

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Executive summary

Questo piano triennale 2011-2013 viene preparato mentre l'Istituto si trova in una fase di profonda ristrutturazione gestionale e organizzativa. E' infatti in corso il "riordino" degli Enti di ricerca vigilati dal MIUR – Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. Il nuovo Statuto, approvato definitivamente in data 7 marzo 2011 entrerà in vigore il primo giorno del mese successivo alla sua pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e i profondi cambiamenti organizzativi che ne deriveranno non hanno potuto essere considerati nella preparazione di questo piano triennale il cui impianto vede ancora l'INAF organizzata con 19 strutture di ricerca distribuite sul territorio, due dipartimenti scientifici e una direzione amministrativa. Il nuovo Statuto prevede l'accorpamento di alcune strutture e la conseguente riduzione del loro numero a 16, con ulteriori successivi accorpamenti che prevedono di portare a 11 il numero dei centri di ricerca.

La direzione amministrativa verrà sostituita da una direzione generale, con ampi compiti gestionali e i due dipartimenti scientifici scompariranno. Verrà istituita una direzione scientifica che, a differenza degli attuali dipartimenti, non sarà centro di spesa. E' attualmente in corso la preparazione dei nuovi regolamenti di amministrazione, finanza e contabilità e del personale, oltre che al disciplinare di organizzazione e funzionamento, che regoleranno il funzionamento del nuovo Istituto.

L'INAF è un Ente giovane, nato all'inizio del 2000 dalla confluenza in Istituto Nazionale dei 12 Osservatori Astronomici professionali (del comparto Università) distribuiti sul territorio, e che fino ad allora avevano goduto di totale autonomia scientifica e gestionale disponendo di personalità giuridica.

Dopo pochissimi anni, quando ancora stava organizzando e centralizzando le proprie attività, l'INAF ha subito un profondo riordino (Decreto Legislativo 4 giugno 2003, n. 138,) diventato operativo nel 2005 con l'acquisizione effettiva degli Istituti del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) di indirizzo astrofisico (di Radioastronomia, Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica e Fisica dello Spazio Interplanetario). Solo nel 2008 tuttavia sono stati firmati gli accordi sulle tabelle di equiparazione (e il re-inquadramento del personale tecnico-amministrativo dal comparto Università a quello degli Enti di Ricerca). Il nuovo riordino (D.M. 31/12/2009 n. 213) introduce ora ulteriori e significative modifiche.

Attualmente l'INAF ha una dotazione organica suddivisa in Astronomi, (247 unità), personale di ricerca livelli I-III (482 unità) e personale tecnico-amministrativo livelli IV-VIII (539 unità), per un totale di 1279 dipendenti (di cui in servizio 1007 unità pari a circa l'80%) e riceve dal MIUR un Fondo di Funzionamento Ordinario (FFO) di 91 M€ (dato 2011). L'FFO, normalizzato alla dotazione organica è quindi di circa 65 k€, il più basso tra gli enti di ricerca vigilati dal MIUR.

L'FFO viene utilizzato in gran parte per provvedere alle spese del personale e alle altre spese fisse, necessarie al mantenimento delle strutture di ricerca e quanto rimane viene investito nelle attività di ricerca scientifica dell'Ente, che includono il garantire l'accesso alle sue grandi infrastrutture (come ad esempio LBT – Large Binocular Telescope e TNG – Telescopio Nazionale Galileo) anche alla comunità universitaria (oltre 300 ricercatori e docenti universitari associati INAF).

L'attuale presidenza ha esteso modalità competitive e basate sul merito scientifico alla distribuzione di tutte le risorse che vengono dedicate alla ricerca fondamentale e di base.

La situazione di sottofinanziamento strutturale dell'INAF trae origine prevalentemente dal decreto di riordino del 2003 che ha trasferito a INAF, in modo non sufficientemente ponderato e organizzato, gli istituti di ricerca del CNR che si occupavano di radioastronomia, astrofisica spaziale e astrofisica dello spazio interplanetario. In tutto 7 strutture distribuite sul territorio nazionale, per un totale di circa oltre 370 dipendenti. Questo riordino, che ha avuto

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

il pregio di allargare le competenze scientifiche dell'Istituto e di riunire in un unico ente tutta l'astrofisica non universitaria, è purtroppo avvenuto "nominalmente" a costo zero (per il governo); in realtà è costato (all'Ente) diversi milioni di euro e soprattutto ha provocato un notevole rallentamento amministrativo che, solo in questi ultimi tempi, sta avviandosi a risoluzione.

L'INAF riceve anche altri finanziamenti, ad esempio dall'Agenzia Spaziale Italiana, dalla Comunità Europea, da Enti Territoriali, etc. Questi finanziamenti, in quanto vincolati alla realizzazione di specifici progetti, se da un lato testimoniano le capacità dell'Ente di ben figurare in processi competitivi, dall'altro non risolvono il problema di coprire le spese generali in maniera adeguata o di mantenere in vita quelle attività istituzionali non coperte da specifici finanziamenti, quali ad esempio lo sviluppo e la gestione delle grandi strutture osservative che INAF mette a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale, inclusa quella universitaria.

Se la forza dell'INAF risiede nella sua produttività scientifica di altissima qualità, come riconosciuto da diversi momenti di valutazione indipendente (l'INAF, a seguito del processo di valutazione del CIVR - Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca, è risultato il miglior Ente di ricerca per la propria area disciplinare - Fisica, davanti a istituti più consolidati e che disponevano di maggiori risorse), la sua debolezza è dovuta all'oggettivo perdurante sottofinanziamento e alla lentezza con cui sono state smaltite complesse situazioni arretrate prodotte dal riordino del 2003. Tutti e tre i posti in organico di dirigente di seconda fascia sono da tempo vacanti; solo recentemente, con la firma dell'accordo per la distribuzione del salario accessorio per gli anni 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 si stanno chiudendo le pendenze derivanti dal trasferimento del personale al comparto ricerca, che ha visto le cosiddette "tabelle di equiparazione" firmate solamente nel 2008. Ancora manca un accordo condiviso con il CNR per l'utilizzo e la gestione degli immobili relativi agli istituti transitati nell'INAF.

La situazione di continue incertezze e ristrettezze finanziarie, ulteriormente acuitesi in quest'ultimo anno, rende difficile la programmazione delle attività di ricerca delle Strutture, non potendo esse contare su un flusso adeguato e regolare di fondi. Da notare in particolare che i fondi per la ricerca di base sono stati ridotti con conseguenze negative sulla capacità di promuovere borse di dottorato, borse post-doc, bandi PRIN INAF (Progetti di rilevante Interesse Nazionale - bandi di ricerca competitivi aperti anche ai colleghi universitari e analoghi a quelli emessi dal MIUR).

Infine va aggiunto che il MIUR ha istruito gli Enti a predisporre il bilancio di previsione 2011 sulla base del 87% dell'assegnazione ordinaria concessa per l'anno 2010. Solo grazie al contestuale incasso di consistenti somme dovute per arretrati (circa 7 milioni di euro) e alle prime tranche di due stanziamenti straordinari (2 milioni di euro per la radioastronomia e 3 milioni di euro per il progetto bandiera ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana) è stato possibile programmare le attività del 2011.

E' stato comunque possibile bandire, anche nell'anno 2010, un bando PRIN-INAF e un bando per ricerche tecnologiche per un totale di 1.6 M€ (le richieste pervenute superano per un fattore di circa 4 le risorse a disposizione); è stato nuovamente pubblicato un bando per otto borse biennali post-doc di alta qualificazione (oltre 70 domande pervenute), e verranno confermati due stage di studio e lavoro negli Stati Uniti (con ISSNAF - Italian Scientists and Scholar in North America Foundation) per laureandi della laurea specialistica. Se si aggiunge che in risposta agli ultimi bandi per 27 posti di ricercatore sono pervenute oltre 470 domande si ha un quadro del rapporto domanda/offerta per quanto riguarda la ricerca in Astronomia e Astrofisica in Italia e di quanto sia ambito lavorare presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

È chiaro che le incertezze e i ritardi con cui vengono distribuite le risorse, unitamente alla scarsità delle medesime, impediscono quella programmazione che è alla base di un uso ottimale delle risorse stesse e di una gestione efficiente di un istituto di ricerca e determinano un flusso di spesa irregolare. Non sono tuttavia mancati, nel corso del 2010, risultati importanti e riconoscimenti significativi. Il VST (VLT Survey Telescope), installato a Cerro Paranal sulle Ande cilene e attualmente in fase di commissioning, sta mostrando una qualità delle immagini superiore alle specifiche richieste. Le ottiche adattive di LBT, sviluppate dai nostri ricercatori, hanno dimostrato di poter fornire immagini astronomiche di qualità superiore a quella raggiungibile con l'Hubble Space Telescope. Il satellite dell'Agenzia Spaziale Italiana per astronomia gamma Agile, il cui utilizzo scientifico è gestito da ricercatori dell'INAF, ha ottenuto risultati sorprendenti tanto nel campo astrofisico quanto con la misura di lampi gamma di natura terrestre che si sviluppano nell'atmosfera. È stato firmato un importante accordo per la costruzione e l'installazione al TNG di uno strumento – HARPS-N (High Accuracy Radial velocity Planetary Search project) - ottimizzato per la rivelazione di pianeti extrasolari; un ricercatore INAF, primo italiano, ha ricevuto la prestigiosa Medaglia Zel'dovich, mentre un altro ha condiviso il premio "Fermi", della Società Italiana di Fisica - SIF. È continuata infine l'attenzione ai processi di trasferimento tecnologico alle industrie e la Novaetech di Napoli, uno spin-off INAF è stata scelta per rappresentare l'Italia all'Expo 2010 di Shanghai.

Questo piano triennale è organizzato, in analogia con i precedenti piani triennali, in un documento sintetico che risponde ai punti indicati nella circolare ministeriale del 19 gennaio 2011 e in 5 Appendici che forniscono maggiori dettagli e approfondimenti rispetto ai seguenti elementi:

Strutture di ricerca	A1
Grandi Progetti Strumentali INAF	A2
Innovazione e trasferimento tecnologico	A3
Selezione di Comunicati Stampa 2010	A4
Documento di Vision	A5

In merito alle problematiche inerenti il personale, si segnala che permane la coesistenza nell'Ente, in proporzioni simili, tanto di ricercatori inquadrati nel comparto degli Enti di Ricerca quanto di "astronomi" il cui stato giuridico è equiparato a quello di professore universitario. Questa disparità, a parità di compiti e funzioni, introduce complicazioni e difficoltà nella gestione del personale e delle opportunità di sviluppo e di carriera ad esso offerte, creando dannose tensioni all'interno dell'Ente. Per quanto riguarda nuove assunzioni e occasioni di progressioni di carriera, indispensabili tanto ad immettere forze nuove e a dare sbocchi al personale di cui si è curata la formazione professionale (borsisti, assegnisti, contrattisti, ecc.) quanto a riconoscere la professionalità e la seniority acquisita dai ricercatori e mantenere un adeguato numero di ricercatori di prima fascia, si procederà tenendo in considerazione i limiti normativi.

La pianta organica, recentemente modificata, non introduce invece ulteriori limitazioni essendovi un adeguato numero di vacanze nei vari profili. Le recenti restrizioni sull'utilizzo del "turnover" ai fini del reclutamento (ridotto per i prossimi anni al 20%) incidono molto negativamente sulla funzionalità di un ente come l'INAF, caratterizzato sia dalla necessità di disporre di molteplici specializzazioni (e quindi di personale tecnico scientifico non intercambiabile) che da una forte frammentazione territoriale (i centri di ricerca sono distribuiti in dodici diverse città, da Torino a Trieste, da Milano a Palermo).

Allo scopo di massimizzare la capacità di dare seguito ad assunzioni e occasioni di progressioni di carriera, l'Ente ha da tempo deciso di minimizzare a casi di assoluta

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

necessità la concessione della permanenza in servizio oltre il sessantacinquesimo anno di età.

Gli obiettivi strategici dell'INAF nel triennio sono, in estrema sintesi, quelli già elencati nel Piano Triennale 2010-2012, e cioè:

- sostenere adeguatamente la ricerca di base con finanziamenti alle Strutture di Ricerca e bandi competitivi adeguati a permettere il fiorire di idee e iniziative, collaborazioni e sperimentazioni che si possano poi trasformare in proposte di ricerca e progetti da sottoporre, come nuove iniziative, al vaglio della comunità nazionale per ipotesi di finanziamento. A tal fine sarà necessario reperire risorse aggiuntive rispetto a quanto attualmente disponibile;
- continuare, e laddove possibile concludere, i progetti in corso, già definiti come prioritari nel Piano Triennale e nel Piano a Lungo Termine.
- proseguire le collaborazioni esistenti con grandi centri nazionali, internazionali ed esteri, quali ad esempio ASI, ESO, ESA, JIVE, ecc, per lo sviluppo di strumentazione da terra e dallo spazio, per concorrere alla costruzione e per l'utilizzo di grandi facilities osservative;
- mantenere e potenziare (oppure dismettere o riconvertire) facilities osservative già in funzione, a seconda della loro competitività internazionale e della richiesta da parte della comunità;
- mantenere la posizione di leadership nel campo delle ottiche adattive e degli specchi sottili per radiazione X, coinvolgendo l'industria nazionale, così come negli altri campi dove l'INAF ha raggiunto indiscussi livelli di eccellenza;
- incrementare l'attività di trasferimento tecnologico a vantaggio del Paese e dell'Ente e l'attività di relazioni industriali agendo da tramite tra le aziende italiane e i grandi progetti internazionali di astrofisica;
- incrementare le attività di promozione, diffusione e divulgazione dell'astronomia contribuendo alla crescita della cultura scientifica del Paese;
- portare a compimento il riordino dell'Ente (D.M. 31/12/2009 n. 213) con la preparazione dei nuovi regolamenti e disciplinari e del riassetto organizzativo.

Per perseguire questi obiettivi le risorse finanziarie attualmente disponibili non sono assolutamente sufficienti, in quanto il costo del personale assorbe una percentuale significativa dell'FFO e i fondi esterni sono vincolati ai progetti per cui sono stati erogati, un sottinsieme delle attività sopra elencate.

Altre spese "fisse" quali quelle per il mantenimento delle varie Strutture distribuite sul territorio nazionale (riscaldamento, pulizie, elettricità, etc.) o per l'affitto di alcune sedi non di proprietà e non demaniali, riducono ulteriormente le risorse per la ricerca di base e per far fronte ai progetti che gravano sui fondi ordinari.

Esiste quindi un concreto rischio di non riuscire a onorare gli impegni presi, spesso di collaborazione internazionale, o di onorarli a scapito di molte altre iniziative, anche importanti per la competitività internazionale dell'INAF. A mero titolo di esempio, ricordo che solo grazie al finanziamento straordinario per la radioastronomia è stato possibile, dopo un anno di fermo dovuto alla rottura meccanica del radiotelescopio di Noto, avviare il processo di

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

riparazione che permetterà di riprendere le osservazioni che stava conducendo in simultanea con altri radiotelescopi europei.

Desti inoltre preoccupazione la situazione debitoria dell'Ente, costretto a ricorrere all'accensione di mutui per far fronte alle spese obbligatorie (edilizia: messa a norma e messa in sicurezza delle sue strutture). Nel 2009 il Consiglio di Amministrazione ha dato mandato all'Amministrazione di accendere un terzo mutuo. Il ricorso all'indebitamento esterno rappresenta una soluzione estrema ed impossibile da replicare sul lungo periodo (per il venir meno della capacità mutuabile). È del tutto evidente come la situazione finanziaria dell'INAF, che si aggrava di anno in anno, richieda, specificamente per l'edilizia, un intervento finanziario ad hoc da parte del Ministero vigilante. Questo anche in considerazione del programma di accorpamento di strutture site nelle stesse aree geografiche, per le quali solo una sede unica permetterebbe quelle economie di scala che altrimenti non si potrebbero realizzare.

Si è pertanto a reiterare la richiesta che codesto Ministero valuti ogni possibile azione al riguardo, in via prioritaria attraverso un incremento dell'FFO o in alternativa attraverso finanziamenti vincolati o erogazioni di carattere straordinario.

In questo Piano Triennale sono infine indicati e commentati diversi programmi che concorrono al 7% premiale e che coprono diverse attività, da quelle relative ai progetti recentemente arrivati alla fase operativa a quelli di massima priorità europea cui INAF partecipa e ancora alla creazione di nuove infrastrutture.

E' opportuno sottolineare che l'astronomia e l'astrofisica necessitano sempre più di grandi attrezzature (telescopi, satelliti, strumentazione d'avanguardia e sofisticata) i cui costi e la cui complessità scientifica e tecnologica sempre più spesso trascendono le possibilità di una singola nazione. La realizzazione dei grandi progetti strumentali passa necessariamente attraverso una cooperazione transnazionale sia per gli alti costi che per la gamma e l'alto livello di esperienza scientifico-tecnologica che richiedono. A fronte di un costo inferiore per Paese, è tuttavia essenziale garantire la continuità delle risorse finanziarie che ciascun partner mette a disposizione. Questo permette di mantenere la credibilità internazionale che la comunità scientifica ha acquisito ed amplia il potere contrattuale all'interno dei relativi consorzi internazionali, con ritorni maggiormente apprezzabili per il sistema paese. È per questo motivo che la spesa correlata a tali progetti non può dipendere da finanziamenti ottenibili su base competitiva di anno in anno, ma deve gravare in massima parte su fonti finanziarie certe e continuative nel tempo, allocate inizialmente su base anche competitiva ma poi garantite sino a conclusione del progetto.

Le necessità finanziarie per il triennio in termini di FFO e di personale sono riassunte nelle seguenti tabelle:

Necessità finanziarie nel triennio per quanto riguarda il solo FFO (in M€)

	2011	2012	2013
Ricerca di base	13,0	13,0	13,0
Grandi Progetti e Archivi Calcolo	17,7	18,9	20,1
Edilizia	8,0	8,0	8,0
Personale	70,0	70,0	70,0
Funzionamento	16,0	17,0	18,0
Totale	124,7	126,9	129,1

Fabbisogno di personale nel triennio

	2011	2012	2013	Totale
Personale ricercatore	43	40	37	120
Personale tecnologo	25	10	10	45
Personale tecnico	24	12	12	48
Personale amministrativo	23	10	12	45
Totale	115	72	71	258

1. Stato di attuazione delle attività relative all'anno precedente

1.1 Ricerca di base/fondamentale

La ricerca di base è il compito primario dell'Ente e si articola attraverso bandi competitivi per progetti di ricerca di interesse nazionale (PRIN-INAF e Tecno-INAF), co-finanziamento a bandi Ministeriali (PRIN-MIUR) o di altri enti, borse di studio per dottorati di ricerca e formazione post-doc e finanziamenti diretti alle Strutture di ricerca.

