzati e in campi gravitazionali forti.

WFXT

WFXT (Wide Field X-Ray Telescope) è una missione americana di classe medium size basata su ottiche per raggi X a grande campo, proposta nell'ambito della Decadal Survey 2010 (P.I. S. Murray, Senior Advisory Scientist G. Giacconi).

Grazie all'uso di ottiche polinomiali avrà un'ottima risoluzione angolare costante (5 arcsec HPD) su un campo di visto di 1 deg^2 . Il grasp di $9000 \text{ cm}^2/\text{deg}^2$ (circa 200 volte maggiore di Chandra, 10 più di XMM e almeno 7 più di e-Rosita). WFXT effettuerà una survey sistematica del cielo, coprendo almeno 15000 deg^2 ad una sensibilità mai raggiunta in precedenza, costituendo uno strumento formidabile per la mappatura dei cluster e degli AGN ad alto redshift.

Diversi gruppi INAF partecipano alla definizione della missione e della proposta scientifica. L'Italia è anche coinvolta nel design e nello sviluppo degli specchi per raggi X a profilo polinomiale, mentre ASI ha mandato una lettera di interesse di partecipazione alla missione, nel caso sia selezionata da NASA per contribuire fornendo la tecnologia degli specchi, la base di Malindi e, eventualmente, il lanciatore VEGA.

LOFT

LOFT (Large Observatory For x-ray Timing) è un concetto di missione di classe "medium", rivolta allo studio delle sorgenti X nel dominio temporale, con sensibilità e risoluzione temporale senza precedenti.

Il progetto è uno studio di fattibilità portato avanti nell'ambito del contratto "Alte Energie" (PI: L. Stella), in collaborazione tra IASF-RM, OA di Roma, IASF-BO, OA di Brera, INFN-TS, UniPV, UniPD, OA di Capodimonte, UniCA e Thales Alenia Space - Italia.

Esso prevede la realizzazione di un esperimento collimato ($\sim 1-2^\circ$), operante nella banda 2-20 keV, basato su Silicon Drift Detectors con un'area geometrica di circa 30 m^2 , corrispondente ad un'area effettiva superiore a 15 m^2 , e risoluzione spettrale di $\sim 250-500 \text{ eV}$.

La missione viene disegnata sulla base di un bus della classe Prima-Science ed un lanciatore della classe Vega. La realizzazione di un tale esperimento, ~ 30 volte maggiore del più grande esperimento mai volato (RXTE/PCA, 0.5 m^2), rappresenta un autentico break-through per lo studio del comportamento della materia in condizioni estreme (densità, gravità e campo magnetico) in oggetti compatti galattici.

MIRAX

MIRAX (Monitor e Imageador de Raios-X, PI: J. Braga) è una missione di classe "small", basata su una piattaforma MMP (Multi Mission Platform), programmata dall'Agenzia Spaziale Brasiliana (AEB) e l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Nell'ambito dei progetti All Sky Monitor (PI: M. Feroci) e GRBM (PI: L. Amati), finanziati nel contratto Alte Energie, è stata avviata una collaborazione tra lo IASF (RM e BO), UniFE, INFN-TS, UniPV, UniBO e l'INPE per lo studio di fattibilità di un payload a bordo di MIRAX, finalizzato all'all sky monitoring nella banda X (2-50 keV) ed alla spettroscopia dell'emissione prompt dei Gamma Ray Burst nella banda 2 keV - 5 MeV.

L'esperimento X, basato su Silicon Drift Chambers e maschere codificate, osserva simultaneamente un campo di circa 5-6 steradiani con risoluzione angolare di ~ 5 arcmin e spettrale di $\sim 250-500 \text{ eV}$, e copre in un'orbita del satellite (90 minuti) l'intero cielo.

L'esperimento gamma, basato su scintillatori in configurazione phoswich parzialmente collimati, permette di estendere lo studio dello spettro dei GRB da 20 keV a 5 MeV.

Le missioni per il programma Cosmic Vision 2015-2025 dell'ESA

Numerose sono state le proposte, anche da parte della comunità italiana, inviate ad ESA in risposta alla "Call for Ideas" per il piano Cosmic Vision 2015-2025.

Le missioni sottoposte al vaglio dell'ESA corrispondono a progetti a diversi stati di maturazione. Per alcune di queste sono stati già effettuati degli studi di pre-fattibilità, mentre altre rappresentano concetti di missione che corrispondono a sviluppi di nuove tecnologie.

Delle missioni sottoposte ad ESA, sei erano a PI italiano. Le proposte hanno compiuto una prima fase di assessment ed alcune di esse sono state selezionate per essere studiate quali missioni candidate per essere lanciate nel periodo 2017-2018 (classe "Medium") e 2020-2021 (classe "Large").

Le missioni che hanno superato la varie fasi di selezione sono:

EUCLID

Euclid è la missione ESA (M-class Cosmic Vision 2015-2025) dedicata alla ricerca sugli aspetti fondamentali della Cosmologia: Dark Energy, Dark Matter, possibili deviazioni dalla Relatività Generale.

Euclid, valutata dal SSAC al primo posto per validità scientifica, è una delle tre missioni che sono entrate nella fase A/B1 (fase di definizione), che si concluderà nel 2011 con la selezione finale di due di queste per l'implementazione e un lancio previsto nel 2017-2018.

Euclid è uno strumento di survey che prevede di effettuare una survey di un'ampissima area di cielo (goal di 20,000 gradi quadrati). Nell'attuale configurazione, Euclid presenta due componenti strumentali fondamentali: VIS, un imager nel visibile, ed uno strumento combinato imager-spettrografo multi-oggetto denominato NISP. Il primo è caratterizzato da eccellenti qualità ottiche, in grado di produrre immagini adatte all'analisi del lensing gravitazionale in una banda larga (R+I+Z). NISP, strumento nel vicino infrarosso, unisce un imager per fotometria nelle bande Y, J e H, necessarie per ottenere accurati redshift fotometrici, e uno spettrografo slitless a bassa risoluzione (R=400). Quest'ultimo consentirà di effettuare una survey di un'ampia area di cielo (20,000 gradi quadrati) di galassie con righe di emissione, principalmente posizionate tra $z \sim 1$ e $z \sim 2$, e di determinare il redshift per circa 10^8 di queste.

La combinazione delle misure di weak lensing, dai dati di imaging, e delle oscillazioni acustiche barioniche (BAO), dai dati spettroscopici, del fattore di crescita e della struttura a grande scala dell'Universo porranno vincoli molto stringenti sulla equazione di stato della energia oscura e sulla cosmologia.

I due consorzi originari, EIC (ex-DUNE) e ENIS (ex SPACE) si sono uniti per formare un consorzio multinazionale (Euclid) e rispondere all'AO dell'ESA per la fase di definizione.

L'Italia, presente sia nel Board scientifico del consorzio con due membri, che nell'Euclid Optimisation Advisory Team dell'ESA, ha la leadership nella parte spettroscopica e un importante contributo nell'imaging. La partecipazione allo sviluppo del payload comprende una rilevante porzione dello strumento NISP (tra cui la Data Handling Unit, l'elemento dispersivo, le attività di AIV/AIT) e importanti elementi di VIS (Data Handling Unit) ed una significativa partecipazione al Ground Segment.

INTERNATIONAL X-RAY OBSERVATORY (IXO)

A metà 2008, ESA, NASA e Jaxa hanno firmato un accordo ufficiale per lo studio di una futura missione nei raggi X denominata International X-ray Observatory (IXO). IXO nasce, di fatto, sulla scia degli studi svolti per XEUS (ESA) e Constellation-X (NASA) e da queste missioni mutuati i goal scientifici principali. XEUS, lo ricordiamo, era stato selezionato da ESA come unica missione di alte energie nelle Cosmic Vision.

IXO è un progetto internazionale per un grande osservatorio spaziale in banda X (0.1-40 keV), da prevedersi come naturale successore degli attuali XMM-Newton e Chandra. Combinerà grande area di raccolta, capacità di timing, spettroscopia fine e polarimetria. Questo nuovo progetto è in linea con la naturale evoluzione di XEUS nelle CVs (che di fatto includevano la partecipazione della NASA) e con l'evoluzione negli USA di Con-X in un singolo grande telescopio X.

I possibili contributi principali da parte della comunità italiana riguardano i rivelatori di piano focale (micro-calorimetri studiati da gruppi INAF presso lo IASF/Roma, lo IASF/Palermo, OAPA/Palermo ed INFN presso Genova, polarimetro sviluppato da gruppi di INAF presso lo IASF/Roma e INFN presso Pisa, rivelatori CCDs studiati da INAF presso lo IASF/Milano e Politecnico di Milano), e le ottiche di bassa e alta energia (INAF - Osservatorio di Brera in collaborazione con l'industria italiana).

Una scadenza importante, a breve termine, per questa missione è quella di superare la prossima US Decadal Survey 2010, nonché i vari processi selettivi in ESAs CV ed in JAXA. In particolare è in fase di preparazione lo Yellow Book e la documentazione tecnica sugli strumenti e sulla missione da sottomettere a ESA entro il terzo quarto del 2010 per la downselection, per la fase di definizione. In questo contesto sono in corso diversi studi per l'assessment della configurazione di baseline e strumentazione a bordo.

PLATO

PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars) è una delle tre missioni di classe M entrata nella fase di studio di definizione nell'ambito del programma ESA Cosmic Vision 2015-2025.

Scopo scientifico principale di PLATO è la scoperta e lo studio di sistemi planetari extrasolari di tutti i tipi, inclusi quelli ospitanti pianeti di tipo terrestre nella zona abitabile, tramite l'identificazione e l'analisi dei transiti. PLATO cercherà pianeti attorno a un enorme campione di stelle brillanti ($V < 13$), in circa il 50% del cielo ($\approx 20,000$ gradi quadrati) permettendo la completa caratterizzazione dei pianeti individuati e delle loro stelle ospiti. Sarà, infatti, possibile misurare con precisione mai raggiunta prima massa, raggio, ed età del pianeta ottenendo in questo modo informazioni accurate sulla struttura interna anche per i pianeti di massa, raggio e distanza dalla stella simili ai pianeti del sistema solare. Poiché le sorgenti osservate da PLATO saranno stelle brillanti, dopo la scoperta del pianeta, sarà possibile eseguire osservazioni con altri strumenti sia da Terra sia dallo spazio (es. ELT, JWST, ecc.) per la completa caratterizzazione di un gran numero di pianeti, della loro atmosfera e dell'intero sistema planetario.

La progettazione della strumentazione di PLATO è affidata a un Consorzio (PLATO Payload Consortium) che unisce ricercatori di istituti europei. In particolare, sono responsabilità dell'INAF la progettazione otto-meccanica della batteria di telescopi a largo campo di vista (OAPD, OAB, OACT, Univ. Berne, Univ. FI) e l'Instrument Control Unit (FGG, IFSI Roma, Univ. FI). Un importante contributo alla preparazione scientifica della missione e all'organizzazione dello sfruttamento dei dati è dato dall'Università di Padova (Dip. di Astronomia), e dall'INAF (OAB, OAC, OACT, OAPA, OAPD, OATO, IASF Roma). Due scienziati INAF (OAB e OAPA) hanno fatto parte del team scientifico nominato dall'ESA per la fase di assessment, e uno di essi (OAPA) fa parte del team ESA per l'ottimizzazione della missione per lo studio di

definizione. La partecipazione Italiana è stata finanziata dall'Agenzia Spaziale Italiana (contratto con il Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova; sottocontratti con l'INAF e il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze).

La selezione finale che comporta il passaggio alla fase di implementazione è prevista per la seconda metà del 2011. Il lancio è previsto per il 2018.

SPICA/SAFARI

La missione giapponese **SPICA** (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) prevede di mettere in orbita un telescopio di 3.5m, raffreddato attivamente a 4.5K attraverso criogeneratori, per astronomia del medio e lontano IR.

La partecipazione europea a SPICA è stata selezionata come una delle possibili missioni ESA nell'ambito del programma Cosmic Vision. Nella proposta si prevede una partecipazione diretta dell'ESA alla missione con la fornitura dello specchio in Silicon Carbide (simile a quello di Herschel), mentre un consorzio d'istituti europei, tra cui l'IFSI, propone di realizzare uno spettrometro ad immagini tra 30 e 300 micron, SAFARI. Altri istituti italiani che partecipano allo studio della missione includono lo IASF-INAF di Roma, Il Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova e l'Osservatorio Astronomico di Bologna. La partecipazione tecnica dell'Italia include lo sviluppo dell'hardware e del software dell'Unità di Controllo dello strumento, gli Amplificatori a basso rumore e la partecipazione al Centro di Controllo dello Strumento, mentre il gruppo scientifico italiano ha la leadership del progetto delle "Survey cosmologiche spettroscopiche" che potranno essere effettuate per la prima volta nel lontano infrarosso. La missione SPICA sarà il primo grande telescopio raffreddato a 4K da criogeneratori e la sua sensibilità potrebbe essere di due ordini di grandezza migliore di quella di Herschel. Il lancio di SPICA è previsto per il 2018.

Concetti per missioni future

A livello generale, la comunità intende promuovere e partecipare a proposte di missioni, nell'ambito di collaborazioni nazionali ed internazionali, da parte di agenzie spaziali (ASI, ESA, NASA, JAXA, CNES, etc.), basate sulle competenze scientifiche e tecnologiche.

Queste comprendono diversi sviluppi tecnologici, tra cui (tra parentesi si elencano alcuni esempi di missione per le quali la tecnologia citata potrebbe trovare applicazione): (i) rivelatori polarimetrici in raggi X (HXMT, Polarix, IXO); (II) microcalorimetri per spettroscopia X ad alta risoluzione (EDGE-XENIA, IXO); (III) telescopi focalizzanti per raggi X e gamma molli (EXIST, HAXTEL, GRI, NHXM, IXO, EDGE-XENIA, WFXT); (IV) rivelatori a stato solido per raggi X (all sky monitors); (V) rivelatori per raggi gamma molli basati su strumentazione a stato solido (GRIPS, ACT, GRI); missioni dedicate allo studio dei raggi cosmici (JEM-EUSO); (VI) rivelatori e ottiche per future missioni dedicate alla misura dei modi B di polarizzazione del fondo cosmico a microonde (B-POL).

JEM-EUSO

Lo studio di fase A della missione, approvato nell'aprile del 2007 dall'Agenzia Nazionale Spaziale JAXA, si è concluso positivamente dimostrando la fattibilità della missione per una possibile data di lancio nel periodo 2015-2016. Per il triennio 2010-2012 l'apporto alla fase progettuale di JEM-EUSO si basa essenzialmente al proseguimento delle attività finora svolte e finalizzate allo studio di fase B:

- Progettazione e simulazione del 1° livello di trigger, implementazione del firmware su dispositivo XILINX FPGA (Field Programmable Gate Array) e relativa verifica funzionale.

- Partecipazione alla definizione dei requisiti dei sistemi LIDAR e IR Camera mediante simulazioni e implementazione del software per la determinazione dell'altezza delle nuvole e mappe relative di concentrazione nuvolosa da immagini IR.
- Simulazioni MonteCarlo della risposta strumentale e analisi della performance del telescopio (efficienza di trigger, risoluzione in energia e risoluzione angolare).

Inoltre durante il triennio, parte dell'attività prevista sarà dedicata al perfezionamento dei requisiti scientifici e alla verifica delle prestazioni strumentali.

Strumenti attuativi nel campo dell'Astrofisica delle Alte Energie

AHEAD

AHEAD (Activities for the High Energy Astrophysics Domani) è un'iniziativa europea coordinata da T. Courvasier (Università di Ginevra, Svizzera), che vede una importante partecipazione di gruppi di ricerca dell'INAF attivi presso diverse strutture di ricerca.

Questa iniziativa si è concretizzata in una proposta presentata al bando UE Capacities per le Integrated Infrastructures (chiusosi nel dicembre del 2009), volta al co-finanziamento di un ampio spettro di attività, che includono 1) ricerca & sviluppo nel campo dei metodi di analisi e degli studi sul fondo, nel campo dei rivelatori per raggi X, nel campo delle ottiche per raggi X; 2) supporto alla comunità (congressi e programmi di scambio); 3) supporto tecnico per studi di pre-fase A per missioni ed esperimenti spaziali di AE; 4) accesso trans-nazionale a facility di calibrazione, 5) disseminazione della conoscenza nel campo della Astrofisica delle Alte Energie.

Si tratta di una iniziativa simile a quelle approvate dalla UE nel campo dell'astronomia ottica/IR (Opticon) e Radio (RadioNet). La proposta è stata valutata positivamente, ma non ha superato la soglia per essere immediatamente finanziabile. Si prevede che, ove le condizioni del prossimo bando UE lo permettano e la proposta non venga nel frattempo finanziata, una nuova proposta con analoghi obiettivi ed analogo sostanziale coinvolgimento dei gruppi INAF sarà presentata.

3.2 FISICA del SISTEMA SOLARE

Vengono qui brevemente descritte le missioni dedicate all'osservazione e allo studio del sole e del sistema solare.

Missioni in fase operativa¹

Missioni eliofisiche

ILWS

Opera attualmente nello spazio un insieme di sonde, SOHO(1995), Ulysses(1990), CLUSTER(2000) e Double Star(2003), che fanno parte del programma International Living With a Star (ILWS), cui partecipa l'ASI.

Future missioni di ILWS, in ambito europeo, sono il Solar Orbiter e CORONAS-FOTON. L'Italia ha contribuito a SOHO in modo sostanziale, realizzando lo spettrometro dell'Ultraviolet Coronagraph Spectrometer, a CLUSTER, partecipando alla realizzazione dell'analizzatore di plasma e contribuisce all'analisi dei dati di Ulysses.

¹ Le missioni sono presentate in ordine di data di lancio

Per il Solar Orbiter, che permetterà di sondare l'eliosfera in prossimità del Sole ed i poli solari, si intendono proseguire gli studi, fino a livello di proposta all'ESA, di innovativi coronografi, spettrometri, analizzatori di plasma, polveri e particelle neutre, che permetteranno alla comunità di proseguire in questa linea di ricerca.

Il progetto Analisi Dati è finanziato dal settembre 2005. La comunità scientifica partecipa però alle missioni da molti anni ed ha ottenuto risultati rilevanti nella fisica del vento solare sia in corona, sia in eliosfera.

Nell'ambito del progetto GIFINT prosegue lo sviluppo di indici per predire l'attività geomagnetica. Gli studi magnetosferici di CLUSTER e Double Star hanno dato risultati molto interessanti per quanto riguarda la fisica della riconnessione e proseguiranno su questa linea di ricerca. La comunità italiana ha realizzato l'archivio di SOHO, con i dati accessibili on line, dei 12 strumenti di bordo.

SOHO-UVCS

La sonda Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), prima cornerstone del programma scientifico "Horizon 2000" dell'ESA, è stata lanciata nel 1995.

Raggiunto il punto Lagrangiano L1, sono iniziate le operazioni scientifiche condotte finora con grande successo. Ad oggi i risultati scientifici di SOHO sono raccolti in più di 3400 pubblicazioni.

L'osservatorio spaziale è costituito da 12 strumenti per l'osservazione del sole, della corona estesa e dell'eliosfera. Il contributo italiano a SOHO è costituito da UVCS, il più innovativo e grande strumento di SOHO, realizzato dall'ASI in collaborazione con la NASA e ideato al fine di esplorare per la prima volta la corona solare nell'ultravioletto a distanze eliocentriche maggiori di $r \sim 1.2$ raggi solari, al fine di studiare la zona di accelerazione del vento solare. Più in particolare, UVCS dà informazioni sui più importanti problemi scientifici che riguardano la formazione della corona, del vento solare e dei transienti che dal Sole si propagano nello spazio interplanetario.

Le osservazioni di UVCS hanno dato e continuano a dare un contributo notevolissimo in questi campi. Le agenzie ESA e NASA hanno approvato il prolungamento delle operazioni di tre strumenti di SOHO, fra cui UVCS, fino al 2012, in modo da coprire almeno un ciclo e mezzo di attività solare.

La comunità solare italiana (INAF e universitaria) ha partecipato, oltre alla realizzazione dello strumento, alle operazioni di commissioning e scientifiche, ha sviluppato il Data Analysis Software per la riduzione dei dati, infine ha sviluppato e gestisce SOLAR (SOHO Long-term ARchive), uno dei tre archivi europei di SOHO autorizzati dall'ESA.

CLUSTER

La missione CLUSTER, prima cornerstone con la missione SOHO del programma scientifico dell'ESA "Horizon 2000", è iniziata nel 2000 ed è tuttora operativa.

E' costituita da 4 satelliti vicini, finalizzati allo studio tridimensionale del plasma della magnetosfera terrestre e della sua risposta all'interazione con il vento solare. Si studiano principalmente le onde d'urto non collisionali e i processi di riconnessione magnetica che, per particolari configurazioni magnetiche, cambiano la topologia del campo magnetico e convertono energia magnetica in energia cinetica del plasma, con conseguenze molto importanti per la dinamica dell'intera magnetosfera.

La comunità italiana ha avuto un ruolo importante, all'interno di un consorzio internazionale, nella progettazione e realizzazione dell'analizzatore di plasma di CLUSTER.

TRACE

Il Transition Region And Coronal Explorer (TRACE), lanciato nel 1998, è stato ideato come imager XUV coronale dotato di alta risoluzione spaziale ed elevata

cadenza temporale. In Italia diversi ricercatori si sono dedicati all'analisi dei dati dalla missione TRACE.

STEREO

STEREO è una missione NASA lanciata, come Hinode, nel 2006. Comprende due satelliti che si allontanano tra di loro, dotati della stessa strumentazione per osservazioni remote ed in situ dell'atmosfera solare e dell'eliosfera.

La collaborazione italiana riguarda gli strumenti SWAVES e IMPACT finalizzati a studi di turbolenza nel vento solare e accelerazione di particelle durante i fenomeni di attività, e COR2 e HI per l'analisi dati dell'accelerazione del vento solare con tecniche di correlation tracking e per la fisica delle coronal mass ejections.

L'“Analisi dei Dati Sole e Plasma”, ottenuti dalle missioni eliofisiche attualmente in volo (SOHO, CLUSTER, TRACE, Hinode e STEREO), è finanziata dall'ASI attraverso un unico contratto rinnovato nel 2009.

Missioni Planetologiche

CASSINI

Questa missione, partita nell'Ottobre 1997, dopo sette anni ha raggiunto il sistema di Saturno. Il 1 luglio 2004 è avvenuto con successo l'inserimento in orbita attorno a Saturno e l'inizio del Tour orbitale; la missione nominale è terminata nel luglio 2008 con il suo straordinario carico di scoperte, ma è immediatamente partita una fase di missione estesa approvata dalla NASA inizialmente per il periodo agosto 2008 - agosto 2010 e successivamente da estendere fino al 2017.

La missione estesa è volta a proseguire l'esplorazione del sistema di Saturno e dei suoi anelli, principalmente rivolgendosi alle straordinarie scoperte della missione nominale. Va ricordata tra tutti la scoperta di vulcanismo attivo su Encelado.

La missione estesa affronterà quindi con particolare attenzione lo studio di Encelado e degli altri satelliti ghiacciati, e della superficie e della atmosfera di Titano.

La partecipazione italiana alla missione Cassini-Huygens è importante e qualificata: in particolare il canale visibile dello spettrometro VIMS è stato fabbricato in Italia dalle Officine Galileo sotto la stretta guida dell'INAF IFSI.

Nel corso della missione lo spettrometro VIMS, uno degli strumenti a responsabilità italiana, si è rivelato uno degli strumenti chiave della missione Cassini in grado di determinare la composizione degli anelli e dell'atmosfera di Saturno, nonché di determinare variazioni locali della composizione superficiale dei satelliti di Saturno e di metterle in relazioni con la presenza di strutture geologiche superficiali.

STARDUST

La missione NASA Stardust ha eseguito un fly-by nella chioma della cometa Wild 2 nel gennaio 2004 ed è rientrata a Terra con successo nel gennaio 2006.

Per il triennio si prevede, nell'ambito di questo programma, di perseguire i seguenti risultati: Analisi di particelle raccolte dalla sonda STARDUST (NASA), a seguito del proposal LANDS (Laboratory Analyses of Dust from Space) accettato dalla NASA, che ha portato all'attribuzione a più riprese di campioni. Si contribuirà alla costituzione della banca dati della NASA sulle particelle raccolte dalla sonda STARDUST e allo studio della polvere extraterrestre.

MARS EXPRESS

Mars Express è la prima missione planetaria dell'ESA ed è stata lanciata il 2 giugno 2003 dal poligono di Baikonour, inserendosi in orbita attorno a Marte il 25 dicembre 2003.

Gli obiettivi della missione sono la ricerca dell'acqua nel sottosuolo marziano, la mappatura globale geologica e mineralogica della superficie e l'analisi della composizione e circolazione atmosferica. A bordo della sonda vi sono sette esperimenti, di cui due realizzati in Italia (PFS- Planetary Fourier Spectrometer, e MARSIS - Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding), due in cui parti dello strumento sono state realizzate in Italia (OMEGA - Observatoire pour la Mineralogie, Eau, Glaces e l'Activit  e ASPERA - Analyzer of Space Plasma and Energetic Atoms) ed uno in cui sono presenti ricercatori italiani nel team scientifico dell'esperimento (High Resolution Stereo Camera - HRSC).

L'INAF   presente in Mars Express con una partecipazione di alto profilo, con la realizzazione e la gestione di PFS, la gestione operativa e scientifica di MARSIS, la realizzazione e la gestione del canale visibile di OMEGA e del sensore di atomi neutri energetici di ASPERA.

ROSETTA

Rosetta, "Cornerstone planetario" della Agenzia Spaziale Europea,   stata lanciata il 2 Marzo 2004 ed   attualmente in volo verso la cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Rosetta trasporta un "lander" che, una volta raggiunta la superficie della cometa, permetterà di effettuare misure in-situ e di campionare il materiale superficiale per una analisi chimico-mineralogica dettagliata. L'INAF   direttamente coinvolto in tre strumenti:

- VIRTIS (Visual Infrared Thermal Imaging Spectrometer)   costituito da uno spettrometro ad immagine (VIRTIS-M) e da uno spettrometro ad alta risoluzione (VIRTIS-H). Lo scopo di VIRTIS   studiare la composizione mineralogica e molecolare della superficie cometaria e come essa si evolve nel corso del viaggio della cometa verso il Sole.
- OSIRIS   il sistema di imaging a bordo della Rosetta, costruito (per la parte strumentale) con fondi ASI. Si continua nel lavoro di analisi dell'ingente mole di risultati ottenuti da OSIRIS sia in fase di commissioning dopo il lancio, che soprattutto durante l'evento Deep Impact, in cui OSIRIS ha ottenuto oltre 3000 immagini, solo in minima parte ridotti.
- GIADA (Grain Impact Analyser and Dust Accumulator)   stato disegnato per eseguire, per la prima volta, misure dirette di: flusso di particelle solide provenienti da varie direzioni e durante diverse fasi evolutive della cometa bersaglio. Verranno misurate velocit , quantit  di moto e massa dei singoli grani provenienti dal nucleo. Inoltre, GIADA sar  in grado di porre in allerta la sonda nel caso in cui il flusso di polvere proveniente dalla cometa dovesse superare i limiti di sicurezza per altri esperimenti e per parti vitali.

Rosetta ha svolto gi  due importanti fasi della sua investigazione: il fly-by di Marte e il Close Encounter con l'asteroide Steins.

MARS RECONNAISSANCE ORBITER

La missione NASA Mars Reconnaissance Orbiter, lanciata il 12 agosto 2005,   alla ricerca di prove che l'acqua sia rimasta stabilmente presente sulla superficie di Marte per un lungo periodo di tempo.

Altre missioni su Marte hanno dimostrato che l'acqua   apparsa sulla superficie nel corso della storia di Marte, ma   essenziale determinare se essa sia stata presente abbastanza a lungo da fornire un habitat per la vita.

Mars Reconnaissance Orbiter dal 2006 studia Marte con i suoi sei strumenti scientifici. Fra questi vi   SHARAD, un radar a bassa frequenza fornito dall'Agenzia Spaziale Italiana, realizzato da Thales Alenia Space Italia e gestito dall'Universit  di

Roma “La Sapienza”, con la partecipazione di INAF/IFSI. SHARAD trasmette un impulso elettromagnetico capace di penetrare al di sotto della superficie fino a profondità di diverse centinaia di metri. L’obiettivo primario dell’esperimento è rivelare le discontinuità dielettriche nel sottosuolo marziano, per interpretarle in termini di presenza e distribuzione di diversi materiali, quali roccia compatta, regolito, acqua e ghiaccio.

VENUS EXPRESS

Venus Express è la seconda missione interplanetaria di ESA, dopo Mars Express, ed è stata lanciata il 9 Novembre 2005.

Dal suo inserimento in orbita a Venere, avvenuto l’11 Aprile 2006, ha studiato con regolarità questo pianeta, ancora poco conosciuto nonostante le passate missioni.

Attualmente siamo nella fase di missione estesa.

L’INAF-IASF e INAF-IFSI sono direttamente coinvolti nella realizzazione dello strumento ASPERA-4, per lo studio del plasma, PFS, uno spettrometro nel range tra 0.9 e 50um, e lo spettrometro ad immagine VIRTIS. Il prime contractor dello strumento VIRTIS è la Galileo Avionica di Firenze, che produce anche VIRTIS-M, mentre la Francia produce VIRTIS-H, e la Germania ha la responsabilità dell’elettronica e del circuito di alimentazione.

L’obiettivo scientifico primario della missione è lo studio dell’atmosfera, della superficie, della loro interazione, e dell’interazione del pianeta con lo spazio circostante, in particolare con il vento solare.

I primi risultati sono stati pubblicati in un numero speciale di Nature nel Novembre 2007.

Nel corso del 2008 è stato preparato un volume speciale di Journal of Geophysical Research, che include oltre 30 articoli, mentre un altro volume speciale su Icarus è in preparazione nel corso del 2010.

Il contesto internazionale della missione è ampio, e coinvolge più di 10 nazioni in Europa, Stati Uniti, Russia, Giappone ed Australia.

L’attività del triennio continua con le operazioni in orbita degli strumenti, la calibrazione, archiviazione e analisi dati, insieme allo sviluppo di software, di modellistica e di attività di laboratorio in supporto alla riduzione dei dati in volo.

DAWN

La missione DAWN è stata selezionata il 21 dicembre 2001, nell’ambito del Programma Discovery della NASA.

Il satellite è stato lanciato con successo il 27 settembre 2007 con l’obiettivo di raggiungere nel 2011 l’asteroide Vesta. Dopo l’incontro con Vesta è prevista una “extended mission” per raggiungere Cerere nel 2015.

L’INAF contribuisce alla missione con lo spettrometro ad immagine VIR nel visibile e vicino infrarosso.

La missione ha superato con successo il periodo di commissioning. Gli strumenti a bordo funzionano in modo nominale ed il motore a ioni ha performances superiori a quanto preventivato.

Dopo una cruise di 3 anni, la missione è ora in fase di avvicinamento al primo dei suoi target, l’asteroide 4 Vesta, dove arriverà il prossimo anno. La sonda orbiterà intorno a Vesta per oltre un anno, prima di lasciarlo per raggiungere l’asteroide 1 Cerere.

Hinode

Hinode (già Solar-B) è una missione JAXA (Giappone), con contributo USA e UK, sviluppata sulla base dell’esperienza di Yohkoh.

Il lancio è avvenuto nel 2006. A bordo è presente un set di strumenti ottici (SOT),

EUV (EIS) ed X (XRT), che porteranno contributi fondamentali allo studio dell'attività solare.

INAF, con i laboratori di XACT/OAPA è stato coinvolto nelle calibrazioni del telescopio XRT.

Il coinvolgimento di INAF-OAPA e dell'Università di Palermo nelle attività sperimentali e tecnologiche di XRT/SOLAR-B consente un accesso di prima mano ai dati e la messa a punto di un database locale. La partecipazione più in generale degli scienziati italiani alle attività con EIS, SOT ed XRT si realizza nell'ambito delle collaborazioni con i gruppi USA, UK e Giapponesi.

Missioni in fase realizzativa²

Missioni Eliofisiche

HERSCHEL/SCORE (ILWS-Voli suborbitali della NASA)

Il "Sounding-rocket Coronagraphic Experiment" (SCORE) consiste in un coronografo multi banda, operante nei domini elettromagnetici del visibile, UV, e XUV, per l'osservazione della corona solare esterna.

SCORE è uno dei 3 esperimenti a bordo della missione NASA per razzo sonda HERSCHEL, approvata nel Marzo del 2003. Questa è la prima missione del programma di sviluppo tecnologico della NASA nell'ambito dell'iniziativa International Living With a Star.

Il primo lancio di SCORE è avvenuto con successo il 14 settembre 2009. Per la prima volta è stata misurata l'emissione dell'elio nella corona esterna.

La continuazione del programma di lanci di HERSCHEL è stata recentemente proposta alla NASA.

L'INAF – OA TO coordina le attività di sviluppo di SCORE con la collaborazione delle Università di Firenze, Padova e Pavia.

SCORE è stato sviluppato come il prototipo del coronografo selezionato per il payload scientifico del Solar Orbiter, per la validazione della coronografia multibanda.

Missioni Planetologiche

BEPICOLOMBO

BepiColombo è un "Cornerstone" interdisciplinare ESA il cui lancio è previsto per il 2014.

INAF è direttamente coinvolto con una serie di strumenti con PIs e Co-PIs. In particolare: 1) lo strumento SIMBIO-SYS è una suite che raccoglie una camera ad alta risoluzione HRIC, una stereo camera STC ed una camera iperspettrale VIH1; 2) lo strumento SERENA, una suite che raccoglie quattro diversi sensori e si prefigge di analizzare gli atomi neutri e gli ioni presenti nella esosfera ermaniana; 3) lo strumento ISA è un accelerometro per ricerche di fisica fondamentale nel campo gravitazionale di Mercurio.

Tutti gli strumenti Italiani hanno felicemente superato la Preliminary Design Review ed sono ora in fase di realizzazione i modelli STM (Structural Thermal Models).

ITASEL

Il progetto ITASEL (Italian Search for Extraterrestrial Life), finanziato dall'ASI, ha come scopo precipuo l'uso di modernissime tecnologie radio per la ricerca di acqua e molecole prebiotiche nelle atmosfere cometarie e in quelle di pianeti solari e extrasolari.

² Le missioni sono presentate in ordine alfabetico

In seguito alla scoperta da noi fatta durante l'impatto della cometa Shoemaker/Levy 9 con Giove della linea di emissione MASER dell'acqua a 1.35 cm, si è pensato di usare questa linea come mezzo di diagnostica per la ricerca di acqua nei pianeti extrasolari.

Usando lo spettrometro multicanale MSPEC0 e recentemente il più sofisticato spettrometro SPECTRA-1 (con il nuovo software ASTRA) accoppiati ai radiotelescopi da 32 metri di Medicina (BO) e di Noto (SR), si sono investigati, a partire dal 1999, 35 sistemi esoplanetari.

Segnali ripetuti nel tempo sono stati individuati in 5 sistemi, ma soltanto in Lalande 21185 e Epsilon Eridani si è registrato un rapporto affidabile S/N >4.

Importante è inoltre la scoperta della linea MASER dell'acqua in 5 comete molto vicine al Sole (Sun-grazing) e nel sistema di satelliti Saturniani.

JUNO/JIRAM

La missione JUNO a Giove è in fase di avanzato sviluppo, poiché il lancio è previsto nell'agosto 2011.

Tra gli strumenti di bordo che l'Italia fornirà alla NASA si contano JIRAM (Jovian InfraRed Auroral Mapper) e il sistema di telecomunicazioni inclusivo della banda K. Gli obiettivi scientifici di JUNO sono di determinare se Giove ha un interno solido, misurare l'abbondanza di acqua, il campo del vento nella bassa atmosfera e le caratteristiche del campo magnetico e dei fenomeni inerenti.

La realizzazione di JIRAM fa tesoro delle precedenti esperienze sviluppatesi in Italia nella messa a punto di spettrometri ad immagine, della classe di VIRTIS realizzate dalla Galileo Avionica per le missioni Rosetta, VEX e DAWN. Lo strumento JIRAM ha superato la PDR con successo. Nei prossimi mesi si svolgerà la "Critical Design Review" presso la NASA (CDR).

Missioni in fase di studio

Le missioni/progetti sono presentati in ordine alfabetico tranne quelli selezionati nell'ambito della Call "Cosmic Vision" e Next dell'ESA che sono riportati nel paragrafo successivo.

ASPIICS-Proba3

L'obiettivo della missione tecnologica dell'ESA *Proba-3* consiste nella dimostrazione di tecniche innovative per il volo in formazione di due satelliti in orbita terrestre.

La formazione manterrà due satelliti ad una distanza tra loro di 150 m, allineati in direzione del Sole. ASPIICS ("Association de Satellites Pour l'Imagerie et l'Interférométrie de la Couronne Solaire") a bordo di *Proba-3* è un coronografo solare ed è il primo telescopio ad utilizzare satelliti in formazione di volo. Uno schermo su uno dei due satelliti creerà un'eclissi artificiale di Sole gettando la sua ombra sul telescopio ASPIICS a bordo del secondo satellite. ASPIICS potrà così, per la prima volta, osservare la corona molto vicino alla superficie solare (fotosfera) con altissima risoluzione spaziale.

Il progetto ASPIICS è nella pre-fase A, iniziata nel 2009 e finanziata da ESA nell'ambito del programma "Startiger". Nel 2010, comincerà la Fase A.

Il lancio, programmato per il 2014, sarà seguito da due anni di missione nominale (2014-2016). Il contributo italiano ad ASPIICS è coordinato dall'INAF-OATO.

EXOMARS

ExoMars rappresenta uno dei punti chiave del programma opzionale dell'ESA "Exploration" (Aurora).

ExoMars coniuga innovazione tecnologica con importanti obiettivi scientifici, in quanto ha l'obiettivo primario di rilasciare sulla superficie di Marte un sistema mobile, costituito da un rover e dal laboratorio automatico Pasteur, equipaggiato con strumentazione altamente sofisticata, in grado di svolgere misure in situ per l'analisi di composti sia organici che minerali presenti nel suolo e nel sottosuolo marziano e per studiare i principali fenomeni ed agenti atmosferici.

Il programma "Exploration" dell'ESA, che comprende anche la missione ExoMars, ha subito recentemente una ristrutturazione, che include anche una collaborazione con la NASA. Il nuovo profilo prevede: un orbiter ed un lander, equipaggiato con un sistema di misura EDL (Entry-Descent-Landing), previsti al lancio nel 2016, mentre il lancio del rover ExoMars è previsto ora per il 2018, in combinazione con un altro rover costruito dalla NASA.

Tra gli strumenti originariamente selezionati nel carico scientifico di Pasteur, 3 vedono una responsabilità diretta di INAF: (1) Lo spettrometro infrarosso MIMA; (2) Lo strumento di analisi di polvere MEDUSA; (3) Il sistema di analisi spettrale MAMIS all'interno del dispositivo di carotaggio-driller e (4) un sottosistema di rivelazione dello strumento Life Marker Chip (LMC).

Essi hanno superato brillantemente la PDR. Di essi, però, solo MAMIS è attualmente incluso nella nuova configurazione del rover, mentre a breve si avrà comunicazione ufficiale che anche LMC è tra gli strumenti inclusi. Infine, gli sviluppi svolti per MEDUSA e MIMA possono essere utilizzati per un accomodamento nel modulo 2016-EDL.

Il supporto dell'ASI ai vari strumenti ha permesso di far partire finalmente anche il supporto industriale.

POLVERI INTERPLANETARIE

L'OAC-Napoli (in collaborazione con l'Uni. "Parthenope" Napoli) sta sviluppando due progetti: DUSTER e DARLING, destinati alla raccolta di polveri interplanetarie in volo stratosferico e sulla ISS, rispettivamente.

DUSTER si basa su un principio di aspirazione e filtraggio dell'aria per la raccolta delle particelle solide in essa disperse su appositi dispositivi da analizzare in laboratorio.

DARLING è stato approvato dall'ESA nell'ambito del programma "Life and Physical Science 2004" ed ha passato una prima selezione in ASI nel 2008 come parte del progetto FEBO; l'esperimento è basato sull'impiego di aerogel quale mezzo di raccolta delle polveri. In entrambi i casi, le operazioni di raccolta e rientro a terra saranno seguite da campagne di misura in laboratorio sui campioni raccolti mediante la strumentazione disponibile nel Laboratorio dell'OAC-Napoli.

Le missioni per il programma Cosmic Vision 2015-2025 dell'ESA e Missioni NEXT

Numerose sono state le proposte, anche da parte della comunità italiana, inviate ad ESA in risposta alla "Call for Ideas" per il piano *Cosmic Vision 2015-2025* e per il programma *Next*. Le missioni sottoposte al vaglio dell'ESA corrispondono a progetti a diversi stati di maturazione. Per alcune di queste sono stati già effettuati degli studi di pre-fattibilità, mentre altre rappresentano concetti di missione che corrispondono a sviluppi di nuove tecnologie.

Le proposte hanno compiuto una prima fase di assessment ed alcune di esse sono state selezionate per essere studiate quali missioni candidate per essere lanciate nel periodo 2017-2018 (classe "Medium") e 2020-2021 (classe "Large").

Le missioni che hanno superato le varie fasi di selezione sono:

EJSM - LAPLACE

La missione sarà composta da due sistemi orbitanti: il primo (JEO) dedicato ad Europa e con flyby di Io, il secondo (JGO) dedicato Ganimede e con flyby di Callisto. Prima di entrare nelle rispettive orbite di Europa e Ganimede, entrambi JEO e JGO osserveranno Giove per un periodo di circa due anni.

Alcune delle proposte di strumenti per la missione, valutate positivamente da ESA nella fase preliminare di studio, vedono una partecipazione diretta e/o di responsabilità da parte di personale dell'INAF. Il lavoro in corso porterà alla realizzazione di alcuni rapporti sugli studi di fase pre-A da consegnare ad ESA entro il 2010.

Successivamente, se la missione sarà selezionata dall'ESA nel 2011, i gruppi impegnati attualmente negli studi di fattibilità saranno sicuramente direttamente coinvolti nella preparazione delle risposte alla AO per il payload scientifico.

MARCO POLO

MARCO POLO è una missione che prevede di raccogliere e riportare a terra campioni di un asteroide primitivo appartenente alla famiglia dei NEO. I campioni, una volta riportati a terra, saranno analizzati nei laboratori di tutto il mondo attraverso le tecniche più sofisticate, allo scopo di studiare l'origine e l'evoluzione del Sistema Solare ed, inoltre, comprendere come questi oggetti possano aver contribuito all'origine della vita sulla Terra.

A seguito del completamento delle attività ESA di *Assessment Study Phase*, il costo totale di Marco-Polo è stato stimato superiore a quanto disponibile per le missioni di classe M, di conseguenza Marco Polo non è stata selezionata tra le missioni che proseguiranno lo studio ESA.

Di contro, sia il Solar System Working Group che lo Space Science Advisory Committee dell'ESA hanno dichiarato che Marco Polo è una missione di altissimo valore scientifico. Pertanto, l'esecutivo ESA sta esplorando la possibilità di individuare i termini di un accordo con la NASA (missione Osiris-Rex - Discovery mission) o JAXA/JSPEC (missione Hayabusa 2) che vede la partecipazione di Marco Polo come Missione di Opportunità.

SOLAR ORBITER (ILWS)

La missione Solar Orbiter dell'ESA, caratterizzata da un'orbita che la porterà a distanze dal Sole finora mai raggiunte (perielio pari a circa un quinto della distanza Terra-Sole), ha come obiettivo lo studio del Sole e dello spazio ad esso immediatamente circostante.

Nell'ambito del progetto Solar Orbiter, esiste un forte interesse degli Osservatori Astronomici di Capodimonte, Catania, Palermo, Roma, Torino, Trieste, dell'INAF-IFSI, dell'INGV e delle Università di Calabria, Firenze, Pavia, Padova, Roma II e Torino per lo sviluppo di strumentazione di tipo coronografico e spettrometrico nell'UV e dell'INAF-IFSI per lo sviluppo di un analizzatore di plasma e di un rivelatore di neutri di alta energia (ENA).

La comunità solare ed eliosferica italiana è coinvolta nello studio di questa missione sin dalle fasi iniziali.

Missioni ai NEO

Nel 2004 l'ESA ha costituito il NEO Mission Advisory Panel (NEOMAP), il cui scopo è valutare, per conto dell'agenzia, le opzioni migliori dal punto di vista del rapporto costo/efficacia, offerte da una missione spaziale riguardo alla riduzione del rischio asteroidale.

La partecipazione della comunità italiana a queste attività è rilevante: uno dei 6 di NEOMAP è italiano, come italiana è stata l'idea della missione selezionata (Don

Quijote), che prevede un esperimento di deflessione orbitale. La missione non ha attualmente una linea di finanziamento, ma la NASA è interessata ad una sua realizzazione in collaborazione.

Concetti per missioni future

A livello generale, la comunità intende promuovere e partecipare a proposte di missioni, nell'ambito di collaborazioni nazionali ed internazionali, da parte di agenzie spaziali (ASI, ESA, NASA, JAXA, CNES, etc...), basate sulle competenze scientifiche e tecnologiche.

Attività di supporto

ASI SCIENCE DATA CENTER

L'ASI Science Data Center, una struttura ASI istituita nel settembre 2000 e ospitata presso ESA/ESRIN, gestisce gli archivi scientifici dei satelliti, distribuisce i dati alla comunità nazionale e la supporta nell'analisi scientifica degli stessi.

ASDC ha responsabilità primaria negli archivi di BeppoSAX, Swift, AGILE, GLAST e ospita una copia degli archivi di numerose missioni ESA, NASA e JAXA.

ASI ha firmato nel giugno 2005 un contratto con INAF della durata di due anni, per l'attività di archiviazione ed analisi dati presso l'ASDC.

Tramite l'assunzione a tempo determinato di 12 unità di personale con funzioni di "Ricercatore Junior" e l'assegnazione di 2 unità di personale con funzione di "Senior Scientist", INAF ha assicurato la gestione scientifica e tecnica del personale INAF e la realizzazione di programmi di servizio e ricerca di interesse per tutta la comunità.

All'inizio 2008 è stato firmato da ASI e INAF un protocollo per la gestione congiunta dell'ASDC della durata di tre anni a partire dal primo gennaio 2008 che prevede il mantenimento e rafforzamento delle attività precedentemente previste dal contratto.

ANALISI DATI

ASI finanzia l'attività di analisi dati di missioni spaziali dedicate all'astrofisica, sia con contratti dedicati a singole missioni, alle quali vi sia stato un contributo nazionale alla realizzazione di parti H/W o S/W, sia con finanziamenti di carattere generale. Tali finanziamenti sono intesi quale supporto all'analisi dati di Guest Observer o di archivio di missioni di astrofisica spaziale e sono volti sia alla massimizzazione del ritorno scientifico che all'utilizzo dei feedback per lo sviluppo di nuove idee di missione.

CENTRO EUROPEO DI CURATION FACILITY DI MATERIALE EXTRATERRESTRE

In un contesto internazionale in continua evoluzione, le missioni spaziali che hanno come obiettivo quello di raccogliere e riportare a terra campioni extraterrestri stanno ottenendo un interesse sempre maggiore sia da parte della comunità scientifica internazionale che da quella industriale.

Lo studio in laboratorio di materiale extraterrestre raccolto da corpi minori primitivi o da Marte fornirà nuove opportunità di progresso della conoscenza su temi fondamentali, come la nascita e l'evoluzione del Sistema Solare o l'origine della vita sulla Terra. Tenendo conto che nei prossimi 20 anni un gran numero di campioni extraterrestri saranno riportati a Terra da missioni spaziali, è necessario che in Europa si realizzi un centro dove poter conservare, manipolare, analizzare e distribuire i campioni riportati a Terra da missioni spaziali.

Nell'ambito della missione Marco Polo è stato condotto in ambito INAF uno studio di fattibilità, positivamente valutato da ESA, per la realizzazione di un centro europeo

di curatela di materiale extraterrestre. Studi riguardanti la gestione di materiali di origine marziana (missione Mars Sample Return) e contributi relativi alla missione di "sample return" da un asteroide della NASA (Osiris-Rex) sono in fase di definizione.

STUDI DI NUOVE MISSIONI E ATTIVITÀ DI R&D

Per lo studio, sviluppo e realizzazione dei progetti spaziali si opera a livello nazionale e internazionale sulla base di "Announcement of Opportunity".

È necessario pertanto poter rispondere rapidamente attuando studi di fattibilità sulla base delle competenze scientifiche e tecnologiche presenti nella comunità di riferimento. ASI finanzia studi nelle varie aree tematiche attraverso tre contratti di durata triennale. ASI finanzia inoltre contratti di R&D ai quali hanno partecipato e partecipano numerosi ricercatori afferenti all'INAF.

3.3 PROGETTI SPAZIALI DI SVILUPPO TECNOLOGICO

La partecipazione italiana alle missioni spaziali è basata su un contributo significativo di tecnologie sperimentali, che, all'epoca della partecipazione, erano allo stato dell'arte. La possibilità di mantenere e consolidare la presenza italiana nel settore dell'astrofisica spaziale è condizionata ad un'attività di sviluppi tecnologici che deve garantire la competitività internazionale della nostra comunità.

Le tecnologie sulle quali l'INAF, in stretta integrazione con altre componenti della più larga comunità nazionale, a cominciare dall'INFN, investirà più risorse, sono quelle che configurano una partecipazione rilevante in progetti futuri (ad esempio a livello di PI-ship di strumento o di missione).

Alcuni dei progetti riportati si basano su finanziamenti esterni di durata limitata nel tempo, altri si riferiscono alle schede progetto ricevute. La continuazione e/o realizzazione di tali progetti dipenderà pertanto dalla disponibilità di un effettivo finanziamento.

OTTICHE PER RAGGI X-DURI/ GAMMA-MOLLI (80 KEV – 1 MEV)

L'importanza delle osservazioni di sorgenti celesti nella regione dei raggi gamma molli (>100 keV) è ben riconosciuta, in particolare se realizzate simultaneamente ad osservazione nelle bande dei raggi X soffici e duri (0.1 - 10 keV, 10 - 100 keV).

A titolo di esempio, per stabilire l'origine del fondo X/gamma diffuso, i modelli di sintesi richiedono un break con energia caratteristica di 100-400 keV, ma finora solo poche misure sono disponibili a causa della limitata sensibilità degli strumenti.

Per superare i limiti di sensibilità degli attuali telescopi a vista diretta del cielo (con o senza maschera), l'unica soluzione è l'impiego di ottiche focalizzanti. A energie maggiori di 100 keV, dove le ottiche ad incidenza radente tendono a divenire poco efficaci a causa dei piccolissimi angoli di riflessione coinvolti, una soluzione molto attraente appare, al momento, l'impiego della tecnica della diffrazione di Bragg da parte di cristalli a mosaico in configurazione trasmissione (geometria di Laue).

HAXTEL

Scopo del progetto HAXTEL (HARd X-ray TELscope) è lo sviluppo di lenti di Laue di bassa (60-200 keV) e di alta energia (150-600 keV) per poter superare i limiti di sensibilità della strumentazione attuale. Sulla base degli studi finora fatti di possibili payload con 20m di focale, ci si aspetta di poter raggiungere nella banda 60-600 keV sensibilità senza precedenti (a 200 keV dell'ordine di 10^{-8} fotoni/cm² s keV).

L'obiettivo è lo sviluppo di un piccolo prototipo (PM) di lente di bassa energia (60-200 keV) con circa 2m di focale, basata su cristalli a mosaico di rame (111). I cristalli saranno forniti dall'Institute Laue-Langevin (ILL) di Grenoble, che partecipa al progetto.

Il PM è previsto essere qualificato presso la facility X (LARIX) di Ferrara e, possibilmente, a bordo di pallone stratosferico.

COMPTON

Il progetto (Architetture Compton ad alta efficienza e basso fondo strumentale basate su tecniche innovative per la rivelazione dei raggi gamma dallo spazio) riguarda lo studio e la realizzazione di prototipi di strumenti da impiegare in architetture Compton; questa famiglia di strumenti, assieme all'altra grande famiglia dei concentratori, sembra l'unica grado di superare il gap di sensibilità che affligge il range gamma di media energia, rispetto agli adiacenti range X e gamma di alta energia. In più, in potenza, offre la possibilità di misurare lo stato di polarizzazione della radiazione rivelata.

Come nel caso dei concentratori, il punto di forza dell'architettura Compton risiede in una diminuzione del background dello strumento; diversamente dai concentratori in questo caso il campo di vista è ampio (anche se a scapito della sensibilità nel confronto tra le due architetture). E questo è probabilmente quello che serve in un range che rimane a tutt'oggi scarsamente esplorato proprio per le difficoltà strumentali.

Oggetto dello studio è la rivisitazione di una architettura Compton, già usata con successo nello spazio alla fine degli anni '90 nel Comptel Telescope, alla luce delle nuove tecnologie di rivelazione che sono maturate nei quasi due decenni trascorsi dalla progettazione di Comptel.

Una prima fase di attività vede la caratterizzazione di rivelatori innovativi con la collaborazione, con dei vari gruppi di ricerca che li hanno sviluppati, lo sviluppo di un tool di simulazione MonteCarlo di architetture Compton e lo studio di sistemi elettronici VLSI per la lettura di un gran numero di canali previsto per il sistema Compton.

Tra i rivelatori studiati sono:

- Un prototipo di rivelatore da impiegare come rivelatore leggero di scattering realizzato con la tecnica del Multilinear Si Drift Detectors (collaborazione con il Politecnico di Milano)
- Un prototipo di rivelatore da impiegare come rivelatore leggero di scattering realizzato con la tecnica delle microstrip in SiC (collaborazione con il Politecnico di Milano sezione di Como)
- Prototipi di rivelatori da impiegare come calorimetri realizzati con tecniche di scintillazione usando nuovi materiali quali il LaBr_3 con diversi metodi di read-out (Fotomoltiplicatore or low noise photodiode)
- Prototipi di rivelatori da impiegare come calorimetri realizzati con semiconduttori ad alto Z (CZT).

Il gruppo di lavoro è composto da ricercatori dello IASF-Bologna, Milano, Roma, dei Politecnici di Milano e Pavia, dell'Università di Bologna, del CNR di Parma e dell'ENEA di Bologna e Frascati. Il finanziamento è totalmente a carico ASI.

SINGLE PHOTON AVALANCHE DIODE (SPAD) PER LA LETTURA DI FIBRE SCINTILLANTI

L'uso dei rivelatori a stato solido, presenta caratteristiche particolarmente appetibili per una missione spaziale, come l'insensibilità ai campi magnetici, l'uso di tensioni relativamente basse, la compattezza e il limitato ingombro.

Nel progetto FIBER-SPAD si prevede l'uso degli SPAD come fotorivelatori accoppiati ad entrambi gli estremi di fibre scintillanti. Le fibre saranno organizzate in piani che costituiranno l'unità fondamentale di un tracciatore di particelle analogo, per funzione, a quelli di AGILE o GLAST.

La sensibilità al singolo fotone degli SPAD dovrebbe permettere un'efficiente rivelazione della radiazione nonostante la limitata uscita di luce dalle fibre scintillanti e l'attenuazione del segnale dovuta alla lunghezza della fibra, che potrebbe essere

estesa fino ad alcuni metri. L'uso del tempo di volo, valutato tramite il ritardo fra i segnali ai due estremi della fibra, permetterebbe una preliminare ricostruzione della posizione di interazione lungo la fibra e un abbattimento dei falsi trigger dovuti alla corrente di buio dei dispositivi, mediante coincidenza fra i segnali. Un approccio di questo tipo potrebbe permettere la realizzazione di un tracciatore di elevata area ad un costo molto minore rispetto all'uso delle microstrip di silicio.

Il progetto è guidato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi (IMM) con la partecipazione dello IASF-Bologna. Il finanziamento è totalmente a carico ASI.

Ottiche a raggi X

Le attività avranno lo scopo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- a) sviluppo presso i laboratori dell'Osservatorio Astronomico di Brera di specchi monolitici Wolter I per raggi X duri (fino a 100 keV) con rivestimento multilayer tramite replica con elettroformatura di Ni, perfezionando la tecnologia sviluppata in Italia per produrre gli specchi con rivestimento in Au di SAX, JET-X/SWIFT e XMM. Il metodo è appropriato per realizzare ottiche con buona risoluzione angolare ed alta area di raccolta. Lo studio è rivolto in particolare alla realizzazione degli specchi delle missioni NHXM (ASI). Oltre all'applicazione dei multilayer, un altro obiettivo importante è l'ottenimento della stessa risoluzione angolare di XMM (15"HEW) pur diminuendo gli spessori di un fattore 3. Queste attività sono portate avanti in collaborazione con la ditta MediaLario con finanziamento ad hoc dell'ASI. Collaborazioni sono pure in corso con CfA e il NASA/MSFC;
- b) sviluppo di specchi ultraleggeri a grande area di raccolta e ottima risoluzione angolare (IXO) tramite slumping di fogli in vetro e successivo figuring di precisione con fascio ionico. Queste attività sono supportate anche da un contratto assegnato da ESA all'OA di Brera. Inoltre questa ricerca coinvolge pure MPE di Monaco;
- c) sviluppo di ottiche in vetro sottile monolitiche con profilo polinomiale, con lavorazione diretta tramite jet/bonnet polishing per la missione WFXT
- d) sviluppo di ottiche per raggi-X basate su fogli di plastica sottili. L'attività è principalmente portata avanti presso O.A.PA in collaborazione con il CfA. Il vantaggio principale di questo approccio è l'enorme throughput ottenibile con pesi molto piccoli. Anche se la risoluzione angolare ottenibile è relativamente modesta (alcuni arcmin), queste ottiche trovano un'ideale applicazione in applicazioni polarimetriche e spettroscopiche;
- e) spin-off per l'utilizzo di ottiche X in campo biomedicale e nanoelettronico (applicazioni nanolitografiche).

L'attività sullo sviluppo di ottiche multilayer, iniziata alcuni anni fa per i progetti Con-X-HXT ed HEXIT e poi continuata per Symbol-X ed ora NHXM, ha portato alla prototipizzazione di ottiche in Ni con copertura multilayer calibrate alla facility Panter fino all'energia di 50 keV. I risultati ottenuti sono a nostra conoscenza i migliori a livello internazionale. L'attività sugli specchi in vetro sottile ha fornito una serie di risultati preliminari molto incoraggianti, ottenuti insieme al MPE su substrati di piccole dimensioni (200 mm x 200 mm), nell'ambito di un contratto di sviluppo tecnologico

assegnato da ESA all'Osservatorio Astronomico di Brera. Il test di un primo prototipo assemblato è previsto nei prossimi mesi. Molto promettenti anche le attività legate a WFXT (il primo prototipo, sviluppato dall'OA di Brera insieme alle ditte europee Hereaus e Zeeko sarà testato alla facility Panter nell'autunno 2010). L'attività riguardante le ottiche in materiale plastico portata avanti con il CfA ha portato alla calibrazione presso la facility di Palermo di prototipi molto leggeri con risoluzione di alcuni arcmin. L'Osservatorio di Brera ha costituito con la ditta Media Lario un centro di eccellenza per lo sviluppo di ottiche per raggi X sostenuto da INAF e ASI e ospitato presso i laboratori di Merate dell'Osservatorio.

Sviluppo di ottiche a multistrato per spettroscopia ed imaging nell'estremo UV

I film multistrato "nanostrutturati" sono stati ampiamente usati, ormai da alcuni anni, in vari campi della fisica applicata, dell'astrofisica e della fisica nucleare. Ad esempio, sistemi di questo tipo sono stati usati per produrre ottiche per raggi X molli (soft X-ray) e per l'estremo ultravioletto (EUV), per polarizzatori, per ottiche per neutroni freddi, per specchi per telescopi astronomici, per giunzioni per rivelatori che sfruttano l'effetto tunnel superconduttivo.

Con il presente progetto ci si propone di sviluppare in Italia una capacità autonoma in un campo strategico, come quello delle ottiche multistrato, e di studiare possibili applicazioni innovative unendo competenze nei campi dell'ottica EUV e dei raggi X molli, nell'astrofisica e nella fisica delle superfici e delle interfacce. In particolare l'obiettivo principale sarà lo sviluppo di rivestimenti a multi-strato per ottiche (specchi) anche diffrattive (es. reticoli) in una regione di notevole interesse dal punto di vista della diagnostica spettroscopica, come l'estremo ultravioletto.

Questo progetto ha come obiettivo lo sviluppo di rivelatori di raggi x e gamma basati sull'impiego di scintillatori e fotodiodi a bassissimo rumore quali le Silicon Drift Chambers (SDC). Nell'ambito di questa ricerca si intendono realizzare i seguenti prototipi per impiego in missioni spaziali di Astronomia x e gamma di prossima generazione: (a) un modulo rivelatore gamma (30-5000 keV) segmentato che risulti position sensitive con elettronica di lettura ad alta integrazione basata su ASICs; (b) un rivelatore position sensitive con energia estesa verso il basso (1-1000 keV); (c) un ASIC "general purpose" da utilizzare come front-end elettronica.

RIVELATORI A SEMICONDUCTORE NON CONVENZIONALI PER TELESCOPI X - GAMMA

L'utilizzo di tecniche di focalizzazione che in Italia si stanno sviluppando con la tecnologia degli specchi multilayer (OAB) per energie da 10 a 80/100 keV e delle lenti di Laue a larga banda (Università di Ferrara e IASF-BO) per l'intervallo 60-600 keV richiede lo sviluppo di strumentazione di piano focale ad alta efficienza, elevate prestazioni spettroscopiche e buona risoluzione spaziale come quella realizzabile con semiconduttori a temperatura ambiente come CdTe e CZT. I due tipi di 'ottica' hanno requisiti diversi sui rivelatori di piano focale, ma ci sono alcune problematiche comuni alle quali si cercherà di rispondere con diverse tecnologie possibilmente nazionali, quali: (a) Sviluppo di tecnica epitassiale per realizzare giunzioni p-n su cristalli di CdTe; (b) Studio di configurazioni di elettrodi per migliorare la raccolta di carica; (c) Sviluppo di metodi di analisi dei segnali per la compensazione del trapping in rivelatori di CdTe/CZT.

È previsto inoltre lo sviluppo di rivelatori CZT, da produrre in Italia, per Astronomia spaziale in X e Gamma allo scopo di mantenere la posizione di eccellenza conquistata dall'Italia con Sax, XMM ed INTEGRAL.

SVILUPPO DI NUOVI RIVELATORI DI RAGGI X AD IMMAGINE PER STRUMENTI A GRANDE CAMPO E DI GRANDE SUPERFICIE

L'All Sky Monitoring è una tecnica di osservazione che permette di raggiungere obiettivi scientifici non accessibili ad osservatori di anche più alta sensibilità, ma ridotto campo di vista, quali lo studio di variabilità di flusso e spettrale sul lungo periodo di molte classi di sorgenti galattiche ed extragalattiche, la scoperta e studio di periodicità, quasi periodicità, periodi super-orbitali e glitches, proprietà e caratteristiche dell'emissione di bursts di sorgenti altamente magnetizzate e non, gamma ray bursts, transizioni di stato, nonché la scoperta di nuove sorgenti.

Molti di questi obiettivi aggiungono al loro valore intrinseco la possibilità di "triggerare" osservazioni mirate con telescopi da terra e dallo spazio per studi specifici approfonditi e multifrequenza di sorgenti in stati particolari.