La formula dei Progetti di Interesse Nazionale, come negli anni precedenti, ha favorito lo sviluppo di collaborazioni in cui le diverse competenze distribuite sul territorio nazionale si sono positivamente integrate. Si tratta di progetti di norma biennali e generalmente multi-sede. La partecipazione ai bandi PRIN-INAF e Tecno-INAF è aperta sia ai ricercatori INAF sia al personale associato all'INAF, prevalentemente universitario. Complessivamente nel 2010 le risorse distribuite su base competitiva per questi progetti (PRIN-MIUR, PRIN-INAF e Tecno-INAF) sono state pari a circa 1.8 milioni di € a fronte di richieste per circa 7 milioni di €. Un rapporto tra domanda e offerta vicino o poco superiore a 2 è sano, perché stimola la competizione, un rapporto dell'ordine di 4, come quello di cui sopra, è indice di una comunità sottofinanziata, come testimoniato dalla valutazione positiva di molti progetti che non hanno potuto essere finanziati per mancanza di fondi.

I finanziamenti dell'INAF dedicati alle borse di studio per dottorati sono stati ugualmente ridotti e si è intervenuto solo nei casi nei quali il contributo dell'Ente era indispensabile per il mantenimento del corso di dottorato. Pur nella ristrettezza dei fondi disponibili si è scelto di non penalizzare le risorse dedicate alla formazione post-doc, che hanno permesso nel 2010 l'emissione di un bando per 8 borse di studio internazionali, in analogia a quanto già fatto nel corso del 2009, che hanno riscosso ottimo successo in termini di partecipazione, 77 domande ricevute delle quali 24 da ricercatori stranieri.

La ricerca autonoma a livello di singola Struttura, nel 2010 è stata sostanzialmente azzerata a causa della riduzione delle assegnazioni FFO alle strutture, assegnazioni che hanno coperto le sole spese di funzionamento.

Finanziamenti per la ricerca di base provengono anche dai contratti ASI (per quei progetti che prevedono analisi ed interpretazione di dati da satellite) e dai programmi UE. Ai progetti finanziati su base competitiva si dovrebbe affiancare il sostegno allo sviluppo di nuove e innovative idee di ricerca attraverso fondi gestiti direttamente dai Direttori delle Strutture di Ricerca. I fondi complessivamente disponibili per la ricerca di base nel 2010 sono

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

stati pari a 2.4 milioni di € su fondi FFO (Progetti di interesse nazionale e borse di studio) e circa 2 milioni di € su contratti attivi. Nel complesso, i finanziamenti disponibili per i progetti di ricerca di base sono in costante calo, principalmente per la riduzione delle assegnazioni FFO alle strutture di ricerca, e sono inadeguati alle capacità, competenze e consistenza della comunità scientifica di riferimento. Occorre tra l'altro ricordare che questi progetti sono il motore dell'attività scientifica dell'istituto. Gli stessi grandi progetti tecnologici nazionali ed internazionali a cui l'INAF partecipa sono motivati dalle necessità e dagli obiettivi della ricerca di base.

I risultati ottenuti rimangono complessivamente buoni. I lavori pubblicati nel 2010 dai ricercatori e dagli associati INAF su riviste scientifiche internazionali con referee (contando solo le pubblicazioni a contenuto esclusivamente astronomico e astrofisico), sono pari a circa il 12% della produzione mondiale. Le citazioni dei lavori pubblicati, che costituiscono una stima dell'impatto internazionale dei progetti di ricerca, sono pari a circa il 25% del totale delle citazioni relative agli articoli di astronomia o astrofisica. Questi parametri sono rimasti più o meno costanti negli ultimi 10 anni, nonostante l'importante crescita registrata anche nel settore astronomico e astrofisico dai paesi asiatici emergenti, in particolare Cina e India. Chiaramente la diminuzione dei finanziamenti per la ricerca di base rischia fortemente di compromettere il mantenimento dei livelli di eccellenza finora raggiunti. L'approssimativa costanza delle pubblicazioni e delle citazioni non deve infatti ingannare: questi indicatori reagiscono alle mutate condizioni con un ritardo di alcuni anni. Comincia inoltre a percepirsi uno scetticismo della comunità internazionale circa la capacità dei progetti italiani di far fronte ai loro impegni finanziari.

Se i lavori pubblicati rappresentano il prodotto più diretto della ricerca di base, intesa come ricerca finalizzata allo sviluppo di nuova conoscenza, non bisogna dimenticare che è dalla ricerca di base che scaturiscono i requisiti e le possibili soluzioni per la realizzazione di rivelatori di nuova concezione e di infrastrutture osservative innovative. Come discusso nei paragrafi successivi l'INAF ha mantenuto, nonostante la ristrettezza delle risorse a disposizione, la capacità di proporsi a livello nazionale ed internazionale quale partner importante di numerosi progetti di rilevante valenza scientifica ed economica. La ricerca di base ha in tal senso un impatto diretto anche sul sistema paese per le interazioni con l'Università e gli altri Enti di Ricerca nonché con l'industria nazionale.

Riconoscimenti internazionali della capacità di svolgere ricerca di punta nel campo dell'astrofisica sono stati sia l'assegnazione di grant da parte dell'European Research Council (ERC), per creare gruppi di ricerca, che l'assegnazione di numerosi premi nazionali ed internazionali a ricercatori dell'INAF quali ad esempio il premio "Presidenza della Repubblica", il premio "Fermi" della SIF 2010 e la Medaglia Zeldovich assegnata dal COSPAR (Committee on Space Research) a giovani ricercatori.

Frutto della ricerca di base svolta dall'INAF è stata anche l'attività di didattica, divulgazione e alta formazione. Si ricorda per la didattica il successo ottenuto con le Olimpiadi Italiane di Astronomia e, per la divulgazione e la comunicazione, quanto fatto dalle Strutture di ricerca ad esempio in occasione della "settimana della cultura scientifica e tecnologica" e della "settimana nazionale dell'astronomia".

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

1.2 Progetti nel 2010

Sommario delle attività svolte

Agli ottimi risultati della ricerca di base, si affiancano quelli conseguiti nello sviluppo tecnologico di supporto alla ricerca e nella realizzazione di infrastrutture osservative nazionali a terra, sia ottiche che radio, e di strumentazione di piano focale.

Nel campo dei progetti spaziali essi riuniscono diverse aree d'intervento, tra le quali vanno ricordate la partecipazione alla progettazione, lo sviluppo e realizzazione di numerose missioni, ivi inclusa la relativa strumentazione, sia per il segmento di volo che per quello di terra, la gestione delle missioni operative e lo sfruttamento dei dati scientifici provenienti dalle medesime.

Queste attività sono state finanziate con fondi Interni (FFO), fondi ASI (Agenzia Spaziale Italiana), fondi EU, fondi nazionali, fondi regionali e in minor entità dall'European Space Agency (ESA) e da altri enti privati.

1.2.1 Attività con ASI

La partecipazione ai programmi spaziali è principalmente finanziata mediante specifici accordi esterni pluriennali con ASI. A questo proposito nel 2010 si è completato il passaggio da finanziamenti basati su contratti di ricerca tradizionali ad accordi che prevedono un ruolo paritario tra le parti: a tal fine l'INAF contribuisce con l'expertise e il lavoro del proprio personale (ricercatori, tecnologi, tecnici ed amministrativi per la cura degli aspetti contrattuali) e con le proprie attrezzature e laboratori. Nel 2010 si sono portati a compimento 17 nuovi accordi che hanno coinvolto tutta la comunità nazionale con attività che vanno dallo sviluppo di strumentazione, al supporto di missioni in orbita, allo studio di missioni future, e all'analisi dei dati.

Nel 2010 si sono anche conclusi con successo i tre contratti ASI: Studi di Astrofisica delle Alte Energie, Studi di Esplorazione del Sistema Solare e Studi di Cosmologia e Fisica Fondamentale. Le attività hanno riguardato studi teorici, analisi dati e di laboratorio e lo sviluppo/progetto di nuova strumentazione e/o di nuovi concetti di missione; tutto ciò è avvenuto anche nell'ambito di collaborazioni nazionali ed internazionali. Grazie al supporto fornito mediante questi contratti, la comunità INAF ha potuto mantenere importanti posizioni di leadership internazionale sia a livello tecnologico che scientifico, partecipando anche a call internazionali ESA, NASA e di altre agenzie. Nel 2011 INAF ed ASI hanno iniziato i lavori per l'elaborazione di una nuova proposta di Accordo per la prosecuzione delle tematiche sopra citate, Accordo che si spera possa iniziare entro il 2011.

A metà 2010 ha preso avvio il contratto ASI-INAF dedicato all'analisi dei dati da missioni spaziali (da missioni ASI, ESA, NASA, JAXA, etc), nel campo dell'astrofisica delle alte energie e della formazione delle strutture cosmiche. In tale contesto sono stati emessi due bandi competitivi, valutati secondo processi di "peer review": uno per l'analisi dati di Guest Observer (GO) nel campo dell'astrofisica delle alte energie ed uno per l'analisi di dati GO e di archivio nel campo della formazione delle strutture cosmiche. Circa il 13% dei finanziamenti per l'analisi dati di GO nel campo dell'astrofisica delle alte energie sono stati destinati prioritariamente ad osservazioni di GO della missione ASI AGILE. In totale sono stati finanziati 43 progetti che coinvolgono 89 unità di ricerca.

Sono continuate nel 2010 le attività scientifiche e tecniche presso l'ASI Science Data Center (ASDC) previste dal Protocollo Aggiuntivo alla Convenzione Quadro ASI-INAF. A fine

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

2010 è stata inoltre firmata la proroga del suddetto Protocollo Aggiuntivo per gli anni 2011-2013.

Nel 2010 è continuata la collaborazione tra ASI ed INAF per l'installazione sull'SRT dell'apparato per Deep Space Network da parte ASI, che partecipa ad SRT con una quota del 20%. Tale apparato permetterà ad ASI, nel tempo ad essa riservato, di seguire e raccogliere i dati da sonde interplanetarie.

1.2.2 Attività con ESA

Nell'ambito dei progetti che fanno capo all'ESA, prosegue il programma *Cosmic Vision 2015-2025*, il cui stato e relativo sviluppo programmatico può essere riassunto come segue:

- Missioni "M": lo Science Program Committee (SPC), organismo di indirizzo programmatico dell'ESA, ha selezionato le seguenti tre missioni per una *Definition Phase* che terminerà a metà 2011:
 - **Solar Orbiter** - obiettivo primario: produrre misurazioni ed immagini del Sole ad un livello di risoluzione mai raggiunto prima;
 - **Euclid** - obiettivo primario: studio dell'energia oscura;
 - **Plato** - obiettivo primario: ricerca e caratterizzazione fisica accurata di sistemi planetari extrasolari.
- Missioni "L": la selezione tra le seguenti 3 missioni, inizialmente prevista a metà 2011, è stata postposta a febbraio 2012:
 - **LISA – Laser Interferometer Space Antenna** dedicato alla rivelazione delle onde gravitazionali da sorgenti celesti;
 - **IXO – International X-ray Observatory** dedicato allo studio della materia in condizioni estreme ed alla formazione delle strutture cosmiche complesse;
 - **EJSM/Laplace – Europa Jupiter System Mission** dedicato allo studio del sistema Giove-Europa.

Le date di lancio previste sono il 2017-2018 per la prima delle "M" e il 2022 per la prima delle "L". Le missioni sopra citate sono il risultato di importanti collaborazioni internazionali e vedono staff INAF in posizioni di primaria responsabilità, scientifica e tecnologica.

Nell'ambito della Call emessa da ESA il 29 luglio 2010 per una "Medium-size mission opportunity (M3) for a launch in 2022" la comunità astrofisica italiana ha risposto inviando ad ESA una dozzina di proposte scientifiche che vedono una forte partecipazione di Strutture e/o personale INAF. INAF ha inoltre fornito ad ASI (dietro esplicita richiesta) una valutazione scientifica e un ranking delle proposte provenienti dalla propria comunità, considerando anche gli obiettivi di ciascuna missione, l'ampiezza della comunità scientifica nazionale interessata e il grado di coinvolgimento della Strutture INAF.

I risultati della selezione, resi disponibili alla comunità nel febbraio 2011, sono discussi nel paragrafo 5.2.4

Riguardo all'attività in collaborazione con ESA è fondamentale ricordare il coinvolgimento di INAF nelle missioni PLANCK ed HERSCHEL, il cui lancio è stato effettuato nel Maggio del 2009.

Planck è la prima missione europea dedicata allo studio della nascita dell'universo che vede un ricercatore INAF come PI di uno dei due principali strumenti di bordo; INAF ha inoltre la responsabilità di uno dei centri di analisi dati (il Data Processing Center dello strumento LFI). Nel 2010 si è avuta la prima analisi dei dati dal satellite relativi alla prima

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

survey del cielo, la produzione delle prime mappe di frequenza e di componenti e dell'Early Release Compact Source Catalog (già disponibile alla comunità scientifica e cruciale per osservazioni di follow-up multi-banda). I primi risultati di Planck hanno avuto una chiara visibilità sui media, evidenziando il ruolo di INAF, di ASI e delle industrie italiane coinvolte nella missione.

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.

Vari gruppi tecnologici INAF hanno contribuito allo sviluppo dei tre strumenti al piano focale; a questo contributo tecnologico e industriale si affianca un notevole impegno scientifico, necessario a sfruttare al massimo le potenzialità della missione. I primi risultati, già molto promettenti, sono stati presentati alla comunità astronomica al simposio ESLAB nel maggio 2010.

Infine l'INAF partecipa con proprio personale alle attività dei comitati di consulenza scientifica dell'ESA.

1.2.3 Attività con ESO

La partecipazione italiana all'ESO (European Southern Observatory) è stata seguita con particolare attenzione, contribuendo in maniera decisiva alla definizione del progetto E-ELT (European Extremely Large Telescope) e stimolando la partecipazione di aziende italiane al progetto. A questo si aggiunge la partecipazione a VLT (Very Large Telescope) e al progetto ALMA (Atacama Large Millimeter Array).

Tra le varie attività in corso, ricordiamo (per maggiori dettagli, consultare l'appendice A2):

- Il telescopio VST: un telescopio dedicato a ottenere immagini di grande campo nel visibile collocato a Cerro Paranal (Cile), costruito da INAF e gestito dall'ESO, che oltre al sito ne ha fornito la cupola.
 Nel corso del 2010 è stata completata la struttura meccanica del telescopio VST, in particolare la cella dello specchio primario, danneggiata nel 2009 durante il trasporto in Cile, è stata completamente ripristinata, reinviata a Paranal ed integrata nel telescopio. Parallelamente è stato realizzato ed integrato nel telescopio il sistema di raffreddamento, è stato terminato il cablaggio ed è stata effettuata l'alluminatura degli specchi primario e secondario. Nella seconda parte dell'anno il telescopio è stato completamente integrato (installazione degli specchi, delle unità ausiliarie) ed è stata provata la sua funzionalità. Non è stato riscontrato alcun problema significativo e sono state già ottenute immagini preliminari con una camera commerciale, mostrando risultati conformi, se non migliori, alle aspettative.
- Il complesso dei quattro telescopi VLT di ESO rappresenta per INAF una importante facility osservativa, che permette di ottenere risultati scientifici di grande rilevanza internazionale.
- INAF collabora con ESO nell'ambito di consorzi europei per la costruzione di strumentazione avanzata per VLT. In particolare nel 2010 è proseguita la costruzione dello strumento Sphere ed è iniziata la costruzione dello strumento Espresso, entrambi destinati alla rilevazione di pianeti extra-solari.

Infine, l'INAF partecipa con proprio personale alle attività dei comitati dell'ESO.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

1.2.4 Attività comunitarie

Anche nel 2010, la partecipazione alle attività comunitarie, con particolare riferimento al 7° Programma quadro, è aumentata.

La partecipazione al 7° Programma quadro è riferita ai programmi ai quali la comunità scientifica astrofisica può accedere, che riguardano principalmente la mobilità e la formazione dei ricercatori del programma PEOPLE e IDEAS, le infrastrutture osservative o informatiche di CAPACITIES, la ricerca di frontiera di ERC e la tematica SPACE del programma COOPERATION.

L'inserimento più che consolidato in una rete di collaborazioni internazionali e il prestigio di cui gode gran parte della nostra comunità astrofisica a livello internazionale, uniti alla strategia che INAF ha attuato negli ultimi anni potenziando un'azione di coordinamento e di assistenza ai ricercatori sia a livello di informazione sulle opportunità disponibili che di presentazione delle proposte, sta dando risultati positivi. A tutto questo si è accompagnata anche un'azione di formazione/aggiornamento e assistenza nei confronti degli uffici amministrativi delle strutture di ricerca per la gestione dei finanziamenti.

Tra i progetti comunitari meritano un'attenzione particolare quelli direttamente collegati a Infrastrutture di ricerca, che sono estesamente trattate nella sezione 2.2.3.

INAF è partner attivo già da anni nelle fasi di design e di preparazione delle future Infrastrutture di ricerca individuate come prioritarie nella Roadmap di Astronet, l'Eranet avviato nel 2005, a cui INAF ha aderito (anche su delega del MIUR) dall'inizio, la cui seconda fase è stata approvata nel 2010. Si tratta di Infrastrutture la cui realizzazione può rappresentare una tappa miliare per lo sviluppo delle conoscenze nel campo astrofisico e una sfida da un punto di vista tecnologico, attorno a cui la comunità astrofisica europea, e non solo, sta coagulandosi e per le quali è stato riconosciuto un interesse pan-europeo.

In particolare, ad eccezione di EST, che sta concludendo la fase di *design study*, SKA (Square Kilometer Array), E-ELT e CTA (Cherenkov Telescope Array) sono presenti nella roadmap di European Strategy Forum on research Infrastructures (ESFRI) e, a fine 2010, CTA ha avviato la *preparatory phase* con il contributo della Commissione europea.

tali infrastrutture sono state inserite anche nella Roadmap nazionale di prossima adozione da parte del MIUR, alla cui definizione ha contribuito anche l'INAF.

Diversi sono i progetti del programma PEOPLE a cui INAF partecipa sia come Reti per la formazione (ITN - Initial Training Network) che come azioni individuali. Anche rispetto al programma IDEAS, nel 2010 un secondo Starting Grant si è aggiunto a quello in corso, attivato a seguito della prima call for proposal.

1.2.5 Attività con le altre agenzie spaziali

In ambito NASA è terminato il lavoro di valutazione delle proposte ricevute per la *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey*.

Nell'ambito delle collaborazioni internazionali, l'INAF è impegnata, attraverso ASI, nello studio *IXO* (vd. Paragrafo 1.2.4), una missione nata da un precedente studio di ESA (XEUS), che prevede la partecipazione della NASA e della JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) e per la quale è possibile una data di lancio nel 2025.

Ci sono contatti regolari con le altre Agenzie Spaziali Nazionali per possibili attività comuni e per la continuazione di quelle in corso.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

1.2.6 Radioastronomia e millimetrico

Nel corso del 2010 sono avvenuti sostanziali progressi nella costruzione dell'SRT, la cui struttura meccanica è stata sostanzialmente completata ed è proseguita la preparazione delle infrastrutture necessarie per le sue operazioni.

Di particolare rilevanza l'installazione del cesto del diametro di 60 metri sulla struttura portante con un unico 'tiro' effettuato con una gru gigante, operazione mai compiuta in precedenza per strutture di queste dimensioni. Nel primo semestre del 2011, terminata la fase di integrazione, sarà effettuato il commissioning tecnico dell'antenna, la cui inaugurazione è prevista nell'estate dello stesso anno.

Per quanto concerne la partecipazione italiana al progetto ALMA, gestito da ESO, sono continuate a regime le attività dell'ARC (Alma Regional Center), il centro italiano che gestirà la preparazione delle proposte osservative, la riduzione e l'analisi dei dati. L'attività scientifica inizierà nel 2012.

Nell'ambito della progettazione del radiotelescopio SKA di prossima generazione, sono proseguite presso l'IRA le attività di sviluppo e prototipizzazione di componenti per l'array di Bassa frequenza nell'ambito dei progetti europei AAVP (Aperture Array Verification Programme) e Prep-SKA. Nell'ambito più strettamente manageriale del progetto SKA, sono continuate le attività, finanziate dalla Commissione Europea, per la definizione delle strategie di procurement industriale, di governance e di impatto socio economico. Di particolare rilievo in quest'ultimo ambito è stata l'organizzazione di un convegno internazionale a Roma, sponsorizzato dal COST.

1.2.7 Telescopi ottici, infrarossi e UV

Il Telescopio Nazionale Galileo è un telescopio di quattro metri operante al Roque de los Muchacos nell'isola di La Palma (Canarie) ed è il telescopio più grande interamente di proprietà dell'INAF. Nel corso del 2009 si pensava di installare lo spettrografo IR Giano, che avrebbe permesso di rilanciare a livelli di eccellenza, data la sua competitività, il telescopio Nazionale. Tuttavia durante i test di Termo-Vuoto, per la qualifica del CCD, un difetto di fabbricazione dello stesso ha provocato la rottura. Il sensore è stato sostituito e lo strumento Giano verrà installato al TNG nel 2011. Sempre per aumentare la competitività del TNG, sono state portate a termine le trattative a livello internazionale per la costruzione e l'installazione di uno strumento altamente competitivo per lo studio di pianeti extrasolari (HARPS-N). Questo strumento sarà completato nel 2012 ed installato al TNG.

Il telescopio VST (vd. paragrafo 1.2.2) è un telescopio a grande campo, costruito da INAF e gestito da ESO tramite un MoU (Memorandum of Understanding).

LBT è attualmente il più grande telescopio ottico operativo; esso è collocato a Mount Graham in Arizona ed è costruito da una partnership tra Italia, Germania e Stati Uniti, a cui l'Italia partecipa al 25%.

LBT consiste di due telescopi del diametro di circa 8 metri ciascuno, montati su una struttura meccanica comune. La costruzione di LBT è terminata da alcuni anni ed ora è usato al 50% per osservazioni scientifiche e per il restante tempo per la verifica e messa a punto della nuova strumentazione che è stata approntata per le osservazioni al telescopio.

Il grande successo di LBT è anche dovuto all'ottica adattiva installata sugli specchi, progettata e realizzata nel corso degli ultimi anni presso l'Osservatorio Astronomico di Arcetri. Questa degli specchi adattivi è una tecnologia che vede l'Italia primeggiare nel mondo grazie agli studi e ai progetti che risalgono fin dagli anni '70. Grazie all'ottica adattiva, LBT può avere una risoluzione spaziale migliore di quella dell'HST e le prestazioni

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

scientifiche sono destinate a migliorare costantemente con l'entrata in funzione di nuova strumentazione¹.

1.2.8 Telescopi per Astronomia X e gamma

La comunità italiana ha una lunga e consolidata tradizione nel capo dell'astrofisica delle alte energie; nel corso del 2010 è proseguita intensa l'attività di gestione e sfruttamento dei dati scientifici di missioni spaziali nazionali ed internazionali da parte del personale INAF.

Tra le missioni più significative ricordiamo: **XMM-Newton** (corner-stone dell'ESA per l'astronomia in raggi X), **Chandra** (missione NASA dedicata alla produzioni di immagini ad alta risoluzione nella banda dei raggi X), **Swift** (una collaborazione Italia-USA dedicato all'osservazione e monitoraggio dei Gamma-Ray Burst), **AGILE** (piccola missione totalmente Italiana dedicata alla Astronomia Gamma), **Fermi** (missione volta all'esplorazione dell'universo nella banda dei raggi gamma) ed **INTEGRAL** (satellite ESA dedicato all'osservazione del cielo nella regione "hard X-gamma", in cui INAF ha la PI-ship di uno dei due telescopi principali di bordo). Le misure osservative ottenute utilizzando i satelliti menzionati sopra sono state complementate da studi teorici ed interpretativi.

1.2.9 Esperimenti per astronomia di altissima energia

L'astronomia gamma di altissima 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 sorprese. Nel 2010 è entrato in funzione il secondo Telescopio MAGIC (Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov telescope) di 17 m di diametro. Il contributo di INAF a MAGIC II è stata la fornitura di 104 pannelli di 1 mq ciascuno, che coprono la metà della superficie del telescopio. Grazie a questa fornitura regolata da un MoU, l'INAF è membro attivo della Collaborazione MAGIC.

Per l'altro grande progetto, CTA, a cui partecipano 22 Nazioni e più di 100 Istituti, 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 Dicembre 2010 il MIUR, nell'ambito dei Progetti Bandiera, ha finanziato con una prima rata di 3 M€ (su un totale di 8 M€ previsti) gli studi tecnologici per CTA e a Gennaio 2011 si è tenuta presso la sede centrale dell'INAF la riunione di inizio delle attività. Grazie a questo contributo l'INAF si pone nella Collaborazione CTA in un ruolo di grande evidenza.

1.2.10 Esplorazione del sistema solare

Sole

La comunità solare europea ha identificato come obiettivo infrastrutturale la costruzione di una nuova generazione di telescopi per osservazioni del Sole con elevata precisione polarimetrica e alta risoluzione spaziale.

Il progetto EST, il primo della serie, prevede la realizzazione di un telescopio solare di 4 metri specializzato per misure spettropolarimetriche dal vicino UV al NIR (Near Infrared). Il

¹ Per approfondire quest'argomento, si consiglia di consultare la rassegna stampa presso il seguente link: <http://aowiki.arcetri.astro.it/Public/PressReleaseFlao1>, e l'articolo all'indirizzo <http://spie.org/x40969.xml?ArticleID=x40969>

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

progetto è stato promosso dalla comunità astrofisica solare europea, che ha dato vita ad all'associazione EAST: European Association for Solar telescopes.

Il progetto EST è nella fase conclusiva dello studio concettuale finanziato nell'ambito dell'FP7. Per le osservazioni dallo spazio del Sole, la missione dell'ESA Solar Orbiter permetterà di sondare l'eliosfera in prossimità del Sole e dei suoi poli.

La comunità solare ed eliosferica italiana ha giocato un ruolo da protagonista fin dalle fasi iniziali nello studio di questa missione che vede il coinvolgimento di molte strutture INAF sia nella strumentazione di remote-sensing nell'UV, XUV e VL (PI-ship INAF) sia in quella per misure in situ di vento solare (CoPI-ship INAF). Solar Orbiter è una delle tre missioni M 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. Inoltre, a seguito di una decisione dell' SPC motivata dalla maturità della missione, Solar Orbiter è stato inserito nella cosiddetta "fast track" e, dunque, le fasi B2/C/D della missione inizieranno nel 2011 con il lancio previsto per il 2017.

Nel 2010 ASI ha siglato con INAF un Accordo di 12 mesi (sino a Ottobre 2011) per questi studi in attesa che a Settembre 2011 ESA faccia la selezione del Programma delle missioni di classe M.

Sistema Solare

Nel 2010 è proseguita intensa l'attività di esplorazione del Sistema Planetario con varie missioni dell'ESA e della NASA. Le missioni già lanciate da tempo sono: **Mars Express** (PI-ship INAF con esperimento PFS e Deputy PI nell'esperimento MARSIS) e **Venus Express** dedicate a Marte e Venere, **Cassini Huygens** per l'esplorazione di Saturno, **Rosetta** (PI-ship INAF con l'esperimento VIRTIS e con l'esperimento GIADA) in volo verso la Cometa Churyumov-Gerasimenko, su cui depositerà un Lander (durante il suo viaggio Rosetta ha effettuato il fly-by di Marte ed è transitata nelle vicinanze dell'asteroide Steins), **Dawn** (PI-ship INAF con l'esperimento VIR) destinato a raggiungere quest'anno l'asteroide Vesta e poi Cerere nel 2015. Ci sono poi tre missioni in fase di completamento: **BepiColombo** (2 PI-ship INAF con gli esperimenti SERENA ed ISA) per l'esplorazione di Mercurio con un lancio previsto nel 2014, **Exomars** programma molto ambizioso dell'ESA e della NASA che prevede Landers e Satelliti per l'esplorazione di Marte tra il 2016 e il 2018 e **Juno** (PI-ship INAF con l'esperimento JIRAM), per l'esplorazione di Giove, che prevede il lancio nel 2011. Sono inoltre allo studio le missioni **EJSM-Laplace** dedicata allo studio di Europa, Io, Ganimede e Callisto e **Plato** per la ricerca dei pianeti extrasolari; per queste due ultime missioni bisogna aspettare la selezione di ESA attesa per la seconda metà del 2011.

1.3 Criticità della ricerca

1.3.1 Progetti di ricerca di base competitivi

Il ritardo nell'emissione dei bandi di finanziamento esterni e conseguente ritardo nella selezione dei progetti da finanziare da parte del Ministero (PRIN-MIUR 2009) ha necessariamente comportato un rallentamento delle attività di ricerca di base, aggravato dalla modesta disponibilità di fondi interni di finanziamento ordinario utilizzabili per bandi PRIN-INAF e Tecno-INAF.

A mero titolo di paragone, la cifra messa a disposizione per l'intera comunità astronomica nel 2010 (1.6 Milioni di €) è inferiore a quella stanziata per uno-due grant ERC dedicati a singoli gruppi di ricerca.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

1.3.2 Progetti non realizzati

Nel corso del 2010 si era acuita la situazione di degrado generato dalla mancanza di manutenzione delle antenne di Medicina e Noto che aveva già portato nel 2009 al blocco del telescopio di Noto, con l'impossibilità di continuare ad utilizzarlo nel circuito internazionale di osservazioni radioastronomiche (VLBI - Very Long Baseline Interferometry). Lo stesso problema potenzialmente poteva accadere a Medicina per via della cremagliera al limite dell'affidabilità. Inoltre mancavano fondi per lo sviluppo di rivelatori. A fine 2010 il MIUR ha assegnato una prima tranche di 2 M€ (su un totale di 6M€ distribuiti su tre anni), per risolvere questi problemi e si prevede che le attività di riparazione, manutenzione e sviluppo di rivelatori inizino al più presto.

Ancora nell'ambito della Radioastronomia non è stato possibile per mancanza di fondi partecipare a pieno titolo al progetto LOFAR (LOW Frequency Array for Radio Astronomy) sviluppato da Olanda, Germania e Regno Unito, con una o più stazioni operanti sul territorio nazionale. Ciò comporta che INAF partecipi a LOFAR attraverso collaborazioni scientifiche dei singoli ricercatori, mentre non può partecipare come istituto membro ed è escluso dalle decisioni politico-scientifiche generali.

1.4 Risultati della ricerca

La produzione scientifica in termini di pubblicazioni si è mantenuta ad un ottimo livello, sia come valore assoluto che per addetto alla ricerca. Risultato da ritenersi più che soddisfacente data la diminuzione dei finanziamenti che l'Ente ha potuto destinare a tale attività.

I campi di ricerca hanno riguardato i principali settori di interesse dell'astrofisica contemporanea, ad esempio lo studio dell'origine e della natura dell'Universo, della formazione ed evoluzione delle galassie, delle stelle, dei buchi neri e dei pianeti, della formazione ed evoluzione del sistema solare, della natura della materia e dell'energia oscura.

Numerose pubblicazioni hanno riguardato anche la realizzazione e lo sviluppo di strumentazione scientifica.

I dati per tipologia di pubblicazione e per struttura di ricerca sono riportati in Appendice 1.

1.4.1 Strumentazione costruita – attività di terra

Nel 2010 è proseguita l'attività di integrazione di VST, che ha visto il montaggio dei due specchi e i primi test ottici, l'assemblaggio della parabola di SRT, il recupero dello strumento GIANO (che durante le prove di qualifica aveva subito la failure completa dei CCD consegnati dall'industria e ciò aveva richiesto l'approvvigionamento di altri rilevatori), l'inizio dei lavori sullo strumento Espresso, la prosecuzione di Sphere e di Linc-Nirvana e il completamento dell'ottica adattiva di LBT.

Per la descrizione completa di queste attività, si rimanda all'appendice 2.

1.4.2 Strumentazione costruita – attività spaziali

Lo sviluppo di Strumentazione per applicazioni Spazio costituisce uno dei punti di eccellenza dell'INAF. Durante il 2010 è stata condotta un'ampia attività di ricerca e sviluppo di nuovi sistemi di rivelazione finanziata per mezzo di Prin Tecnologici e per mezzo di contratti ASI specifici. A questa si è aggiunta la delicata ed impegnativa attività di

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

prototipaggio realizzata nell'ambito delle partecipazioni alle missioni ESA di classe "M" e "L" in fase di sviluppo avanzata.

Maggiori dettagli su tali attività sono riscontrabili nell'Appendice 2.

1.4.3 Brevetti

Il Servizio di innovazione Tecnologica dell'INAF (SIT), dall'inizio delle sue attività, ha depositato 17 Brevetti (elenco completo in Appendice 3).

Nel 2010 sono stati creati 2 nuovi brevetti e, allo stato attuale, ci sono altre due invenzioni in procinto di essere brevettate.

Alcuni dei progetti del SIT sono stati riconosciuti da ESA casi di successo e best practice. Di conseguenza alcune tecnologie (6 in totale) sono inserite nel portafoglio del Technology Transfer Programme dell'ESA.

Le tecnologie proposte saranno promosse dal network europeo di broker tecnologici, che gestisce il programma ed avranno inoltre visibilità all'interno del sito Technology forum (<http://www.technology-forum.com/>).

Inoltre sono stati identificati da ESA due casi di successo e saranno pubblicati nella brochure ufficiale dell'Agenzia che si può scaricare al sito seguente e la cui visibilità è molto elevata: http://www.esa.int/SPECIALS/TTP2/SEMJXLCJD3G_0.html.

Il SIT insieme al Servizio di Comunicazione ha pubblicato un opuscolo che illustra le tecnologie INAF, reperibile al sito <http://www.inaf.it/tecnologie>

1.4.4 Spin off

Sono 4 le società riconosciute già come spin-off INAF:

- Novaetech s.r.l.
- POEMA – Progettazione Opto-Elettronica per la Metrologia Avanzata-
- AGI s.r.l. – Assist in Gravitation an Instrumentation
- HatLab.

Nel 2010 è stato finanziato dal SIT lo studio di fattibilità per la costituzione di una nuova società di spin-off nel campo della lavorazione di ottiche di precisione con il metodo IBF (Ion Beam Figuring).

2. Obiettivi da raggiungere nel triennio

2.1 Sostegno alla ricerca di base

La ricerca di base è intesa come ricerca finalizzata allo sviluppo di nuova conoscenza, con impatto sul sistema Paese nel lungo periodo. Il sostegno allo sviluppo di nuove ed innovative idee di ricerca, con fondi gestiti a livello di Struttura di Ricerca, e il potenziamento della ricerca di base competitiva fanno parte delle priorità dell'Ente. Il finanziamento della ricerca di base avviene sulla base di bandi competitivi come per i Progetti di Ricerca di Interesse Nazionale (PRIN-INAF e Tecno-INAF) e per l'assegnazione di borse di studio post-doc, sulla base di selezioni nazionali ed internazionali, con un processo di "peer review". **Sulla ricerca di base si basa la capacità dell'Ente di proporre e sostenere la realizzazione di infrastrutture osservative da terra e dallo spazio.** La realizzazione di dette infrastrutture stimola i processi di integrazione tra l'INAF e l'Università, altri Enti di ricerca, l'industria, i Ministeri competenti e gli Enti Locali. La ricerca di base consente inoltre ai ricercatori dell'INAF di proporsi in modo paritetico e con funzioni di responsabilità per la realizzazione di grandi progetti nell'ambito di ampie collaborazioni internazionali. Senza

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

ricerca di base l'INAF non potrebbe svolgere la propria finalità di sviluppare la conoscenza dell'astronomia/astrofisica nella scuola, nonché di sostenere e sviluppare l'alta formazione. E' pertanto grave che, a causa dei continui e crescenti tagli all'FFO, non sia più praticamente possibile finanziare la ricerca di base a livello locale delle singole strutture di ricerca.