L'importanza scientifica e la necessità strategica dell'All Sky Monitoring sono state infatti sottolineate anche dal report *Infrastructure Roadmap: A Strategic Plan for European Astronomy* emesso da ASTRONET nel 2008.

I rivelatori al Silicio sono stati identificati come strumenti ideali per la realizzazione di esperimenti che richiedono grandi superfici attive (e.g., >1000 cm²) ed elevata risoluzione spaziale, mantenendo ridotti budget di peso e potenza. L'esperienza dell'esperimento SuperAGILE ha dimostrato la fattibilità e l'efficacia dei rivelatori a microstrip di Silicio, permettendo la realizzazione di 1400 cm² con risoluzione spaziale (unidimensionale) di ~100 μm e maschera codificata, con un peso di circa 5 kg ed una potenza di circa 10 W. Il progetto ASPEX (PRIN INAF 2006, PI: M. Feroci) ha permesso di studiare i limiti di performance dei rivelatori a microstrip di Silicio, intrinsecamente dovuti alla elevata capacità (e quindi contributo al rumore elettronico) degli elettrodi. Il progetto All Sky Monitor (contratto ASI-INAF Alte Energie 2007 e 2008, PI: M. Feroci) ha permesso di studiare nuovi rivelatori al Silicio, basati sul concetto delle camere a deriva. In particolare, avviando una collaborazione dell'IASF di Roma e Bologna con la Sezione di Trieste dell'INFN, sono state studiate le caratteristiche come rivelatori di raggi X delle camere a deriva progettate e realizzate per particle tracking nell'esperimento ALICE.

Questi rivelatori, già disponibili "off-the-shelf" con superficie monolitica di ~50 cm², hanno dimostrato ottime capacità spettroscopiche e di imaging nella rivelazione di raggi X, con risoluzione spettrale, a temperatura ambiente, fino a 250 eV e spaziale fino a 30 μm, nella banda di energia 1.5 – 60 keV. Le attività svolte finora e tuttora in fase di svolgimento includono: la caratterizzazione dei rivelatori di ALICE con elettronica di front-end discreta con fasci di raggi X paralleli e collimati alla facility per raggi X dell'IASF di Roma; la realizzazione di un ASIC di front-end dedicato alla minimizzazione del rumore e del consumo (il primo prototipo, realizzato in collaborazione con l'Università di Pavia e di Bologna, è già in fase di test); la realizzazione di nuovi rivelatori con design ottimizzato per la misura di raggi X (la prima produzione è stata sottomessa alla FBK di Trento nel mese di Maggio 2010).

Lo sviluppo di questi rivelatori è alla base di concetti di esperimento che richiedono imaging, spettroscopia e timing su grande area, quali MIRAX (5000 cm², imaging e spettroscopia) e LOFT (300,000 cm², timing e spettroscopia), descritti nelle sezioni precedenti.

POLARIMETRIA IN RAGGI X

La polarimetria, rimasta finora quasi del tutto inutilizzata in Astronomia X, ha invece, secondo le previsioni teoriche grandi aspettative: i processi di emissione sono spesso non termici, i plasmi non sferici, i campi gravitazionali e magnetici intensi. Sono anche possibili effetti di gravità quantistica.

L'interesse della comunità scientifica si è di nuovo coagulato attorno al "break-through", dovuto al recente impiego della microelettronica: la tecnica del polarimetro

fotoelettrico per piano focale è stata inventata in Italia dallo IASF-Roma e dall'INFN di Pisa ed è la convergenza di attività più che decennali di studi sulla polarimetria X e sui rivelatori a pixel nella banda dei raggi X molli. Questa attività prevede la definizione di un esperimento di Astrofisica Spaziale di polarimetria X di sensibilità adeguata ad aspettative teoriche realistiche per missioni quali POLAR-X, NHXM, IXO.

L'attività di strumentazione prevede la realizzazione di un prototipo di rivelatore fotoelettrico per impieghi spaziali.

La tecnologia sviluppata per la lettura della traccia del photoelettrone in un gas, può essere estesa allo acquisizione di elettroni generati da un segnale Ottico/UV in un fotocatodo e amplificati da un MCP. Rispetto a sistemi con read-out finale basato su CCD questo sistema ha il vantaggio dell'autotrigger. Un prototipo è in corso di sviluppo con l'INFN di Pisa e con la ditta G&A di Oricola.

Nella banda dei raggi X duri/Gamma molli verranno studiati polarimetri Compton suddivisi a doppia fase, ideati allo IASF-Roma ed allo IASF-Bologna, che prevedono l'impiego di materiali attivi a basso Z (fibre scintillanti, rivelatori 2-D al diamante CVD o microstrisce al silicio) e materiali assorbitori veloci ad alto Z per esperimenti di grande area su pallone di lunga durata.

Parallelamente verrà proseguito e ampliato, anche mediante l'utilizzo di codici numerici, l'aggiornamento delle aspettative teoriche della polarizzazione X prevista da stelle magnetiche di neutroni in accrescimento, da binarie X di piccola massa da sorgenti galattiche auto-assorbite e da AGN. Si continuerà inoltre lo studio degli effetti di Strong Gravity osservabili come rotazione coll'energia dell'angolo di polarizzazione dei raggi X da un disco di accrescimento su buco nero galattico.

MICROCALORIMETRI CRIOGENICI PER SPETTROSCOPIA NON DISPERSIVA AD ALTISSIMA RISOLUZIONE

Questo progetto ha come obiettivo lo sviluppo di microcalorimetri criogenici per raggi X ad altissima risoluzione spettrale ($E/\Delta E \sim 1000-3000$), alto rateo di conteggi (300 cts/s per pixel) e capacità di imaging (1000 pixel) per la realizzazione di missioni e strumentazione per l'Astrofisica e Cosmologia in raggi X.

È prevista la continuazione dello sviluppo dei microcalorimetri di nuova generazione a transizione di fase superconduttiva TES e lo studio delle potenzialità dei microcalorimetri magnetici (IASF-Roma, Univ./INFN Ge, IFN-CNR, Roma), e le attività di miglioramento dei microcalorimetri con sensore resistivo a semiconduttore di tipo NTD (OAPA e Univ. Palermo).

Le linee guida di sviluppo tecnologico sono simili e volte a migliorare la risoluzione energetica, rendere i dispositivi più veloci, realizzare matrici con un grande numero di pixel, ottimizzare le tecniche costruttive per ottenere rivelatori robusti ed affidabili. Uno sviluppo recente prevede la realizzazione di chip di rivelatore basato su TES con un assorbitore di grande area (cm^2), che potrà essere utilizzato in diverse configurazioni, ovvero come sistema di anticoincidenza dell'array principale, per ridurre il background di due ordini di grandezza (caso di IXO), e/o per permettere la estensione negli X duri.

Un'attività complementare parte di questo programma include lo sviluppo di metodi di stima del fondo strumentale (basati su GEANT e ray tracing) in diversi environment orbitali (L2, rilevante per IXO, e orbita bassa come Xenia), determinanti anche per la ottimizzazione del design dello strumento.

RIVELATORI INNOVATIVI PER APPLICAZIONI ASTROFISICHE IN OTTICO/UV

Da alcuni decenni i rivelatori CCD dominano la scena dei rivelatori utilizzati nell'astrofisica ottica ed UV. Nonostante il continuo miglioramento nel campo della tecnologia del silicio esistono alcuni campi di applicazione in cui tali dispositivi mostrano dei limiti, in particolare quando è richiesta solar blindness (astrofisica UV)

e/o risoluzione temporale (ottica adattiva) accompagnata da una elevata sensibilità e dinamica. Il laboratorio rivelatori dell'OACT in collaborazione con altri gruppi di ricerca italiani ha attualmente allo studio tre tipi di rivelatori. Il primo è un rivelatore basato su diamanti sintetici. Le proprietà fisiche di tale materiale lo rendono ideale per realizzare rivelatori XUV per l'astrofisica spaziale. Il materiale sotto studio attualmente è il diamante CVD omoepitassiale a singolo cristallo.

Il secondo rivelatore è un Single Photon Avalanche Diode (SPAD), basato su silicio monolitico e funzionante a conteggio di fotoni. Il terzo rivelatore, a matrice attiva (CMOS-APS), ha una elevata integrazione on chip ed una elevata velocità di lettura, accoppiato con MCP funziona a conteggio di fotoni a elevata dinamica.

TECNOLOGIE OTTICHE ED ELETTRONICHE PER LO STUDIO DI RAGGI COSMICI UHE DALLO SPAZIO MEDIANTE LA FLUORESCENZA DI SCIAMI IN ATMOSFERA

La componente di Radiazione Cosmica (RC) di più alta energia (10^{18} - 10^{19} eV) si presenta come elemento di sfida nella comprensione della sua origine e della sua connessione a problemi fondamentali in Cosmologia e in Astrofisica Particellare.

Queste tecnologie si propongono di studiare la componente di RC di altissime Energie ($>5 \times 10^{19}$ eV) per mezzo della luce di fluorescenza prodotta dai Raggi Cosmici che interagiscono con l'atmosfera terrestre. Il numero di eventi osservati (circa 1 per anno per 100 km^2 ad energie del primario $>$ di 10^{20} eV) è proporzionale all'area efficace di rivelazione; per questo motivo gli esperimenti previsti, che fanno uso di un ottica di Fresnel a grande campo ($\pm 30^\circ$) e di un rivelatore sul campo focale altamente pixelizzato (circa 2×10^5 pixels), devono essere posti ad un'altezza di qualche centinaio di chilometri. Molte di tali tecnologie trovano anche applicazioni nella astronomia gamma VHE.

TECNOLOGIE ELETTRIO-OTTICHE E RIVESTIMENTI MULTISTRATO UV PER SPETTRO-POLARIMETRIA SPAZIALE AD IMMAGINI

Questo progetto sviluppa componenti elettro-ottici a cristalli liquidi (LC) per polarimetria a banda larga e stretta nel visibile e infrarossa. In particolare, Filtri di Lyot LC a banda stretta ($\lambda/\Delta\lambda \approx 103$) sintonizzabili elettro-otticamente nelle righe d'emissione coronali, e.g., FeXIV, 530.3 nm, FeXII 1074.7 nm, e polarimetri acromatici ($\lambda/\Delta\lambda \approx 101$).

L'obiettivo tecnologico nello sviluppo di sistemi elettro-ottici è la possibilità di utilizzare ottiche spettro-polarimetriche in cui siano assenti meccanismi.

La modulazione polarimetrica è ottenuta ruotando meccanicamente lamine di ritardo o polarizzatori, in filtri Fabry-Perot. La sintonizzazione della banda spettroscopica è ottenuta variando piezo-meccanicamente lo spessore della cavità interferenziale.

E' chiaro quindi il vantaggio di sistemi elettro-ottici, invece che meccanici, in strumenti spaziali con limitate risorse di massa e potenza disponibili e con stringenti specifiche di robustezza.

Parte del progetto è anche lo sviluppo di rivestimento multistrato per l'ottimizzazione della sensibilità polarimetrica di ottiche polarimetriche UV (100-122 nm) per strumentazione spaziale.

COSMOLOGIA CON MOSAICI DI RIVELATORI MILLIMETRICI E SUB-MILLIMETRICI

Lo studio dettagliato della radiazione cosmica a microonde è un campo estremamente competitivo, che necessita di tecnologie e metodi di misura avanzatissimi e sofisticate analisi.

Nel triennio di interesse l'attività riguarderà i seguenti punti: (a) Sviluppo dell'esperimento BOOMERanG-B2K5, finanziato da ASI, per la misura dei modi E e B della polarizzazione dell'emissione diffusa a 350 GHz e a 150 GHz con BOOMERanG; (b) Sviluppo dell'esperimento OLIMPO, finanziato da ASI, per la misura dell'effetto Sunyaev-Zeldovich in 40 ammassi di galassie; (c) Misura dell'effetto SZ con il mosaico di rivelatori MAD dall'osservatorio della Testa Grigia (MITO) e della Temperatura CMB in funzione del redshift; (d) Sviluppo dell'esperimento BRAIN, finanziato da PNRA, per la misura della polarizzazione del cielo a microonde dalla base di Dome-C. Eventuale upgrade con esperimento CLOVER. (e) Sviluppo di mosaici di grandi dimensioni di rivelatori millimetrici per osservazioni ultrasensibili del fondo a microonde e dell'emissione galattica diffusa (progetto RIC finanziato da INFN). (f) Metodi di analisi per stima ottimale di mappe e spettri di potenza CMB, sottrazione di sistematiche strumentali e di foregrounds locali, stima parametri cosmologici.

SISTEMI DI CALCOLO PER APPLICAZIONI SPAZIALI

Nel triennio si intende proseguire lo studio iniziato negli anni passati e cioè la definizione di architetture di sistemi di calcolo per applicazioni spaziali e lo studio delle problematiche relative all'utilizzo nello spazio di una tecnologia h/w specifica, al fine di valutarne la possibilità di impiego a bordo di satelliti.

Per quanto concerne la ricerca sulle architetture, l'obiettivo è la definizione di un'architettura, implementabile mediante dispositivi FPGA (Field Programmable Gate Arrays), basata su di una rete di unità elementari, aventi capacità di tolleranza di guasti. Le caratteristiche di riconfigurabilità dei tali dispositivi, la loro struttura regolare e la ridondanza intrinseca costituiscono la base per la definizione di strategie efficienti per la rilevazione e riparazione di guasti, atte a garantire il funzionamento continuo del sistema per la durata della missione.

SVILUPPO DI DISPOSITIVI PER LA RACCOLTA E L'ANALISI IN SITU DI POLVERI IN VARI AMBIENTI SPAZIALI

L'INAF-OAC (in collaborazione con l'Università Parthenope di Napoli) è leader internazionale nello studio, disegno, sviluppo e realizzazione di dispositivi per la cattura di particelle solide, per la loro caratterizzazione in situ e per la loro preservazione per il rientro a Terra e studio in laboratorio.

Le tecniche già sviluppate ed in continuo aggiornamento sono applicabili a particelle di dimensioni tra i centimetri ed i sub-micron e sono utilizzabili in vari ambienti spaziali (mezzo interplanetario, corpi privi di atmosfera, pianeti con atmosfera). Le tecniche si basano su metodi di misura diversi e tra loro integrabili. Essi sono: metodi di rivelazione ottica, metodi di rivelazione per impatto, metodi di raccolta e misura con sistemi piezoelettrici.

Le misure eseguibili in situ consentono di caratterizzare le proprietà fisiche e dinamiche delle particelle. Per missioni che prevedono il rientro a Terra sono applicabili metodi adeguati per la raccolta non distruttiva basati su superfici e materiali (es.: aerogel) speciali. Tali tecniche sono già impiegate in progetti in fasi operative (GIADA, DUSTER) o di sviluppo avanzato (MEDUSA) e sono in continua evoluzione ed ottimizzazione. Esse prevedono possibili ricadute applicative anche alle problematiche ambientali terrestri.

SVILUPPO DI STRUMENTI PER LA "LIFE_DETECTION"

Oggi si fa sempre più urgente la necessità di realizzare una nuova tipologia di strumenti per lo spazio che permettano di potenziare le analisi di tipo biologico da condurre sia su missioni robotiche che su Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Una tecnica che in tal senso mostra enormi potenzialità è la cromatografia liquida. Pertanto, l'attività che è stata condotta consiste nello studio, progettazione e

realizzazione di un micro-cromatografo liquido ad alte prestazioni (HPLC) per la rivelazione in-situ di macro molecole biologiche.

Questo è uno strumento di nuova generazione, compatto, multifunzionale ed estremamente versatile che grazie all'uso di tecnologia di microfluidica è in grado di separare ed analizzare macro molecole solubili presenti in tracce su superfici planetarie o su corpi minori. Per poter estrarre le sostanze organiche presenti e amplificare il loro segnale è necessario, inoltre, prevedere un reattore nel quale il campione sia estratto dal materiale solido per mezzo di solventi e posto a contatto, a temperatura variabile, con marcatori chimici che ne amplificano il segnale di rilevazione.

Nuove Iniziative

Dopo il completamento delle maggiori attività strumentali in corso (LBT, SRT, VST), saranno attivati sulla base delle disponibilità finanziarie eventualmente disponibili, due bandi nazionali per il finanziamento di:

- uno o più progetti relativi a strumentazioni innovative. Il bando dovrebbe prevedere un inviluppo finanziario di 6 M€ su tre anni;
- progetti per lo sviluppo di tecnologie di base R&D. Il bando dovrebbe prevedere un inviluppo finanziario di 3 M€ su tre anni.

3.4 PROGETTI DI TECNOLOGIA INFORMATICA

Parallelamente alle "Tecnologie avanzate", che configurano attività di Ricerca e Sviluppo ("R&D"), preparatorie all'implementazione di telescopi, esperimenti e strumentazione, assume importanza per il supporto alla ricerca dell'Ente la "Ricerca e Sviluppo nel campo delle ICT avanzate": si tratta di attività di R&D nel campo delle tecnologie informatiche e delle comunicazioni. Anche in questo caso si tratta di attività non necessariamente legate a particolari progetti, ma piuttosto indirizzate ad incrementare la capacità della comunità astrofisica nel campo del calcolo e della gestione dei dati. Si tratta dello studio e dell'applicazione all'astronomia di tecnologie informatiche "*cutting-edge*", per cui si prevede nel futuro la trasformazione in infrastrutture informatiche standard di supporto.

Un punto importante da tenere in considerazione è che l'attività di ricerca e sviluppo nel campo dell'ICT per l'astronomia (ritenuta a livello di ASTRONET un pre-requisito prioritario per lo sviluppo dell'attività di ricerca scientifica) è focalizzata alla trasformazione in una *commodity* per la comunità. Deve trovare cioè un'immediata applicazione nell'implementazione delle nuove tecnologie a supporto degli utenti dei sistemi informatici. In tal modo, i progressi tecnologici, opportunamente adattati ai requisiti della comunità, permettono agli scienziati di lavorare in modo più efficiente. Tale passaggio dovrebbe avvenire nel modo più trasparente possibile, in modo tale da trasformare lo sviluppo tecnologico informatico in infrastruttura. Si è pensato di realizzare tale meccanismo all'interno di INAF mediante il servizio Sistemi Informativi (INAF-SI), una struttura del Dipartimento Progetti. Va però notato che l'esiguità delle risorse assegnate a tale servizio rallenta il "trasferimento tecnologico" nei confronti della comunità.

Nel corso del 2007, all'interno di "A Science Vision for European Astronomy" edito a cura dell'iniziativa Europea ASTRONET, la sezione "Raccomandazioni" aveva identificato alcuni requisiti interdisciplinari comuni a tutte i rami dell'astrofisica, e da considerare quindi di altissima priorità: lo sviluppo di modelli e simulazioni, l'esistenza di risorse di calcolo di adeguata potenza, la gestione omogenea di grandi quantità di dati tramite un Osservatorio Virtuale. Nell'autunno 2008, il documento "*The*

ASTRONET Infrastructure Roadmap – A Strategic Plan for European Astronomy ha specificato i passi necessari a realizzare un'opportuna infrastruttura informatica per l'astronomia. Vengono identificati come necessario uno sviluppo delle capacità di calcolo e di simulazione teorica che sia in sincronia con quello delle *facility* osservative, e la creazione e mantenimento di un Osservatorio Virtuale che permetta la gestione delle enormi moli di dati prodotte da strumenti e simulazioni. I suggerimenti specifici prevedono anche la costruzione di un laboratorio internazionale per il software astronomico (ASL).

Sotto il coordinamento di INAF-SI, l'Ente si muove coerentemente con queste linee guida e con quelle tracciate nel Piano INAF di Lungo Termine. Grazie all'attività dei suoi ricercatori, svolta prevalentemente in ambito internazionale, l'INAF ricopre già un ruolo preminente nella ricerca in questo settore che risulta essere strategico per lo sviluppo futuro dell'astronomia moderna. E' pertanto necessario investire un'opportuna quantità di risorse, soprattutto in termini di *manpower*, per poter mantenere questa *leadership* internazionale. I paragrafi seguenti definiscono le attività di sviluppo in campo informatico che richiedono coordinamento a livello nazionale.

SUPERCALCOLO

INAF ha stipulato negli anni passati, con cadenza triennale, una serie di accordi con il CINECA per l'uso delle risorse di supercalcolo e ha un ruolo chiave nella gestione di due consorzi per il calcolo scientifico, COSMOLAB in Sardegna (INAF-OACa) e COMETA in Sicilia (INAF-OAct).

Risulta quindi strategico, nei prossimi tre anni, continuare a collaborare con il CINECA per incrementare all'interno della comunità astronomica italiana le conoscenze necessarie ad utilizzare al meglio i supercomputer di nuova generazione, da centinaia di TeraFlop, che CINECA metterà a disposizione dell'intera comunità scientifica italiana. La diffusione di una cultura del supercalcolo aiuterebbe la comunità astrofisica/cosmologica a valutare opportunamente come possa essere utilizzata nel modo più efficiente la struttura gerarchica dei vari centri di HPC ai vari livelli: locale (per garantire un'agile disponibilità di macchine su cui fare test), regionale (ad esempio i centri che si stanno formando grazie ai finanziamenti PON), nazionale (CINECA), internazionale (DEISA e PRACE). In tal modo si verrebbe a diminuire la potenziale competizione tra i vari centri, attraverso una chiara definizione di ruoli e specificità.

DATA GRID PER LA RICERCA ASTROFISICA

Particolarmente significativa è la presenza di INAF in vari progetti nazionali ed internazionali legati alla GRID, la tecnologia per la distribuzione di risorse di calcolo e di *data storage* in rete. Questa presenza si esplica principalmente attraverso lo sviluppo di applicazioni astrofisiche, che hanno il duplice scopo di verificare i paradigmi della tecnologia Grid e di dimostrare la possibilità di portare gli algoritmi astronomici sulle infrastrutture Grid attualmente esistenti e i benefici che da ciò derivano.

Vi sono tuttavia attività in corso anche nel settore più propriamente informatico riguardante la definizione ed implementazione di servizi che fanno parte integrante della tecnologia Grid stessa.

La competenza INAF nel campo è partita dal 2002 con GRID.IT (progetto multidisciplinare nazionale finanziato dal FIRB) e si è ampliata tanto che personale dell'Ente ha coordinato il "cluster" astrofisica e il gruppo di lavoro "database" all'interno della GRID europea per la ricerca (EGEE).

Nel prossimo triennio, oltre al lavoro di coordinamento con le iniziative di Grid italiana (IGI) ed europea (EGI) anche all'interno del progetto EU/FP EGI-Inspire, è necessario realizzare da un lato la gestione degli accessi alla Grid da parte degli

istituti INAF creando un'organizzazione virtuale e dall'altro il supporto agli utenti per il porting dei loro codici.

CONTROLLI DI NUOVA GENERAZIONE PER STRUMENTAZIONE

All'interno dell'INAF esiste una pluriennale esperienza nella progettazione e implementazione di sistemi di controllo di strumentazione astronomica e telescopi, sia nell'ambito di progetti nazionali che internazionali. INAF ha infatti attive diverse collaborazioni con ESO, per la costruzione dello spettrografo Xshooter, per lo sviluppo del relativo software di controllo e per il software di controllo di ALMA.

Sono stati inoltre sviluppati dei package software per il controllo delle Osservazioni con LBC@LBT, per il controllo di sistemi di ottica adattiva e per il controllo e monitoraggio del telescopio TNG e della strumentazione relativa.

Sono infine in corso di sviluppo i software per il controllo del telescopio VST.

Questo settore di ricerca risulta essere strategico per continuare a mantenere la stretta collaborazione con ESO. Infatti l'INAF si è assunta la responsabilità della progettazione e realizzazione dell'elettronica e del software di controllo di ESPRESSO precursore di CODEX strumento di prima generazione per l'ESO/E-ELT.

Va infine notato che il progetto EU/FP7 EVALSO prevede la presenza virtuale al telescopio durante le osservazioni.

GESTIONE E ARCHIVIAZIONE DATI

Nel corso del 2005 è stato istituito il centro Italiano Archivi Astronomici (IA2), per l'archiviazione dei dati provenienti da *facility* osservative collocate a terra (TNG, REM, LBT), fornendo supporto all'utenza.

Nel corso del triennio si intende completare la realizzazione dell'archivio distribuito di tutti i dati di LBT, in collaborazione con le Università di Heidelberg e di Arizona. Tutti gli sviluppi sono finalizzati all'accesso ai dati da parte della comunità astronomica utilizzando gli standard definiti nell'ambito dell'International Virtual Observatory Alliance (IVOA), anche mediante la partecipazione del personale ai gruppi di lavoro IVOA.

Si prevede inoltre di sviluppare la possibilità di calibrare i dati osservativi al momento della loro estrazione dall'archivio ("*on-the-fly*") e di implementare l'archiviazione di dati da simulazioni numeriche.

Per quanto concerne gli archivi (e l'analisi) dei dati acquisiti da missioni spaziali, INAF collabora con ASI per la gestione di ASDC. Nel prossimo triennio ci si aspetta che questo accordo sia opportunamente modulato in modo da facilitare la gestione coordinata degli archivi in un'ottica di Osservatorio Virtuale.

OSSERVATORIO VIRTUALE

La possibilità di accedere a dati multifrequenza è una componente indispensabile dell'astronomia moderna. Questa necessità ha fatto nascere a livello mondiale l'organizzazione IVOA (International Virtual Observatory Alliance).

L'INAF è fortemente coinvolta nella attività di questa organizzazione, sia in termini di management (l'attuale presidente è dipendente INAF), sia in termini di supporto all'archiviazione dei dati, sia in termini di sviluppo dei *tool* necessari che nella partecipazione alla definizione degli standard a livello internazionale. È inoltre da ricordare la partecipazione di INAF a progetti finanziati dai Programmi Quadro dell'UE nell'ambito della costruzione del VO europeo:

1. EuroVO-DCA (FP6), concluso nel dicembre 2008, in cui INAF ha sviluppato l'inclusione di dati teorici nel VO internazionale e le interfacce tra il VO e le infrastrutture di grid computazionale.
2. EuroVO-Tech (FP6), concluso nel giugno 2009, in cui INAF ha sviluppato strumenti di gestione dell'informazione, sistemi intelligenti di "scoperta delle risorse", di data mining e di visualizzazione.

3. EuroVO-AIDA (FP7), in cui si sta realizzando l'infrastruttura europea di Osservatorio Virtuale mediante il coordinamento delle iniziative nazionali.
4. EuroVO-ICE (FP7), recentemente approvato, in cui si provvederà alla disseminazione delle caratteristiche scientifiche e tecniche dell'infrastruttura europea di Osservatorio Virtuale.

Va inoltre notato che l'applicazione di tecnologie VO a progetti specifici permette a INAF di partecipare ai progetti VAMDC e CASE (studio dell'infrastruttura informatica per CTA).

A livello italiano, l'iniziativa VObs.it si prefigge il coordinamento degli archivi nazionali ed il supporto alla loro integrazione in VO, e la partecipazione ai gruppi di lavoro IVOA per la definizione e l'aggiornamento di standard riconosciuti internazionalmente.

Le attività relative al VO sono considerate prioritarie, anche dato l'ottimo rapporto costi-benefici, all'interno della comunità internazionale: ci si aspetta pertanto che nel prossimo triennio INAF continui a partecipare attivamente a questo sviluppo, supportando le iniziative in corso e quelle che si svilupperanno a breve.

SOFTWARE DI SIMULAZIONE ED ELABORAZIONE SCIENTIFICA DEI DATI

Lo sviluppo di sistemi software per la riduzione dei dati e per la loro successiva elaborazione scientifica è un'attività che si può collegare prevalentemente ai progetti, nazionali ed internazionali, di sviluppo della strumentazione, oltre che alla ricerca individuale di metodologie che permettano l'estrazione dell'informazione scientifica da dati osservativi o da simulazioni numeriche.

Sebbene vi siano degli aspetti, soprattutto per quanto riguarda la riduzione dati, che sono strettamente collegati alle caratteristiche degli strumenti, esiste senz'altro la possibilità di armonizzare il lavoro individuale o quello di gruppi locali, in modo da ottimizzare lo sforzo e da creare un'opportuna massa critica per lo sviluppo del software di elaborazione dati.

Nell'ambito di questa attività, è di particolare rilievo la partecipazione al gruppo di lavoro internazionale, supportato dal progetto OPTICON (finanziato dall'UE), per la definizione e la realizzazione di un ambiente di nuova generazione (FASE) per l'elaborazione dei dati astronomici.

Inoltre, ed in maniera del tutto complementare, è altrettanto importante sviluppare del software che sia in grado di simulare realisticamente l'output di uno strumento. Tale software è di fondamentale per poter adeguatamente comprendere le caratteristiche dello strumento (ed eventualmente modificarne la progettazione e/o realizzazione) e preparare il software di elaborazione dati. Ci si aspetta quindi che nel prossimo triennio INAF continui a supportare la partecipazione ai progetti internazionali nel campo (FASE, ASL, ...), coordinando a livello nazionale gruppi di lavoro dedicati ad aspetti specifici della simulazione, riduzione ed analisi dati.

RETI TELEMATICHE

La rete informatica dell'ente è l'infrastruttura che supporta i servizi telematici di base (posta elettronica, videoconferenze, accesso alle biblioteche elettroniche, aggiornamenti software, applicazioni amministrative, ecc.) e le attività di ricerca che richiedono trasferimenti di dati digitali, quali Virtual Observatory, Grid, controllo remoto di strumenti, acquisizione dati osservativi, e-VLBI.

Gli Istituti INAF sono connessi alla rete nazionale della ricerca (GARR), e quindi alle dorsali europee (GEANT) con collegamenti che vanno tipicamente dai 10 Mbit/sec a 1 Gbit/sec. Tali velocità risultano ora adeguate sia per l'utilizzo dei servizi di base, che per l'attività "normale" di ricerca. In due soli casi (OACagliari e Sede Centrale), in via di risoluzione, il collegamento è ancora di 2 Mbit/sec. Nel prossimo triennio è quindi necessario intervenire su questi due ultimi collegamenti e monitorare

regolarmente il traffico di rete da/per le sedi INAF e risolvendo eventuali situazioni di sofferenza e i colli di bottiglia.

Va inoltre favorita la partecipazione di INAF alle reti di Campus ed alle Reti Metropolitane, che si stanno realizzando in alcune regioni, e vanno studiate soluzioni ad hoc per quelle strutture che non potranno essere raggiunte da queste reti veloci, puntando, dove possibile, all'acquisizione di "dark fiber"; è inoltre opportuno mantenere uno stretto rapporto con le Università, gli Enti di Ricerca e gli Enti Locali per fare presente le nostre esigenze di connettività. Infine si deve risolvere il nodo della nostra partecipazione, quale socio a pieno titolo, al consorzio GARR, al fine di avere una maggior voce in capitolo nella definizione dello sviluppo dell'infrastruttura nazionale e della relativa politica dei costi (oltre ad ottenere un abbattimento dell'IVA sulla fattura GARR).

Questa attività, prevalentemente di gestione, ha comunque una componente di ricerca tecnologica avanzata in quanto test e ottimizzazioni della rete richiedono competenze altamente specializzate.

COORDINAMENTO DELL'ICT PER L'ASTRONOMIA

Il passo che appare ormai maturo per la nostra comunità è la realizzazione di un'opportuna integrazione delle *facilities* informatiche individuali sopra descritte in un ambiente complessivo orientato all'utente, che realizzi una vera e propria infrastruttura informatica per l'astronomia italiana, coordinata con analoghe iniziative internazionali.

Il documento "*The ASTRONET Infrastructure Roadmap*" contiene la seguente affermazione: "*The Virtual Observatory (VO) is the e-Science initiative for astronomy*": in realtà si prende in considerazione un "VO" ben più complesso, integrato con le risorse di calcolo (eventualmente ad alte prestazioni, o distribuito "à-la-Grid"), con servizi realizzati mediante software applicativo specializzato, e così via.