2.2 Mantenimento progetti in itinere o in avanzato stato di attivazione

2.2.1 progetti di terra

Il completamento della strumentazione e il pieno utilizzo scientifico del Telescopio LBT, il maggiore telescopio per astronomia ottica al mondo, al quale l'Italia partecipa con una quota del 25%, rappresentano uno degli obiettivi prioritari per il triennio.

Dal punto di vista tecnologico, dopo il completamento negli anni scorsi delle camere di primo fuoco blu e rossa, ed il completamento nel 2010 del primo dei due apparati di ottica adattiva per LBT (che ha rappresentato un grande successo ponendo INAF in posizione di leadership per queste tecnologie), occorre completare la seconda unità adattiva, la costruzione, in collaborazione con la Germania, dell'interferometro LINC Nirvana e del sistema di "laser guide star".

Nel triennio, anche gli altri partner completeranno gli strumenti di loro competenza (spettrografo infrarosso Lucifer 2 e la coppia di spettrografi nel visibile Mods 1 e Mods 2), rendendo LBT il telescopio di punta a livello mondiale che potrà essere pienamente utilizzato dal punto di vista scientifico. Per coordinare le attività scientifiche, nel 2010 INAF ha costituito il centro italiano per LBT, che fornirà supporto nella gestione delle proposte scientifiche, nelle osservazioni (service mode), nella riduzione ed analisi dei dati astronomici e nella loro archiviazione.

Il grande successo ottenuto con il primo dei due specchi adattivi pone l'INAF in posizione di leadership per la partecipazione, sia tecnico-scientifica che industriale, ai futuri progetti internazionali per la realizzazione di E-ELT. La consolidata competenza acquisita dai gruppi di ricerca dell'INAF e dalle industrie coinvolte ha permesso infatti di ottenere alcune commesse industriali rilevanti sia per progetti europei (ESO per il design dello specchio M4 di E-ELT) che internazionali (Magellan). Nel triennio questa posizione andrà consolidata anche in vista della costruzione effettiva di E-ELT e di altri telescopi giganti internazionali.

L'utilizzo dei quattro telescopi VLT in Cile, cui l'Italia ha accesso come Stato Membro dell'ESO, rappresenta un mezzo prioritario per il conseguimento di risultati di eccellenza nel campo dell'astronomia ottica. Va quindi favorito e potenziato con adeguati finanziamenti, anche attraverso bandi PRIN mirati alla costituzione di gruppi di ricerca capaci di proporre e sfruttare i cosiddetti "Large Projects" osservativi. L'Italia inoltre partecipa alla costruzione di due importanti strumenti di seconda generazione per VLT: Sphere ed Espresso. È necessario potenziare e consolidare nel triennio i relativi gruppi tecnologici, anche in vista della futura costruzione della strumentazione E-ELT per cui sono stati proposti alcuni strumenti (Maori e Simple) a guida italiana ed altri per cui l'Italia è un partner importante. Il sostegno alla costruzione di questi strumenti, se selezionati, va garantito nel prossimo triennio.

Per quanto concerne il progetto VST, dopo l'integrazione finale del telescopio effettuata nel 2010 e la "prima luce tecnica" ottenuta a fine novembre, si procederà al montaggio della camera Omegacam nella primavera del 2011, con l'obiettivo di iniziare le osservazioni scientifiche nell'autunno dello stesso anno.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Il VST è un telescopio destinato a compiere survey del cielo nelle bande del visibile. INAF ha già provveduto a preparare, attraverso call pubblici, una possibile lista di survey che verranno effettuate nel tempo garantito che INAF ha sul telescopio, così come vari gruppi scientifici partecipano alle survey pubbliche organizzate sul tempo ESO.

La costruzione da parte ESO di ALMA terminerà nel triennio. Da parte italiana occorrerà porre il massimo sforzo per l'utilizzo scientifico di questa infrastruttura di frontiera.

Già da alcuni anni è stata attivata una struttura di supporto nazionale denominata ARC che ha il compito di mantenere aggiornato tutto il software per la preparazione delle proposte delle osservazioni e riduzione dati di Alma, di fornire supporto agli utenti nelle varie fasi e di informare in generale la comunità astronomica sull'utilizzo di Alma.

Il TNG continua a rappresentare uno strumento base di grande utilità. Per mantenere la sua competitività la strumentazione va maggiormente specializzata e resa adatta alla realizzazione di grandi programmi osservativi a lungo termine, come ad esempio un adeguato supporto con osservazioni da terra per il progetto spaziale GAIA. Nel corso del 2011 verrà installato lo spettrografo IR GIANO e nel 2012 lo strumento altamente competitivo per lo studio di pianeti extrasolari HARPS-N. E' inoltre in corso di valutazione la possibilità di integrare il TNG in un'unica facility europea con gli altri telescopi posti a Roque de Los Muchachos, rinegoziando l'accordo internazionale. Il TNG è infatti membro di diritto del comitato internazionale di gestione degli osservatori delle Isole Canarie (CCl).

Nel 2011 vedrà la prima luce il telescopio IRAIT (International Robotic Antarctic Infrared Telescope), equipaggiato con la camera AMICA, costruito da un consorzio tra l'Università di Perugia, INAF e alcune istituzioni spagnole guidate dall'Università di Granada, e collocato in Antartide nella base italo-francese CONCORDIA. Oltre a promettenti risultati scientifici, IRAIT permetterà di caratterizzare definitivamente nella banda ottica IR il sito antartico, che è considerato potenzialmente uno dei siti più qualificati per ospitare infrastrutture astronomiche.

La partecipazione italiana al progetto internazionale VLBI (e VLBI - spaziale) nel campo della radioastronomia avviene con le antenne di Medicina e Noto (a riparazione avvenuta) e, dal 2012, con la grande antenna SRT attualmente in fase di completamento in Sardegna.

L'interesse della ricerca si sta spostando verso frequenze radio più alte (22-40 GHz), quindi le prestazioni potenziali delle attuali antenne (SRT potrà arrivare sino a 100 GHz) vanno adeguate se si intende negoziare con i partner europei un maggiore utilizzo della configurazione VLBI. In questo contesto il collegamento in rete via fibra delle antenne italiane, ottenuto per Medicina, pianificato e auspicato per SRT e Noto (con interventi regionali), porta ad un ulteriore potenziamento delle capacità delle antenne italiane per la partecipazione all'eVLBI. Sono quindi obiettivi importanti il completamento e l'operatività dell'antenna SRT, oltre ad una puntuale verifica delle potenzialità dei siti delle antenne per poter sostenere lunghi periodi di osservazione a frequenze millimetriche.

Per quanto concerne SRT, si noti che nel triennio verrà installato anche l'apparato per Deep Space Network da parte ASI, che partecipa al progetto SRT con una quota del 20%.

2.2.2 Attività spaziali

L'INAF partecipa attivamente allo sviluppo, gestione ed analisi dati di grandi progetti spaziali nazionali ed internazionali dedicati a tematiche di ricerca scientifica d'interesse per l'ente. Tali progetti sono distinguibili in funzione del diverso coinvolgimento dell'INAF e del diverso livello di sviluppo raggiunto. I grandi progetti spaziali, dall'emissione

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

dell'Announcement of Opportunity (AO), al lancio in orbita, alle fasi orbitali e l'utilizzo scientifico della missione, spesso hanno durata più che decennale. In questi termini, troviamo missioni che sono già operative da tempo, missioni ancora nelle prime fasi operative, e missioni che si trovano invece nelle ultime fasi realizzative prima del lancio. La missione XMM Newton ad esempio è iniziata nel 1988 con l'emissione da parte di ESA dell'AO, il lancio è avvenuto a dicembre del 1999, la missione è ancora in corso e la sua continuazione è stata approvata almeno sino a tutto il 2012. NASA, ESA e i tanti astronomi italiani che ne sono assidui fruitori nel 2010 hanno celebrato a Venezia i 20 anni di attività dell'HST, i suoi successi sempre crescenti e la sua insuperata capacità di scoperte sensazionali.

Missioni operative da tempo: A questa categoria appartengono: la missione **UV-ottico-NIR HST**, le missioni per le alte energie **XMM-Newton**, **Chandra**, **Swift**, **AGILE**, **Fermi** ed **INTEGRAL**; le missioni di eliofisica ed esplorazione del sistema solare **Cassini-Huygens**, **Rosetta**, **Mars** e **Venus-Express**.

Missioni nelle prime fasi operative: Tra le missioni che appartengono a questa categoria meritano particolare menzione la missione **Planck** (la prima missione europea dedicata alla cosmologia primordiale e fisica fondamentale mediante l'utilizzo di strumenti operanti nel millimetrico) e la missione **Herschel** (telescopio sensibile alla radiazione infrarossa consentirà lo studio della formazione delle strutture cosmiche e della chimica molecolare dell'universo). INAF ricopre ruoli di elevata responsabilità in entrambe le missioni, e nel caso di **Planck** un suo ricercatore è responsabile di uno dei due strumenti a bordo (si veda sezione 1.2.4 e le appendici per maggiori dettagli su queste due missioni).

Missioni in fase di completamento: A questa categoria appartengono la missione **GAIA** (**Global Astrometric Interferometer for Astrophysics**: un osservatorio ESA il cui lancio è previsto per il 2013. GAIA raccoglierà i dati astrometrici, fotometrici e spettroscopici di circa un miliardo di sorgenti, che verranno trattati dal **DPAC** (**Data Processing Analysis Consortium**), al quale INAF, insieme con ASI, partecipa per una frazione molto importante), il satellite **Bepi-Colombo** (dedicato all'esplorazione del pianeta Mercurio e del sistema solare, lancio previsto 2014), **ExoMars** (studio dell'ambiente marziano propedeutico a future missioni di esplorazione, 2016-2018) e **Juno** (studio dell'origine e della formazione del pianeta Giove, 2011). Inoltre partecipiamo, attraverso ESA, al progetto **James Web Space Telescope** (JWST).

Gaia è la missione del programma scientifico obbligatorio dell'ESA dedicata alla più grande e più accurata mappatura tridimensionale della Via Lattea. La data di lancio è prevista per il 2013 e la missione è prevista durare 5 anni. Grazie all'impegno congiunto di ASI e INAF, la partecipazione in Gaia è una delle attività di punta di medio e lungo termine della comunità astronomica nazionale.

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.

Studio di Missione: Di particolare rilievo è anche il concetto di missione **NHXM - New Hard X-ray Mission**. **NHXM**, che, riprendendo lo studio di Fase A della missione **HEXIT-Sat**

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

commissionato ad INAF da ASI, unisce alle performance di imaging e sensibilità nella banda delle decine di keV superiori di un fattore 100-500 a quanto disponibile oggi, a quelle di un polarimetro in raggi X.

Altre missioni sono state studiate, in particolare per la sottomissioni di Proposals per la Call-M3 di ESA e tra queste, come riferito al paragrafo 5.2.4 tre sono state selezionate per un Assessment Study (Echo, LOFT e MarcoPolo-R), in cui il personale INAF è coinvolto in maniera rilevante.

La partecipazione ai programmi sopra menzionati è finanziata mediante specifici accordi esterni pluriennali con ASI. INAF contribuisce con l'expertise e il lavoro del proprio personale (ricercatori, tecnologi, tecnici ed amministrativi per la cura degli aspetti contrattuali) e con le proprie attrezzature e laboratori.

INAF è coinvolta ad alto livello nello studio delle missioni (ESA Cosmic Vision 2015-2025) di classe M, EUCLID, PLATO e SOLAR ORBITER, e delle missioni di classe L, IXO e EJSM/Laplace, con la partecipazione di numerose strutture ed il coinvolgimento di proprio personale in posizioni di primaria responsabilità, scientifica e tecnologica. Per quanto riguarda le missioni di classe M due saranno selezionate nell'autunno 2011 per entrare nella fase di implementazione con lanci previsti nel 2017-2018.

2.3 Progetti strategici da realizzare

I potenziali progetti futuri sono descritti nell'appendice 2. Qui di seguito sono indicati i progetti che rivestono un particolare rilievo strategico.

La prossima sfida tecnologica e scientifica a livello mondiale nel campo dell'astronomia ottica-infrarossa è la costruzione di **E-ELT**. L'INAF possiede le capacità per avere un ruolo leader nel campo della progettazione e costruzione delle ottiche adattive e degli strumenti ad essa collegati. In questo campo è quindi strategico coinvolgere sin dall'inizio, come in parte già avvenuto, le industrie italiane, sia quelle che hanno già collaborato nel settore, sia altre in modo che il possibile ritorno nazionale non sia solo scientifico ma interessi anche il settore industriale di alta tecnologia. A tale scopo è stato costituito presso INAF un ufficio di Industrial Liaison per favorire la trasmissione di informazioni e bandi di gara da ESO all'industria italiana. E-ELT è stato inserito tra le potenziali infrastrutture europee a cui INAF partecipa nel settore delle ottiche attive ed adattive e nella progettazione della strumentazione.

Il progetto globale **SKA** è il progetto ad altissimo ritorno scientifico verso cui si sta muovendo l'intera comunità radioastronomica internazionale. Anche SKA è stato inserito tra le potenziali infrastrutture europee che l'FP7 sostiene, (progetto Prep-SKA), che vede il coinvolgimento di INAF sia nel campo tecnologico sia negli studi preparatori di governance, financing e di procurement industriale. Il particolare interesse italiano per SKA, non solo in campo scientifico ma anche in quello della innovazione tecnologica di interesse industriale, è sottolineato dal fatto che nel 2009 è stato firmato un MoU tra il Ministero della Innovazione e l'omologo ministero australiano per la collaborazione bilaterale sul progetto e che il Governo ha posto la candidatura dell'Italia ad ospitare gli Headquartes della infrastruttura SKA.

CTA. Come brevemente anticipato nel paragrafo 1.2.3 e come descritto nel 5.2.1, si prevede la costruzione di due griglie 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. Le motivazioni scientifiche sono descritte nell'appendice 2.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

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.

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 numeriche, Specchi, Data Handling, Sito. Il finanziamento del MIUR a questo progetto nell'ambito dei progetti bandiera ha permesso alle Strutture INAF coinvolte di iniziare queste attività in posizione vantaggiosa.

Tra le missioni spaziali, la missione **Gaia** (discussa sopra ed illustrata nelle appendici) è certamente la missione tra quelle prossime al lancio che al momento vede il coinvolgimento più ampio della comunità INAF. Oltre alle diverse responsabilità di carattere scientifico, l'Italia realizza anche uno dei sei centri di elaborazione dati (Data Processing Center) dedicati alla missione, denominato **DPCT**; esso avrà anche il compito di dare supporto alla comunità nazionale nello sfruttamento scientifico immediatamente dopo il rilascio del catalogo Gaia da parte di ESA (previsto entro tre anni dalla fine della vita operativa del satellite).

Per finire, come già menzionato in sezione 2.2.2, INAF è fortemente coinvolta nelle tre missioni candidate (ESA Cosmic Vision 2015-2025) di classe M (Euclid, PLATO e Solar Orbiter) e in due missioni di classe L (IXO, EJSM/LAPLACE); Tre ulteriori missioni (Echo, LOFT e MarcoPolo-R) sono state recentemente individuate da ESA per un Assessment Study. Indipendentemente da quale di queste missioni sarà selezionata, questo è già di fatto un investimento strategico di INAF, operato in stretta collaborazione con ASI.

2.4 Sviluppo di tecnologie per l'astrofisica: l'impatto sulle imprese italiane

Le moderne metodologie d'indagine astronomica si avvalgono di tecnologie innovative in costante evoluzione, il cui sviluppo e realizzazione richiedono una collaborazione sistematica con il mondo industriale.

Questo aspetto assume particolare enfasi nella costruzione delle prossime infrastrutture internazionali per l'osservazione astronomica, poiché esse presentano dimensioni tali da richiedere tecniche di produzione di massa, tipiche della produzione industriale, ma allo stesso tempo necessitano di standard di qualità e performances molto più elevati rispetto a quelli comunemente riscontrabili nelle produzioni commerciali.

Il perseguimento di una combinazione virtuosa fra queste esigenze di precisione tecnica e la minimizzazione dei costi di produzione attraverso l'expertise industriale rappresentano quindi una sfida continua all'innovazione dei processi di produzione, che costituisce il valore aggiunto degli investimenti allocati alla ricerca astrofisica di base.

A questo va aggiunto il rendimento ottenuto dallo sfruttamento dei prodotti ottenuti dagli sviluppi tecnologici per l'astrofisica, che se per la ricerca astronomica rappresentano un by-product, per alcune realtà imprenditoriali possono rappresentare nuovi filoni di produzione o un incentivo all'avvio di nuove imprese.

Questo è il caso degli spin-off, di cui la ricerca astrofisica internazionale può vantare alcuni prodotti divenuti di uso comune, quali il WI-FI, il cui algoritmo fu sviluppato per

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

esigenze di radioastronomia e che oggi rappresenta uno strumento primario per le telecomunicazioni o i CCD sviluppati per telescopi ottici e ora usati nelle fotocamere digitali.

In questo scenario quindi il potenziale d'impatto dello sviluppo delle tecnologie per l'astrofisica sulle imprese italiane è molto elevato e diviene persino strategico in molti settori chiave per l'industria nazionale, quali l'elettronica e la meccanica di precisione, le telecomunicazioni e l'ottica.

La natura internazionale dei contesti in cui la ricerca astrofisica è da tempo chiamata ad operare richiede uno sforzo di coordinamento di tutti gli attori coinvolti per massimizzare lo sfruttamento di questo potenziale.

A questo scopo l'INAF ha avviato da qualche anno un apposito Programma di Politica Industriale, teso appunto ad armonizzare le sinergie fra tessuto produttivo e sistema ricerca in una prospettiva di Sistema Italia quale strumento volto a valorizzare il potenziale competitivo dell'industria italiana. Effetti positivi sono stati registrati in progetti icona della ricerca mondiale, che rappresentano scenari globali altamente competitivi, quali **CTA**, **E-ELT** e **SKA**, già introdotti nel paragrafo 2.3 e ampiamente trattati nell'appendice 2.

In particolare è da segnalare la stretta collaborazione instauratasi con Confindustria e Finmeccanica nella pianificazione delle azioni di politica industriale dell'INAF. Nel prossimo triennio quindi è ferma intenzione di questo Istituto continuare e rafforzare le azioni previste dal Programma di Politica Industriale, con il preciso obiettivo di consolidare la posizione dell'industria italiana in questi grandi progetti, che proprio nei prossimi tre anni vedranno definiti gli assetti che determineranno lo sviluppo di tutta la loro fase di costruzione.