Nel corso del triennio si mira a definire, e incominciare a realizzare, una infrastruttura informatica di ricerca integrata, che sia adeguata alle nuove sfide scientifiche che la comunità astronomica italiana dovrà affrontare nel prossimo futuro.

Si tratta di una *e-infrastructure* a guida INAF, che si propone di integrare le capacità di accesso uniforme ai dati multi-frequenza tipiche dell'Osservatorio Astronomico Virtuale, le metodologie di riduzione e di analisi statistica di grandi quantità di dati, la potenza di calcolo distribuita accessibile tramite tecniche di Grid e quella reperibile nei centri di supercalcolo (HPC) di grandi e medie dimensioni utilizzabili dalla comunità (CINECA e PON). Questa attività integra un buon numero delle attività di R&D riportate in questo capitolo.

Il beneficio che questa iniziativa porterebbe alla comunità e l'economia che ne deriverebbe appare evidente. Si stimola quindi INAF in modo da compiere nel prossimo triennio dei passi decisivi verso il mantenimento della competitività italiana nel campo.



Appendice A3 Innovazione e trasferimento tecnologico

1. SIT - INAF

Il Servizio Innovazione Tecnologica dell'INAF (di seguito SIT) è stato istituito con delibera del CdA INAF n. 22/2008 dopo la soppressione, prevista nella medesima delibera, del precedente Ufficio Innovazione Tecnologica.

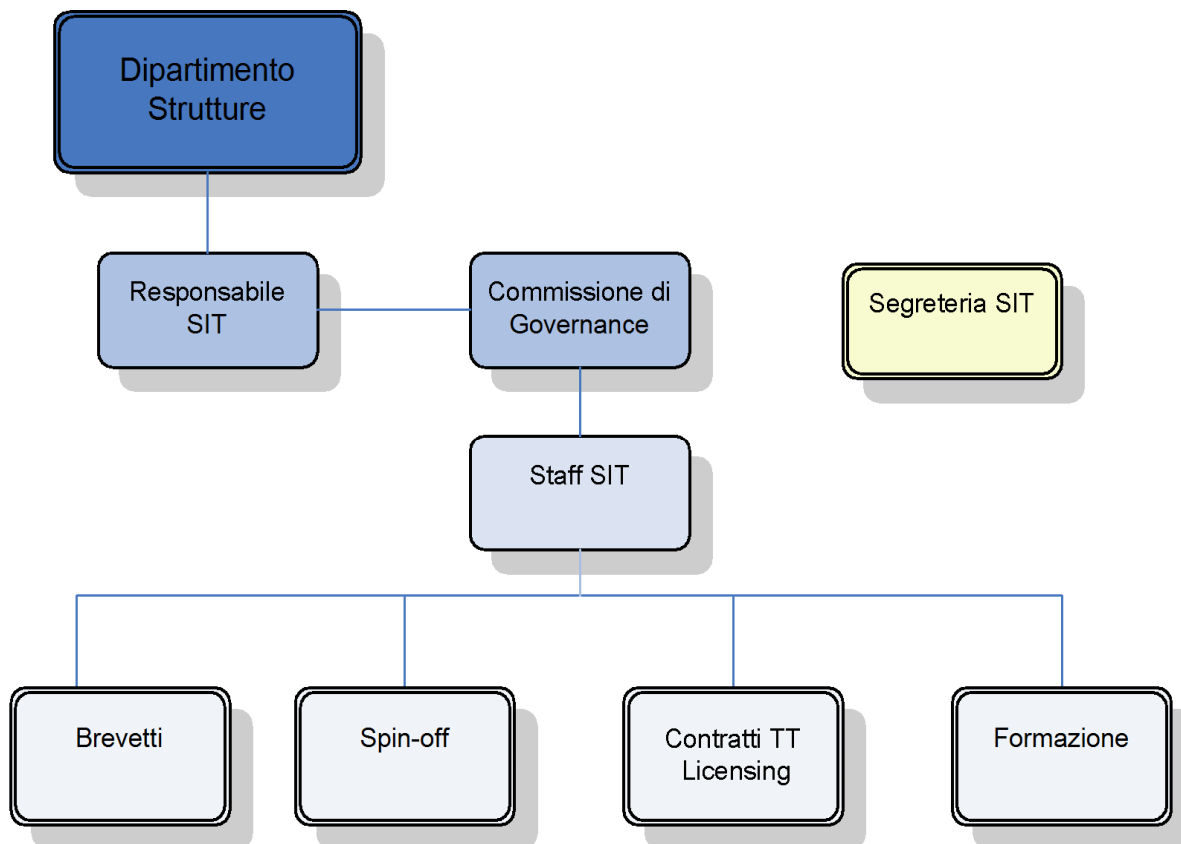
Il SIT mantiene gli obiettivi perseguiti in precedenza:

1. Valorizzare e proteggere i risultati della ricerca e promuovere iniziative per la valorizzazione della ricerca
2. Promuovere attività di innovazione e trasferimento tecnologico verso il mondo imprenditoriale e dei servizi
3. Promuovere collaborazioni fra strutture di ricerca e mondo produttivo
4. Sviluppare la formazione post-laurea anche mediante il potenziamento dell'interazione con Università e Impresa.

Tali linee guida concretizzano in una serie di attività:

- **Enterprise creation:** supporto e consulenza a imprese di Spin-off
- **IPR Management:** attività di protezione e valorizzazione dei risultati della ricerca
- **Communication and Training:** strumenti per la comunicazione, diffusione e trasferimento di tecnologie e competenze alle imprese
- **Formazione**

L'organigramma del SIT è illustrato nel diagramma seguente:





2. Responsabile SIT e CdG

Il Responsabile SIT, Nazzareno Mandolesi, è coadiuvato dalla Commissione di Governance, di cui fanno parte:

O. Citterio	OA Brera
L. Colangeli	ESTEC - ESA
R. Ragazzoni	OA Padova
C. Vuerli	OA Trieste
L. De Michieli	IIT Genova
P. Lugli	Technical University of Munich
S. Panchieri	DPS-MiSE
N. Mandolesi	Responsabile SIT IASF-BO

Oltre al Responsabile e alla CdG, collaborano alle attività dell'Ufficio sono:

Jader Monari	IRA
Francesca Sortino	IASF-Bo
Claudio Pernechele	OA Padova
Tonino Pisanu	OA Cagliari
Andrea Cremonini	IRA

3. Personale

Tra i collaboratori sopra citati 5 lavorano soltanto part-time all'interno del SIT ma non hanno competenze in ambito economico-gestionale.

Si richiede, pertanto, quanto prima l'emissione di un Bando di Concorso per l'assunzione di un Tecnologo che si occupi degli aspetti economico-gestionali del SIT.

Tale tecnologo dovrà avere competenze in materia di trasferimento tecnologico, in particolare nella gestione della proprietà intellettuale, nelle procedure di brevettazione e creazione di spin-off e nella stesura e gestione di contratti di Licensing.

4. Progetti finanziati

Il Bilancio SIT, dal 2005 al 2009, è destinato prevalentemente al finanziamento di progetti di trasferimento tecnologico sviluppati con imprese co-finanziatrici.

Con il **Bando UIT 2005** sono stati finanziati complessivamente 9 Progetti per un finanziamento totale di 191 KEuro.

In particolare 6 Progetti hanno avuto come oggetto la realizzazione di prototipi pre-ingegneristici di sistemi hardware e 3 Progetti hanno riguardato lo Studio di fattibilità per l'avvio di imprese di spin-off.

I 9 Progetti finanziati sono:

1. "Correzioni di errori ad alta frequenza spaziale su superfici ottiche tramite uso di Ion Beam Figuring, società co-finanziatrice Galileo Avionica
2. Realizzazione di una BreadBoard e mini serie a RF per la selezione/multiplexing/distribuzione di segnali IF a larga banda, società co-finanziatrice STUDIOEMME s.a.s.
3. Sviluppo di un prototipo di elettroformatura, società co-finanziatrice OFFICINE PASQUALI
4. Realizzazione di un trigger ottico con bersaglio in movimento, società co-finanziatrice ART s.r.l.
5. Sviluppo di un array planare di elementi radianti per una applicazione satellitare, società co-finanziatrice OFFICINE PASQUALI
6. Ingegnerizzazione di una videocamera per immagini in banda Ka (ViKy), società co-finanziatrice COSPAL
7. Studio di fattibilità di un'impresa di spin-off operante nel settore delle tecnologie elettroniche digitali,
8. Progetto ViKy: videocamera per immagini in banda Ka
9. Studio di fattibilità di un'impresa di spin-off per la progettazione e fornitura di sistemi criogenici

Questi Progetti si sono conclusi con successo, e presentazione dei manufatti prodotti se previsti nel mese di Novembre 2006.

Con il **Bando UIT 2006** sono stati finanziati 11 Progetti per un totale di 220 KEuro:

1. Sviluppo di un rifrattometro criogenico di precisione, società co-finanziatrice RIAL VACUUM srl
2. Sensoristica per metrologia 3D non a contatto, società co-finanziatrice SKYTECH e ART srl
3. Realizzazione di un prototipo pre-ingegneristico di sonda medicale, società co-finanziatrice STUDIOEMME s.a.s
4. Packaging di dispositivi monolitici in ambiente criogenico e spaziale, società co-finanziatrice Ferrari BSN
5. Ingegnerizzazione di un Array Planare di nuova concezione per applicazioni satellitari, società co-finanziatrice OFFICINE PASQUALI
6. Sistema Spettrometrico OnLine e Compton per la Spettrometria del Raggi X, società co-finanziatrice EL.SE srl
7. Sviluppo di un trasduttore ortomodo a 43GHz in elettroformatura, società co-finanziatrice OFFICINE PASQUALI
8. Realizzazione di un Breadboard refrigeratore per $T=0.3K$, società co-finanziatrice OFFICINE PASQUALI
9. Progetto "Database in Grid", società co-finanziatrice NICE srl
10. Studio di fattibilità per l'avvio di un'impresa di spin-off nel settore della sensoristica ottica
11. Studio di fattibilità per l'avvio di un'impresa di spin-off relativa al progetto "DBBC"

Questi si sono conclusi con successo ed i risultati sono stati presentati nel mese di Marzo 2007.

Con il Bando 2007 sono stati finanziati complessivamente 6 Progetti per la realizzazione di prototipi pre-ingegneristici di sistemi hardware.

I sei progetti finanziati sono:

1. Ottimizzazione delle prestazioni di un refrigeratore criogenico mediante l'impiego di materiali innovativi, società co-finanziatrice Officine Pasquali srl
2. Progetto e Realizzazione di un OMT in Banda millimetrica, società co-finanziatrice, RTW Ride The Wave
3. Sviluppo di uno Sfasatore Differenziale per Polarizzatori a 43GHz, società co-finanziatrice Officine Pasquali srl
4. Realizzazione di un prototipo di strumento per la misura di campo elettrico atmosferico, società co-finanziatrice MTX Italia
5. Realizzazione di un sistema interferometrico in luce parzialmente coerente per metrologia 3D di superfici metalliche, società co-finanziatrice Innovare srl
6. Gestione Automatizzata di Biblioteca basata su Tecnologia RFID, società co-finanziatrice RAPTECH

Nonostante il numero inferiore di Progetti selezionati per il 2007 l'importo totale del finanziamento è rimasto invariato rispetto a quello stanziato sia nel 2005 che nel 2006.

Questi progetti si concluderanno nel mese di Marzo 2009.

Il SIT, anche nel 2008 in una situazione di bilancio molto ristretta, è riuscito ad emettere un Bando per il finanziamento di progetti di Trasferimento Tecnologico ma, necessariamente, per un importo totale ridotto.

Sono stati finanziati 3 Progetti le cui attività inizieranno a partire da Gennaio 2009 e si concluderanno a Gennaio 2010:

1. Progettazione e realizzazione di un sistema ottico per fotovoltaico a concentrazione, società co-finanziatrice COSPAL srl;
2. Realizzazione di audiovisivi divulgativi delle Scienze Astrofisiche con tecniche innovative, società co-finanziatrice Tilapia;
3. Rete di sensori di wireless per il risparmio energetico e per il controllo di energie rinnovabili, società co-finanziatrice Raptech.



Di seguito una tabella che sintetizza quanto riportato:

BANDO UIT	2005	2006	2007	2008
Progetti Finanziati	9	11	6	3
Progetti	6	9	6	3
Studi fattibilità - Spin-off	3	2	-	-
Totale Finanziamento	191 KEuro	220 KEuro	222 KEuro	101,5 KEuro

Per il **2009**, visti i limitatissimi fondi a disposizione, il SIT non ha emesso un bando ma ha destinato i finanziamenti all'upgrade o continuazione dei progetti finanziati con il Bando 2008.

Nel mese di **Marzo 2010** è invece stato emesso il nuovo bando per un importo totale di € 140.000.

Alla scadenza del 30 Aprile 2010 sono pervenute 8 progetti.

Il SIT è stato coordinatore del Progetto PRISMA (Progetti per l'Innovazione e lo Sviluppo nel Mezzogiorno delle Aziende) finanziato in parte dal Ministero dello Sviluppo Economico (DPS-MiSE) e in parte dall'INAF per un finanziamento totale di circa € 1.300.000 destinato a 5 Progetti di Trasferimento Tecnologico indirizzato ad imprese del Mezzogiorno.

I cinque progetti del programma PRISMA, pur avendo come target aree di mercato differenziate, talune di nicchia, altre di massa, hanno avuto in comune il trasferimento tecnologico verso settori strategici, quali l'area commerciale, il campo medico, la protezione ambientale. I prototipi prodotti dalle sinergie tra strutture INAF e Imprese del Mezzogiorno hanno formato la base per lo sviluppo di prodotti pre-competitivi realizzati interamente da imprese del Mezzogiorno.

PRISMA ha anche dato propulsione al trasferimento di tecnologie da Strutture INAF del nord verso imprese del Mezzogiorno creando sinergie costruttive tra ambiti della ricerca e delle imprese.

Il successo del Programma PRISMA è derivato principalmente dall'aver creato una realtà di trasferimento tecnologico che si è concretizzato in un passaggio di conoscenze, tra i soggetti coinvolti nei progetti e nell'aver creato delle sinergie positive tra soggetti pubblici e privati.

Le imprese hanno potuto apprendere un know-how direttamente dai ricercatori coinvolti nel progetto, che ha loro permesso di migliorare.

I 5 sotto-progetti PRISMA si sono conclusi nel mese di Marzo 2007 con il raggiungimento di risultati hardware di grande interesse nei seguenti settori:

1. Sviluppo di sensori di polveri, in collaborazione con le società Galileo Avionica, Marotta srl e Technosystem;

2. Depositi di carburo di silicio con processo CVD (Chemical Vapor Deposition), in collaborazione con la società Galileo Avionica;
3. Progettazione e realizzazione di controllori per CCD (Charge Coupled Devices) in collaborazione con la società E-Service
4. Sistema per alto vuoto per misura nei raggi x, in collaborazione con la società BELTEC
5. Progettazione e realizzazione di antenne per sistemi RFID (Radio Frequency Identifier), in collaborazione con la società Raptech

Il SIT visto il successo del Programma PRISMA, ha deciso di essere il propulsore di un nuovo Progetto di Trasferimento Tecnologico, ancora più ambizioso ma diretto sempre alle imprese del Mezzogiorno.

In questo contesto l'INAF ha predisposto il progetto ASTRO-SFERA presentato all'attenzione del Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE).

ASTRO-SFERA (Sud: Formazione ed Evoluzione di Realtà Aziendali generate dalla ricerca ASTROfisica) è una proposta integrata di innovazione e trasferimento tecnologico che ha l'obiettivo di produrre rilevanti ricadute nel Mezzogiorno.

Rispetto a PRISMA e in base alle esperienze maturate, ASTRO-SFERA si configura come un programma più ambizioso in quanto prevede uno sviluppo temporale articolato su due anni e andrà oltre il trasferimento di know-how avendo come obiettivo lo sviluppo di prodotti pre-competitivi frutto della collaborazione fra Istituto e imprese che questa volta assumeranno un ruolo attivo nel Progetto.

Dopo una fase di valutazione da parte dell'SIT sono state selezionate le 13 proposte che costituiscono il Progetto ASTRO-SFERA.

Queste proposte nascono con l'obiettivo principale di coniugare la ricerca astrofisica con la crescita tecnologica di imprese e realtà industriali del Mezzogiorno, spostando il fuoco di interesse **dall'Astrofisica, quale sorgente di tecnologie, all'Uomo, quale destinatario delle applicazioni.**

ASTRO-SFERA punta al raggiungimento di risultati di avanguardia, la cui ricaduta sulle aziende aumenterà le capacità tecnologiche delle stesse. Ciò anche in prospettiva dell'applicazione delle tecnologie sviluppate in settori di tipo industriale e/o commerciale, obiettivo di precipuo interesse delle realtà industriali locali.

Complessivamente per ASTRO-SFERA sarà richiesto un finanziamento complessivo di circa 6.300 KEuro, come riportato nel dettaglio nella tabella seguente:



Progetto	Costo	Finanziamento DPS-MiSE			Co-finanziamento		
		Per INAF	Per Industria	Totale	INAF	Industrie	Totale
1 OACT	302,5	44	197,5	241,5	30,5	30,5	61
2 OACT	515	78,5	333,5	412	51,5	51,5	103
3 OAPA	635,5	208,2	299,3	507,5	64	64	128
4 IRA BO	600	391	154,5	545,5	39	15,5	54,5
5 OA NA	600	140	340	480	60	60	120
6 OAPD	656,8	164	361,3	525,3	65,7	65,7	131,4
7 OA Brera	600	162	395	557	18	25	43
8 IASFPA	627,2	203,8	273,4	477,2	80	70	150
9 IASFBO	560	216	288	504	24	32	56
10 IFSI	545,6	329,6	100,5	430,1	61	54,5	115,5
11 OACA	598	429,6	48,8	478,4	59,8	59,8	119,6
12 IASFBO	590	324	207	531	36	23	59
13 OA TS	335	109,5	158,5	268	33,5	33,5	67
Coord. SIT	330	300		300	30		30
TOTALE	7495,6	3100,2	3157,3	6257,5	653	585	1238

Il progetto ASTRO-SFERA è stato presentato ripetutamente al Dipartimento per lo Sviluppo (DPS) del MiSE. Purtroppo a causa dei vari cambi di gestione dei vertici DPS il progetto non è ancora arrivato ad una fase di valutazione. Entro l'anno in corso si intensificheranno i solleciti per una definitiva risposta.

5. Contratti

Il SIT ha seguito le trattative per la stipula di una convenzione con SIFI con un working plan concordato e un accordo sui diritti brevettali.

La Convenzione è stata firmata nel Novembre 2007 ed ha un valore complessivo di 200 KEuro di cui 23 KEuro sono destinati all'UIT (oggi SIT) per la consulenza e il know-how fornito per la redazione della Convenzione stessa.

Il SIT ha stipulato il primo contratto di licenza di know-how con la Società Innovare.

Il contratto di licenza è derivato da uno dei progetti di trasferimento tecnologico finanziati con il Bando 2007 "Realizzazione di un sistema interferometrico in luce parzialmente coerente per metrologia 3D di superfici metalliche".

Il SIT si è occupato di tutta la fase di negoziazione dei termini del contratto.

6. Brevetti

Attualmente il portafoglio brevetti gestito dal SIT è così composto:

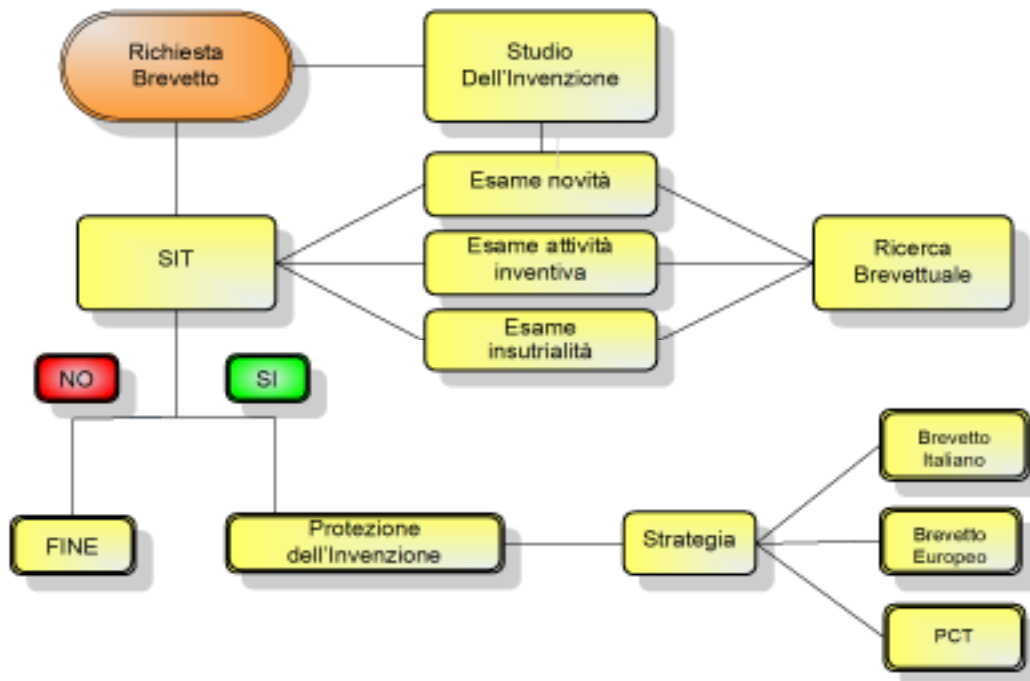
1. Procedura per l'analisi ed il confronto di una immagine rilevata da un telescopio con un catalogo di campi stellari precostituito
2. Dispositivo digitale di interconnessione per reti neurali
3. Apparecchiatura per la misurazione di un segnale elettromagnetico
4. Dispositivo a pinza per la misurazione di un segnale elettromagnetico

5. Procedimento per la localizzazione rapida di linfonodi sentinella marcati con radionuclidi
6. Apparecchiatura per il rilevamento di radiazioni elettromagnetiche, in particolare per applicazioni radioastronomiche
7. Rilevatore planare, a semiconduttore, di raggi x e gamma e relativo procedimento di rilevazione
8. Rilevatore planare, a semiconduttore, di raggi x e gamma in configurazione back to back
9. Dispositivo per la misura della coppia massima erogabile da piccoli motori elettrici, ad esempio del tipo passo passo, utilizzabile anche in campo criogenico
10. Metodo per la generazione di sequenze di segnali, per la gestione di sensore infrarosso o altro, e relativo dispositivo
11. Dispositivo di interfacciamento da utilizzare per connettere dispositivi periferici ad un elaboratore elettronico
12. Procedimento di produzione di substrati solidi, in particolare in vetro, con forma di lastra curva su entrambe le facce, e relativo apparato per la produzione di tali substrati
13. Passante elettrico per recipienti sottovuoto spinto o ultraspinto, e connettore per tale passante elettrico
14. Sistema digitale multicanale per l'elaborazione segnali radio, in particolare a banda estremamente larga
15. Dispositivo concentratore e sistema concentratore comprendente tale dispositivo.

Sono attualmente, Marzo 2010, in fase di brevettazione tre nuovi brevetti:

1. Sfasatore differenziale per polarizzatori a 43 GHz
2. Interferometro in luce parzialmente coerente per metrologia 3D di superfici metalliche
3. Strumento per la misura di campo elettrico atmosferico.

La procedura di brevettazione seguita dal SIT è schematizzata di seguito:



7. Spin-off

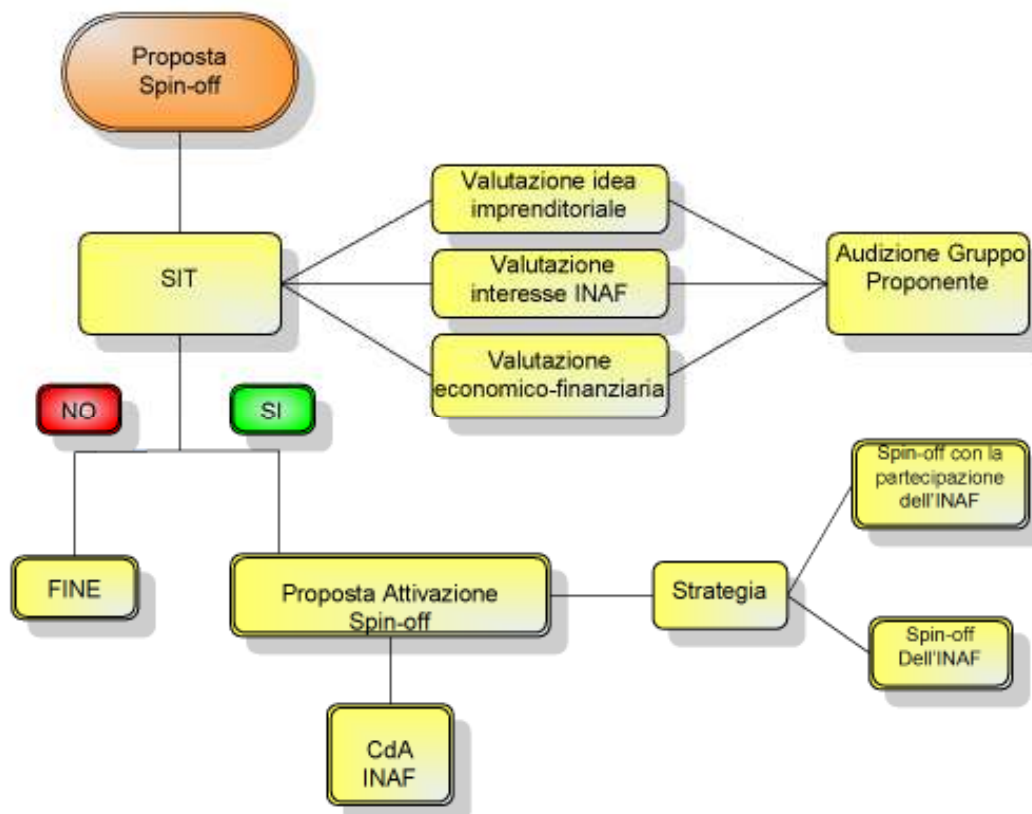
Sono 4 le società riconosciute già come spin-off INAF:

- Da Settembre 2006 la società **Novaetech srl** è divenuta il primo spin-off dell'INAF;
- Da Dicembre 2007 la società POEMA – Progettazione Opto-Elettronica per la Metrologia Avanzata;
- Dicembre 2008 il CdA INAF ha approvato la costituzione della società di spin-off AGI s.r.l. – Assist in Gravitation an Instrumentation;
- HatLab: attivato a Maggio 2009.

Per lo spin-off POEMA è stata presentata la domanda di finanziamento alla Regione Sardegna (Programma "Creazione di imprese spin-off dalla ricerca" - P.O.R. Sardegna 2000-2006, Misura 3.13, Sub-Azione B2) e lo spin-off è stato ammesso al finanziamento per un importo totale di 102 KEuro.

Il SIT sta supportando lo spin-off AGI durante la fase di negoziazione del suo primo contratto da stipulare con ENI.

La procedura adottata dal SIT per la valutazione delle proposte di spin-off che vengono inviate all'Ufficio è descritta nel diagramma seguente:



8. Consorzi

Uno dei compiti del SIT è la valutazione delle proposte di partecipazione dell'INAF all'interno di Consorzi.

Nel corso del 2006 il SIT ha valutato, con esito positivo, il Consorzio “Sicilia Micro e Nano Sistemi” e il “Consorzio di Ricerca per Implementazione Informatiche Spaziali Marittime Ambientali (CRISMA)”.

9. Budget SIT

FONDI SIT				
Anno	Provenienza	Entrate	Bandi	Funzionamento
2009	Dotazione INAF	50000	25000	48000
	Fondi esterni	23000		
2010	Dotazione INAF	195000	140000	55000
2011	Dotazione INAF	250000	200000	70000
2012	Dotazione INAF	300000	220000	90000

10. Sito web

Data l'importanza di avere un continuo contatto con i ricercatori, sin dalla sua costituzione, l'Ufficio si è dotato di un proprio sito web, www.sit.inaf.it.

Il sito viene costantemente aggiornato in modo da rappresentare per i ricercatori uno strumento per avere tutte le informazioni sulle attività e sul tipo di supporto che il SIT offre nel settore del trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca.

Nel sito sono riportate le procedure e le documentazioni per guidare i ricercatori nell'invio delle loro proposte di brevettazione, proposte di spin-off e qualunque altra proposta legata al trasferimento tecnologico dei risultati delle loro attività di ricerca.

11. Piano triennale 2010/2012

Nel triennio 2010-2012 si prevede di proseguire l'attività dei bandi, che se pur limitati nel finanziamento complessivo, hanno sempre prodotto ottimi risultati sia in termini di prototipi realizzati che di coinvolgimento di imprese private co-finanziatrici. I 16 brevetti realizzati in 4 anni ne sono la dimostrazione.

Un ulteriore ritorno dell'attività del SIT è costituita nel contributo di finanziamenti esterni e di contratti realizzati da imprese private con le strutture dell'INAF.

Una menzione particolare spetta alla costituzione delle imprese di spin-off INAF (ospitate da strutture INAF. La prima di queste, Novaetech, è stata selezionata dal Governo Italiano per rappresentare un tipico esempio di best practice nell'innovazione, all'Expo di Shanghai.

E' certamente utile menzionare che tra le attività di Novaetech è predominante la realizzazione di microbalance e spettrografi in grado di misurare e identificare la composizione chimica polveri ultrasottili. In uno dei progetti finanziati da SIT nell'ambito del progetto PRISMA, Novaetech insieme all'impresa privata “Marotta” ha realizzato un prototipo di aereo un-manned con a bordo balance ultrasensibili. Tale tema è certamente di grande attualità per i problemi che le ceneri vulcaniche islandese stanno causando al traffico aereo globale.



E' importante per INAF irrobustire la struttura del SIT con l'arruolamento di almeno un ingegnere gestionale.

12. Conclusioni

Obiettivo principale del SIT è quello di valorizzare il tessuto tecnologico della rete INAF rendendo un servizio al paese supportando le imprese nazionali nelle innovazioni di prodotto e di processo.

Dal punto di vista finanziario l'obiettivo primario è quello di autofinanziarsi e di iniziare imprese di spin-off capaci di fare reddito.

Dal punto di vista politico l'obiettivo è far conoscere al paese le tecnologie sviluppate per l'astrofisica da terra e dallo spazio e di fornire ai giovani che non vogliono/possano intraprendere una carriera "accademica" un possibile sbocco lavorativo in imprese di alto contenuto tecnologico.



Appendice A4

Selezione dei comunicati stampa 2009

PREMESSA

Un anno di comunicazione attraverso una selezione dei comunicati stampa che l'Istituto Nazionale di Astrofisica ha emesso durante l'anno a testimonianza dei risultati raggiunti è raccolta in questa Appendice al Piano Triennale. E' anche un modo parziale di descrivere un'attività di divulgazione che in realtà investe settori ben più ampi. Ma in fondo più che una descrizione di come l'INAF fa comunicazione è un modo per descrivere, più immediatamente e in maniera accessibile a tutti, quello che fa il nostro istituto di ricerca.

Il 2009 è stato un anno particolare perché coincidente con l'anno internazionale dell'astronomia e le celebrazioni galileiane. Un anno caratterizzato da molteplici iniziative ed eventi che abbiamo voluto qui rappresentare con il primo comunicato, quello dedicato alla cerimonia di apertura delle celebrazioni.

Il resto invece vuole raccontare i tanti, tantissimi risultati scientifici che i ricercatori INAF hanno ottenuto quest'anno, come hanno fatto l'anno precedente e come sicuramente faranno l'anno prossimo.