3. Le risorse finanziarie disponibili

3.1 FFO

Fondi (in milioni di €)	2011	2012	2013
Personale	70.0	70.0	70.0
Edilizia	5.3	5.3	5.3
Funz. Strutture	11.0	11.0	11.0
Ricerca di base	2.7	2.7	2.7
TNG (FGG)	2.5	2.5	2.5
LBT (€/\$: 1.3)	2.2	2.2	2.2
VST	0.2	0.2	0.2
Strum. E impegni internazionali	4.1	4.1	4.1
TOTALE	98.0*	98.0	98.0

* fondi arretrati per 7Mln€

I fondi elencati nella tabella non permettono all'Ente di compiere appieno il suo mandato, permettono solo il mantenimento di quanto in corso, senza poter fare alcun investimento in ricerca, personale, strutture. In linea con quanto esplicitato nel Piano Triennale 2010/2012, nella tabella seguente sono riportate le necessità dell'Ente.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Fondi (in milioni di €)	2011	2012	2013
Personale	70.0	70.0	70.0
Edilizia	8.0	8.0	8.0
Funz. Strutture	16.0	17.0	18.0
Ricerca di base	13.0	13.0	13.0
TNG (FGG)	2.5	2.5	2.5
LBT (€/\$: 1.3)	2.2	2.4	2.6
VST	1.0	1.0	1.0
Strum. E impegni internazionali	12.0	13.0	14.0
TOTALE	124.7	126.9	129.1

3.2 Fondi da altre istituzioni

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
MIUR	2.36	0.66	0.66
Altri enti	0.08	0.02	0

3.2.1 ASI

I progetti spaziali rappresentano una delle attività principali di INAF. Per quanto concerne i progetti spaziali attualmente in corso a cui l'INAF partecipa (si veda Appendice A2), i finanziamenti provengono in massima parte da contratti/accordi emessi dall'ASI ed in misura minore da altre Agenzie. Il fabbisogno complessivo ammonta a circa 14 milioni di € per anno. Tale cifra risulta coerente con quanto già prevede la Convenzione Quadro ASI-INAF, firmata nel 2007, di durata quinquennale e rinnovabile. La tabella seguente riassume il fabbisogno stimato per le attività INAF.

Fondi (in milioni di €)	2011	2012	2013
Attesi	10.7	7.2	2.8
Previsti	14.0	14.0	14.0

Le cifre attese si basano sulla somma degli importi previsti dagli accordi attualmente in corso e sono destinate a crescere con la firma dei nuovi accordi in via di definizione.

Le cifre previste, in milioni di euro, sono basate su una media di fondi effettivamente pervenuti da ASI negli ultimi 3 anni.

3.2.2 Fondi da enti locali

A dicembre 2010 è stata firmata una Convenzione tra la Regione Autonoma Sardegna – Centro Regionale di programmazione e l'Osservatorio Astronomico di Cagliari per un Progetto dal titolo **Caratterizzazione ed “early science” del Sardinia Radio Telescope**.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

In base a questa Convenzione la Giunta Regionale della Sardegna ha stanziato 1.5 M€ per il programma di individuazione, progettazione, realizzazione e test per le apparecchiature necessarie per le osservazioni pilota di “early science”.

Durante il 2010 alcune Strutture dell’INAF hanno partecipato ai seguenti PON (Programmi Operativi Nazionali):

- 1) Conversione termodinamica ad alta efficienza di energia solare concentrata ad alta temperatura, Struttura Partecipante O.A. Arcetri.
 Applicazioni all’energia solare ad alta concentrazione (Solare Termodinamico ad Alto Rendimento, “STAR”) era stato finanziato dalla Regione Toscana negli anni 2008-2009. Nel corso del progetto STAR sono stati realizzati e provati prototipi di specchi deformabili compositi per energia solare che costituiscono parte essenziale e qualificante della proposta PON “Conversione termodinamica ad alta efficienza di energia solare ad alta concentrazione” (CAE-SAC).
- 2) Moduli Innovativi di Potenza a Microonde basati sui Carbon Nanotubes, Struttura partecipante O.A. Palermo.
 Il progetto CaNaM “Carbon Nano Tubes per Moduli Innovativi di Potenza” basati su Dispositivi Elettronici a Vuoto per Applicazioni di Sicurezza, Aerospazio e Difesa” ha l’obiettivo di sviluppare materiali avanzati quali materiali ceramici innovativi e nanostrutturati e matrici di CNT1.
- 3) Portale per il contrasto del contrabbando di materiale fissile nucleare, Struttura coinvolta OA Catania Scopo del presente Progetto è la rivelazione direzionale dei neutroni e gamma, con rivelatori di grande superficie e aventi capacità di discriminazione tra i due tipi di radiazione, oppure lo sviluppo di sistemi basati sulla tomografia facente uso dei muoni cosmici.
- 4) PANDION, realizzazione di sottosistemi funzionali satellitari innovativi, Struttura coinvolta OA Brera.
 L’obiettivo del progetto PANDION è la realizzazione di sottosistemi funzionali satellitari innovativi integrati in pannelli dispiegabili sensorizzati. In particolare, l’attività di ricerca sarà mirata allo sviluppo di un’unità fotovoltaica a concentrazione olografica e di un sistema di controllo termico ad elevato contenuto innovativo.

I lavori per la selezione dei PON sono in corso al Ministero competente e non è stata ancora formulata la selezione.

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
	1.5	-	-

3.3 Fondi da Unione Europea

Come già evidenziato nel par. 1.2.3, i fondi dell’Unione Europea si riferiscono essenzialmente al 7° Programma quadro.

L’ammontare dei finanziamenti derivanti dalla partecipazione ai progetti europei dei programmi quadro di R&ST, negli ultimi 3 anni è stato di circa 6 milioni di € a fronte di una previsione di poco più di 4 M€, come risulta dal Piano triennale 2008-10.

Al momento, tenendo conto dei progetti in corso e di quelli in fase di avanzata negoziazione, le risorse di fonte comunitaria per il triennio 2011-13 ammontano già a 5 M€.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
	2.2	1.8	1.2

Considerando le proposte presentate per le quali non sono ancora concluse le procedure di selezione, i bandi FP7 che saranno emessi e l'andamento della partecipazione INAF negli ultimi anni, questa cifra è senz'altro destinata ad aumentare.

3.4 Fondi da istituzioni internazionali

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
ESO	0.08	0.00	0.00
ESA	0.04	0.02	0.00
Altro	0.09	0.00	0.00

3.5 Radioastronomia

Come già descritto in paragrafi precedenti, nel 2010 è stata presentata al MIUR una domanda di finanziamento straordinaria per supportare le attività connesse ai Radiotelescopi italiani. Le strutture dedicate alla Radioastronomia rappresentano uno degli investimenti strategici dell'INAF e fanno parte di reti europee per il VLBI. Questa importanza è stata riconosciuta dal **MIUR che ha stanziato la prima tranche del finanziamento pluriennale** per le riparazioni, la manutenzione e le operazioni di queste strutture.

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
	2.0	2.0	2.0

La prima tranche di 2M€, sul totale di 6M€ richiesto per il triennio 2010/2012, è arrivata a dicembre 2010 e pertanto i fondi sono stati ripartiti nel triennio 2011/2013.

3.6 Fisica delle Altissime energie

Come già descritto precedentemente il progetto CTA è stato presentato al MIUR nell'ambito dei Progetti Bandiera, sotto il nome di **ASTRI**, e gli è stato accordato un **finanziamento di 3 M€ per il 2010**.

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
	3.0	2.5	2.5

La prima tranche di 3M€, sul totale di 8M€ richiesto per il triennio 2010/2012, è arrivata a dicembre 2010 e pertanto i fondi sono stati ripartiti nel triennio 2011/2013.

3.7 Contratti industriali

Nel presente documento vanno considerati anche i fondi provenienti da contratti industriali. Trattasi di fondi stanziati da ASI a favore di industrie, con le quali poi l'INAF sottoscrive contratti.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Fondi attesi (in milioni di €)	2011	2012	2013
	1.0	0.5	0.5

4. Collaborazioni internazionali e interazioni con le altre componenti della rete di ricerca

L'INAF, per la natura delle attività di ricerca che promuove e in cui è impegnato, è inserito necessariamente in una fitta rete di collaborazioni internazionali. E' in effetti difficile individuare attività che non abbiano implicazioni dirette o indirette a livello internazionale e in tutte le sezioni di questo Piano triennale sono trattati progetti e programmi la cui realizzazione implica, o ha implicato, una serie di collaborazioni internazionali.

In alcuni casi la collaborazione assume particolare rilevanza come ad esempio nei confronti di ESO, l'organismo intergovernativo di riferimento per l'astronomia europea di cui l'Italia è stata tra i Paesi fondatori. La partecipazione italiana ai più alti livelli delle iniziative ESO è elemento chiave per qualsiasi prospettiva non solo di sviluppo ma anche di mantenimento delle performances attuali della comunità astrofisica italiana, sia in termini di ricadute scientifiche che di ricadute industriali e di immagine.

Esistono poi una serie di collaborazioni bilaterali con istituti stranieri, attivate a livello delle singole strutture di ricerca o di gruppi di ricercatori, che prevedono scambi di ricercatori o formazione di giovani, per portare avanti nella maggioranza dei casi progetti congiunti di ricerca. Purtroppo, questo tipo di collaborazioni risente fortemente della riduzione dei finanziamenti. In considerazione delle limitate risorse a disposizione, infatti, INAF non ha creato fondi finalizzati a sostenere questo tipo di collaborazioni, ad es. per ospitare ricercatori stranieri/ visiting professors o sostenere lo spostamento di ricercatori INAF o associati verso istituti stranieri, e d'altra parte le fonti di finanziamento disponibili per tali attività (progetti finanziati dal Ministero degli Affari Esteri (MAE) e dal MIUR, Prin-INAF, fondi assegnati annualmente alle strutture di ricerca nell'ambito dell'FFO) risultano di anno in anno sempre più limitati con particolare riguardo dei fondi FFO assegnati alle strutture che, come già detto, sono di fatto sufficienti per il solo funzionamento.

Nell'appendice dedicata alle strutture di ricerca è presente un quadro sintetico dei Paesi con i quali vi sono collaborazioni attive.

Nel corso degli anni sono stati tuttavia conclusi accordi e MoU, a livello di ente e non di singola struttura, per lo sviluppo di progetti specifici tra cui, nel 2010 l'accordo tra INAF, Università di Ginevra, Smithsonian Astrophysical and Harvard College Observatories, SUPA - Edinburgh and St Andrews universities and Queen's University of Belfast, per il progetto HARPS-N, così come l'accordo tra INAF e ISSNAF per la concessione di borse di apprendistato da utilizzare presso gruppi di ricerca statunitensi, rivolte a studenti italiani iscritti a corsi di laurea specialistica in Fisica e Astronomia.

Sempre tra le collaborazioni di rilievo va menzionata quella che vede l'Italia tra i fondatori, insieme alla Germania e agli USA, per la realizzazione del Large Binocular Telescope, in Arizona, sul Monte Graham (si vedano al riguardo i paragrafi 1.2.7, 2.2.1 e l'appendice 2). Questa collaborazione ha comportato e comporta necessariamente un'attività da parte dei nostri ricercatori da svolgere in loco. I primi risultati dell'attività osservativa con LBT rispondono alle aspettative della comunità scientifica, mettendo in luce l'eccellenza italiana nel settore, e confermano che gli sforzi e i fondi fino a qui investiti stanno iniziando a dare i frutti ipotizzati anche in termini scientifici, dopo quelli industriali degli anni precedenti.

LBT mantiene le sue caratteristiche di competitività nello scenario delle infrastrutture osservative da terra, grazie al successo delle ottiche adattive che lo rendono uno strumento in grado di fornire immagini di qualità talvolta perfino superiore a quelle dello HST.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

A livello europeo, INAF è strettamente collegato con i principali enti, organizzazioni e agenzie di ricerca astrofisica e insieme a questi sta operando coerentemente ai principi fissati dall'Unione Europea per la creazione di uno Spazio europeo della ricerca², inserendo tra le priorità strategiche le Infrastrutture di ricerca che ne costituiscono gli assi principali.

La comunità astrofisica europea ha una consolidata e lunga esperienza di collaborazione, analogamente a quanto avviene anche in altre comunità scientifiche nell'ambito della fisica e da anni ha avviato un percorso finalizzato a definire una strategia comune attraverso azioni coordinate. E' in questa logica che si collocano le *integrated initiatives* come OPTICON e RADIONET, e ASTRONET, l'Era-net avviato nel 2005, che ha raggiunto il suo ambizioso obiettivo, pubblicando nel 2008 una Roadmap di Infrastrutture di ricerca. A questo va collegato tutto il lavoro di collaborazione sostenuto nel 6° e nel 7° FP che ha permesso l'avvio delle fasi preparatorie delle future Infrastrutture incluse nella Roadmap di ESFRI (SKA, E-ELT, CTA) e la realizzazione della fase di design di EST.

A gennaio 2011 è partito il secondo ASTRONET, il cui obiettivo consiste nel definire un meccanismo di pianificazione strategica per tutta l'astronomia europea per i prossimi 5-25 anni, con una rete di partners ampliata dai 6 Paesi della prima fase a 26 Paesi attuali. Il consorzio ha al suo interno ESO, mentre ESA partecipa come associato e ciò garantisce un maggiore coordinamento a livello europeo.

INAF ha partecipato al primo ASTRONET e partecipa al secondo, confermando ancora una volta il grado di considerazione di cui gode a livello internazionale l'ente e tutta la comunità astrofisica che rappresenta.

ASTRONET 2 si prefigge di contribuire a mobilitare le risorse intellettuali europee nella preparazione dei piani futuri per la ricerca astronomica così come per garantire ritorni scientifici delle Infrastrutture di ricerca europee. Una cooperazione di così vasta scala servirà anche ad una ottimizzazione delle risorse attualmente dedicate all'astronomia, a una migliore integrazione dei nuovi stati membri soprattutto rafforzando la loro abilità nel formare figure scientifiche e tecnico/ingegneristiche di alto profilo in grado di affrontare le sfide che le future Infrastrutture pongono.

Da un punto di vista politico, l'aver dimostrato di essere in grado di definire una strategia comune a livello europeo e l'attuale tentativo di fare un passo avanti nel coordinamento e integrazione di politiche nazionali, per fornire una visione coerente dell'astronomia in Europa, fa sì che altre discipline guardino al percorso della comunità astronomica come possibile modello.

Da evidenziare, inoltre, il successo ottenuto da INAF nell'azione COFUND (Co-funding of Regional, National and International Programmes) del Programma FP7 - PEOPLE, azione finalizzata a sostenere programmi di mobilità internazionale condotti da singole organizzazioni (Ministeri, enti di ricerca, ecc). Attualmente la proposta INAF per il cofinanziamento di un programma, denominato *AstroFit*, di fellowships per giovani ricercatori in possesso di un dottorato o con almeno 4 anni di esperienza post-laurea, è in corso di negoziazione (vedi par. 9.10).

Sempre a livello europeo, anche se non comunitario, INAF, pur non essendo membro dell'ESF (European Science Foundation), partecipa a programmi come i Research Networking Programmes, attività di promozione della ricerca finanziate dalle organizzazioni che vi aderiscono. La carenza di risorse non permette di sostenere adeguatamente i gruppi di ricerca italiani, frenando così la partecipazione della comunità astrofisica nazionale. Ciò nonostante, INAF fa parte di due programmi in corso: ASTROSIM, un network europeo per

² Comunicazione CE, marzo 2010 "Europa 2020 – Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva" – Comunicazione CE, ottobre 2010 "Iniziativa faro– L'Unione dell'Innovazione"

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

l'astrofisica computazionale che si conclude nel 2011 e GREAT, un network europeo sulla ricerca astronomica collegata alla missione spaziale "GAIA" per il periodo 2010- 2015.

INAF è attivo, attraverso i suoi gruppi di ricerca, anche in alcune azioni COST, tra cui *The Chemical Cosmos: Understanding Chemistry in Astronomical Environments* (Azione CM0805 /2008-2012); *Developing space weather products and services in Europe* (Azione ES0803 / 2008-2012); *Black Holes in a Violent Universe* (Azione MP0905 / 2010-2014).

A dicembre 2010 è stata approvata l'azione ES 1005 "Towards a more complete assessment of the impact of solar variability on the Earth's climate" per il 2011- 2014 .

INAF è membro del Comitato per le Frequenze in RadioAstronomia (CRAF), istituito all'interno di ESF, che svolge una funzione di protezione delle bande usate dai radioastronomi, mantenendo contatti con le più grandi agenzie pubbliche e private di telecomunicazioni e con gli organismi internazionali che allocano le frequenze, e che promuove studi scientifici finalizzati a ridurre le interferenze o i loro effetti.

A completamento di questa sintesi, va ricordato che l'ente partecipa ad organismi internazionali, rispondendo così ad un'esigenza di rappresentanza della comunità astrofisica nazionale a livello globale. Questo richiede risorse dedicate che vanno a coprire le quote annuali e le spese per i rappresentanti nazionali, nominati da INAF, per la partecipazione alle attività. L'International Astronomical Union (IAU) e COSPAR rappresentano gli organismi principali.

4.1 Collaborazione con enti pubblici e privati

4.1.1 ASI

A seguito della convenzione tra l'ASI e INAF stipulata nell'autunno del 2007, è stato costituito un Comitato Paritetico di raccordo.

Il Comitato sta ottenendo buoni risultati contribuendo a intensificare il dialogo tra i due Enti, in particolare per quanto concerne il raccordo tra i piani a lungo termine e triennali di INAF ed ASI e ad accelerare e semplificare le procedure e i tempi di stipula dei rapporti tra i due Enti. A questo proposito nel 2010 si è completato il passaggio da finanziamenti basati su contratti di ricerca tradizionali ad accordi che prevedono un ruolo paritario tra le parti: a tal fine l'INAF contribuisce alla realizzazione dei programmi mettendo a disposizione strutture, attrezzature e personale.

Al momento ci sono 31 accordi in corso di svolgimento.

A fine 2010 è stata inoltre firmata la proroga (anni 2011-2013) del Protocollo Aggiuntivo alla Convenzione Quadro ASI-INAF per la gestione dell'ASDC.

Oltre che fornire il personale scientifico a contratto, INAF contribuisce alle attività di ASDC con l'operato di un Project Scientist (che coordina e verifica le attività scientifiche del personale INAF nell'ambito dei s

) e di un "Senior Scientist", entrambi in ruolo permanente presso l'INAF.

Inoltre INAF e ASI collaborano alla realizzazione dell'SRT.

4.1.2 INFN

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), pur nella diversità degli obiettivi, è l'ente di ricerca italiano più vicino ad INAF per tematiche scientifiche. Molti sono i progetti in comune

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

nei campi delle astroparticelle e della fisica cosmica in generale. Tra questi ricordiamo le missioni spaziali Fermi-GLAST e AGILE, il telescopio Cherenkov MAGIC per lo studio dei raggi gamma di altissima energia ed il progetto JEM-EUSO dedicato allo studio dei raggi cosmici. Gruppi di ricerca INAF collaborano inoltre a progetti INFN per la rivelazione dei neutrini solari e da supernove e nelle misure di sezioni d'urto nucleari di interesse astrofisico. INAF e INFN collaborano, inoltre, in progetti comuni di ricerca e sviluppo di rivelatori innovativi, di didattica e divulgazione.

4.2 Collaborazioni con le Università

I rapporti con le Università sono regolati da un accordo quadro CRUI-INAF. Accordi/Convenzioni specifici territoriali sono poi attivi tra le strutture di ricerca dislocate sul territorio nazionale e le singole Università. Tali accordi prevedono di norma la collaborazione tra INAF e Università nella didattica, nel finanziamento dei dottorati, nella gestione di infrastrutture e programmi di ricerca comuni. Esistono anche convenzioni, come quella tra la Scuola Normale Superiore di Pisa (SNS) e l'INAF, che prevedono la costituzione di un gruppo di ricerca congiunto per lo sviluppo di progetti comuni. Tale convenzione prevede l'assegnazione temporanea di personale INAF al Gruppo di Ricerca costituito presso la SNS.

Altri esempi di stretta collaborazione tra INAF ed Università sono esemplificati dall'OA - Bologna e dall'OA - Catania, ospitati rispettivamente dall'Università degli Studi di Bologna e di Catania, e dall'OA - Trieste che ospita docenti dell'Università locale. Il personale Universitario che collabora alle attività di ricerca dell'INAF è di norma associato.

Nel 2010 sono stati circa 300 i professori e ricercatori universitari associati ad INAF per la collaborazione alle attività di ricerca. I colleghi universitari associati hanno pieno accesso ai bandi di finanziamento PRIN-INAF, alle facilities osservative e a quelle messe a loro disposizione dalle strutture di ricerca con cui collaborano.

4.3 Consorzi e associazioni

Settore Radioastronomia

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 condurre 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): è 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.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

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 gli Enti consorziati ed altri Enti di Ricerca pubblici e privati, sostiene programmi di formazione, ricerca applicata e trasferimento tecnologico.

CISAS è il 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 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

Nel corso del 2010, l'INAF si è disimpegnato dalla società **ASTER**, società consortile frutto di un accordo tra la Regione Emilia-Romagna, le Università, gli Enti di ricerca nazionali operanti sul territorio emiliano-romagnolo, perfezionando la cessione delle n. 17977 azioni in proprio possesso.

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

Consorzio per l'incremento degli studi e delle ricerche dei Dipartimenti di Fisica dell'Università di Trieste: il consorzio ha lo scopo di contribuire al potenziamento degli studi delle Scienze Fisiche presso l'Università e le altre istituzioni scientifiche dell'area triestina, istituisce periodiche borse di studio per giovani ricercatori.

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, INAF, INFN, 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.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

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 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 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.

Da sottolineare il progetto **Cybersar**, finalizzato alla realizzazione in Sardegna di una **cyberinfrastruttura**, organizzata su una **rete di poli di calcolo ad alte prestazioni**, orientata alla ricerca fondamentale ed applicata nei settori scientifici delle scienze naturali, dell'ingegneria e dell'informatica, in cui i soci del consorzio sono attivamente coinvolti a livello di eccellenza internazionale.

Consorzio Cometa (Consorzio Multi Ente per la promozione e l'adozione di tecnologie di calcolo Avanzato): il consorzio associa INAF, INFN, INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), Università degli Studi di Catania, Università degli Studi di Messina, Università 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, che hanno portato a pubblicazioni su riviste internazionali di astrofisica. Il Consorzio si è attivato per reperire nuove fonti di finanziamento partecipando a diversi progetti EU e nazionali (Bandi Industria-2015).

Consorzio Istituto Superiore di Catania per la Formazione di eccellenza: è un istituto senza fini di lucro, di cui l'INAF è socio ordinario, 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.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

L'attività si è incentrata sulla preparazione di idee progettuali, in particolare 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.

Consorzio Area di ricerca in Astrogeofisica: 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 1999 ed ha come soci fondatori l'Università dell'Aquila, l'Osservatorio Astronomico di Roma, l'Osservatorio Astronomico di Teramo e l'INGV.

In seguito si è aggiunto l'Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario del CNR. Successivamente, con la nascita INAF e la trasformazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica (ING) in Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Consorzio ha subito un riassetto. Dal 1 Gennaio 2007 il Consorzio è pertanto costituito da: Università degli Studi di L'Aquila, INAF e 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.

Apriti cielo 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 Apriti cielo ne è gestore.

Associazione Festival della Scienza, di cui INAF è socio, 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.

4.4 Collaborazioni con le imprese

L'attività di ricerca dell'INAF richiede il sistematico coinvolgimento delle imprese. Possiamo ascrivere le forme di collaborazione a cinque categorie:

1. forniture di beni e servizi necessari allo sviluppo dei progetti;
2. sviluppo congiunto di prototipi;
3. partnership in risposta a bandi di finanziamento quali i PON;
4. attività di innovazione e trasferimento tecnologico gestita dal SIT (in appendice per maggiori dettagli)

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

5. verifica di fattibilità tecnica di by-product brevettabili (con il supporto del SIT).

A questa, va aggiunto il coinvolgimento delle imprese nella realizzazione di grandi infrastrutture internazionali attraverso la partecipazione alle gare emesse da organizzazioni internazionali.

Quanto al punto 1 e 2, è da sottolineare come il coinvolgimento delle imprese nella prototipizzazione della strumentazione per l'osservazione astrofisica, oltre a generare, in maniera quasi sistematica, nuove tecnologie applicabili in ambiti esterni all'astrofisica, crea altresì le premesse per lo sviluppo di nuovi processi di produzione, i cui principali beneficiari sono proprio le imprese. Il raggiungimento degli standard di precisione richiesti dalla strumentazione scientifica da produrre infatti, spinge l'industria coinvolta ad adoperarsi per trovare le soluzioni tecniche atte a soddisfare i requisiti ma restando in un range di costo che consenta un margine di guadagno. Questo obiettivo può essere reso possibile solo attraverso uno sforzo di innovazione del processo di produzione, che, come sperimentato in diverse occasioni, viene poi applicato nelle filiere ordinarie, costituendo il maggior guadagno dell'impresa e la migliore capitalizzazione economica e sociale dell'investimento pubblico assegnato alla ricerca.

Maggiori potenzialità si riscontrano inoltre nella partecipazione alle gare internazionali di organizzazioni quali ESO ed ESA. Per le imprese che decidono di prendere parte a queste gare infatti, al potenziale di ritorni sopra descritti va ad aggiungersi lo stimolo rappresentato dal confrontarsi in un contesto di competitività internazionale che impone uno sforzo di internazionalizzazione che va a migliorare la loro capacità di competizione su scenari e mercati globali, contribuendo al loro inserimento negli scenari globali della moderna economia globale.

Il Programma di Politiche Industriali adottato dall'INAF ha implementato un apposito piano, volto a favorire l'inserimento delle imprese in questi scenari, utilizzando il mandato di Industrial Liaison presso questi organismi come uno strumento di carattere microeconomico, teso a favorire lo sviluppo del sistema industriale rappresentato dalle imprese del settore dell'aerospazio e dell'ICT (Information and Communication Technology).

5. Le infrastrutture di ricerca

5.1 Le infrastrutture di ricerca in essere

I maggiori progetti da terra condotti da INAF in via prioritaria riguardano la gestione degli osservatori a carattere nazionale, quali il TNG, l'LBT, l'SRT e il VST e il loro eventuale completamento.

5.1.1 Progetti spaziali in fase operativa

Come già ricordato nel paragrafo 3.2.1, l'INAF partecipa ampiamente alla gestione ed allo sfruttamento dei dati scientifici di grandi missioni spaziali nazionali ed internazionali che si trovano nel pieno della propria vita operativa.

5.1.2 Infrastrutture informatiche

Il servizio "Sistemi Informativi" dell'Ente (delibera CdA n.5/05 del 10 febbraio 2005 e decreto Presidente n.15/05 del 1 marzo 2005), ha sede presso l'OA - Trieste; l'attività inerente viene peraltro svolta anche in altre sedi, in base alle professionalità esistenti, e alle

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

necessità ed alla convenienza per l'Ente. L'attività di INAF-SI include la gestione del calcolo, della rete informatica, e dell'archiviazione dati e la stipula di accordi commerciali per la fornitura di hardware, software e servizi di interesse dell'Ente. Comprende inoltre il coordinamento dell'attività di ricerca nei campi del calcolo, reti ed archivi di dati scientifici, se finalizzata alla futura fornitura di un servizio per l'utenza (vedi Appendice 2, sezione 3.4), e tutte le iniziative verso terzi (enti, consorzi, soggetti commerciali,...) con i quali INAF ha contatti relativi al mantenimento e sviluppo della sua infrastruttura informatica.

5.2 Le infrastrutture da realizzare

Nel paragrafo 2.3 e nell'appendice 2 sono elencate le principali infrastrutture da realizzare nel prossimo triennio. Qui di seguito sono invece indicate quelle infrastrutture che avranno un grande impatto sul futuro dell'INAF.

5.2.1 L'Astrofisica al TeV: da MAGIC al CTA

L'astronomia gamma di alta energia al TeV ha raggiunto negli ultimi anni risultati imprevedibili, con profonde e sorprendenti implicazioni sui modelli teorici e sui meccanismi di emissione delle sorgenti osservate.

La comunità italiana di INAF ha manifestato un crescente interesse nell'astrofisica al TeV, partecipando sia a facilities Cherenkov esistenti, come **MAGIC**, sia al futuro **CTA** che è ormai in fase preparatoria.

Il CTA è una infrastruttura internazionale (nata originariamente in ambito Europeo) che prevede la costruzione di due griglie di telescopi Cherenkov (una nell'emisfero terrestre meridionale ed una in quello settentrionale), composte da numerose repliche di tre tipi di telescopi per le basse, medie ed alte energie, rispettivamente di 23-24 m (Large Size Telescope), di 12 m (Medium Size Telescope) e di 4-7 m (Small Size Telescope), per un totale di circa 60-80 telescopi per sito.

Il Consorzio CTA è composto da più di 100 Istituzioni Scientifiche appartenenti a 23 paesi: 14 dell'Unione Europea (Bulgaria, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Irlanda, Olanda, Polonia, Repubblica Ceca, Regno Unito, Spagna e Svezia), 3 non appartenenti all'Unione (Armenia, Croazia e Svizzera) e 6 extra-europei (Argentina, Brasile, Giappone, Sud-Africa ed USA). Hanno chiesto inoltre l'adesione India, Israele e Slovenia.

Partecipano all'attività INAF per CTA circa 40 ricercatori e 10 tra tecnologi e tecnici appartenenti a: Dipartimento Progetti, IFSI-TO, OA - Brera, IASF-MI, OA-TS, OA-PD, OA-BO, OA-RM, IASF-RM, IASF-PA, OA-CT, TNG. Per l'attività incluse nella Preparatory Phase l'INAF riceverà dalla Commissione Europea un finanziamento di € 497000.

Nella primavera 2010 INAF ha presentato al MIUR il progetto **ASTRI** per l'avanzamento delle tecnologie sviluppate in Italia a supporto del **CTA**. Il progetto chiedeva al Ministero un finanziamento di 8 milioni di € nel triennio 2010-2012, per lo sviluppo della tecnologia degli specchi realizzati con tecniche di replica messe a punto in INAF (OA-Brera) e trasferite all'industria italiana del settore; il progetto si proponeva anche lo sviluppo di tecnologie per la meccanica dei telescopi e per i sensori e l'elettronica delle camere focali. Il progetto ASTRI è stato accettato nella roadmap del Ministero ed è stato inserito tra i progetti bandiera del MIUR. ASTRI ha ricevuto una prima tranche di finanziamento pari a 3 milioni di €.

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.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

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) sia della generazione in operazione (HESS in Namibia, e VERITAS in Arizona). Il raggiungimento di una così bassa soglia di energie è stato reso possibile dalla ampiezza degli specchi di MAGIC, parzialmente realizzati da INAF, che raggiungono un diametro di 17 m contro i 12 di HESS e VERITAS. Gli specchi di MAGIC sono i maggiori specchi ottici (tessellati) esistenti.

Nel periodo 2004-2009 MAGIC ha lavorato come singolo telescopio; dal 2009 sta lavorando in modalità stereo grazie all'introduzione di un secondo telescopio, copia migliorata del primo grazie ai miglioramenti dell'elettronica e del rivelatore.

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 k€, inclusivi sia del contratto industriale (Media Lario) sia dell'attività di ricerca e sviluppo (OO.AA. 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.

5.2.2 E-ELT

E-ELT è il più grande telescopio ottico mai concepito, con uno specchio primario di 42 metri di diametro, la cui costruzione dovrebbe iniziare a partire dal 2011 nel sito di Cerro Pachon in prossimità del sito del VLT in Cile, a cura dell'ESO, l'organizzazione europea per la ricerca astronomica, per un costo complessivo di 1 miliardo di €.

Con il progetto E-ELT Prep (Preparing for the construction of the European Extremely Large Telescope), finanziato dal Settimo Programma Quadro, è stata eseguita la fase preparatoria di E-ELT, completata nel 2010, che ha costituito il prosieguo naturale del progetto precedente, in cui sono state 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.

La partecipazione dell'Europa e dell'Italia a questo progetto ci porterà al vertice delle capacità osservative, con una netta supremazia anche rispetto agli USA.

5.2.3 SKA

Lo SKA rappresenterà uno strumento unico nel suo genere, a livello globale, essendo il più potente strumento radioastronomico del ventunesimo secolo. Avrà infatti una sensibilità 50 volte maggiore di qualsiasi altro strumento attualmente esistente e potrà effettuare mappe dell'intero cielo con grandissima sensibilità, divenendo così uno strumento d'avanguardia per la ricerca astrofisica, che porterà all'avanzamento delle conoscenze in tutti i campi di questa disciplina.

Le caratteristiche maggiormente innovative di SKA sono:

- la grande superficie di raccolta (1 Km quadrato);
- l'intervallo molto ampio di frequenze (da 0.1 a 25 GHz);

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

- il grande campo di vista (50 gradi quadrati a frequenze < 1 GHz, ed 1 grado quadrato alle alte frequenze);
- il gran numero di antenne (migliaia) e la loro distribuzione su elevate distanze (baseline a 3000 km);
- la grande purezza del segnale radio polarizzato; la possibilità di osservare simultaneamente in diverse direzioni del cielo.
- Le antenne saranno collegate tra loro con fibra ottica a grande velocità realizzando in tal modo un grandissimo interferometro della dimensione di alcune migliaia di chilometri.

Lo SKA verrà costruito attraverso le seguenti 3 fasi seguenti:

- Fase 1: costruzione di una parte dell'array pari ad un'area di raccolta corrispondente a circa il 10% dell'area totale. Questa parte dello SKA andrà ad operare in un intervallo di frequenza compreso tra 0.1 GHz e 10 GHz. L'inizio delle attività di procurement della fase 1 è previsto per il 2016, a fine della fase di pre-costruzione che cade nel quadriennio 2012-2016. Il processo di costruzione di questa fase dovrebbe concludersi nel 2019.
- Fase 2: costruzione strumento con tutta l'area di raccolta prevista per l'intervallo di bassa e media frequenza compreso tra 0.7 GHz e 10 GHz. La costruzione è programmata per il biennio 2018-2023, previa una fase di progettazione esecutiva della durata di due anni, con inizio nel 2016 che prosegue in parallelo con la costruzione della fase 1.
- Fase 3: strumento completo, comprendente l'area di raccolta totale e la copertura di tutto l'intervallo di frequenza previsto, cioè tra 0.1 GHz e 25 GHz. Al momento non è stata ancora pianificato lo sviluppo di questa fase.

La strutturazione in fasi consentirà l'utilizzo modulare dello strumento, che nell'estensione di fase 1 inizierà ad essere operativo nel 2020, mentre nell'estensione di fase 2 a partire dal 2024.

Le aspettative di ritorno industriale, in termini di innovazione tecnologica, sia di processo che di prodotto, sono molto elevate. Le sfide insite nel progetto sono: I) necessità di produrre, rendere operative e mantenere efficienti con un costo contenuto, un elevato numero di antenne operanti in zone geograficamente ostili; II) far operare l'intero array, che ricordiamo essere distribuito su una baseline di 3000 Km, come un unico sistema configurabile real-time; III) le problematiche di gestione del volume di dati prodotti, che sarà pari, per ogni giorno di funzionamento, al traffico internet di tutta Europa di un intero anno.

La volontà inoltre di alimentare l'intero array con "green energy" rende questo progetto una sfida tecnologica confrontabile, per ambizione e sviluppi tecnologici attesi, con la missione Apollo. A questo scenario altamente stimolante, va aggiunto l'insieme di by-product per il settore ICT che presumibilmente ne deriveranno. Proprio gli studi di radio astronomia nell'ambito dello SKA hanno infatti permesso lo sviluppo, ad opera dell'australiano John O'Sullivan, della tecnologia che è alla base del sistema di trasmissione Wi-Fi.