Non c'è dubbio che il 2009 sia stato un anno particolarmente proficuo, con un numero elevato di pubblicazioni scientifiche, come anche di nostri giovani premiati a livello mondiale nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica. A registrare l'attività particolarmente prolifica e di qualità dell'INAF è stata anche l'agenzia Thomson Reuters, un'agenzia indipendente di rating della scienza, che, con il rapporto *Science Watch*, ci ha segnalato come l'Ente scientifico con il maggior incremento di pubblicazioni a livello internazionale nel campo delle *Space Sciences*.

I comunicati che seguono vogliono significare questo: l'alto valore scientifico del nostro istituto, i risultati raggiunti con i telescopi a terra piuttosto che spaziali, nell'ottico piuttosto che nelle altre bande di frequenza, o ancora con le sonde planetarie e i satelliti per lo studio delle fonti di emissione di alta energia dell'universo.

E' un breve excursus che non vuol essere esaustivo ma solo esclusivamente indicativo.

14 gennaio 2009

L'Universo, mai così vicino come nel 2009

Con la cerimonia ufficiale di domani, 15 gennaio, si inaugura a Parigi, l'Anno internazionale dell'Astronomia. Un evento globale, che vede la collaborazione di ben 135 nazioni per portare l'Universo un po' più vicino a noi. La cerimonia, cui parteciperanno uomini politici, Premi Nobel e scienziati di tutti i continenti, si terrà nella sede di UNESCO. Numerosissime le iniziative in programma per il 2009 anche in Italia, alcune tra le quali avranno inizio già da domani.

www.astronomy2009.it

Sono trascorsi 400 anni da quando Galileo, osservando per la prima volta il cielo con un cannocchiale, lo rese più vicino a noi di quanto non fosse stato mai. Ed è proprio quel suo gesto di scoperta, di avvicinamento, di coinvolgimento in prima persona ad animare le iniziative e lo spirito dell'Anno internazionale dell'Astronomia, la cui inaugurazione ufficiale avverrà a Parigi domani 15 gennaio 2009.

«**L'Universo, a te scoprirlo**»: questo l'invito del comitato organizzatore che risuonerà in ben 135 Paesi nei prossimi 12 mesi, proponendo a tutto il pubblico innumerevoli occasioni per avvicinarsi alla conoscenza del cosmo.

Ma cosa ci riserverà l'Astronomia in questo 2009 che la celebra, e negli anni a venire? «Sicuramente molte sorprese, così come ha sempre fatto», afferma Tommaso Maccacaro, presidente dell'INAF. «Una su tutte sarebbe dirompente: la prima immagine d'un pianeta simile alla Terra, situato nella cosiddetta fascia abitabile della sua stella, che mostri quelle caratteristiche che pensiamo siano adatte allo sviluppo della vita. Questo, in attesa di scoprire nella nostra Galassia, o in altre lontane, "prove" dell'esistenza, anche passata, di forme di vita intelligente. Una scoperta del genere, come le osservazioni di Galileo di 400 anni fa, avrebbe un profondo impatto scientifico e culturale e ci porterebbe a riconsiderare, ancora una volta, il ruolo dell'Uomo nell'Universo».

Per l'Italia, il coordinamento dell'Anno internazionale dell'Astronomia è affidato all'INAF, che raccoglie sul sito www.astronomy2009.it le numerose iniziative in programma. Iniziative proposte e organizzate, oltre che dallo stesso INAF, dalle Associazioni di Astrofili, dai Planetari, dalle Università, dagli Enti locali e da tanti altri soggetti. Nel sito sono già presenti molte decine di eventi, attività, conferenze previste in tutt'Italia nell'immediato futuro, ma senz'altro il numero è destinato ad aumentare di molto man mano che ci addenteremo nel 2009. Le prime due attività targate INAF in calendario avranno inizio già domani: la partecipazione, con il radiotelescopio di Medicina (BO), alla «maratona osservativa» della rete globale VLBI e il lancio del blog «Professione Astronoma».



La **maratona VLBI**, che avrà inizio domani 15 gennaio e una durata di circa 32 ore, consiste in un'osservazione sincronizzata di tre quasar (J0204+1514, 0234+285 e 3C395) tramite 17 fra i più grandi e importanti radiotelescopi del mondo, sparsi fra Asia, Australia, Europa, Nord America e Sud America.



Un'iniziativa di grande valore simbolico, considerando che nel 2009 ricorre anche il centenario del Nobel a Guglielmo Marconi, ma anche una sfida sul piano scientifico e tecnologico. Usando una tecnica astronomica chiamata E-VLBI (Electronic Very Long Baseline Interferometry), infatti, i radiotelescopi osserveranno le stesse sorgenti simultaneamente, comportandosi come un'unica gigantesca parabola estesa per migliaia di chilometri. E verranno prodotte in tempo reale immagini che avranno un livello di dettaglio 100 volte superiore a quello dei migliori telescopi ottici esistenti. «L'Italia parteciperà all'osservazione con il radiotelescopio di Medicina, vicino a Bologna», spiega Luigina Feretti, direttore dell'Istituto di Radioastronomia dell'INAF, «che grazie al collegamento in fibra ottica fino a 1Gbit/sec ha le carte in regola per prendere parte a questo importante esperimento».

«**Professione astronoma**», declinazione italiana del progetto internazionale *She Is An Astronomer*, volto a promuovere le pari opportunità nell'astronomia, partirà con un blog sull'astronomia tutto al femminile, per suscitare l'interesse verso questa professione meravigliosa attraverso il contributo e il contatto con astronome contemporanee. A partire dalle ricercatrici che vi scrivono, coordinate da Ginevra Trinchieri dell'INAF-Osservatorio astronomico di Brera, che si augura di «coinvolgere quante più astronome, e future astronome, possibile». Un'anticipazione sul primo post? «La mia personalissima visione dell'avventura che ci attende» dice Trinchieri. Nel corso dell'anno, «Professione Astronoma» si arricchirà anche di un'iniziativa legata a studi e valutazioni statistiche sulla realtà professionale della donna astronoma di oggi. Tutto su www.professioneastronoma.it a partire dal 15 gennaio.

Per informazioni sulla «maratona osservativa» VLBI:

- Luigina Feretti, lferetti@ira.inaf.it, +39.335.1032619 +39.335.1032619
- Sito dell'iniziativa (in inglese): <http://www.expres-eu.org/iya2009/>

Per informazioni sul blog «Professione astronoma»:

- Ginevra Trinchieri, ginevra.trinchieri@brera.inaf.it, +39.02.7232.0327 +39.02.7232.0327
- Indirizzo del blog: <http://www.professioneastronoma.it/>

Per informazioni in generale sull'Anno dell'Astronomia:

- Leopoldo Benacchio, comunicazione@inaf.it, +39.346.0021943 +39.346.0021943
- Sito dell'Anno dell'Astronomia: <http://www.astronomy2009.it>



Che cos'è l'anno dell'Astronomia

Il 2009 è stato proclamato dall'ONU Anno Internazionale dell'Astronomia, IYA2009.

Il cammino della proposta era iniziato nel 2003 a Sidney, al Convegno della Unione Astronomica Internazionale, IAU. UNESCO aveva poi nel 2005 accolto la proposta e, dopo averla fatta sua, la passava per l'approvazione finale di ONU, avvenuta nel dicembre 2007. UNESCO curerà ora il coordinamento internazionale di IYA2009, affiancato dall'Unione Astronomica Internazionale, IAU.

L'Anno Internazionale dell'Astronomia rappresenta un'ottima opportunità per dare visibilità e ritorno di immagine all'Italia, che ha svolto un ruolo determinante in tutte le sedi internazionali e che è inoltre, la patria di Galileo Galilei che nel 1609, giusto 400 anni fa, a Padova alzò per la prima volta al cielo il suo cannocchiale.

Per l'Italia il referente, a livello globale, per il coordinamento delle iniziative di IYA2009 è INAF, incaricato formalmente ad *"agire per conto del Ministero dell'Università e Ricerca in questo specifico ambito, continuando a rappresentare l'Italia presso la comunità astrofisica internazionale e svolgendo un ruolo di coordinamento nei confronti di quella nazionale"*.

IYA2009, a cui partecipano più di 130 Paesi, riveste grande importanza sul piano culturale e si pone, con i progetti di eventi e manifestazioni per il pubblico, degli obiettivi "alti" che toccano, tra gli altri, temi come il ruolo della scienza e il suo contributo alla società e alla cultura, la crescita dei Paesi in via di sviluppo, l'avvicinamento dei giovani all'Astronomia, ed alla scienza in generale, la riscoperta del cielo come eredità universale dell'uomo, lo sviluppo sostenibile.

Attraverso l'osservazione del cielo, si invitano i cittadini di tutto il mondo, e soprattutto i giovani, a riscoprire il proprio posto nell'Universo, il senso profondo dello stupore e della scoperta, le ricadute e l'importanza della scienza sulla vita quotidiana e sugli equilibri globali della società.

Tutti i Progetti, nazionali ed internazionali, sono visibili tramite il sito www.astronomy2009.it, e continuamente aggiornati.



Comunicato stampa congiunto INAF e UNIBO 9 marzo 2009

Agli astronomi italiani quote record di due telescopi spaziali

Due programmi indipendenti guidati da astrofisici bolognesi, rispettivamente dell'INAF e dell'Università di Bologna, si aggiudicano quote di tempo senza precedenti per l'utilizzo di due fra i più ambiti telescopi spaziali: XMM dell'ESA e l'Hubble Space Telescope di NASA/ESA.

I migliori telescopi spaziali fanno gola agli astrofisici di tutto il mondo: poterli utilizzare è un po' come, per un pilota, essere posto alla guida di un'auto di Formula Uno. Per ottenere il loro ambitissimo "tempo d'osservazione", dunque per poterli avere qualche ora a propria disposizione, occorre presentare un programma scientifico quanto mai convincente e superare una dura competizione internazionale, dato che le domande di tempo superano anche di 5 o 6 volte quello effettivamente disponibile. I gruppi guidati rispettivamente da Andrea Comastri, dell'INAF Osservatorio Astronomico di Bologna, e da Francesco Ferraro, del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Bologna, ci sono riusciti polverizzando ogni record.

Il programma di Andrea Comastri e del team internazionale da lui guidato si è aggiudicato ben tre milioni di secondi del satellite XMM-Newton dell'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea. Nei quasi dieci anni che questo osservatorio per i raggi X ha trascorso in orbita, mai una singola proposta aveva ottenuto un tempo d'osservazione così lungo. «Oltre 800 preziosissime ore che stiamo già sfruttando per andare a caccia dei buchi neri più invisibili», spiega Comastri, «quelli oscurati da gas e da polveri. Per individuarli occorrono osservazioni molto lunghe e un'alta sensibilità ai fotoni X molto energetici: XMM è il satellite ideale per portarle a termine».

Altrettanto entusiasmo si respira in questi giorni nel team di Francesco Ferraro, al cui programma di ricerca sugli ammassi stellari l'Hubble Space Telescope dedicherà, proprio a partire da oggi, 9 marzo 2009, ben 177 delle sue orbite attorno alla Terra. «L'abbiamo preparata a lungo, questa proposta», afferma Ferraro, «così ci siamo ritrovati ad avere le idee chiare al momento giusto. Ed è anche stato premiato il coraggio che abbiamo mostrato nel chiedere tanto tempo». Già, perché 177 orbite costituiscono ben il 18% del tempo totale a disposizione su Hubble prima della quarta e ultima missione di manutenzione, prevista per il prossimo mese di maggio. A nessun altro programma è stato assegnato tanto tempo, in quest'ultima tornata d'osservazioni. Per il team di Ferraro, dunque, un successo senza precedenti, soprattutto considerando che, fra le proposte presentate dagli astronomi di tutto il mondo, appena una su 16 è stata accettata. «Con questa eccezionale assegnazione di tempo di osservazione», aggiunge Ferraro, «saremo in grado di esplorare le regioni centrali di circa 50 ammassi stellari dove si nascondono gli oggetti più interessanti, tra cui i prodotti delle collisioni stellari. Questo studio costituirà un punto di riferimento per i prossimi decenni, visto che siamo ancora lontani dalla messa a punto di nuovo telescopio spaziale che possa rimpiazzare Hubble nelle bande ultraviolette».

Sia XMM-Newton che Hubble sono satelliti spaziali maturi: il primo sta per compiere 10 anni, il secondo è già maggiorenne (festeggerà in aprile i suoi 19 anni in orbita). Obsoleti, dunque? «Al contrario, sono perfetti per programmi scientifici arditi come i nostri», conclude Comastri, «perché ne conosciamo meglio le caratteristiche, il rumore e gli strumenti. Insomma, sono ben collaudati». Il fatto che siano stati assegnati per tempi così lunghi a proposte italiane è l'ennesima conferma della vitalità, dell'autorevolezza e della competitività che il nostro Paese riesce a mantenere, in campo astrofisico, a livello internazionale.

Per informazioni e interviste:

- **Andrea Comastri** - 331.671.3300- 051.209.5746 - andrea.comastri@oabo.inaf.it
- **Francesco Ferraro** - 338.8941576 - 051.2095774 - francesco.ferraro3@unibo.it
- **Press-kit su rete** (con immagini): <http://www.media.inaf.it/press/temporecord/>



COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO INAF – ASI 25 marzo 2009

Un «super-radar» per la spazzatura spaziale

L'impatto avvenuto nello spazio lo scorso febbraio fra un satellite americano e uno russo ha lasciato in orbita una scia di detriti. Ora i radioastronomi dell'INAF, nell'ambito di un progetto finanziato dall'ASI, sono riusciti a individuarne alcuni frammenti grazie a una sorta di «super-radar»: due radiotelescopi, uno in Ucraina e uno in Italia, utilizzati rispettivamente come trasmettitore e come ricevitore.

Hanno perlustrato per ben due ore il luogo dell'incidente alla ricerca di sei frammenti, fino a che non sono riusciti a rinvenirli tutti. Questa volta, però, non si tratta della Polstrada, bensì dei ricercatori dell'Istituto di Radioastronomia di Bologna e dell'Osservatorio Astronomico di Torino, entrambe strutture dell'INAF (l'Istituto Nazionale di Astrofisica). E il «sinistro» che hanno osservato non ha avuto luogo qui sulla Terra: è quello avvenuto il 10 febbraio scorso, a 800 chilometri sopra le nostre teste, quando il satellite americano Iridium 33 e quello russo Cosmos 2251 sono entrati in collisione. Dando origine al primo «scontro spaziale» tra due satelliti artificiali documentato, nonché a una pericolosissima scia di frammenti di svariate dimensioni.

L'occasione ideale per mettere a punto un progetto italiano per il monitoraggio dei detriti spaziali, finanziato dall'ASI (l'Agenzia Spaziale Italiana), basato sull'utilizzo di due radiotelescopi, strumenti dedicati di solito alla ricerca astrofisica, come se fossero un cosiddetto «radar bistatico»: costituito cioè da un trasmettitore e un ricevitore indipendenti. «Come trasmettitore abbiamo usato il radiotelescopio di Evpatoria, in Ucraina, e come ricevitore la parabola da 32 metri di Medicina, nei pressi di Bologna», spiega Stelio Montebugnoli, responsabile della Stazione radioastronomica INAF di Medicina. Il test, condotto nel tardo pomeriggio del 23 marzo scorso, ha avuto pieno successo. «Tutti e i sei i detriti da noi scelti», conferma Emma Salerno, ricercatrice presso l'Istituto di Radioastronomia, «sono stati registrati con rapporti segnale/rumore molto elevati. Tutti piccoli frammenti che viaggiano a velocità elevatissime, attorno ai 25mila chilometri all'ora».

«Il problema della spazzatura spaziale è sempre più pressante, come ha dimostrato anche l'episodio avvenuto il 12 marzo scorso, quando il rischio di una collisione ha costretto a evacuare d'emergenza per alcuni minuti la Stazione spaziale internazionale», commenta Claudio Portelli, responsabile del progetto per l'Agenzia Spaziale Italiana. «L'esperimento di Medicina dimostra che i radiotelescopi possono essere un valido aiuto per monitorare i detriti in orbita, destinati a essere sempre più numerosi».

Proprio in questi giorni, tra l'altro, è in corso a Darmstadt, in Germania, la riunione dell'*Inter Agency Space Debris Coordination Committee*, che vede riunite 11 agenzie spaziali di tutto il mondo, tra cui l'ASI, per elaborare soluzioni per il problema di detriti spaziali.

Per informazioni e interviste: Ing. Stelio Montebugnoli, tel 051.6965827, cell. 335 8140271

E-mail: s.montebugnoli@ira.inaf.it

Immagini e informazioni sui detriti spaziali: http://www.asi.it/it/news/detriti_spaziali_che_fare

In foto, alcuni membri del team. In piedi da sinistra: Marco Bartolini, Giuseppe Pupillo, Luca Zoni, Salvatore Pluchino. Accovacciati da sinistra: Lorenza Parlante, Stelio Montebugnoli, Emma Salerno.

21 aprile 2009

Il piccolo AGILE cattura i raggi gamma dalla super-stella

Grazie al telescopio spaziale italiano AGILE, frutto della collaborazione tra ASI, INAF e INFN, un team di astrofisici, guidati da Marco Tavani dell'INAF ha individuato per la prima volta l'emissione di radiazione gamma prodotta dai venti di collisione di un sistema stellare binario. Sorgente del fenomeno, che i modelli teorici predicono da decine di anni ma che non era mai stato osservato prima, è l'impressionante Eta Carinae, la stella più massiccia della nostra Galassia.

Così come, qui sulla Terra, la collisione fra masse d'aria dà origine alle perturbazioni, quando a scontrarsi sono le immani masse di gas generate dai sistemi binari (coppie di stelle in orbita l'una attorno all'altra) possono verificarsi fenomeni peculiari. Uno tra questi fenomeni, più volte ipotizzato ma mai osservato, è l'emissione di radiazione gamma prodotta dallo shock di venti in collisione. Ora un gruppo di scienziati guidati da Marco Tavani, dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, è riuscito nell'impresa: utilizzando il satellite tutto italiano AGILE, i ricercatori hanno individuato radiazione gamma proveniente dalla regione di *Eta Carinae*, la stella più massiccia che si conosca. L'importante risultato verrà pubblicato prossimamente su *The Astrophysical Journal Letters*.

Eta Carinae, l'iper gigante blu avvolta nelle polveri immortalata dal telescopio spaziale Hubble, è una stella senza paragoni: candidata a esplodere in supernova nel giro di qualche migliaia di anni, *Eta Carinae*, che ha una massa pari a circa cento volte il nostro Sole, "rigurgita" nello spazio l'equivalente di un pianeta Terra a settimana. Quando questo flusso immane di materia si scontra, a velocità ultrasoniche, con quello prodotto dalla sua stella compagna, ecco che si genera quella che gli astrofisici chiamano una *wind-wind collision*: l'impatto fra due correnti di venti stellari che viaggiano a migliaia di chilometri al secondo. «Gli esiti sono analoghi a quelli che si verificano in un acceleratore di particelle», spiega Marco Tavani, responsabile scientifico di AGILE. «L'accelerazione stessa è innescata dagli shock idrodinamici prodotti dalla collisione, e i meccanismi all'origine della radiazione gamma sono essenzialmente due: l'effetto Compton inverso e il decadimento dei pioni prodotti dall'urto fra gas e protoni». Fenomeni che AGILE è riuscito a osservare nella banda di energia intorno a 100 MeV grazie allo strumento gamma chiamato GRID (Gamma Ray Imaging Detector), un tracciatore al silicio sensibile ai raggi gamma realizzato in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

AGILE, il cui nome è l'acronimo di Astro-rivelatore Gamma a Immagini Leggero, è una missione dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana), progettata dall'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), dall'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e da numerosi istituti universitari italiani. Realizzato interamente in Italia dagli istituti scientifici e da un consorzio industriale (Carlo Gavazzi Space, Thales Alenia Space, Rheinmetall Italia, Telespazio, Mipot), è stato lanciato il 23 aprile 2007. «Da allora ha compiuto oltre 10mila orbite attorno alla Terra», continua Marco Tavani, «regalandoci soddisfazioni sempre maggiori: ora che è ben calibrato, poi, ogni giorno ce n'è una. Per celebrare il suo secondo compleanno, abbiamo organizzato un convegno scientifico, a Milano, dal 22 al 23 aprile. Scoprire per primo questa radiazione gamma che da decenni tutti cercavano, però, è la sorpresa più bella che AGILE poteva farci in questi giorni».

- Per interviste: Marco Tavani - marco.tavani@iasf-roma.inaf.it - Cell. 335.5836.144
- AGILE in rete e informazioni sul Convegno AGILE a Milano (22-23 aprile 2009): <http://agile.asdc.asi.it> e <http://agile.iasf-roma.inaf.it>



COMUNICATO STAMPA

Il telescopio più grande al mondo raddoppia

Inizierà la sua attività il 24 aprile l'esperimento Magic II, dedicato allo studio dei raggi gamma che provengono dall'universo profondo

Sarà acceso per la prima volta il 24 aprile, all'Osservatorio del Roque de Los Muchachos sull'isola di La Palma alle Canarie, il secondo telescopio dell'esperimento Magic (*Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov telescope*). Dedicato allo studio dei raggi gamma, il telescopio è frutto di una collaborazione internazionale, alla quale l'Italia ha fornito un fondamentale contributo con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e le Università di Padova, Siena e Udine.

"Il secondo 'occhio' permetterà al telescopio Magic di aumentare notevolmente la sua sensibilità e si apriranno nuovi scenari per le nostre conoscenze sull'universo, in particolare - spiega Alessandro De Angelis, responsabile per l'INFN dell'esperimento Magic e professore all'Università di Udine - si spera di poter osservare segnali della materia oscura, che sappiamo costituire la maggior parte della materia presente nell'universo e governarne il destino, ma di cui non conosciamo ancora la natura".

L'esperimento Magic è costituito da una coppia di telescopi parabolici per lo studio dei raggi gamma di altissima energia (Magic I in funzione dal 2003, Magic II operativo da oggi) che, con i loro 17 metri di diametro e gli oltre 240 mq di superficie riflettente ciascuno, rappresentano attualmente i più grandi dispositivi astronomici a specchio al mondo. Inoltre Magic, che dei quattro grandi telescopi gamma esistenti è quello che 'vede più lontano', non solo monitora in modo indipendente il cielo, ma è anche in comunicazione con i satelliti spaziali. Quando uno dei rivelatori posti su satellite avvista un lampo gamma, ne comunica immediatamente a terra le coordinate: Magic è in grado di posizionarsi nella direzione di provenienza della radiazione in meno di 30 secondi.

I raggi gamma sono fotoni, come quelli che compongono la luce visibile, ma molto più energetici. Ci sono due possibilità di osservarli: si possono collocare i rivelatori su satelliti in orbita nello spazio così da rivelarli prima che interagiscano con l'atmosfera terrestre. Oppure, si costruiscono rivelatori a terra che sfruttano, come Magic, il cosiddetto 'effetto Cherenkov', dovuto all'interazione dei raggi gamma con l'atmosfera. L'interazione genera uno sciame di particelle e alcune di queste, viaggiando a velocità superiore a quella della luce nell'aria, producono un debole lampo che dura appena 2-3 nanosecondi (miliardesimi di secondo) a terra. Magic è in grado di raccogliere e focalizzare questa luce grazie alle centinaia di specchi che lo compongono, tutti allineati da un sistema di puntamento laser, e quindi di 'fotografarla' per mezzo di una telecamera che ha una risoluzione temporale inferiore al nanosecondo. Per riuscire a cogliere la debole luce è necessario che le condizioni del cielo siano ottimali: ecco perché i telescopi Magic sono collocati a oltre 2200 metri di altitudine, sulla cima del vulcano Taburiente sull'isola di La Palma, alle Canarie. Qui, l'inquinamento luminoso è davvero bassissimo (l'osservatorio si trova al centro di una riserva naturale) e le condizioni atmosferiche sono per la maggior parte dell'anno molto buone, perché le perturbazioni viaggiano a quote inferiori rispetto alla cima del vulcano.

Dall'analisi del segnale registrato, i ricercatori riescono poi a ricavare preziose informazioni sui raggi gamma che lo hanno prodotto e quindi sulle loro sorgenti. "I raggi gamma possono essere utilizzati come preziose fonti di informazione per la fisica astroparticellare, l'astrofisica e l'astronomia - spiega Marco Salvati, ricercatore senior dell'Inaf che lavora all'esperimento Magic fin dal suo inizio - fornendo così un importante contributo alle conoscenze di fisica fondamentale e di cosmologia". "I fotoni gamma - prosegue Salvati - non sono soggetti ai campi magnetici e quindi riescono ad arrivare sulla Terra conservando integra l'informazione sui processi che li hanno generati. Sono prodotti da eventi straordinariamente energetici che avvengono in situazioni particolari nel nostro universo: collassi gravitazionali e onde d'urto che si verificano in prossimità di buchi neri durante il loro accrescimento, resti di supernovae, Gamma Ray Bursts (Grb) cioè violente emissioni di raggi gamma di altissima energia che durano pochi attimi e di cui non si è ancora compresa a fondo la natura".



Già una quarantina di lavori sono stati pubblicati sulle principali riviste scientifiche internazionali dalla collaborazione internazionale Magic, della quale fanno parte circa 150 ricercatori provenienti da una decina di Paesi, tra i quali Italia, Germania e Spagna svolgono un ruolo di primo piano. In particolare, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e l'Istituto Nazionale di Astrofisica italiani hanno realizzato la superficie riflettente e gran parte del software e dell'elettronica per l'acquisizione dati. "Non è solo la ricerca fondamentale a trarre vantaggio dalla costruzione di dispositivi come Magic - sottolinea De Angelis - perché le tecnologie sviluppate per rispondere alle esigenze della ricerca di base producono anche importanti ricadute in altri ambiti. Come nel caso, per fare un esempio, delle tecniche di raccolta dati e di analisi delle immagini che trovano poi applicazione nella fisica medica e in radiologia".

Contatti

Alessandro De Angelis - Responsabile INFN di Magic cell. 320 4366230

Bruno Sacco - Responsabile INAF di Magic cell. 328 8948621

Antonella Varaschin - Ufficio Stampa INFN uff. 06 6868162 - cell. 349 5384481



27 aprile 2009

La morte della stella più distante dell'Universo colta dal Telescopio Nazionale Italiano

Il Telescopio Nazionale italiano Galileo, posto alle Isole Canarie, lo scorso venerdì notte è riuscito, per primo al mondo, ad osservare il segnale ottico corrispondente ad uno dei Lampi di Raggi Gamma più importanti mai registrati. Con enorme stupore, gli astronomi italiani si sono accorti, mentre analizzavano febbrilmente i primi dati che arrivavano in tempo reale, che avevano a che fare con l'oggetto più distante nell'Universo mai osservato, con un redshift 8.1, record assoluto. Secondo le prime interpretazioni, si potrebbe trattare dell'immense esplosione conseguente alla fine dell'esistenza di una delle prime stelle formatasi nell'Universo, a poco più di 600 milioni di anni dal Big Bang, che sarebbe quindi lontana da noi oltre 13 miliardi di anni luce e risulterebbe l'oggetto celeste più distante mai osservato. La scoperta, che in poche ore ha fatto il giro del mondo per la sua importanza, premia anni di paziente ricerca e collaborazione della rete di astrofisici italiani, CIBO, specializzati in queste ricerche. Il Telescopio Nazionale Galileo onora quindi nel modo migliore i 400 anni dalle prime osservazioni del cielo col cannocchiale, effettuate nel 1609 proprio dal Galilei.

Alle 10 di mattina, ora italiana, dello scorso 23 aprile il satellite SWIFT, "il rondone", coglie un improvviso Lampo di Raggi Gamma, con lo speciale strumento di bordo sviluppato per questo scopo, il BAT, Burst Alert Telescope. Il Lampo Gamma dura parecchio, almeno 10 secondi, indice di un evento cosmico probabilmente catastrofico ed estremamente energetico: si calcolerà poi che in quei 10 secondi sia stata emessa 100 volte più energia di quanto il Sole faccia nell'intera esistenza di 9 miliardi di anni!

Grazie a questa prima rilevazione il satellite riesce a ripuntare immediatamente gli altri telescopi di bordo verso la zona in cui è appena terminato il Lampo Gamma. Si mettono in osservazione il telescopio capace di catturare i raggi X, XRT, realizzato in parte dall'Osservatorio di Brera-Milano dell'INAF, ed un secondo che osserva la radiazione visibile ed ultravioletta. Ad un Lampo di Raggi Gamma infatti segue, quasi subito, una forte emissione di raggi X ed una controparte nell'ottico, un fenomeno noto come "afterglow". In questo modo si è potuto localizzare con precisione dove, nel cielo, era avvenuto il Lampo e il satellite Swift, una missione NASA con il contributo della Gran Bretagna e dell'Italia, tramite anche l'Agenzia Spaziale Italiana, "passa la palla" ai telescopi a Terra perché continuino l'osservazione nelle lunghezze d'onda della luce visibile.

Al momento dello scoppio del lampo, i soli telescopi che potevano essere puntati verso quella zona di cielo sono quelli del Nord America e delle Hawaii, dato che in quel momento in quei luoghi era notte. Si mettono all'opera, ma riescono solo a rivelare una debole sorgente visibile nell'infrarosso, possibile indizio che la sorgente osservata è veramente molto, molto lontana.

La notte arriva finalmente, dopo qualche ora, anche alle Canarie, dove l'Italia ha il proprio Telescopio Nazionale Galileo, TNG. E in Italia c'è anche, da oltre 10 anni, una rete di astrofisici, CIBO, organizzata a seguire e studiare questi fenomeni, che rappresentano uno dei problemi di frontiera più affascinanti dell'astrofisica attuale.

Avuto l'allarme in automatico da SWIFT, si attivano e chiedono di osservare il fenomeno con il TNG, sconvolgendo la schedula di lavoro di quella notte. Permesso accordato dal direttore, Emilio Molinari, data l'eccezionalità della situazione. L'osservazione la coordina Paolo D'Avanzo dell'INAF-Osservatorio di Brera e dell'Università di Milano-Bicocca, insieme ai colleghi di Brera, Roma, Bologna e delle Canarie.

L'osservazione, effettuata accoppiando agli strumenti del telescopio un prisma molto particolare, chiamato "di Amici" dal nome del fisico che lo mise a punto, inizia e man mano che i dati sono acquisiti alle Canarie vengono immediatamente trasferiti in Italia, dove sono analizzati da un team presente per tutta la notte nella sede di Merate dell'Osservatorio di Brera-Milano. Già alle prime luci dell'alba del 24 aprile appare evidente che i dati raccolti dal TNG rivelavano un risultato eccezionale. L'analisi spettrale della luce della sorgente mostra segni che indicano che la radiazione emessa proviene da un oggetto lontanissimo, più lontano di qualsiasi altro mai osservato fino ad ora. Col passare delle ore altri astrofisici della rete nazionale CIBO e SWIFT si univano da Roma e da Firenze al gruppo di Merate per raffinare l'analisi dei dati e consolidare il risultato ottenuto.

"È stata una notte veramente impegnativa ed emozionante" dice Paolo D'Avanzo "ed è importante ricordare che la "cattura" di questo evento unico è il risultato degli sforzi di un team preparato e affiatato



da anni, che ha studiato e sviluppato metodi e procedure per affrontare queste situazioni, velocissime ed irripetibili, che abbiamo quando un Lampo di raggi Gamma esplose nel cielo".

Nel primo pomeriggio si è giunti al risultato finale: l'esplosione osservata si trovava ad un "redshift" $z=8.1$, corrispondente a più di 13 miliardi di anni-luce di distanza da noi e quindi avvenuta solo 600 milioni di anni, circa, dopo il Big Bang. "Si tratta quindi dell'oggetto celeste più distante mai osservato finora. Devo dire che, nonostante le continue limitazioni cui l'Ente è costretto per le perduranti restrizioni del finanziamento, l'entusiasmo e la preparazione dei nostri ricercatori vince ancora una volta, dandoci un risultato di rilievo assolutamente eccezionale in campo mondiale", dice Tommaso Maccacaro, Presidente dell'Istituto Nazionale di Astrofisica.

Secondo le teorie maggiormente accreditate questa esplosione sarebbe l'ultimo, immenso, bagliore di una stella grande più di cento volte il nostro Sole. L'osservazione ci rivela poi che già in un Universo così "giovane" esistevano stelle già formate ed anzi giunte al termine della loro esistenza.

"L'emozione in questi frangenti è sempre tanta, e in fondo la stessa di quando osservammo, oramai parecchi anni fa, il primo Lampo Gamma con il Satellite italiano Beppo-SAX. Gli anni di paziente ricerca da parte dei ricercatori di questa collaborazione italiana sono stati premiati da un'osservazione eccezionale che rende la comunità italiana sempre più leader in questo campo", dice Angelo Antonelli, dell'Osservatorio di Roma-INAF.

Per informazioni: Paolo D'Avanzo, Università Milano Bicocca e Osservatorio Brera-Milano INAF
cell 348 9167754

A questa importante scoperta hanno collaborato:

L.A. Antonelli (INAF-OA Roma), S. Campana (INAF-OA Brera), G. Chincarini (Univ. Bicocca e INAF-OA Brera), S. Covino (INAF-OA Brera), P. D'Avanzo (INAF-OAB/U. Bicocca), V. D'Elia (INAF-OA Roma), M. Della Valle (INAF-OA Na), A. Fernandez-Soto (IFCA-Santander), A. Fiorenzano (TNG), D. Fugazza (INAF-OA Brera), C. Guidorzi (Univ. Ferrara), E. Maiorano (IASF-Bo), D. Malesani (Dark NBI, DK), J. Mao (INAF-OA Brera), F. Mannucci (INAF-OAA), R. Margutti (INAF-OAB/Univ. Bicocca), S. Marinoni (INAF-TNG), E. Palazzi (IASF-Bo), C. C. Thoene (INAF-OAB).

La collaborazione CIBO raccoglie ricercatori principalmente, ma non solo, degli istituti dell' INAF:

L.A. Antonelli, V. D'Elia, F. Fiore, G. L. Israel, S. Piranomonte, L. Stella, V. Testa (INAF-OA Roma), S. Covino, S. Campana, D. Fugazza, G. Tagliaferri (INAF-OA Brera), E. Palazzi, P. Ferrero, E. Maiorano, N. Masetti (INAF-IASF Bologna), G. Chincarini (Univ. Bicocca- Milano e INAF-OA-Brera), Paolo D'Avanzo Univ. Bicocca- Milano e INAF-OA Brera), M. Della Valle (INAF-OA Capodimonte), F. Mannucci, L. K. Hunt (INAF-OA Arcetri), E. Pian (INAF-OA Trieste e Scuola Normale Pisa), C. Guidorzi (Univ. Di Ferrara), E. Molinari (INAF-TNG).

Portavoce CIBO: L. Angelo Antonelli, cell. 339 8013592

Informazioni su Swift: <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/swift/swiftsc.html>

Informazioni sul Telescopio Nazionale Galileo: Emilio Molinari, tel. + 34 6183 08735



4 giugno 2009

Una mini-supernova senza il velo

Esce oggi su Nature un importante articolo sull'osservazione e le proprietà di SN2008ha, una supernova dalle caratteristiche inedite. La scoperta ha implicazioni rilevanti sia per la comprensione dei GRB (i lampi di raggi gamma) sia per la classificazione delle supernovae, ed è stata guidata da un team di astronomi italiani in servizio presso la Queen's University di Belfast, l'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova e il Max-Planck-Institut für Astrophysik. La maggior parte delle osservazioni sono state effettuate con il TNG, il telescopio dell'INAF alle Isole Canarie.

Si può essere al tempo stesso esibizioniste e modeste? Nel campo delle supernovae, parrebbe proprio di sì. Le supernovae, gli eventi esplosivi che segnano la fine delle stelle di grande massa, sono tra i fenomeni più affascinanti dell'Universo, ma anche tra i più misteriosi. Ne esistono varie tipologie, a seconda delle caratteristiche che mostrano. Per esempio, la quantità d'energia che sprigionano le può rendere *deboli* o *forti*. Oppure, possono essere *nude* o *vestite*, in base alla presenza o meno d'un mantello d'idrogeno che le avvolge. Fra queste varietà, una combinazione in particolare si era rivelata, se non del tutto assente, quanto meno sfuggente: quella delle supernovae contemporaneamente *nude* e *deboli*. La scoperta di SN2008ha, la più flebile supernova senza mantello d'idrogeno che mai sia stata osservata, non solo sembra costituire il tassello mancante, ma permette di dare risposta ad almeno due interrogativi cruciali che da anni tormentano gli astronomi.

Il primo di questi dubbi ha a che fare con i GRB, i lampi di raggi gamma. «L'associazione fra GRB e supernovae—per l'esattezza, supernovae senza mantello—è un fatto verificato, scoperto fra l'altro da astronomi italiani», spiega Enrico Cappellaro, uno degli autori dell'articolo, nonché direttore dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova. «Ciò che ancora non si sa è se dietro a *ogni* GRB ci sia una supernova: è accaduto che per un paio di GRB la ricerca abbia dato esito negativo: non era abbastanza brillante da essere osservata, o proprio non c'era? Ebbene, la nostra scoperta riapre la possibilità che a *tutti* i GRB sia associata una supernova, anche se a volte così debole da non essere visibile».

Un altro campo nel quale la scoperta di SN2008ha permette di fare un po' di chiarezza è quello delle supernovae di tipo Ia, le cosiddette *candele standard*. «Finora supernovae con proprietà simili a quella che abbiamo trovato noi venivano assegnate alla famiglia delle Ia», continua Cappellaro, «ma la loro insolita debolezza minacciava la principale prerogativa delle Ia, ovvero quella di essere dei "fari standard" per la misura delle dimensioni dell'Universo. SN2008ha permette di tirare un sospiro di sollievo: supernovae di questo genere non appartengono alla classe delle Ia, e dunque non ne invalidano l'utilizzo come riferimenti standard per la cosmologia».

Nella scoperta di SN2008ha, l'Italia è protagonista in ben due modi. Anzitutto, la maggior parte delle osservazioni sono state effettuate con il Telescopio Nazionale Galileo, posto alle Isole Canarie: è il più grande telescopio interamente dell'INAF. Inoltre, i primi autori dell'articolo apparso su *Nature* sono tutti italiani, anche se i primi due, Stefano Valenti e Andrea Pastorello, lavorano a Belfast, in Irlanda del Nord. «Uno ha fatto il dottorato qui a Padova e l'altro a Ferrara. Insomma, sono gli italiani che vanno a far fortuna all'estero. Certo dobbiamo sperare che prima o poi abbiano l'opportunità di ritornare a fare ricerca in Italia», auspica Cappellaro, «se non altro per non sprecare l'investimento fatto per la loro preparazione».

Per interviste: Enrico Cappellaro, cell. 340.7838487, email enrico.cappellaro@oapd.inaf.it
Press-kit in rete con immagini e video: <http://www.media.inaf.it/press/sn2008ha/>



COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO ASI – INAF 15 giugno 2009

In onda radio Big Bang

Lo strumento LFI del satellite dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) Planck, ideato e realizzato in Italia, è entrato in funzione. Durante la sequenza d'accensione, una complessa serie d'operazioni durata tre giorni e completata con successo sabato scorso, il satellite si trovava già a oltre 1.3 milioni di chilometri dalla Terra. Da oggi, e per i prossimi due anni, LFI lavorerà a pieno ritmo al suo ambizioso obiettivo: ricostruire la mappa dell'universo al tempo del Big Bang.

A un mese esatto dal giorno del lancio, avvenuto il 14 maggio scorso dalla Guyana francese, e mentre il satellite è ancora in viaggio verso la sua destinazione finale (a 1.5 milioni di chilometri dalla Terra), con l'accensione dello strumento italiano LFI l'avventura scientifica di Planck ha avuto inizio. LFI, ovvero «strumento a bassa frequenza» (*low frequency instrument*), è il termometro più sensibile che esista per misurare la temperatura dell'universo. Progettato e realizzato in Italia sotto la responsabilità dell'ASI (l'Agenzia spaziale italiana), LFI è costituito da 11 antenne, e 22 ricevitori a onde millimetriche, in grado di captare il debolissimo residuo a microonde del Big Bang, nella banda compresa fra i 30 e i 70 GHz.

Per dare il via alla complessa sequenza d'accensione, gli scienziati hanno dovuto attendere che l'intero strumento si raffreddasse fino a circa -233 gradi, temperatura raggiunta giovedì scorso. Da quel momento, sfruttando accuratamente le poche ore al giorno durante le quali si può comunicare con il satellite, i comandi di ON sono stati inviati uno ad uno alle singole unità riceventi, seguendo una complessa sequenza provata ripetutamente durante i test fatti a terra prima del lancio. Nel giro di tre giorni, l'intero strumento è entrato in funzione, e da sabato scorso, per la prima volta nella sua vita, LFI ha potuto "vedere" ciò per cui è stato ideato: la primissima luce dell'universo.

«Ho atteso questo momento per 17 anni», confessa Reno Mandolesi, direttore dell'INAF-IASF di Bologna e *Principal Investigator* di LFI, dopo aver supervisionato tutte le operazioni dal Data Processing Center presso l'INAF-Osservatorio astronomico di Trieste. «E finalmente posso dire che ne è valsa la pena. Vedere tutti i led di controllo colorarsi uno a uno di verde, mano a mano che i rivelatori entravano in funzione e, da oltre quattro secondi luce di distanza, inviavano il loro stato a Terra... be', non potrei immaginare una soddisfazione maggiore». Soddisfazione condivisa dalla responsabile del programma dell'ASI Maria Cristina Falvella: «Ho seguito di persona l'accensione dei radiometri dal Data Processing Center di Trieste, e posso dire con estremo piacere che il team di LFI sta facendo un ottimo lavoro».

Superata questa tappa cruciale, gli astrofisici non vedono l'ora di poter mettere le mani sui primi dati scientifici. «L'accensione dello strumento a guida italiana ed il suo perfetto funzionamento confermano ancora una volta la qualità del lavoro svolto», afferma infatti Enrico Flamini, responsabile dell'Osservazione dell'Universo dell'ASI, «ma è solo un piccolo antipasto di quello che ci aspettiamo sarà per la scienza un banchetto spettacolare». Per i prossimi due anni, LFI ed HFI (il rivelatore per le alte frequenze, l'altro strumento a bordo di Planck) raccoglieranno senza sosta i dati che dovrebbero permettere agli astrofisici di rispondere alle domande più affascinanti della cosmologia: cos'è accaduto al tempo del Big Bang? Di cos'è fatto l'universo? E quale destino lo attende? Nel mentre, l'avventura di Planck può essere seguita su Facebook (vedi www.satellite-planck.it), dove gli scienziati italiani del team di LFI rispondono alle domande dei lettori.

Per interviste: Reno Mandolesi, mandolesi@iasfbo.inaf.it, 335.6507026

Maria Cristina Falvella, cristina.falvella@asi.it, 335.223352

Immagini ad alta risoluzione di LFI: http://www.media.inaf.it/press/LFI_Gallery/



COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO ASI – INAF 16 giugno 2009

L'ultimo magnetar, un'inquieta dinamo cosmica

Un team internazionale di astronomi, utilizzando i telescopi spaziali Swift, XMM-Newton e INTEGRAL, ha seguito in diretta il picco d'attività di un magnetar, le sorgenti più magnetiche dell'universo. Fra gli autori della ricerca, guidata dall'italiana Nanda Rea dell'Università di Amsterdam e in corso di pubblicazione su «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», numerosi astrofisici dell'INAF.

Si chiamano magnetar, e sono stelle di neutroni molto particolari: sono gli oggetti con il campo magnetico più forte che si possa incontrare nell'universo, circa 100mila miliardi di volte più intenso di quello terrestre. Se ci fosse un magnetar a metà strada fra noi e la Luna, riuscirebbe a smagnetizzare tutti i bancomat e le carte di credito della Terra. Circostanza improbabile: i magnetar sono rarissimi, nella nostra galassia se ne conoscono appena 15. Anche perché sono un po' come vulcani dormienti: si fanno notare solo quando avviene un'esplosione, ovvero quando l'instabile configurazione del loro campo magnetico ha un sussulto tale da squarciarne il guscio, innescando emissioni d'energia spaventose. È quel che è accaduto il 22 agosto scorso, quando un sensore per raggi X a bordo del satellite Swift della Nasa ha rilevato un gigantesco *outburst* (così gli astrofisici chiamano gli eventi parossistici d'emissione estremamente intensa) proveniente da un oggetto a 15mila anni luce dalla Terra: battezzato SGR 0501+4516, è l'ultimo magnetar scoperto.

Se imbattersi in queste dinamo cosmiche è un evento insolito, scoprirne una come SGR 0501+4516 è ancora più raro. «Esistono due classi di magnetar: i *pulsatori X anomali* e i *ripetitori gamma soft*», spiega infatti Gianluca Israel, astrofisico dell'INAF-Osservatorio astronomico di Roma e secondo autore dell'articolo, in corso di pubblicazione su *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, nel quale è descritta la scoperta. «Di questi ultimi, i *ripetitori gamma soft*, non ne trovavamo da dieci anni, sono davvero molto rari. Anche perché, fino a qualche anno fa, per sorprenderli in attività occorreva una certa fortuna. Ora, grazie al satellite Swift, riusciamo a individuare gli *outburst* con grande rapidità. Così da poterli subito puntare con altri satelliti e seguirne il decadimento sin dalle fasi iniziali, come abbiamo fatto in questo caso con i satelliti INTEGRAL e XMM-Newton dell'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea».

«La possibilità di osservare la stessa sorgente con più satelliti è fondamentale per lo studio dei fenomeni più violenti ed enigmatici dell'universo», aggiunge Paolo Giommi, responsabile dell'ASI Science Data Center. «I tre satelliti protagonisti di questo studio fanno parte di una famiglia sempre più ampia di osservatori orbitanti per l'astrofisica delle alte energie, che lavorano nelle bande X e gamma. Ad essi si sono aggiunti recentemente anche AGILE e FERMI. E tutte queste missioni vedono un'importante partecipazione italiana, attraverso l'Agenzia Spaziale Italiana».

La scoperta di SGR 0501+4516 è stata guidata da Nanda Rea, un'astrofisica italiana che vive in Olanda, dove lavora come ricercatrice presso l'Università di Amsterdam. «Grazie ai magnetar», afferma, «possiamo studiare la materia in condizioni estreme, irriproducibili qui sulla Terra». Nei mesi a venire, lei e il suo team, avvalendosi del satellite XMM-Newton, continueranno a tenere sott'occhio il magnetar, anche ora che l'eruzione è terminata: per cercare risposte alle numerose domande ancora aperte su questi misteriosi oggetti, come quella sul perché dell'intensità dei loro campi magnetici.

Per interviste: Gianluca Israel, gianluca@mporzio.astro.it, 06.9428.6437, 348.1348.590

Nanda Rea, n.rea@uva.nl

Press kit con immagini e animazioni: <http://www.media.inaf.it/press/magnetar>



1 luglio 2009

E' italiano l'archivio più "caldo" dello spazio

Il lavoro di un team di ricercatori italiani e dell'INAF, pubblicato lo scorso anno sulla rivista Astronomy & Astrophysics, ha ottenuto dall'agenzia Thomson Reuters il prestigioso titolo di "New Hot Paper", ossia di articolo recente tra i più citati a livello mondiale nella categoria delle scienze spaziali. Il riconoscimento testimonia l'importanza scientifica del lavoro del gruppo di ricercatori, che ha portato alla creazione di un ampio archivio dati contenente simulazioni teoriche sull'evoluzione delle stelle consultabile su web, le cui preziose informazioni sono state già utilizzate da decine di astrofisici di tutto il mondo per i loro studi.

Sei ricercatori, tanto lavoro e soprattutto un'idea vincente: realizzare un grande archivio dati sulle caratteristiche evolutive delle stelle, da mettere a disposizione su web per la comunità scientifica mondiale. Ecco gli "ingredienti" che hanno permesso all'articolo che descrive questo progetto di divenire, in meno di un anno dalla sua uscita, tra i più citati nelle scienze dello spazio, con ben 77 richiami in altrettanti lavori pubblicati da ricercatori di tutto il mondo. "Evolution of Asymptotic Giant Branch Stars" - questo il titolo dell'articolo pubblicato nel 2008 sulla rivista *Astronomy & Astrophysics* da un team di scienziati guidato da astronomi italiani e dell'INAF - è infatti il "New Hot Paper" di luglio 2009 secondo l'agenzia Thomson Reuters, che si occupa di monitorare il numero delle citazioni negli articoli pubblicati su riviste scientifiche a livello globale. Questo importante riconoscimento sottolinea la grande qualità del lavoro svolto dal team e l'estrema utilità dei dati messi a disposizione, che in meno di un anno sono già stati utilizzati dai più importanti gruppi di ricerca mondiali nel campo dell'astrofisica.

"Il nostro articolo descrive il grande insieme di dati teorici sull'evoluzione delle stelle che abbiamo costruito e messo a disposizione della comunità astronomica su web, grazie ad una interfaccia interattiva" commenta Paola Marigo, del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova e associata INAF, che ha coordinato il team di ricercatori degli osservatori astronomici di Padova e Trieste dell'INAF coinvolti nel progetto. "Tutta questa mole di informazioni che abbiamo elaborato è di fondamentale importanza per descrivere con precisione le proprietà di un insieme di stelle di una certa "età" e comprendere meglio i passi successivi della loro evoluzione".

L'archivio dispone inoltre di informazioni molto accurate su una particolare classe di stelle, quelle che vengono definite di "Ramo Asintotico", ottenute grazie all'utilizzo di nuove e più raffinate simulazioni teoriche al computer. Questo tipo di oggetti celesti è molto studiato in quanto gioca un ruolo determinante nei processi di evoluzione delle galassie, con importanti implicazioni, quindi, anche nell'ambito della cosmologia.

"La comunicazione della Thomson Reuters che il nostro articolo sarebbe stato nominato "hot paper" di luglio è stata ovviamente motivo di grande soddisfazione, poiché questo riconoscimento viene dato ogni anno solo a sei articoli su un totale di parecchie migliaia di pubblicazioni nella vasta area delle scienze spaziali" prosegue Marigo. "La nostra soddisfazione è ancora più grande se si pensa che la maggioranza degli articoli più citati si riferisce a imponenti progetti di ricerca internazionali, frutto di altissimi investimenti economici. A confronto, il nostro è un prodotto a costo praticamente zero!".

Per informazioni: Paola Marigo, e-mail paola.marigo@unipd.it, cell. 333 4198963



20 luglio 2009

Il fisico solare dell'anno è un ricercatore dell'INAF

Mentre s'avvicina l'eclissi di Sole più lunga del secolo (il 22 luglio, ma non sarà visibile dall'Italia), Alessandro Bemporad, ricercatore dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Torino, vince l'edizione 2009 del premio internazionale JOSO, assegnato ogni due anni al miglior fisico solare under-35. Un suo articolo apre nuove ipotesi sulle tempeste solari.

Gli 800 euro in palio non gli saranno sufficienti per volare in Cina ad assistere di persona, mercoledì 22 luglio, a quella che si annuncia come l'eclissi di Sole più lunga del XXI secolo (6 minuti e 39 secondi nella zona di massima durata). Ma se c'è qualcuno che sa come sfruttare un'eclissi solare al meglio, per lo meno da un punto di vista scientifico, è proprio lui, Alessandro Bemporad, astronomo 33enne dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Torino: la *Joint Organisation for Solar Observations* (JOSO), infatti, lo ha appena dichiarato vincitore dell'omonimo premio, un prestigioso riconoscimento internazionale assegnato ogni due anni al miglior articolo di fisica solare pubblicato da un giovane ricercatore.

«Il mio campo di ricerca è la spettroscopia dei plasmidi della corona solare», spiega Bemporad, «e in effetti le eclissi di Sole sono l'unica occasione che abbiamo per vedere e studiare la corona solare nella luce visibile direttamente da Terra. Fortunatamente, però, ci sono anche i satelliti. Nel mio articolo, per esempio, mi sono avvalso dei dati raccolti dal telescopio spaziale SOHO: una sonda, della NASA e dell'ESA, che ha fatto la storia della fisica solare».

Ed è proprio analizzando le osservazioni nell'estremo ultravioletto raccolte dallo strumento UVCS (*Ultraviolet Coronagraph Spectrometer*) a bordo di SOHO che Alessandro Bemporad s'è imbattuto in una super tempesta solare: come quelle che, quando investono il nostro pianeta, oltre a provocare le aurore polari possono mandare in tilt le telecomunicazioni e causare blackout. Alcune ore dopo la tempesta magnetica dell'articolo di Bemporad, avvenuta nel 2002, la corona solare raggiunge la temperatura record di più di 6 milioni di gradi. «Un problema con la P maiuscola, per noi fisici solari, è capire perché, allontanandosi dalla superficie del Sole la temperatura, invece di diminuire, aumenti fino a raggiungere il picco a circa 200mila chilometri dalla superficie. Ma, anche in quel punto della corona, raramente si arriva a 2 milioni di gradi».

Insomma, 6 milioni di gradi sono davvero troppi per poter essere descritti dalle teorie correnti. Il modello alternativo proposto da Bemporad, che ha stregato la giuria del premio JOSO, ipotizza che il fenomeno fisico alla base di simili eventi, detto «riconnesione magnetica», responsabile del riscaldamento del plasma, non avvenga in un solo punto della corona, ma sia distribuito su una miriade di strutture talmente piccole da non poter essere distinte dagli strumenti attuali, generando turbolenza. Così si spiegherebbe anche lo spessore stranamente elevato della zona di riscaldamento (nell'ordine di 10mila chilometri) rispetto ai pochi metri previsti dalle attuali teorie.

In attesa del premio, che gli verrà consegnato nei pressi di Graz (Austria) a fine settembre, Bemporad e i suoi colleghi dell'Osservatorio di Torino continuano a studiare il Sole. E anche se non potranno vedere l'eclissi, lo farà per loro uno strumento sviluppato dall'Osservatorio di Torino, il coronografo SCORE (*Sounding-rocket Coronagraphic Experiment*), che verrà lanciato dall'Istituto di ricerca americano *Naval Research Laboratory* a bordo di un razzo sub-orbitale il 21 luglio, in concomitanza dell'eclissi. «Non sarà come vederla da qui», ammette a malincuore Bemporad, «ma insomma... quasi!»

Per interviste: Alessandro Bemporad, cell. 347.197.0625, tel. 011.8101.954
email: bemporad@oato.inaf.it

Press-kit in rete con immagini e altre risorse: <http://www.media.inaf.it/press/joso2009/>



COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO INAF – ASI 8 settembre 2009

Così si nascondono i buchi neri giganti

Una ricerca italiana, in corso di pubblicazione su Monthly Notices, risolve un problema dibattuto da almeno due decenni: quanti sono, sul totale dei buchi neri supermassicci, quelli oscurati da nubi di polvere? Utilizzando i dati del satellite INTEGRAL, gli scienziati hanno scoperto che sono circa 1 su 4, e che la discrepanza fra osservazioni in diverse bande è dovuta alla maggiore o minore distanza di queste sorgenti dalla nostra galassia.

Gli astronomi li chiamano «AGN fortemente oscurati»: sono galassie che hanno al centro un buco nero supermassiccio, oscurato però da materiale talmente denso da assorbire le pur potentissime emissioni ad alta energia. Ma quanti sono, rispetto al totale degli AGN? Su questo punto, che ha implicazioni fondamentali per l'astrofisica, c'è parecchio disaccordo. Alcune osservazioni ad alta energia (nei raggi X e gamma), infatti, sembrano indicare che siano appena 1 su 10, mentre quelle nella banda ottica ne individuano una percentuale assai più cospicua. Ora, uno studio guidato da astrofisici dell'INAF potrebbe aver chiarito il mistero: I buchi neri supermassicci avvolti da un pesante toro di polvere (*AGN Compton-thick*, questo il loro nome esatto), osservati nei raggi gamma, sono una frazione rilevante della popolazione totale di AGN, ma più sono distanti e più è difficile individuarli.

Per calcolarne correttamente la distribuzione, dunque, occorre valutare non solo quanta polvere li avvolge, ma anche a che distanza si trovano. È ciò che ha fatto il gruppo di astrofisici guidato da Angela Malizia, dell'INAF-IASF Bologna, basandosi sui dati raccolti dal telescopio spaziale INTEGRAL dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea), finanziato per l'Italia dall'ASI (Agenzia Spaziale Italiana). «Abbiamo preso in esame il campione completo degli 88 AGN con l'emissione più intensa», spiega Malizia, «e li abbiamo analizzati uno a uno, con infinita pazienza, ricostruendone il flusso, l'oscuramento e la distanza. E ci siamo accorti che quelli fortemente oscurati diminuivano mano a mano che la distanza aumentava. Così, per calcolare in modo affidabile la distribuzione, abbiamo pensato di selezionare un sotto-campione che comprendesse solo le sorgenti più vicine. Il risultato? Gli AGN fortemente oscurati sono superiori al 24% del totale, dunque circa 1 su 4».

L'importante risultato è in corso di pubblicazione sulla rivista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Ed è già stato selezionato come *Picture of the Month* del mese di agosto, il riconoscimento che il team internazionale di INTEGRAL assegna, di mese in mese, al miglior lavoro scientifico realizzato grazie ai dati raccolti dal satellite. Oltre ad Angela Malizia, alla ricerca hanno preso parte John Stephen e Loredana Bassani dell'INAF-IASF Bologna, Anthony Bird della University of Southampton (UK), Francesca Panessa e Pietro Ubertini dell'INAF-IASF Roma.

Per informazioni e interviste: Angela Malizia, cell. 338.4718.182, tel. 051.639.8691
Email: malizia@iasfbo.inaf.it



COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO ASI-INAF 17.09.2009, ore 12.00

Dalla «prima luce» di Planck, risultati pieni di promesse

Planck, la missione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) per lo studio dell'Universo primordiale, in orbita nel punto lagrangiano secondo, a un milione e mezzo di chilometri dalla Terra, ha iniziato a osservare regolarmente il cielo il 13 agosto scorso. Nelle settimane precedenti, gli strumenti della «macchina del tempo» dell'ESA erano stati messi a punto per raggiungere prestazioni ottimali. I rivelatori stanno mostrando caratteristiche eccellenti, pienamente all'altezza delle attese create dalle prove a terra. La loro stabilità nel lungo periodo, in vista dell'inizio delle operazioni previste dal programma scientifico, è stata verificata con un test osservativo.

L'osservatorio a microonde Planck dell'ESA è la prima missione europea progettata per studiare il fondo cosmico a microonde — la radiazione fossile prodotta dal Big Bang. Ruotando attorno al proprio asse, il satellite genera nel tempo mappe dell'intero cielo alla lunghezza d'onda delle microonde. Nel fare ciò, Planck misura le impercettibili fluttuazioni di temperatura nel fondo cosmico a microonde (CMB), la prima luce dell'Universo. Per almeno 15 mesi, i due potenti strumenti a bordo di Planck raccoglieranno ininterrottamente dati fondamentali per le teorie che descrivono la nascita e l'evoluzione dell'Universo.

«LFI, il *low frequency instrument*, si sta comportando in modo magnifico», commenta Reno Mandolesi, dell'INAF-IASF Bologna, a proposito dello strumento a bassa frequenza, del quale è responsabile. «Realizzato, per la parte italiana, principalmente dal gruppo di Bologna, insieme a quelli di Milano, Trieste, Roma e Padova, LFI sta producendo mappe che, già prese così come ci arrivano a Terra, senza alcuna correzione, sono scientificamente congruenti con i risultati raccolti dal satellite WMAP della NASA». Subito dopo il lancio, avvenuto il 14 maggio scorso, hanno avuto inizio le operazioni di controllo di tutti i sottosistemi del satellite e, in parallelo, il raffreddamento dei sensori dei suoi strumenti: sensori sensibili a variazioni nella temperatura della CMB di appena un milionesimo di grado. Volendo fare un paragone, si tratta di strumenti in grado di misurare da Terra la temperatura corporea di un coniglio seduto sulla Luna. Per arrivare a una tale sensibilità, i sensori di Planck devono essere raffreddati a temperature estremamente basse, in alcuni casi vicinissime allo zero assoluto (-273.15 gradi centigradi, o zero gradi Kelvin). Terminato il test dei sottosistemi, le fasi di *commissioning*, ottimizzazione e calibrazione sono state completate nella seconda settimana di agosto.

La *first light survey*, o «prima luce», iniziata il 13 agosto, è un periodo di due settimane durante il quale Planck ha osservato il cielo senza sosta, al fine di verificare la stabilità degli strumenti e la capacità di calibrarli con la precisione richiesta. La «prima luce» è stata completata il 27 agosto, e ha prodotto nove mappe di «strisce» di cielo, una per ciascuna delle nove frequenze di Planck. Ogni mappa rappresenta un anello di circa 15 gradi d'ampiezza che si estende lungo l'intero arco del cielo. Le analisi preliminari mostrano che si tratta di dati di qualità eccellente.

«Sin dalla prima survey Planck si prospetta una missione molto interessante» commenta Maria Cristina Falvella, responsabile di programma di Planck per l'Agenzia Spaziale Italiana. «Le misure che sta facendo sono al limite della sensibilità astrofisica e già costituiscono una pietra miliare nelle osservazioni cosmologiche. Le prime immagini dell'Universo visto attraverso lo strumento LFI sono una dimostrazione del successo della missione, della proficua attività dell'Agenzia, e soprattutto dell'impegno e delle capacità delle comunità scientifica ed industriale nazionali. Molto importante anche il contributo italiano allo strumento di più alta frequenza (HFI) per il quale i ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università La Sapienza, guidati da Paolo de Bernardis e Silvia Masi, hanno sviluppato i preamplificatori criogenici per tutti i rivelatori, mettendo a frutto l'esperienza pluridecennale acquisita con i voli di pallone stratosferico, ed in particolare con gli esperimenti finanziati da ASI ARGO, Archeops e BOOMERanG.»

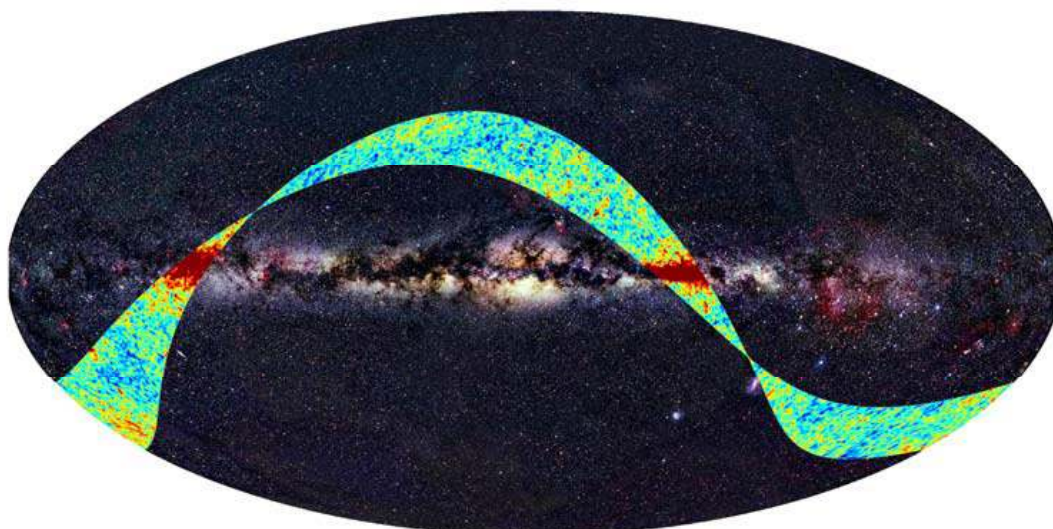
Terminata la *first light survey*, si è dato immediatamente il via alle osservazioni scientifiche vere e proprie, che continueranno per almeno 15 mesi senza alcuna interruzione. La prima mappa dell'intero cielo sarà disponibile fra circa 6 mesi. Nei 15 mesi di vita che lo attendono, Planck sarà in grado di raccogliere dati per due mappe complete del cielo. Per sfruttare al meglio l'elevata sensibilità di Planck, però, i dati dovranno essere sottoposti a un'analisi complessa e scrupolosa: occorreranno circa due anni per trattarli adeguatamente ed estrarne i risultati scientifici principali. Verso la fine del 2012, i dati finali verranno messi a disposizione della comunità scientifica internazionale. E tutto lascia pensare che si



riveleranno una miniera di tesori preziosi, in grado di tenere impegnati cosmologi e astrofisici per decenni a venire.