Ovviamente non è trascurabile il ritorno atteso in termini di commesse industriali per le aziende italiane, che a fronte di un possibile contributo italiano dell'ordine del 10% del costo totale di realizzazione potrebbero ammontare a contratti dell'ordine di 150÷170 milioni di €.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

5.2.4 Progetti spaziali in fase realizzativa e future missioni spaziali

La partecipazione dell'INAF alle attività di sviluppo di missioni nazionali ed internazionali rappresenta nell'ambito della astrofisica spaziale il punto cardine della strategia dell'ente per il medio e lungo termine. Tale coinvolgimento si realizza su missioni che si trovano in fasi di sviluppo molto diverse tra loro e che vanno dagli studi di fattibilità ed idee di nuove missioni fino alle fasi pre-lancio.

In tal senso, particolare rilievo ricoprono le partecipazioni dell'ente alle missioni ESA **Bepicolombo**, **ExoMars** e **Juno** (già incontrati nel corso del paragrafo 1.2.10), alle quali si aggiungono le missioni della cosmic vision 2015-2025 dell'ESA di classe M: **Solar Orbiter**, **Euclid** e **Plato** e di classe L: **LISA**, **IXO** e **EJSM/Laplace** (alle quali si è già fatto cenno nel paragrafo 1.2.4).

Ricordiamo che le missioni M ed L della cosmic vision 2015-2025 non sono state ancora selezionate in via definitiva e, pertanto, sono ancora soggette al previsto processo di valutazione.

Inoltre, ricordiamo che nel luglio 2010 l'ESA ha emesso un bando per una missione di classe M con lancio nel 2022, al quale la comunità astrofisica italiana ha risposto con una dozzina di proposte scientifiche. Nel Febbraio 2011 lo Space Advisory Committee (SSAC) dell'ESA ha fornito le raccomandazioni per la selezione delle Missioni M3. Tre delle quattro missioni selezionate, **Echo**, **LOFT** e **Marco Polo-R**, hanno una forte e rilevante partecipazione di Strutture e/o personale INAF. In particolare, la missione **EchO** (una missione dedicata allo studio delle atmosfere dei pianeti extrasolari con lo scopo di comprendere i possibili meccanismi per lo sviluppo della vita) ha un ricercatore INAF come Co-PI, la missione **LOFT** (dedicata allo studio della variabilità delle sorgenti-X compatte per investigare il moto e lo stato della materia che orbita in prossimità di un buco o di una stella di neutroni) è a PI-ship INAF, mentre la missione **Marco Polo-R** (dedicata al prelievo e al ritorno di un campione di materiale Cometario al fine di poterne effettuare un'analisi dettagliata in laboratorio) ha diversi Co-I italiani appartenenti all'INAF.

Infine, a tutte le missioni sopra citate si aggiungono le proposte per missioni di opportunità su satelliti finanziati da agenzie estere che il personale INAF ha potuto elaborare in virtù dei contratti ASI-INAF già menzionati nei capitoli precedenti, conclusi nel 2010 e dedicati ai seguenti tre campi di ricerca: astrofisica delle Alte Energie, esplorazione del Sistema Solare e Cosmologia e Fisica Fondamentale.

5.2.5 EST

Il progetto EST (European Solar Telescope) prevede la realizzazione di un telescopio solare con una apertura di 4 metri, caratterizzato da un disegno ottico e strumenti ottimizzati per misure spettropolarimetriche dal vicino UV al NIR. Il progetto è stato promosso dalla comunità astrofisica solare europea, che ha dato vita ad una associazione (EAST, formata da 15 stati membri: Austria, Croazia, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Gran Bretagna, Italia, Norvegia, Olanda, Polonia, Slovacchia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ungheria).

Il progetto EST è nella fase conclusiva dello studio concettuale finanziato nell'ambito dell'FP7, coordinato dall'Istituto de Astrofísica de Canarias (PI M. Collados), e sviluppato in un clima molto collaborativo da 29 partner europei (14 istituti scientifici e 15 industrie). I ricercatori italiani coinvolti nel progetto FP7 sono 30, distribuiti su 6 sedi INAF (Osservatori di Arcetri, Catania, Roma, Trieste, IFSI-Roma e TNG) e 5 sedi Universitarie (L'Aquila, Calabria, Catania, Firenze, Roma Tor Vergata). Grazie alle sue caratteristiche (consultabili in Appendice 2), EST si trova al livello di più alta priorità per i progetti medium-size ground-based nella Roadmap di ASTRONET. Si ritiene che la realizzazione di una facility europea sia necessaria per il mantenimento della leadership scientifica nel campo della fisica solare

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

da terra, nel momento in cui le nazioni più evolute scientificamente si stanno dotando di telescopi solari di grande apertura.

6. Quadro generale delle partecipazioni societarie

6.1 LBT Corporation

Per la gestione della costruzione e delle attività del Large Binocular Telescope, nel 1992 è stata costituita la LBT Corporation, organizzazione no profit di diritto. La comunità scientifica italiana è stata rappresentata inizialmente dall'Osservatorio di Arcetri (FI).

La Corporation è attualmente costituita da:

- INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica al 25%;
- University of Arizona (Tucson, Arizona) al 25% ;
- Ohio State University (Columbus, Ohio) al 12,5%;
- Research Corporation (Tucson, Arizona) al 12,5%;
- LBT Beteiligungs Gesellschaft, che rappresenta un consorzio di Istituti ed Università tedesche, al 25%.

Le entrate della LBT Corporation sono rappresentate dalle quote di ciascun partner e la quota che l'INAF è tenuto a versare si aggira intorno ai 2.5 Milioni di €/anno.

6.2 Fondazioni

Fundacion Galileo Galilei: La Fundacion Galileo Galilei è una fondazione privata senza scopo di lucro, regolamentata dal diritto spagnolo, costituita per la gestione del TNG. Il suo scopo statutario è sviluppare la ricerca scientifica astronomica, secondo le indicazioni del Patronato, organo dirigente della Fundacion. Il Patronato è 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'attività della fondazione è finanziata dai soci (INAF) e possibilmente da altre fonti, anche se di fatto fino al 2009 è stata esclusivamente finanziata dall'ente, con un contributo per il funzionamento da parte del Dipartimento Strutture. L'attività preponderante della Fondazione è il mantenimento e lo sviluppo del TNG e la gestione del tempo osservativo per conto della comunità 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.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

7. Risorse umane necessarie per la realizzazione delle attività

7.1 Dotazione organica

La dotazione Organica dell'Ente risulta tuttora suddivisa tra personale appartenente ai profili del Comparto "Istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione" e personale di ricerca astronomico non contrattualizzato, regolato ope legis, ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. n. 165/2001 in quanto equiparato per stato giuridico e trattamento economico ai professori e ricercatori universitari.

Per quanto riguarda la dotazione organica del personale non contrattualizzato (personale Astronomo), il termine per l'esercizio della facoltà di opzione è scaduto il 30 giugno 2009. Gli attuali 238 astronomi sono quelli rimasti nell'organico con tale inquadramento, in quanto non hanno esercitato la facoltà di opzione. Resta comunque salva la facoltà di optare, a seguito di superamento di procedura concorsuale, come stabilito da apposita deliberazione del Consiglio di Amministrazione dell'Istituto.

Eventuali successive opzioni e cessazioni del personale astronomico determineranno una riduzione della relativa dotazione organica ed un corrispondente incremento della dotazione organica del personale dei profili del Comparto Ricerca.

La dotazione organica vigente prevede altresì posizioni relative al personale di categoria EP ex comparto Università in quanto sussistenti unità di personale inquadrate in tale categoria ad esaurimento.

Anche per quanto concerne la dotazione organica del ruolo EP ad esaurimento, i posti vacanti determinati da cessazioni del relativo personale dovranno essere trasformati ed ascritti ai profili del comparto ricerca, poiché per espressa disposizione legislativa (art. 19, comma 3, del D.lgs. 138/2003) il reclutamento del nuovo personale deve avvenire secondo la disciplina prevista per il Comparto Ricerca.

7.2 Personale in servizio al 31/12/2010

7.2.1 Personale a tempo indeterminato

Il personale a tempo indeterminato in servizio al 31/12/2010 risulta pari ad n.1007 unità.

Per quanto concerne la composizione per comparto, categoria, profilo e livello il personale rilevato rispetta la seguente distinzione:

- Personale del comparto "Istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione"
 - personale di ricerca (livelli I-III)
 - personale tecnico amministrativo (livelli IV – VIII)
- Personale non contrattualizzato- personale di ricerca Astronomo
- Personale ruolo EP ad esaurimento – personale tecnico amministrativo EP

Tabella Personale in servizio Comparto “Istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione” al 31 dicembre 2010

<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>	<i>Dotazione organica</i>
Dirigente di Ricerca	22	50
Primo Ricercatore	65	93
Ricercatore	124	188
Dirigente Tecnologo	3	7
Primo Tecnologo	14	17
Tecnologo	100	127
Totale	328	482
<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>	<i>Dotazione organica</i>
Dirigente Amministrativo	0	3
Direttore di divisione	0	1
Funzionario di amministrazione	39	44
CTER	220	275
Collaboratore di amministrazione	83	108
Operatore tecnico	76	85
Operatore di amministrazione	16	23
Totale	434	539
Totale comparto Ricerca	762	1.021

Tabella Personale non contrattualizzato in servizio al 31 dicembre 2010

<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>	<i>Dotazione organica</i>
Astronomo Ordinario	28	31
Astronomo Associato	70	72
Astronomo Ricercatore	140	144
Totale personale non contrattualizzato	238	247

Tabella Personale EP in servizio al 31 dicembre 2010

<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>	<i>Dotazione organica</i>
Personale EP ad esaurimento	7	11

Tabella personale totale in INAF

Totale Personale INAF in servizio al 31/12/2010	1.007	1.279
--	--------------	--------------

7.2.2 Personale a tempo determinato

Nel corso del 2010 si è completato, con l'assunzione di n. 29 unità di personale, il processo di stabilizzazione del personale a tempo determinato avente i requisiti utili per la stabilizzazione ai sensi dell'art. 1 comma 519, della legge n. 296/2006 e utilmente collocato nella graduatoria unica di cui alla Determinazione Direttoriale n.245/07.

Al 31/12/2010 risultavano pertanto in servizio a tempo determinato n. 94 unità di personale come evidenziato nella tabella seguente.

Tabella Personale in servizio a tempo determinato al 31 dicembre 2010

<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>
Primo Ricercatore	1
Ricercatore	49
Dirigente Tecnologo	1
Tecnologo	29
Totale	80
<i>Qualifica</i>	<i>Unità in servizio</i>
CTER	8
Collaboratore di amministrazione	5
Operatore di amministrazione	1
Totale	14
Totale	94

7.2.3 Personale associato per la ricerca

Per il raggiungimento dei propri fini istituzionali, l'INAF si avvale anche di personale delle università o di altri enti pubblici e privati, nazionali ed internazionali, nonché proveniente dal mondo dell'impresa, associato alle proprie attività. L'associatura può essere attribuita anche a personale che abbia svolto, o svolga, attività di ricerca o tecnico-scientifica di rilevante interesse per i fini istituzionali dell'INAF, in particolare a personale docente e personale di ricerca in quiescenza, a laureandi, dottorandi, borsisti, contrattisti o assegnisti di ricerca delle

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Università o di altri Enti, nazionali o internazionali. L'associatura è gratuita, ha una durata minima di tre mesi e massima di due anni ed è rinnovabile.

Il personale associato contribuisce alle attività dell'INAF, conformandosi ai regolamenti ed ai disciplinari dell'Istituto ed è tenuto ad agire in conformità alle linee strategiche e al piano triennale di attività dell'INAF. Il Direttore Scientifico ed i Direttori delle Strutture di Ricerca possono conferire, su richiesta dell'interessato, "incarichi gratuiti di collaborazione" di ricerca o tecnico-scientifica agli associati che operano con continuità nell'ambito di programmi e/o presso le strutture dell'INAF.

Il 22 ottobre 2010 è stato approvato dal Consiglio di Amministrazione dell'INAF il nuovo disciplinare in materia di associatura e incarichi di collaborazione a seguito dell'approvazione della bozza del nuovo statuto dell'INAF. L'approvazione del nuovo disciplinare ha creato un periodo di transizione terminato solo nel mese di febbraio 2011 che ha determinato il nuovo elenco del personale associato all'INAF che risulta di 360 unità. Ricordiamo che, essendo tali associature incarichi gratuiti, non vi sono conseguenti costi di personale

7.3 Costo del personale

7.3.1 Costo del personale a tempo indeterminato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale a tempo indeterminato in servizio al 31/12/2010 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il criterio di cassa, i costi sostenuti dall'INAF nel corso del 2010 per stipendi ed altre indennità a carattere fisso e continuativo gravanti sul capitolo stipendi. I costi sostenuti, ammontano complessivamente ad **€ 55.353.061**.

Tabella costi del personale a Tempo Indeterminato anno 2010

<i>Personale T.I.</i>	<i>n. Unità</i>	<i>Costo Annuo lordo (€)</i>
Personale Astronomo	238	18.891.011
Personale Ricercatore	211	14.991.859
Personale Tecnologo*	124	5.525.325
Personale Tecnico-Amm.vo	434	15.944.866
Totale anno 2010	1.007	55.353.061

7.3.2 Costo del personale a tempo determinato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale dipendente a tempo determinato in servizio al 31/12/2010 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il criterio di cassa, la spesa relativa a tale categoria di personale compresi gli oneri riflessi escluse le voci a carico del fondo accessorio.

La spesa gravante sui fondi ordinari ammonta ad € 28.071 mentre quella gravante sui fondi attivi è pari ad € 4.559.330 per un totale di € 4.587.401.

Tabella Costi del personale a Tempo Determinato anno 2010

	<i>n. Unità</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale T.D. su Fondi Ordinari	1	28.071
Personale T.D. su Fondi Attivi	93	4.559.330
Totale anno 2010	94	4.587.401

7.3.3 Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato 2010

Nel corso del 2010, a seguito della certificazione del Fondo del Trattamento Accessorio INAF da parte degli Organi di controllo dell'Ente, è stata data attuazione agli Accordi Integrativi stipulati con le Organizzazioni Sindacali concernenti la distribuzione dei fondi relativi al salario accessorio accantonati e non distribuiti per gli anni 2006/2009.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Funzione Pubblica di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze si è pertanto proceduto all'erogazione di parte del salario accessorio accantonato e non distribuito al personale per i predetti anni.

L'importo complessivamente erogato nell'anno 2010 ammonta ad € 8.863.111.

Tale importo, determinato secondo il criterio di cassa, comprende le maggiori somme corrisposte, anche a titolo di arretrato, in riferimento alle voci retributive accessorie i cui importi sono stati rideterminati a seguito dell'applicazione dei citati CCNI (indennità di ente mensile e Indennità per oneri specifici).

L'avanzo residuo, da distribuire alla luce delle indicazioni fornite dai predetti Enti secondo criteri da improntarsi "alla premialità, al riconoscimento del merito e alla valorizzazione dell'impegno e della qualità della prestazione individuale", verrà erogato al personale a titolo di Indennità di responsabilità e di Indennità di produttività sulla base dell'accordo stipulato con le OOSS in data 30/12/2010.

La tabella che segue illustra la composizione del salario accessorio:

Tabella Costo del salario accessorio anno 2010

Salario accessorio	Costo annuo (€)
Accessorio competenza 2010 erogato	4.953.891
Arretrati Accessorio 2006/2009	3.909.220
Tot. Accessorio Pagato anno 2010	8.863.111

7.3.4 Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca 2010

Il personale con contratto di collaborazione coordinata e continuativa pagato al 31/12/2010 è pari a 53 unità. Il costo sostenuto nel corso del 2010 ammonta ad € 1.767.154 compresi gli oneri riflessi.

Al 31/12/2010 risultavano altresì pagati n. 180 assegni di ricerca e n. 91 borse di studio.

I costi complessivi relativi a tali tipologie di contratti sono evidenziati nella tabella seguente.

Tabella costi personale con contratti di lavoro parasubordinato

Personale Parasubordinato	n. Unità	Costo annuo lordo (€)
Personale Co Co Co	53	1.767.154
Personale titolare di Assegno di ricerca	180	4.087.625
Personale titolare di Borsa di studio	91	1.245.516
Totale parasubordinati anno 2010	324	7.100.295

Tabella Riassuntiva Costi Personale INAF su FFO Anno 2010

	Costo annuo (€)
Personale T.I.	55.353.061
Personale T.D. (solo FFO)	28.071
Personale Co Co Co. (solo FFO)	28.991
Salario accessorio	8.863.111
Tot. anno 2010	64.275.234

Il personale associato per la ricerca al 31/12/2010 ammonta a 360 unità; in relazione a tale tipologia di personale non vi sono costi associati in quanto, come evidenziato in precedenza, l'associatura è a titolo gratuito.

7.3.5 Previsione costi del personale 2011

Con il Decreto Legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito con modificazioni dalla Legge 30/07/2010, n. 122 sono state introdotte numerose norme di contenimento della spesa pubblica che producono, inevitabilmente, notevoli effetti sulla programmazione e sulla stima dei costi per il triennio 2011/2013.

Per quanto concerne la spesa per il personale viene in rilievo primariamente l'art. 9 del citato Decreto legge 78/2010 che al comma 1 stabilisce che "per gli anni 2011, 2012 e 2013 il trattamento economico complessivo dei singoli dipendenti, anche di qualifica dirigenziale, ivi compreso il trattamento accessorio non può superare, in ogni caso, il trattamento ordinariamente spettante per l'anno 2010". Al comma 2 bis il medesimo articolo dispone che "l'ammontare complessivo delle risorse destinate annualmente al trattamento accessorio del personale non può superare il corrispondente importo dell'anno 2010 ed è ridotto in misura proporzionale alla riduzione del personale in servizio".

Nella stessa ottica di contenimento della spesa pubblica viene sancito il blocco, per il triennio di riferimento, degli incrementi retributivi determinati dai CCNL. In particolare il comma 17 del citato decreto legge 78/2010 stabilisce che "non si darà luogo, senza possibilità di recupero, alle procedure contrattuali e negoziali relative al triennio 2010-2012".

La norma fa salva esclusivamente la corresponsione dell'indennità di vacanza contrattuale da attribuire nella misura prevista per l'anno 2010.