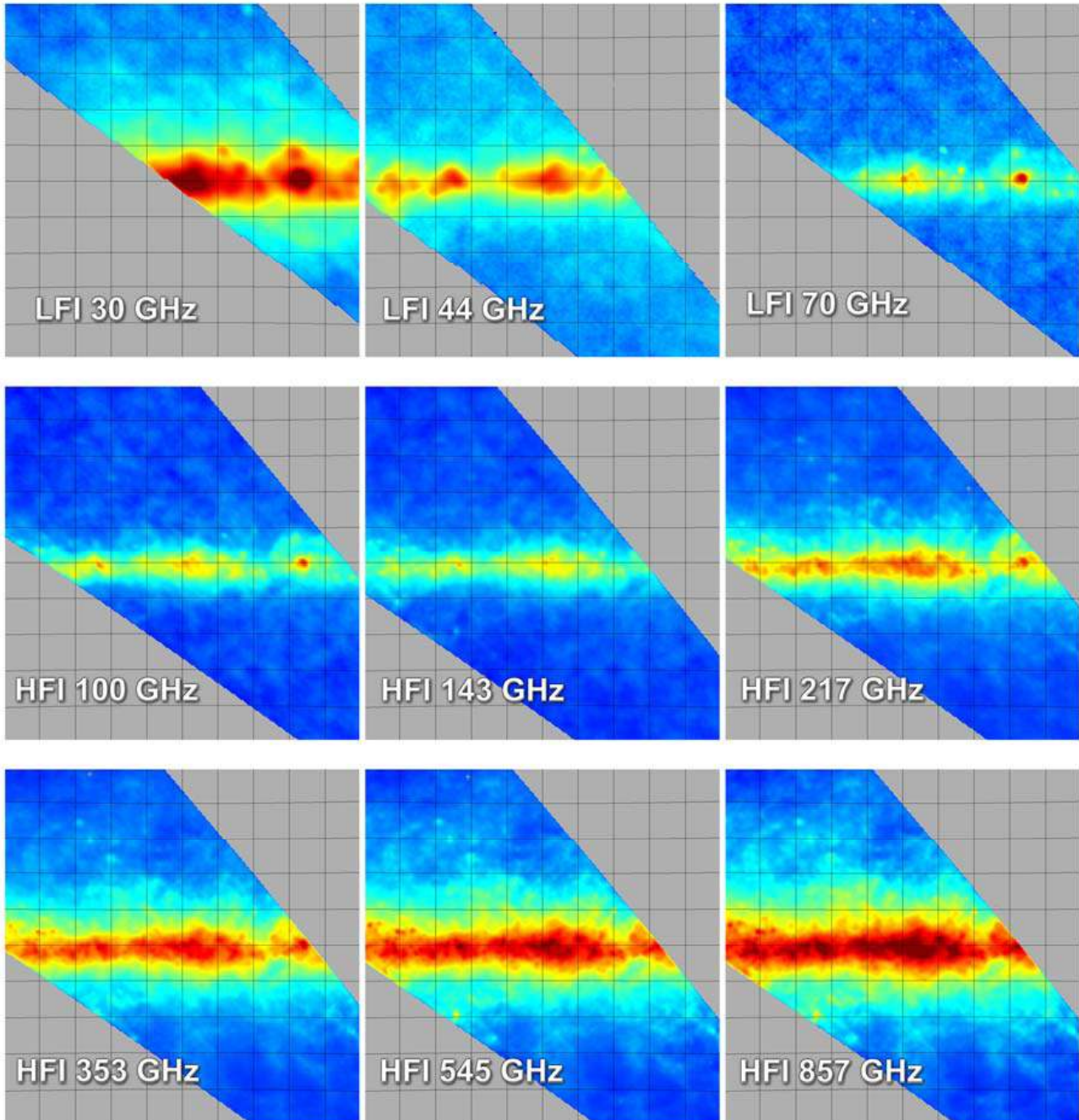
Per informazioni e interviste: Reno Mandolesi, mandolesi@iasfbo.inaf.it, 335.6507026
Maria Cristina Falvella, mariacristina.falvella@asi.it ,
06 8567350

Crediti: Planck è una missione dell'Agencia Spaziale Europea (ESA), che ha gestito il programma sin dagli esordi, nel 1993, e ha finanziato lo sviluppo del satellite, il lancio e le operazioni di controllo. Il *prime contractor* di ESA per Planck è stata Thales Alenia Space (Cannes, Francia). Un contributo fondamentale a Planck è stato dato dall'industria europea. In particolare, è stato decisivo il contributo di Thales Alenia Spazio (Torino) per il *service module*, di Astrium (Friedrichshafen, Germania) per gli specchi del telescopio e di Oerlikon Space (Zürich, Svizzera) per le strutture del *payload*. La maggior parte dei test criogenici e ottici più complessi sono stati eseguiti presso il Centro Spaziale di Liegi, in Belgio, e presso la sede di Cannes di Thales Alenia Space. L'eccezionale *know-how* richiesto per lo sviluppo dello strumento a bassa frequenza (LFI) e di quello ad alta frequenza (HFI) è stato fornito da due grandi consorzi internazionali, comprendenti in totale circa 50 istituti scientifici dell'Europa e degli Stati Uniti, finanziati dalle agenzie dei Paesi coinvolti. Maggiori dettagli sono disponibili su web, agli indirizzi: <http://www.satellite-planck.it/content/view/23/46/> (per LFI) e <http://www.planck.fr/heading1.html> (per HFI). Per quanto riguarda lo sviluppo degli strumenti scientifici, un contributo importante è dovuto a Thales Alenia Space (Milano) per LFI e a Air Liquide - DTA (Grenoble, Francia) per HFI. I due consorzi sono anche responsabili per l'operatività scientifica dei rispettivi strumenti e per il trattamento dei dati. Alla guida dei consorzi, i due *principal investigators*: J.-L. Puget, dell'Institut d'Astrophysique Spatiale di Orsay (Francia), è responsabile di HFI (finanziato principalmente dal CNES e dal CNRS [INSU, IN2P3]), mentre N. Mandolesi, dell'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Bologna, è responsabile di LFI (finanziato principalmente dall'ASI e dall'INAF). La NASA ha finanziato lo *US Planck Project*, con base a JPL e con il coinvolgimento di scienziati da numerose istituzioni degli Stati Uniti, il cui contributo all'impegno dei due consorzi è stato decisivo. Un consorzio d'istituti danesi (<http://www.space.dtu.dk/English/Research/Projects/Planck.aspx>), finanziato dal Danish National Research Council, ha preso parte insieme all'ESA allo sviluppo dei due specchi del telescopio di Planck. Planck è gestito dal *Flight Control Team* del *Mission Operations Centre* (MOC), presso lo *European Space Operations Centre* (ESOC) dell'ESA, a Darmstadt (Germania). Il *Planck Science Office*, presso lo *European Space Astronomy Centre* (ESAC) dell'ESA, in Spagna, gestisce l'intera *survey* e coordina le operazioni scientifiche dei due strumenti.



Mappa dell'intero cielo nelle lunghezze d'onda della luce visibile. La fascia orizzontale rappresenta la nostra galassia, la Via Lattea, vista dal Sistema Solare. La striscia in falsi colori che vi è sovrapposta, invece, mostra l'area di cielo mappata da Planck durante la *first light survey*. I colori rappresentano lo scostamento della temperatura del fondo cosmico a microonde rispetto al suo valore medio, così com'è

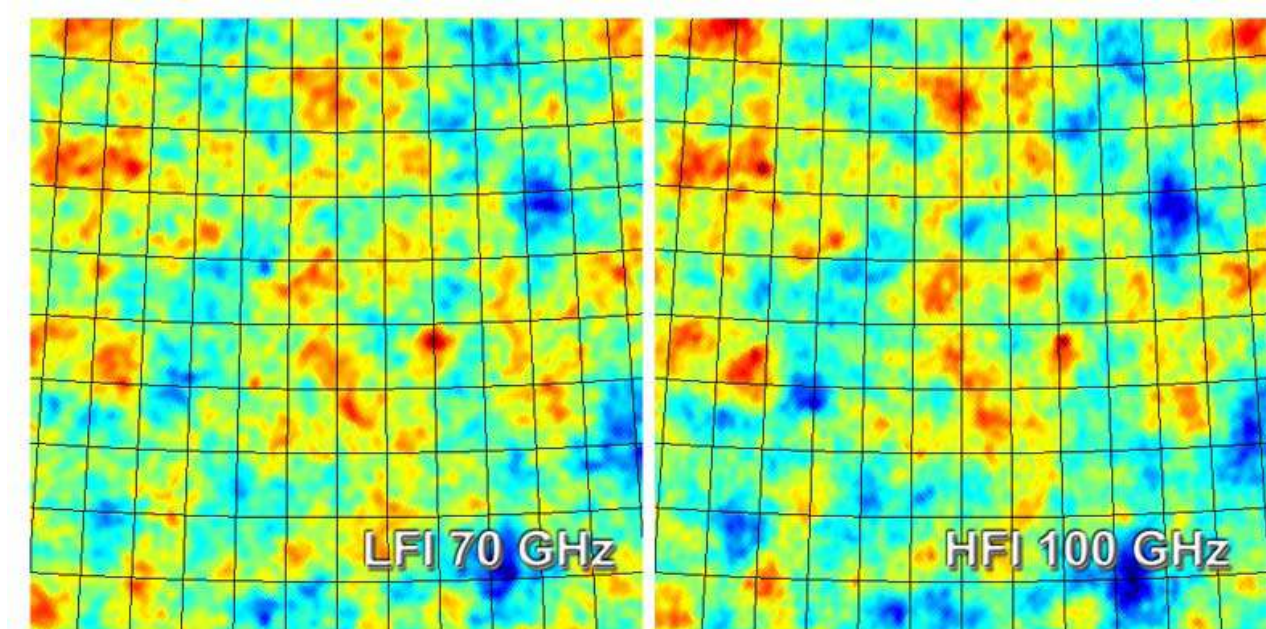
misurato da Planck a una frequenza vicina al picco dello spettro della CMB: le zone più rosse sono quelle più calde, le zone più blu quelle più fredde. L'ampia striscia rossa centrale è dovuta all'emissione in banda radio della Via Lattea, mentre le macchie che brillano al di fuori del piano galattico sono dovute all'emissione del fondo cosmico a microonde. Nei due quadrati, le regioni di cielo rappresentate in dettaglio nelle immagini che seguono. [Crediti per le immagini: LFI & HFI Consortia (Planck), Axel Mellinger (per la mappa in ottico)].



Mosaico di mappe che rappresentano in dettaglio una piccola porzione della *first light survey*, nella quale si può apprezzare la forte emissione della Via Lattea. I nove riquadri mostrano una zona di cielo di 20x20 gradi vista in ognuna delle nove frequenze di Planck: da quella più bassa (30 GHz, in alto a sinistra) a quella più elevata (857 GHz, in basso a destra). Il leggero scostamento di ogni striscia rispetto alle altre è dovuto alla disposizione dei rivelatori sul piano focale. Alle frequenze più basse, l'emissione di onde radio dalla Via Lattea è prodotta dall'interazione degli elettroni con i gas e il campo magnetico, mentre alle frequenze più elevate il calore è irradiato principalmente dalla polvere. Alla produzione delle strutture che



queste immagini mostrano, contribuiscono diversi processi d'emissione, e in modo caratteristico per ogni frequenza. L'analisi combinata di più frequenze fornisce così informazioni estremamente ricche, e in buona parte disponibili ora per la prima volta, per lo studio della fisica della Via Lattea. [Crediti per le immagini: LFI & HFI Consortia].



Ingrandimento di una regione di cielo di 10x10 gradi, sempre dalla *first light survey*, nella quale l'emissione della Via Lattea non predomina sugli altri segnali: qui emerge con chiarezza la caratteristica del cielo di maggior interesse per Planck, ovvero il fondo cosmico a microonde. Nei riquadri di sinistra e di destra si vedono, rispettivamente, le osservazioni effettuate da LFI a 70 GHz e quelle di uno dei rivelatori a 100 GHz di HFI. In entrambe queste frequenze, la CMB è l'emissione dominante, e infatti entrambe le mappe mostrano tratti estremamente simili. Le leggere differenze fra le due sono quelle che gli scienziati si attendevano, e sono dovute in parte al processo di calibrazione, non ancora completamente terminato, e in parte a una debole emissione galattica residua. Il fatto che due rivelatori completamente indipendenti, basati su due diverse tecnologie, siano in grado, in così poco tempo, di produrre mappe incredibilmente simili rappresenta una conferma notevole della capacità che ha Planck di rilevare e mappare le impercettibili strutture della CMB così come ci arrivano dall'Universo primordiale. [Crediti per le immagini: LFI & HFI Consortia]

22 ottobre 2009

Ammasso di galassie da record: è il più distante mai visto

È l'ammasso di galassie più lontano che si conosca. La sua scoperta, in corso di pubblicazione su Astronomy & Astrophysics, ha polverizzato il record precedente, spostando indietro di almeno un miliardo di anni la lancetta del tempo in cui questi enormi agglomerati di gas, galassie e materia oscura iniziarono a prendere forma.

Si chiama JKCS041, ed è l'ammasso di galassie più distante mai osservato. La sua individuazione, opera di un team internazionale guidato da Stefano Andreon dell'INAF Osservatorio Astronomico di Brera, è stata compiuta grazie allo United Kingdom Infrared Telescope. La conferma che si tratta proprio di un ammasso di galassie, già pienamente formato, è giunta invece tramite successive osservazioni effettuate con il telescopio spaziale Chandra della NASA. I risultati della ricerca sono in corso di pubblicazione su *Astronomy & Astrophysics*.

L'ammasso appena scoperto si trova a circa 10.2 miliardi di anni luce: oltre un miliardo di anni più distante, e dunque più antico, degli ammassi di galassie più remoti fino a oggi conosciuti. Gli ammassi, giganteschi agglomerati di galassie, gas e materia oscura tenuti insieme dalla forza di gravità, sono fra gli oggetti più massicci presenti nell'Universo. Stando ai modelli elaborati dagli scienziati, la loro aggregazione deve aver richiesto un lungo periodo di tempo dall'istante del Big Bang. JKCS041, la cui immagine ci giunge dall'epoca in cui l'Universo aveva appena un quarto della sua età attuale, si colloca proprio su quella che si ritiene la linea di confine temporale di formazione dei primissimi ammassi.

«Essere riusciti a individuare un oggetto così distante», commenta Andreon, «ci dà la conferma che i nostri metodi funzionano. Ed è un importante incentivo per le future missioni dedicate alla ricerca di ammassi remoti di galassie, quelli ad altissimo *redshift*: la semplice esistenza di JKCS041 è infatti la più chiara dimostrazione del fatto che ancora non abbiamo raggiunto i confini dell'Universo conoscibile. E che gli ammassi ad alto *redshift* esistono, eccome!»

JKCS041 è stato osservato per la prima volta da Andreon e colleghi nel 2006, tramite lo United Kingdom Infrared Telescope. Come avviene per la maggior parte degli ammassi di galassie, il primo segnale individuato è stata l'emissione in infrarosso delle vecchie stelle rosse che dominano le galassie che lo compongono. La successiva analisi spettrale condotta su dati ottici e infrarossi, raccolti tramite lo United Kingdom Infrared Telescope, il Canada France Hawaii Telescope e il satellite Spitzer della NASA, ha poi consentito di stabilire la distanza dell'ammasso. Infine, la presenza di un'emissione diffusa in banda X, dovuta alla presenza di gas caldissimo all'interno dell'ammasso e rilevata dal telescopio spaziale Chandra della NASA, ha dato agli astronomi l'ultima conferma che cercavano: la firma inequivocabile di avere a che fare con un ammasso già pienamente formato.

«Con la scoperta di JKCS041, siamo venuti in possesso di un'informazione cruciale per studiare gli ammassi primordiali: sappiamo dove puntare i telescopi», conclude Andreon. «Perché ciò che JKCS041 ci mette a disposizione è un'intera popolazione di galassie risalenti a epoche molto antiche: galassie con un'età corrispondente ad appena un decimo di quella attuale, e a circa la metà di quella delle galassie presenti nell'ammasso che deteneva il record di distanza precedente».

Oltre a Stefano Andreon, alla ricerca hanno preso parte Ben Maughan della University of Bristol, Ginevra Trinchieri dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera e Jaron Kurk del Max-Planck-Institut für Astronomie.

Per interviste: Stefano Andreon, stefano.andreon@brera.inaf.it, +39.02.7232.0324



13 novembre 2009

Scoperti i più deboli segnali radio dai buchi neri giganti

Individuati e localizzati segnali radio provenienti dai nuclei attivi di galassie finora ritenuti privi di tali emissioni. La scoperta, che viene pubblicata oggi on line sulla rivista The Astrophysical Journal Letters, avvalora l'ipotesi che tutti i buchi neri supermassicci presenti nel centro delle galassie siano in grado di produrre anche onde radio nelle loro immediate vicinanze. Emergono inoltre nuove e importanti indicazioni per comprendere meglio i processi fisici che sono alla base delle enormi quantità di energia emesse da questi oggetti celesti. Il lavoro è stato condotto da due giovani ricercatori dell'INAF grazie alle osservazioni con l'European VLBI Network, la rete di radiotelescopi europei della quale fanno parte anche le antenne INAF di Medicina e Noto.

Le stavano cercando da tempo. Ma finora erano rimaste "nascoste", troppo deboli per essere individuate con precisione. Alla fine, grazie all'impegno di due giovani ricercatori italiani e alle osservazioni combinate dei più potenti radiotelescopi al mondo sono state scoperte. Sono le tracce radio prodotte da galassie note per avere una intensa emissione di raggi X e una debolissima emissione radio, di cui non era però conosciuta la posizione della sorgente. Le osservazioni hanno evidenziato che la provenienza dei segnali radio è concentrata in gran parte nelle zone centrali di questa classe di galassie, dette di Seyfert dal nome dello scienziato che per primo ne studiò le caratteristiche, e viene interpretata come il prodotto dell'attività di buchi neri supermassicci, della massa di centinaia di milioni di quella del nostro Sole, presenti nel centro delle galassie.

"Sapevamo già che la stragrande maggioranza delle galassie posseggono un buco nero supermassiccio nelle loro regioni centrali", commenta Marcello Giroletti, dell'INAF-Istituto di Radioastronomia di Bologna che, con Francesca Panessa, dell'INAF-IASF di Roma, ha condotto la ricerca. "Quello che abbiamo potuto rivelare con le nostre osservazioni è che praticamente tutti i buchi neri, anche quelli delle galassie più deboli, generano processi in grado di emettere onde radio nelle loro immediate vicinanze".

Scovare queste elusive tracce è stato un compito assai difficile. Come primo passo i ricercatori hanno selezionato 5 galassie considerate prive, nelle regioni centrali, di emissione radio e le hanno quindi osservate a più riprese per oltre 50 ore complessive con i radiotelescopi europei della rete VLBI, tra cui le parabole INAF dell'Istituto di Radioastronomia situate a Medicina (Bologna) e a Noto (Siracusa), cui si sono aggiunti un radiotelescopio in sud Africa e uno in Cina. Queste osservazioni congiunte hanno permesso di ottenere le più dettagliate mappe dell'emissione radio finora disponibili di questi oggetti celesti. E tutte indicano che il pur debole segnale radio è concentrato nelle zone centrali delle galassie, nel raggio di meno di un anno luce. Questa caratteristica viene interpretata come un ulteriore indizio della presenza di un buco nero supermassiccio, la cui enorme forza di attrazione gravitazionale sulla materia circostante innesca fenomeni di produzione di grandi quantità di radiazione di alta energia, come i raggi X, ma anche - e questa è la novità - radiazione meno energetica, come le onde radio.

"La sfida ora è comprendere se l'emissione che abbiamo scoperto sia preferenzialmente associata a materia che cade sul buco nero o che, per processi a noi non ancora ben compresi, riesce a sfuggire da esso" continua Giroletti. "Noi riteniamo che questa seconda ipotesi sia più probabile. Comunque, per indagare più a fondo sulla questione, abbiamo già completato una nuova campagna di osservazioni per le quali abbiamo aggiunto alla nostra rete di radiotelescopi anche quello di Arecibo in America - il più grande al mondo - e stiamo analizzando i dati raccolti che, speriamo, ci daranno a breve nuove e decisive informazioni".

Per interviste:

Marcello Giroletti, E-mail: giroletti@ira.inaf.it, Tel.: 051 63 99 394, Cell.: 347 90 66 221



23 novembre 2009

Le immagini di VIRTIS della Terra raccolte durante l'ultimo fly-by di Rosetta

Image Credits: INAF-IFSI / INAF-IASF / ASI

Il 13 Novembre 2009, la missione Rosetta dell'ESA ha effettuato l'ultimo fly-by della Terra permettendo a VIRTIS, lo strumento a responsabilità INAF e finanziato da fondi ASI (Agenzia Spaziale Italiana), di raccogliere interessanti immagini e dati del nostro pianeta.

La **prima immagine (VIS 1)** rappresenta quello che vedrebbe l'occhio umano guardando il globo terrestre al posto di VIRTIS : i continenti sono poco visibili, coperti dalle nubi, è distinguibile tutto il centro e sud America e solo la parte orientale degli Stati Uniti ed il golfo del Messico.

La **seconda immagine (VIS 2)** è la stessa immagine in cui sono però state combinate le varie lunghezze d'onda del visibile per rendere più evidente il contrasto tra terra, acqua e nuvole. Questo è uno dei possibili trattamenti a cui possono essere sottoposte le immagini multi spettrali, che permettono di realizzare delle "mappe geologiche" che identificano la composizione delle varie zone dei pianeti.

Nella **terza immagine (VIS 3)** è stata selezionata la banda spettrale della clorofilla. In verde, la vegetazione si staglia contro le zone nere (che rappresentano tutto ciò che non contiene clorofilla, dunque l'acqua degli oceani o le nuvole sovrastanti).

Nella **quarta immagine (IR 1)**, VIRTIS guarda la Terra nell'IR e quindi vede sia la luce solare riflessa dal pianeta (la stessa che ci permette di vedere la zona giorno illuminata nel visibile) sia il calore riemesso dal nostro pianeta. E' per questo che nell'IR è visibile l'intero disco terrestre, compresa la parte non illuminata della Notte. In questa immagine in falsi colori ottenuta combinando tre diversi canali, possiamo distinguere in ciano le nubi ad altitudine elevata e la terra in rosa.

Nella **quinta immagine (IR 2)** è stata invece selezionata una lunghezza dell'infrarosso, avendo dunque una chiara misura della temperatura delle zone che stiamo guardando. E' così possibile distinguere chiaramente le zone più calde arancioni (la parte equatoriale) dalle zone più fredde blu e violette dei poli e delle nubi più alte.

Lanciata nel 2004, Rosetta ha completato questa ultima delicata operazione di flyby della Terra (la terza) prima di intraprendere la fase finale del suo viaggio e dirigersi verso il suo target, la cometa P67/Churyumov-Gerasimenko che raggiungerà nel 2014. Come in tutti i flyby, gli strumenti a bordo hanno approfittato della relativa vicinanza del pianeta per accendersi, risvegliarsi dallo stato di ibernazione in cui vengono tenuti nelle fasi di viaggio, e prendere dati ed immagine del pianeta che sorvolano. In questo caso, la Terra, a soli 2500 km di distanza.

Uno tra gli strumenti utilizzati è lo spettrometro ad immagine VIRTIS (Visible, InfraRed and Thermal Imaging Spectrometer), la cui responsabile Angioletta Coradini e gran parte del team scientifico appartengono ai due Istituti INAF della sede romana di Tor Vergata, l'IASF-INAF e l'IFSI-INAF. VIRTIS raccoglie immagini, ma non è una semplice macchina fotografica, non scatta normali fotografie. Ogni misura è in realtà un "cubo" di 864 immagini a lunghezze d'onda diverse (e dunque colori diversi), che vanno dal visibile al medio infrarosso. Selezionando le lunghezze d'onda in funzione degli argomenti scientifici, è possibile avere informazioni molto precise, come evidenziano le 5 immagini qui presentate, nelle quali il nostro pianeta è ripreso da una distanza di 230000Km, inquadrato con il continente americano in primo piano e con una risoluzione spaziale di 50 Km.

VIRTIS è composto da due canali indipendenti: VIRTIS-M costruito in Italia (INAF-IFSI, INAF-IASF e Galileo Avionica) con finanziamenti ASI, e VIRTIS-H, il canale ad alta risoluzione costruito in Francia (Osservatorio di Parigi - CNES).

L'elettronica dello strumento è fornita dalla Germania (Institut für Planetenforschung - DLR).

Per maggiori informazioni:

Angioletta Coradini, IFSI-INAF

Fabrizio Capaccioni, IASF-INAF (cellulare: 3316865567)

PIANO TRIENNALE 2010 - 2012



Links di approfondimento:

Lo special del fly-by dal sito dell'ESA:

http://www.esa.int/SPECIALS/Rosetta/SEMWX5OC02G_0.html

La notizia del terzo flyby dal sito dell'ASI:

http://www.asi.it/it/news/rosetta_le_immagini_spettacolari_delladdio_1

Il sito ESA dedicato a Rosetta: <http://www.esa.int/SPECIALS/Rosetta/index.html>

Il sito IFSI di VIRTIS: <http://www.ifsi-roma.inaf.it>



Il regolare respiro di Cygnus X-3 secondo AGILE

Un'importante scoperta del satellite italiano per raggi gamma AGILE: mentre studia un misterioso acceleratore nella nostra Galassia lo coglie nell'atto di caricarsi ed espellere un getto di altissima energia

Grazie al telescopio spaziale italiano AGILE, frutto della collaborazione tra ASI, INAF e INFN, un team di astrofisici italiani, statunitensi, inglesi e russi guidati da Marco Tavani dell'Istituto Nazionale di Astrofisica ha individuato per la prima volta l'emissione di radiazione gamma prodotta da uno dei sistemi più misteriosi e violenti della nostra Galassia, il famoso sistema binario Cygnus X-3.

Dallo studio, pubblicato su Nature, emerge una regolarità di comportamento in cui l'emissione gamma più intensa avviene solo in particolari condizioni, o "stati" della sorgente che si ripetono nel tempo, anche se in modo non periodico. L'osservazione di questo fenomeno è di grande interesse per gli astrofisici perché indica che c'è un meccanismo sottostante che regola i fenomeni di altissima energia.

Non sappiamo se la stella che produce tale energia sia una stella di neutroni o un buco nero. Di certo, AGILE ha ora rivelato diversi episodi ripetitivi di emissione gamma che sempre precedono la produzione di fortissimi getti radio di grande potenza. Tale scoperta getta nuova luce sulle proprietà degli oggetti più energetici della Galassia, e prelude a ulteriori studi osservativi e teorici per comprendere questi enigmatici oggetti e buchi neri ancor più massivi.

I buchi neri e le stelle compatte di neutroni sono gli oggetti più energetici e estremi della nostra Galassia. Possono sprigionare enormi getti di materia ad altissima velocità sotto forma di "getti" se sollecitati da gas intrappolato dal loro enorme campo gravitazionale. Uno tra gli oggetti più noti per la sua erraticità e potenza è il sistema binario *Cygnus X-3* che occasionalmente (1-2 volte l'anno) produce potentissimi getti radio accompagnati da attività spasmodica rivelata nei raggi X. Uno dei fenomeni possibili, mai osservato finora, è l'emissione di radiazione gamma prodotta da forti accelerazioni di particelle legate alla formazione di getti. Ora un gruppo di scienziati guidati da **Marco Tavani**, dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), è riuscito nell'impresa: utilizzando il satellite dell'Agenzia Spaziale Italiana AGILE, i ricercatori hanno individuato per la prima volta radiazione gamma proveniente da *Cygnus X-3*, la sorgente galattica più "prolifica" nella sua produzione di getti di alta potenza. L'importante risultato viene pubblicato oggi dalla rivista scientifica *Nature*.

Nel corso di decenni di osservazioni, *Cygnus X-3* ha sempre mostrato un comportamento erratico con osservazioni alle alte energie spesso controverse. Una speciale campagna di osservazioni della costellazione del Cigno a partire dal 2007 da parte del satellite AGILE ha permesso di rivelare per la prima volta diversi episodi di emissione gamma molto intensa da *Cygnus X-3*. All'aumentare dei dati, con grande sorpresa, è emerso un quadro ripetitivo del fenomeno. La radiazione gamma, e quindi l'accelerazione estrema di particelle, non viene prodotta a caso, né durante e dopo la formazione dei getti radio, ma *prima*. Emerge una regolarità di comportamento in cui l'emissione gamma più intensa avviene solo in particolari condizioni, o "stati" della sorgente che si ripetono nel tempo, anche se in modo non periodico. Tale ripetitività è assolutamente notevole e fa pensare che un ordine sottostante regoli tali fenomeni estremamente energetici. *"È come se Cygnus X-3 si 'preparasse' a liberare l'enorme energia dei getti, rimanendo per qualche giorno prima in uno stato particolare di 'caricamento' di energia in cui si accelerano le particelle a energie elevatissime", ci dice Marco Tavani. "È questo un fenomeno mai osservato prima nella sua dinamica e una grande sorpresa. Da erratico e 'pazzo' Cygnus X-3 sembra quasi che si comporti come un orologio"*.

"Siamo molto soddisfatti di questa scoperta da parte di Agile che evidenzia le eccellenti performance del satellite e del suo payload e che ci confortano nella prospettiva di estendere la sua vita operativa ulteriormente" commenta **Enrico Flamini**, responsabile dell'Unità dell'ASI Osservazione dell'Universo.

*"È un altro importante risultato reso possibile - sottolinea **Piorgiorgio Picozza** dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e dell'Università di Roma Tor Vergata - dall'utilizzo di rivelatori realizzati per la fisica delle particelle elementari che l'INFN ha portato nello spazio. Problematiche fisiche e tecnologie sempre più comuni hanno ormai costruito un solido ponte tra gli astri e le particelle"* **AGILE**, il cui nome è l'acronimo di Astro-rivelatore Gamma a Immagini Leggero, è una missione dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana), progettata dall'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), dall'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare),



dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e da numerosi istituti universitari italiani. Realizzato interamente in Italia dagli istituti scientifici e da un consorzio industriale (Carlo Gavazzi Space, Thales Alenia Space, Rheinmetall Italia, Telespazio, Mipot), è stato lanciato il 23 aprile 2007. Da allora ha compiuto oltre 13 mila orbite attorno alla Terra.

Approfondimento. La sorgente Cygnus X-3

Cygnus X-3 è un sistema binario molto particolare. Una stella massiccia di diverse masse solari produce un intenso vento gassoso, parte del quale viene intrappolato dall'intensissimo campo gravitazionale di un oggetto compatto (stella di neutroni o buco nero). La manifestazione dei getti radio, che occasionalmente vengono prodotti insieme a una intensa emissione di raggi X, è simile a quella dei buchi neri in galassie attive lontane (chiamati *quasar*). Per questa ragione, Cygnus X-3 (non a caso chiamato *microquasar*) è un oggetto nella nostra galassia dal quale possiamo ottenere informazioni fondamentali sul funzionamento di queste grandiose "macchine" gravitazionali.

Approfondimento. Sorgenti di altissima energia

I buchi neri e le stelle compatte di neutroni sono gli oggetti più energetici della nostra galassia. Quando sono sollecitate dai gas, che vengono attratti e intrappolati dal loro intenso campo gravitazionale, queste sorgenti possono sprigionare enormi quantità di materia ad altissima velocità, sotto forma di veri e propri "getti". Uno tra gli oggetti più noti per la sua instabilità e potenza è il sistema binario Cygnus X-3, che occasionalmente (1-2 volte l'anno) produce getti radio molto energetici accompagnati da emissioni rivelate nei raggi X.

• Per ulteriori informazioni

Ufficio Stampa INAF – Marco Galliani 06.35533390 – 338.6618041

Ufficio Stampa ASI – Fabrizio Zucchini 06.8567231/06 8567812 - 328 0117244

Ufficio Stampa INFN - Antonella Varaschin - uff. 06 6868162 / cell. 349 5384481



Fermi: Cygnus è un micro quasar

Lo strumento italiano Lat della sonda Nasa conferma i dati di AGILE

La sorgente Cygnus X-3 continua a essere al centro dell'attenzione. Dopo la pubblicazione online dei dati del satellite italiano AGILE sulla rivista Nature, adesso tocca al Large Area Telescope a bordo del satellite della NASA Fermi, missione che vede una importante partecipazione dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). Sulla versione online della rivista Science disponibile oggi, Fermi- Lat, oltre a confermare quanto osservato da AGILE, aggiunge la prova definitiva dell'identità della sorgente: la sua firma temporale. Dopo essere stato in lista d'attesa per più di 30 anni, Cygnus X-3 è dunque il primo microquasar identificato con certezza come sorgente di raggi gamma di alta energia.

Cygnus X-3 è una brillante sorgente X nella costellazione del Cigno, scoperta alla fine degli anni '60 del secolo scorso. L'emissione X è modulata con un periodo di 4,8 ore, un dato che indica la natura binaria del sistema responsabile dell'emissione. Un oggetto compatto, vuoi una stella di neutroni, vuoi un buco nero, produce radiazione X accrescendo materia da una stella di tipo Wolf Rayet, una stella molto più giovane, più grande e molto più calda del nostro Sole, dotata di un poderoso vento stellare. Proprio il vento stellare nutre la sorgente X, accumulandosi ordinatamente in un disco di accrescimento che ruota intorno all'oggetto compatto.

Fino a qui sarebbero le caratteristiche tipiche di un sistema binario che emette radiazione X. Cygnus X-3 ha un caratteristica veramente unica: di tanto in tanto produce spettacolari eventi di emissione radio, durante i quali può diventare la sorgente radio più brillante del cielo. Questi fuochi d'artificio radio, che dimostrano che la sorgente compatta è capace di accelerare particelle in modo molto efficace, hanno fatto classificare la sorgente come un microquasar, una versione ridotta e casalinga dei "mostri" del cielo (detti appunto quasar) che si trovano nel centro di lontane galassie.

Visto che quando ci sono particelle accelerate a grandissime energie è possibile che si produca radiazione gamma, per gli astronomi gamma Cygnus X-3 è sempre stato nella lista di sorgenti da tenere d'occhio, ma per trent'anni si è assistito a un susseguirsi di rivelazioni e di smentite.

Dovevano arrivare gli strumenti gamma di nuova generazione che sono oggi operativi per avere una risposta. Pochi giorni fa, AGILE ci ha detto che nei periodi immediatamente precedenti agli eventi radio, mentre la sorgente sta preparando le sue munizioni, si vede emissione variabile di alta energia. Oggi Fermi usa la sua maggiore sensibilità per andare oltre la semplice rivelazione della sorgente, dimostrandoci che l'emissione gamma varia mentre l'oggetto compatto ruota intorno alla stella compagna. Oltre a seguire l'attività sporadica di accelerazione di particelle, il flusso gamma è modulato al periodo orbitale di 4,8 ore, la firma inconfondibile della sorgente che ci dà la sicurezza assoluta che il responsabile dell'emissione è proprio Cygnus X-3.

"Grazie agli strumenti a nostra disposizione, il mistero di Cygnus X-3 è in gran parte risolto", dice **Patrizia Caraveo**, responsabile INAF per lo sfruttamento scientifico dei dati della missione Fermi. "Certo è quasi incredibile che dopo avere pazientato per più di 30 anni, nell'arco di una settimana la sorgente compaia due volte sulle pagine dei maggiori giornali scientifici del mondo, prima a opera di un satellite italiano e ora grazie a un satellite NASA con una importante partecipazione italiana. Si direbbe una sorgente made in Italy".

"La grande sensibilità di Fermi, dovuta ai sofisticati e innovativi strumenti costruiti con un contributo decisivo dell'Italia - sottolinea anche **Ronaldo Bellazzini**, responsabile per l'INFN dell'esperimento Fermi - ha permesso, in pochi mesi di osservazione di Cygnus X-3, di misurare con precisione il periodo orbitale del mini buco nero nel suo viaggio attorno alla sua immensa stella compagna. Cygnus X-3 è il primo esempio di 'quasar' galattico le cui caratteristiche sono state misurate con grande attendibilità".

"Insieme, questi due risultati sono un premio per quasi 15 anni di impegno e investimenti italiani nella fisica delle alte energie, a partire dal satellite BeppoSAX" commenta **Enrico Flamini**, responsabile dei programmi di osservazione dell'Universo dell'ASI. "AGILE si conferma una missione assolutamente competitiva, capace di contribuire in modo determinante allo studio dei fenomeni più violenti dell'Universo, mentre FERMI deve buona parte dei suoi eccellenti risultati a tecnologie nate in Italia, oltre che al lavoro dei nostri scienziati".

PIANO TRIENNALE 2010 - 2012

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

Per ulteriori informazioni:

INAF: Francesco Rea 06 35533227 – 335 1358069

Marco Galliani 06 35533390 – 338 6618041

Patrizia Caraveo 329 628 14 86

ASI: Fabrizio Zucchini 06 8567231/06 8567812 - 328 0117244

Nicola Nosengo 06 8567812

INFN: Antonella Varaschin - uff. 06 6868162 / cell. 349 5384481



L'INDIGESTIONE DI UN BUCO NERO

***Il mostruoso buco nero nel centro del quasar 3C454.3
ha polverizzato tutti i suoi record precedenti,
diventando la sorgente più brillante del cielo.
Si tratta di un sorpasso storico visto che nessuna sorgente
aveva mai eguagliato il pulsar delle Vele.***

Roma, 7 dicembre 2009

I satelliti per lo studio dei raggi gamma Agile e Fermi, ai quali collaborano l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) stanno seguendo in diretta le bizze del mostruoso buco nero nel centro del quasar 3C454.3. Il livello di emissione gamma di sorgenti di questo tipo dipende dalla quantità di materia che viene accresciuta dal buco nero, in altre parole, dal suo regime alimentare. Quando il buco nero è a dieta, l'emissione è stazionaria. Invece, quando il buco nero si ingozza di materia, l'emissione aumenta e diventa variabilissima. In questi giorni 3C454.3 deve avere veramente fatto indigestione, perché è diventato la sorgente gamma più brillante del cielo. Un evento raro che sta mobilitando tutta la comunità astronomica mondiale.

"3C 454.3" è la sigla che individua una sorgente di emissione radio prodotta da un buco nero supermassivo (miliardi di masse solari) ospitato in una galassia lontana miliardi di anni luce. Da quando Agile è entrato in attività, a metà 2007, la sorgente alterna periodi tranquilli con periodi di grande attività, durante i quali diventa molto brillante in raggi gamma, arrivando ad essere paragonabile alla più brillante sorgente del cielo gamma, una pulsar nella costellazione delle Vele. La sorgente viene seguita anche da Fermi, che registra giornalmente il livello di emissione.

Alla fine di novembre, Agile, che adesso spazzola continuamente il cielo, si è accorto che c'era qualcosa di strano e ha dato l'allerta che è stata immediatamente confermata da Fermi. Si pensava a un periodo di attività come se ne erano visti altri ma la sorgente ha polverizzato tutti i suoi record precedenti, diventando la sorgente più brillante del cielo. Si tratta di un sorpasso storico visto che nessuna sorgente aveva mai eguagliato il pulsar delle Vele. In queste occasioni è molto importante studiare il comportamento della sorgente a tutte le lunghezze d'onda. Per questo vengono attivate campagne osservative in onde radio, ottico e raggi X. Un consorzio internazionale di telescopi ottici coordinato dall'Osservatorio di Torino segue il comportamento della sorgente, mentre tutti gli osservatori X hanno già cominciato le osservazioni.

"È come se la macchina acceleratrice di questo buco nero si sia attivata superando se stessa in modo del tutto inaspettato", dice Stefano Vercellone dell'INAF-IASF di Palermo e coordinatore di molte ricerche recenti su 3C 454 con i dati di Agile e altri osservatori. "Abbiamo chiamato questo oggetto, non a caso, "Crazy Diamond", e ora lo vediamo in azione come sorgente gamma più forte dell'intero cielo".

"Adesso sembra che il flusso gamma stia lentamente scendendo, ma con i buchi neri non si sa mai, magari non è ancora sazio e ricomincerà a stupirci" dice Patrizia Caraveo dell'INAF che coordina il team italiano per Fermi. "Penso che il bello debba ancora venire, sono convinta che capiremo quello che è successo alla sorgente solo quando potremo combinare i dati gamma con quelli ottici, X e radio".

Per Paolo Giommi dell'ASDC dell'ASI: "3C454.3 non solo è un buco nero vorace, ma anche un faro che punta la sua luce potente verso di noi. Già nel 2005 questa sorgente di radiazione radio, ottica, X e gamma aveva raggiunto livelli record, ma allora nessun satellite gamma era in orbita. Ora sia Agile che Fermi stanno monitorando quella che si è dimostrata essere la sorgente più brillante del cielo in raggi gamma".

"Continua la serie delle straordinarie osservazioni di Fermi e Agile, eseguite mediante strumenti in gran parte concepiti e realizzati dalla comunità scientifica del nostro Paese", sottolinea Benedetto D'Ettore Piazzoli, membro della giunta esecutiva dell'INFN. "Lo studio della fenomenologia di questi voraci buchi neri - aggiunge D'Ettore Piazzoli - riveste interesse anche perché tra essi potrebbero nascondersi le misteriose sorgenti dei raggi cosmici di altissime energie, quelle energie che noi non possiamo raggiungere nei nostri laboratori, nemmeno nel superacceleratore Lhc".

PIANO TRIENNALE 2010 - 2012

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS

Per ulteriori informazioni

INAF – Marco Galliani 06.35533390 – 338.6618041

Patrizia Caraveo 3296281486 – Marco Tavani 3355836144

ASI – Fabrizio Zucchini 06.8567231/06 8567812 - 328 0117244

INFN - Antonella Varaschin - uff. 06 6868162 / cell. 349 5384481

Materiale multimediale su: <http://www.media.inaf.it/press/agile-3C454/>



10 dicembre 2009

Telescopi italiani osservano il più lontano lampo di raggi gamma "corto" finora conosciuto

26 aprile 2009: il satellite Swift registra un breve ma potente lampo di raggi gamma (GRB). Subito gli astronomi italiani si attivano e puntano in direzione del segnale il Telescopio Nazionale Galileo alle Canarie e, in seguito, il Large Binocular Telescope in Arizona. Grazie alle loro osservazioni è stato scoperto che la sorgente di questo lampo si trova a circa 11 miliardi di anni luce da noi ed è la più distante finora conosciuta associata ai GRB di tipo "corto". Questi sono tra gli eventi più enigmatici osservati dagli astronomi e si ritiene siano originati dalla collisione cosmica di due stelle di neutroni. Ma c'è di più. I dati raccolti hanno infatti mostrato una natura assolutamente peculiare per questo evento, che mostra caratteristiche tipiche dei lampi gamma "corti", ma anche di quelli di maggiore durata, associati all'esplosione di una stella molto massiccia.

E' di questi giorni l'inserimento da parte della rivista internazionale "Astronomy&Astrophysics" tra gli "highlight" del mese di dicembre di uno studio condotto da un gruppo di ricercatori dell'INAF sui lampi di raggi gamma (GRB) utilizzando i due principali telescopi italiani: il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) e il Large Binocular Telescope (LBT).

La scoperta risale allo scorso 26 aprile, quando il gruppo di astronomi dell'INAF, che da anni si occupa dello studio dei lampi gamma e che appena tre giorni prima aveva osservato l'oggetto più lontano dell'Universo, viene allertato ancora una volta per la rivelazione di un nuovo evento da parte del satellite per lo studio dei lampi di raggi gamma Swift ("il Rondone"), una missione NASA con il contributo della Gran Bretagna e dell'Italia, tramite anche l'Agenzia Spaziale Italiana. Questo evento, denominato GRB090426, appariva particolarmente interessante fin dalle prime informazioni inviate a Terra dagli strumenti a bordo del satellite. Il lampo di raggi gamma iniziale, scoperto dal telescopio a largo campo BAT di Swift, aveva una durata particolarmente breve: appena 0,3 secondi. Un tempo sufficiente però a permettere al satellite di localizzare con precisione la direzione di provenienza e di puntare i telescopi di bordo (uno sensibile ai raggi X, XRT in parte realizzato dall'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera ed uno, UVOT, sensibile alla radiazione ottica e ultravioletta) ed osservare una forte emissione di raggi X e ottica che segue il lampo gamma, nota come "afterglow". I lampi gamma con durata inferiore ai 2 secondi sono detti "corti" e sono di grande interesse perché, a differenza dei lampi gamma cosiddetti "lunghi", sono eventi abbastanza rari che si ritiene vengano originati dallo scontro cosmico di due oggetti molto compatti come due stelle di neutroni o una stella di neutroni e un buco nero. Almeno fino a questa osservazione, si aveva inoltre evidenza che avvenissero in galassie più vicine rispetto a quelle a cui vengono tipicamente osservati i lampi gamma lunghi.

Il lampo gamma era avvenuto mentre in Europa era ancora giorno per cui, seppur si fossero resi conto della grande importanza dell'evento, gli astronomi italiani (appartenenti a diversi Istituti dell'INAF e raccolti nella collaborazione CIBO) hanno dovuto attendere che arrivasse la sera per poter finalmente puntare il Telescopio Nazionale Galileo (TNG), situato alle Isole Canarie, verso la regione di cielo in cui era stato identificato il nuovo lampo gamma. Sotto il coordinamento di Angelo Antonelli dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma sono state quindi acquisite sia delle immagini sia uno spettro dell'afterglow ottico del lampo gamma usando lo spettrografo ottico DOLORES con cui è equipaggiato il telescopio. Attraverso lo spettro ottico, che è peraltro il primo spettro diretto mai ottenuto finora per un lampo gamma breve, si è potuto ricavare il redshift di $z=2.61$ scoprendo così che si aveva a che fare con il lampo gamma corto più lontano mai visto fino ad ora, distante ben 11 miliardi di anni luce da noi. Lo studio dell'emissione misurata dai telescopi a raggi X a bordo del satellite Swift, svolto dal team che lavora presso il Centro Dati Scientifici dell'ASI a Frascati e presso l'INAF - Osservatorio Astronomico di Brera, ha evidenziato che questa sorgente era ancora più interessante del previsto mostrando delle caratteristiche assolutamente uniche: infatti, se per la durata era sicuramente un lampo gamma breve, l'energia da esso sprigionata lo avvicinava di più ad un lampo gamma lungo.

Per studiare in dettaglio dove il lampo gamma si fosse originato è stato utilizzato lo strumento più grande di cui dispone la comunità astronomica italiana, il Large Binocular Telescope, il grande telescopio binoculare situato in Arizona che utilizza due specchi da 8 metri di diametro accoppiati su un'unica montatura. Grazie alle immagini ottenute con la Large Binocular Camera è stato possibile rivelare la galassia all'interno della quale si è verificato il lampo gamma. Lo studio approfondito di queste immagini

ha mostrato che la galassia ospite è in una fase di intensa formazione stellare, e che il lampo gamma era localizzato in una sottostruttura probabilmente più attiva e con maggiore quantitativo di polvere rispetto alla parte centrale. Tali osservazioni hanno confermato la natura assolutamente peculiare di questo evento in cui si rileva la firma sia dello scontro cosmico tra oggetti compatti ma anche dell'esplosione di una stella molto massiccia come nel caso dei lampi gamma lunghi.

La collaborazione CIBO raccoglie ricercatori principalmente, ma non solo, degli istituti dell' INAF: L.A. Antonelli, V. D'Elia, F. Fiore, S. Piranomonte, L. Stella, V. Testa (INAF-OA Roma), S. Covino, S. Campana, D. Fugazza, G. Tagliaferri (INAF-OA Brera), E. Palazzi, P. Ferrero, E. Maiorano, N. Masetti (INAF-IASF Bologna), G. Chincarini, P. D'Avanzo (Univ. Bicocca- Milano e INAF-OA-Brera), M. Della Valle (INAF-OA Capodimonte), F. Mannucci, (INAF-OA Arcetri), E. Pian (INAF-OA Trieste e Scuola Normale Pisa), C. Guidorzi (Univ. di Ferrara).

Riferimenti:

L. Angelo Antonelli, et al., "GRB 090426: the farthest short gamma-ray burst?" *Astronomy & Astrophysics*, vol. 507, L57

Per informazioni:

Ufficio Stampa INAF: Marco Galliani, tel. 06 355 33 390, cell. 338 6618041

L. Angelo Antonelli, INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, cell. 339 8013592

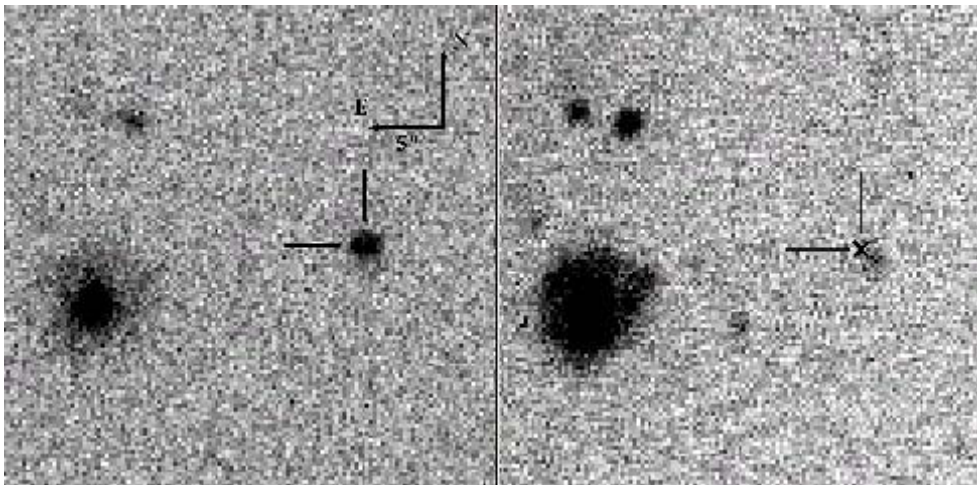
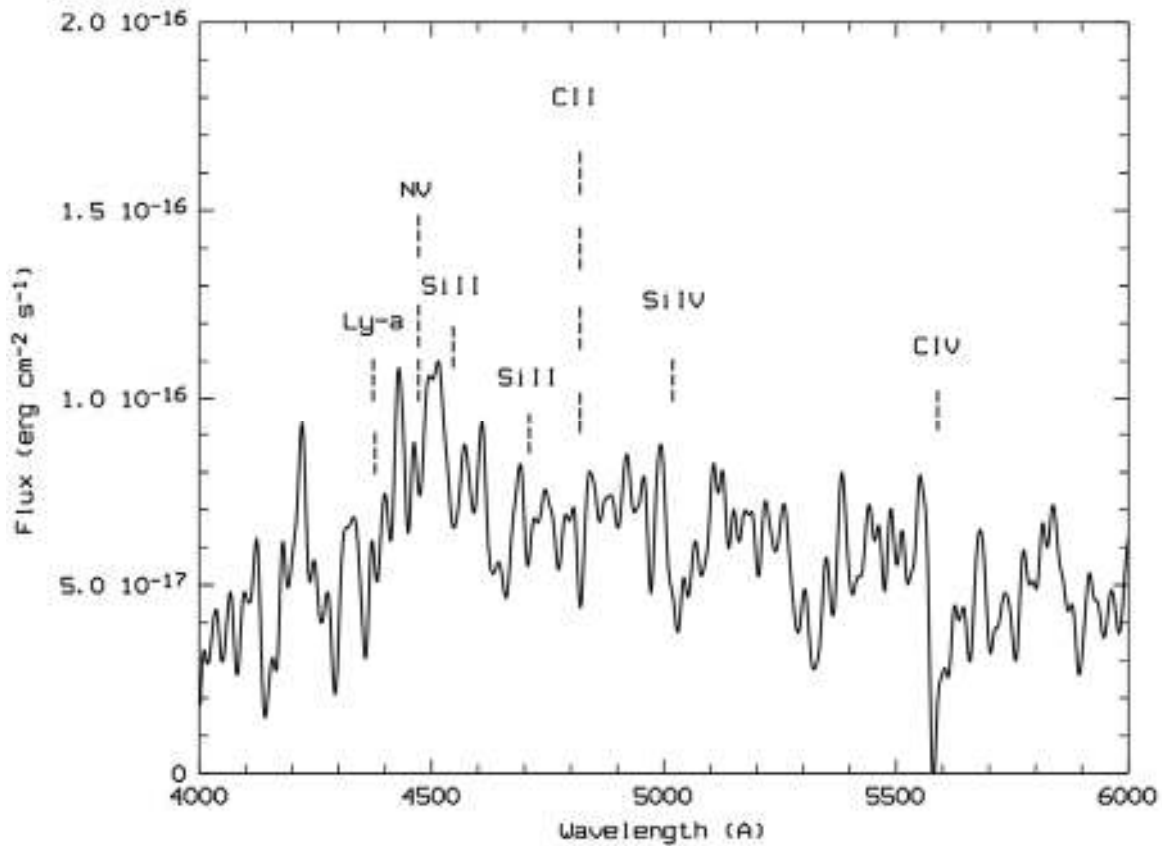


Immagine in banda R del GRB 090426 ottenuta al Telescopio Nazionale Galileo (TNG) con lo strumento DOLORES. L'immagine di sinistra è stata ottenuta dopo circa 12 ore dall'emissione del lampo gamma ed è visibile l'afterglow ottico. L'immagine di destra, ottenuta 15 giorni più tardi mostra come l'afterglow ottico sia ormai scomparso e si intravede la galassia ospite dell'evento.



Spettro ottenuto dal TNG con lo strumento DOLORES. Dalle varie righe dovute ai diversi elementi osservati in assorbimento si riesce a ricavare il redshift dell'oggetto pari a $z=2.61\pm 0.01$

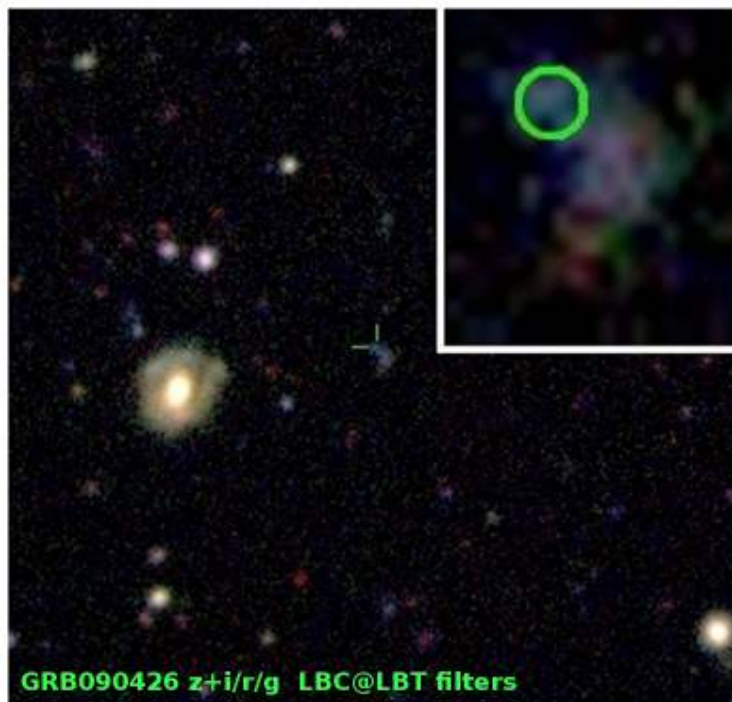


Immagine in tricromia ottenuta con lo strumento Large Binocular Camera montato sul Large Binocular Telescope (LBT) con circa un'ora di esposizione in ogni filtro. Si può osservare la

PIANO TRIENNALE 2010 - 2012



galassia ospite del lampo gamma e la zona in cui il lampo è stato osservato (cerchio verde). Il colore più blu osservabile nella regione coincidente con la posizione del lampo gamma indica una zona in cui sta avvenendo una grande produzione di stelle.



22 dicembre 2009

Come si formano i pianeti? Hubble ce lo svela con un'immagine senza precedenti



Credit: NASA, ESA, M. Robberto (STScI/ESA), the HST Orion Treasury Project Team, & L. Ricci (ESO)

Su *Astronomy Picture of the Day* di oggi, è pubblicata l'immagine della Grande Nebulosa di Orione ripresa dal telescopio spaziale Hubble, con indicati alcuni dei sistemi protoplanetari identificati di recente nell'ambito del progetto "HST Orion Treasury Project". Al progetto, coordinato dall'astronomo Massimo Robberto dello STScI/ESA di Baltimora, partecipa Francesco Palla dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

Nella suggestiva immagine, i riquadri evidenziano dischi protoplanetari, ovvero dischi di polvere e gas che possono ospitare stelle e sistemi planetari in formazione. Il grande dettaglio delle immagini nei riquadri consente di notare la presenza di getti (jets) di materia espulsa dal disco circumstellare a velocità di centinaia di km/s e di onde d'urto che si propagano nello spazio interstellare a velocità supersoniche. Queste onde d'urto si formano dall'impatto dei venti stellari emessi dalle stelle brillanti con il gas interstellare circostante, producendo strutture gassose dalle forme ad arco, a boomerang o dalla forma di "medusa spaziale". L'ambiente in cui si formano le stelle e i sistemi planetari non è quindi così tranquillo come si immaginava sino a poco tempo fa.

La Grande Nebulosa di Orione dista 1500 anni luce da noi e si trova nel braccio di spirale della nostra Galassia che ospita il Sole. La nebulosa ha attirato da sempre l'attenzione degli astronomi per la ricchezza del suo ammasso di stelle appena formate, ricco di diverse migliaia di oggetti concentrati in pochi anni luce di raggio. La nebulosa è illuminata dall'intensa radiazione prodotta dalle stelle più brillanti e massicce dell'ammasso, la maggiore delle quali (Theta 1 Orionis C) supera di circa 50 volte la massa del sole.

Per informazioni: Francesco Rea 06 35533227 – 335 1358069
Marco Galliani 06 35533390 – 338 6618041



**AGILE SCOPRE EMISSIONE GAMMA DALLA NEBULOSA
INTORNO ALLA PULSAR VELA
E' COME LA "STELE DI ROSETTA" PER L'INTERPRETAZIONE
DI UNA MISTERIOSA CLASSE DI SORGENTI COSMICHE**

Molte sorgenti gamma non ancora identificate con analogo luminosità potrebbero essere anche esse nebulose che circondano pulsar. La loro mancata identificazione, che si protrae ormai da oltre 30 anni, rappresenta uno dei più intriganti misteri dell'astrofisica moderna

La scoperta di radiazione gamma dalla nebulosa intorno alla pulsar Vela rivela un vento di particelle molto energetiche ed elusive che permeano la nostra Galassia. La scoperta di AGILE è come una "stela di Rosetta" per l'interpretazione di un misteriosa classe di sorgenti cosmiche.

Il satellite AGILE, una missione dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) con partecipazione dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), ha ottenuto un altro successo scoprendo emissione gamma concentrata nella nebulosa che circonda una delle pulsar più famose: la Vela pulsar. Questa pulsar è la sorgente gamma persistente più brillante del cielo, e la sua potente radiazione pulsata "acceca" con la sua intensità un'ampia zona di cielo. Analizzando accuratamente il segnale pulsato radio e gamma, tramite una tecnica messa a punto dagli astrofisici di AGILE, è stato possibile "sottrarre" dalle immagini del cielo gli eventi corrispondenti alle pulsazioni della Vela pulsar e "vedere" quindi finalmente che cosa si cela nelle sue immediate vicinanze. Questo procedimento ha permesso di rivelare per la prima volta una nebulosità gamma estesa (grande più o meno come la Luna) che circonda la regione della Vela pulsar. Lo studio è stato pubblicato oggi da Science Express, la versione online della rivista Science.

E' una scoperta molto importante per capire la composizione e l'accelerazione del "vento" di particelle emesso dalle pulsar. Questo vento è come se riempisse una "bolla" che poi si svuota man mano per la pressione esercitata dalle particelle. Quando queste raggiungono il confine di questa sorta di bolla, interagiscono con il gas interstellare che si trova all'esterno producendo raggi gamma.

La misura della ragguardevole luminosità gamma della nebulosa ha portato la collaborazione AGILE a importanti conclusioni: diverse sorgenti gamma non ancora identificate nella nostra Galassia con analogo luminosità e morfologia potrebbero essere anch'esse nebulose che circondano pulsar. La loro mancata identificazione, che si protrae ormai da oltre 30 anni, rappresenta uno dei più intriganti misteri dell'astrofisica moderna.

"Grazie alle osservazioni con AGILE di Vela X - dice Alberto Pellizzoni dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari, primo autore della pubblicazione - siamo riusciti a dimostrare quanto teorizzato da tempo riguardo alla possibile associazione tra nebulose associate alle pulsar e una misteriosa classe di sorgenti gamma finora non identificate".

"AGILE si conferma all'avanguardia nello studio e mappatura ad alta risoluzione spaziale delle sorgenti gamma alle energie intermedie intorno a 100 MeV", dice Marco Tavani, Responsabile Scientifico della missione. "E' la prima chiara rivelazione di emissione gamma "nebulare" e quindi estesa intorno a una pulsar, che dimostra come questi oggetti riescano ad accelerare particelle a energie elevatissime. Questa rivelazione fa ben presagire per future scoperte".

"L'osservazione di gamma alle energie dei GeV dalla nebula di Vela conferma definitivamente l'emissione, in questa regione, di fotoni generati da particelle, elettroni o protoni, accelerati ad altissima energia. Questa scoperta ci consentirà di modellare i processi che presiedono, in questa classe di sorgenti, ai meccanismi di produzione e accelerazione dei raggi cosmici" sottolinea Benedetto D'Ettore Piazzoli, membro della giunta esecutiva dell'INFN come rappresentante del gruppo di fisica astroparticellare.

Lo studio è frutto della sinergia tra astrofisici delle alte energie e radioastronomi, in gran parte giovani ricercatori INAF e INFN.

Per Paolo Giommi, responsabile del centro ASI di analisi dei dati scientifici ASDC, "AGILE testimonia ancora l'eccellenza della ricerca italiana, partner di numerose missioni internazionali spaziali, da SWIFT a FERMI, da Pamela a AMS, destinate a svelare i tanti segreti che il cosmo ci riserva". Inoltre, aggiunge il responsabile dei programmi di Osservazione dell'Universo dell'ASI Enrico Flamini, "dimostra come anche

PIANO TRIENNALE 2010 - 2012



una piccola missione di costo contenuto, quando condotta correttamente e dando agli scienziati il tempo necessario per lavorare sui dati, possa produrre risultati eccellenti”.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Francesco Rea 3351358069 – Alberto Pellizzoni 3488715114

INFN: Antonella Varaschin 3495384481

ASI: Nicola Nosengo 3280696774 – Fabrizio Zucchini 3280117244