Alla luce di tale quadro normativo le variazioni dei costi relativi alle spese per il personale rispetto al 2010 sono notevolmente contenute.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

La proiezione dei costi previsti per il 2011 è stata pertanto elaborata tenuto conto dei costi sostenuti nel corso del 2010 a titolo di stipendi, indennità fisse e continuative e salario accessorio e considerando, quali unici fattori che andranno a modificare tali costi, le procedure di reclutamento già avviate, le cessazioni intervenute/previste per il 2011 e le progressioni di livello e progressioni economiche in itinere.

Tabella dei costi del Personale 2011

<i>Personale</i>	<i>Costo annuo (€)</i>
T.I.	56.916.025
Salario Accessorio	5.746.600
T.D. Fondi Ordinari	310.496
Co.Co.Co. Fondi Ordinari	284.062
Altre spese per il personale	2.721.240
Totale	65.978.423

Per quanto attiene il personale a tempo determinato, Co.Co.Co. e parasubordinato i cui emolumenti gravano sui Fondi attivi, il costo complessivo annuo lordo sostenuto nel 2010 viene essenzialmente riportato con i medesimi importi anche per l'anno 2011.

A tale riguardo va segnalato che, allo stato attuale, non è possibile fare una programmazione in merito a nuove acquisizioni di tali tipologie di personale essendo la stessa strettamente legata al finanziamento di specifici Progetti di Ricerca da parte di Enti o Istituzioni. È stato quindi assunto un profilo di spesa costante.

Tabella costi personale con contratti di lavoro flessibile

<i>Personale Parasubordinato</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale T.D. su Fondi Attivi	4.559.330
Personale Co Co Co su Fondi Attivi	1.738.163
Personale titolare di Assegno di ricerca	4.087.625
Personale titolare di Borsa di studio	1.245.516
Totale previsione 2011	11.630.634

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

7.4 Programmazione triennale del fabbisogno di personale

Il Decreto Legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito con modificazioni dalla Legge 30 luglio 2010, n. 122, ha introdotto misure urgenti in materia di stabilizzazione finanziaria e competitività economica alcune delle quali hanno prodotto effetti nella programmazione del fabbisogno per il triennio 2011-2013.

In particolare, per quanto concerne gli Enti di Ricerca, l'art. 66, comma 14, del Decreto Legge n. 112/2008, convertito con modificazioni, dalla Legge n. 133/2008, come modificato dal comma 9 dell'art. 9 del richiamato Decreto Legge 78/2010, prevede che si possa procedere per ciascun anno del triennio 2011-2013, previo effettivo svolgimento delle procedure di mobilità, ad assunzioni di personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato nel limite dell'80% delle proprie entrate correnti complessive, purché rientranti **entro il limite del 20% delle risorse relative alla cessazione** dei rapporti a tempo indeterminato intervenute nell'anno precedente. Tali assunzioni sono soggette ad autorizzazione, secondo la procedura di cui all'art. 35, comma 4, del DLgs n. 165/2001 (DPCM su proposta del Ministro per le riforme e le innovazioni nella P.A. di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze).

La modifica della percentuale di *turnover* utilizzabile da parte degli Enti di Ricerca passata, dal 100% delle economie di spesa derivanti dalle cessazioni intervenute nell'anno precedente prevista per il 2010, al 20% per quelle intervenute successivamente, ridurrà notevolmente il *budget* a disposizione dell'INAF per il reclutamento e l'assunzione di nuovo personale a tempo indeterminato. Il piano di fabbisogno programmato tiene conto del limite dell'80% delle proprie entrate correnti complessive e della capienza della dotazione organica dell'Ente.

7.4.1 Fabbisogno complessivo di personale per l'anno 2011

Con DPCM del 26 ottobre 2009, registrato dalla Corte dei Conti in data 14 dicembre 2009, l'INAF è stato autorizzato a bandire, nel triennio 2009-2011, concorsi pubblici per il reclutamento di complessive 69 unità di personale a tempo indeterminato come evidenziato nel seguente schema:

Profilo professionale	Livello/posizione econ	Posti autorizzati	Onere unitario	Onere complessivo
Dirigente amministrativo	II fascia	3	106.871	320.614
Primo ricercatore/tecnologo	II livello	1	58.415	58.415
Ricercatore/tecnologo	III livello	39	46.026	1.795.030
Funzionario Amm.vo	V livello	5	44.528	222.638
CTER	VI livello	17	40.202	683.436
Collaboratore Amm.vo	VII livello	4	36.204	144.817
		69		3.224.950

Alla luce dei citati interventi normativi e considerate le risorse utilizzabili per le relative assunzioni, n.41 posti sono stati banditi o sono in corso di pubblicazione a valere sui risparmi derivanti dal *turnover* 2009 mentre, le rimanenti posizioni, andranno a gravare sulle economie di spesa derivanti dalle cessazioni 2010 e 2011 nel limite del 20% del *turnover*.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Le procedure che si prevede possano essere portate a termine nel corso del 2011 sono evidenziate nel seguente schema:

Profilo professionale	Livello/posizione econ	Posti autorizzati	Onere unitario	Onere complessivo
Dirigente amministrativo	II fascia	3	106.871	320.614
Primo ricercatore/tecnologo	II livello	1	58.415	58.415
Ricercatore/tecnologo	III livello	18	46.026	828.475
Funzionario Amm.vo	V livello	4	44.528	178.111
CTER	VI livello	12	40.202	428.426
Collaboratore Amm.vo	VII livello	3	36.204	108.613
		41		1.976.653

Per l'anno 2011 è stata altresì previsto, sempre nell'ambito delle risorse del turnover 2009, lo scorrimento delle graduatorie INAF vigenti ai sensi del combinato disposto dell'art. 35, comma 5 *ter*, del D.lgs. n. 165/2001 e dell'art. 19 della Legge n. 102/2009, relative alle seguenti posizioni:

- *graduatoria di merito del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, a n. 2 posti di Funzionario di amministrazione V- Livello, con contratto di lavoro a tempo indeterminato, approvata con Determinazione Direttoriale n. 199/2007 del 15/10/2007:*
scorrimento di n. 2 posti di Funzionario di amministrazione
- *graduatoria di merito del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, a n. 3 posti di Collaboratore di amministrazione VII- Livello, con contratto di lavoro a tempo indeterminato, approvata con Determinazione Direttoriale n. 29 /2008 del 12/02/2008:*
scorrimento di n. 4 posti di Collaborazione di amministrazione

Il costo relativo a tali scorrimenti è evidenziato nel seguente schema:

profilo professionale	livello/posizione economica	scorrimenti	onere unitario	onere complessivo
Funzionario Amm.vo*	V livello	2	44.528	48.853
Collaboratore Amm.vo	VII livello	4	36.204	144.817
				193.670

* una unità di personale risulta già dipendente nel profilo di collaboratore di amministrazione VI liv. a tempo indeterminato; pertanto il costo relativo a tale unità è costituito dal differenziale di spesa.

Piano assunzioni straordinario di Ricercatori ex art. 1, commi 651 e 652, L. 296/2006

L'art.1 commi 651 e 652 della legge n.296/2006 ha previsto un piano straordinario di assunzioni di ricercatori negli enti di ricerca vigilati dal MIUR.

In attuazione di tale disposizione normativa, il MIUR, con nota prot. n.1114 del 23 dicembre 2008, ha assegnato all'INAF €1.708.519 per l'assunzione di n.27 unità di personale nel livello iniziale del profilo di Ricercatore.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Nel corso del 2010 si sono concluse le procedure concorsuali per il reclutamento delle citate unità di personale la cui assunzione potrà avvenire presumibilmente nel mese di aprile 2011.

Assunzioni obbligatorie personale disabile legge 68/1999

In ottemperanza alle disposizioni stabilite dalla legge 68/1999 si è provveduto ad effettuare la ricognizione annuale del personale disabile in servizio a tempo indeterminato presso l'Ente al fine di verificare il rispetto della percentuale di riserva previsto dalla succitata disposizione di legge.

Tale monitoraggio obbligatorio comporta che, laddove l'Ente risulti carente di tale tipologia di personale, dovrà avviare la prevista procedura di assunzione delle unità mancanti, anche in deroga all'ordinaria procedura assunzionale con autorizzazione da parte dei Ministeri Vigilanti.

All'esito degli accertamenti effettuati al 31/12/2010 è risultata, rispetto al contingente previsto *ex lege* 68/99, una carenza di n.7 unità di personale appartenente alle categorie protette.

Le procedure per il reclutamento di 3 unità di personale sono già state avviate nel corso del 2010; si prevede, pertanto, di poter procedere, entro il 2011, all'assunzione delle seguenti unità:

- n. 1 unità Operatore Tecnico VIII livello - presso l'OA Bologna
- n. 1 unità CTER VI livello - presso lo IASF di Palermo
- n. 1 unità Operatore di amministrazione VIII livello - presso l'OA di Teramo.

Assunzioni per mobilità: mobilità intercompartimentale ex art 30 Dgls n. 165/2001

In ossequio a quanto stabilito dall'art. 20 del CCNL del Comparto delle "Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione", sottoscritto in data 07/04/2006, l'INAF ha provveduto ad individuare il numero di posti disponibili per le procedure di mobilità, sia compartimentale che intercompartimentale, tenuto conto della disponibilità di posizioni in pianta organica, delle domande pervenute, nonché delle esigenze manifestate dalle strutture di ricerca locali dell'INAF.

Sulla base di tali presupposti si è sottoscritto in data 21/12/2009 apposito Accordo Integrativo sulla mobilità intercompartimentale, predisponendo altresì la necessaria tabella di equiparazione per consentire l'inquadramento del personale proveniente dai vari comparti.

In data 25/05/2010 il Consiglio di amministrazione dell'INAF con delibera n. 40/2010 ha espresso parere favorevole a dar corso alla procedura di mobilità per n. 9 unità di personale provenienti da vari comparti (Ministeri, Enti locali, Università).

Al fine di poter concludere l'iter procedurale e dar seguito alle richieste degli interessati si è trasmessa in data 09/09/2010 al Dipartimento della Funzione Pubblica e al Ministero dell'Economia e delle Finanze, con nota prot. 5613/2010, la tabella contenente le richieste di mobilità intercompartimentale in entrata al 01/10/2010, concernente le seguenti unità di personale:

- n. 1 unità Tecnologo III livello;
- n. 2 unità CTER IV livello;
- n. 2 unità Collaboratore di amministrazione VII livello;
- n. 1 unità Operatore di amministrazione VII livello;
- n. 1 unità Operatore tecnico VII livello.

Si è pertanto in attesa del necessario parere da parte citate Amministrazioni Vigilanti.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Applicazione Istituti contrattuali: artt. 15, 53 e 54 CCNL Comparto Ricerca

In applicazione delle disposizioni previste dai CCNL del Comparto delle "Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione" concernenti le procedure di progressione economica, di livello e di sviluppo professionale, l'INAF ha proceduto alla stipula con le OO.SS. di apposite ipotesi di accordo concernenti l'applicazione dell'art 15 CCNL del 07/04/2006 con decorrenza 01/01/2008 e degli artt. 53 e 54 del CCNL del 21/02/2002 con decorrenza 01/01/2010.

In ottemperanza di quanto previsto dal Titolo III del Dlgs n. 150 del 2009, in particolare dalla disposizione di cui all'art. 23, le ipotesi sottoscritte sono state predisposte nel rispetto del principio della selettività tenuto conto dello sviluppo professionale del personale avente titolo.

Si tratta nello specifico delle seguenti ipotesi di accordo:

- Accordo per l'applicazione dell'art 15 ex CCNL 07/04/2006 con decorrenza 01/01/2008 stipulato in data 05/10/2010 concernente n. 19 posizioni già bandite.
- Accordo per l'applicazione dell'art 54 ex CCNL 21/02/2002 con decorrenza 01/01/2010 stipulato in data 30/12/2010 per il quale sono stati destinati € 150.000 lordi la cui procedura autorizzativa è ancora in corso;
- Accordo per l'applicazione dell'art 53 ex CCNL 21/02/2002 con decorrenza 01/01/2010 stipulato in data 30/12/2010 per il quale sono stati destinati € 176.350 lordi la cui procedura autorizzativa è ancora in corso.

Si prevede che tutte le citate procedure possano essere concluse nel corso del 2011.

7.4.2 Fabbisogno complessivo di personale per il periodo 2011/2013

Il piano di fabbisogno 2011-2013 è stato elaborato alla luce della pianta organica rideterminata con Delibera del CDA del 24/03/2011 ed inviata per la prescritta approvazione ai Ministeri Vigilanti come previsto dall'art.5 del D.Lgs 213 del 2009.

Il fabbisogno complessivo di personale nel triennio 2011-2013 è determinato dalle necessità di nuovo personale per la realizzazione dei programmi di ricerca e delle infrastrutture dell'Ente e dalla necessità di assicurare la piena funzionalità dell'Amministrazione Centrale che, in base al riordino, diverrà una Direzione Generale.

La nuova configurazione amministrativa dell'Ente richiede altresì l'acquisizione di figure tecniche e amministrative con elevato grado di specializzazione professionale da realizzarsi con i previsti istituti contrattuali.

Le procedure di reclutamento prevedono anche bandi pubblici di I° e II° livello per avere personale di elevata qualificazione, necessità determinata dal pensionamento già avvenuto e previsto per i prossimi anni di numeroso personale di I° e II° livello.

La programmazione del fabbisogno del triennio, tenuto conto delle procedure in itinere e delle procedure esterne ed interne già previste (DPCM, 27Ric., Disabili, Mobilità, art. 52, art. 54, art. 15), rientra nella dotazione organica rideterminata come sopra indicato.

La vigente normativa pone dei limiti alle risorse da destinare al piano di fabbisogno di personale e pertanto, a meno di variazioni della normativa in materia, sarà necessario operare delle scelte in base alle priorità dell'Ente.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Fabbisogno complessivo di personale per l'anno 2011

Per quanto concerne il fabbisogno per l'anno 2011 residuano rispetto a quanto autorizzato dal DPCM del 26 ottobre 2009 relativo agli anni 2009, 2010 e 2011 le seguenti posizioni da bandire:

profilo professionale	livello/posizione econ	posti autorizzati	onere unitario	onere complessivo
Ricercatore/Tecnologo	III livello	21	46.026	966.554
Funzionario Amm.vo	V livello	1	44.528	44.528
CTER	VI livello	5	40.202	201.011
Collaboratore Amm.vo	VII livello	1	36.204	36.204
		28		1.248.297

Fabbisogno complessivo di personale per gli anni 2012 e 2013

Considerate le necessità di personale sopra evidenziate, tenuto conto delle vacanze di organico risultanti a compimento delle procedure in corso di attuazione e programmate, il piano di fabbisogno per gli anni 2012-2013 è il seguente:

Profilo e livello	2012	2013
Dir. Ric. I° liv.	8	7
I° Ric. II° liv.	16	15
Ric. III° liv.	16	15
Dir. Tecn. I° liv.	2	3
I° Tecn. II° liv.	3	3
Tecn. III° liv.	5	4
Funz. Amm. IV liv.	-	-
Funz. Amm. V liv.	2	2
CTER V liv.	1	2
CTER VI° liv.	7	6
Coll. Amm. V° liv.	0	1
Coll. Amm. VI° liv.	3	4
Coll. Amm. VII° liv.	4	3
Op. Tecn. VI° liv.	1	-
Op. Tecn. VII° liv.	2	2
Op. Tecn. VIII° liv.	1	2
Op. Amm. VII° liv.	-	1
Op. Amm. VIII° liv.	1	1
Totali	72	71

Fabbisogno complessivo di personale a tempo determinato e COCOCO per gli anni 2011- 2013

A seguito della conclusione del processo di stabilizzazione nessun contratto di lavoro a tempo determinato risultava gravare sui FFO. Con delibera del C.d.A. n. 25 del 29/04/2010 è stata pertanto autorizzata l'assunzione, a carico dei succitati fondi, di n. 5 unità di personale

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

con i seguenti profili/livelli: n. 1 Dirigente Tecnologo, n. 1 Tecnologo III livello, n. 1 Funzionario Amministrativo V livello e n. 2 Collaboratori Amministrativi VII livello.

A seguito della citata delibera, nel corso del 2010 è stata assunta a tempo determinato sui fondi ordinari una unità di personale con la qualifica di Collaboratore Amministrativo di VII livello.

Assumendo di poter dar corso a tutte le assunzioni di personale programmate nel corso del triennio 2011-2013 l'onere complessivo annuo relativo a tale personale, ammonterebbe ad € 202.570.

In riferimento a tale tipologia di personale, si sottolinea altresì la possibilità che l'INAF proceda all'assunzione di ulteriori unità fino alla concorrenza del limite di spesa indicato dall'art.1, comma 187, della legge 266/2005 pari ad € 310.496.

I contratti di Co.Co.Co., a carico dei fondi ordinari nel corso del 2010 sono risultati pari ad € 28.991. Anche per tale tipologia di personale è prevista l'acquisizione delle relative unità a carico dei predetti fondi, fino alla concorrenza del limite di spesa indicato dalla citata norma che, per i contratti di Co.Co.Co., ammonta ad € 284.062.

8. Le azioni connesse alla formazione

8.1 Alta formazione

L'alta formazione è realizzata sia in ambito universitario che presso le proprie strutture di ricerca. I rapporti con le Università sono regolati da un accordo quadro CRUI-INAF.

Accordi/Convenzioni specifici territoriali sono poi attivi tra le strutture di ricerca dislocate sul territorio nazionale e le singole Università. Tali accordi prevedono, di norma, la collaborazione tra INAF e Università nella didattica e nel finanziamento dei dottorati. INAF in modo autonomo bandisce numerose borse di studio post-doc, sia a livello centrale che a livello di singola struttura di ricerca, che permettono l'alta formazione di numerosi studiosi. I borsisti presenti presso le strutture INAF nel 2010 erano più di sessanta.

8.2 Scuole e congressi

L'INAF cofinanzia, nei limiti del proprio bilancio, l'organizzazione di Scuole e Congressi promossi da Strutture di ricerca dell'INAF e/o da Università ed altri Enti di ricerca su tematiche di interesse per l'INAF. Ogni anno vengono cofinanziate 5 o 6 scuole, con particolare riguardo per le due scuole di astrofisica rivolte agli studenti dottorato e cofinanziate una decina di workshop/congressi sempre attinenti l'astrofisica.

8.3 Didattica e divulgazione

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 (URPS)**, 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, sciame meteoritici,

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

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. Queste ultime iniziative sono responsabilità del **Servizio Didattica e Divulgazione del Dipartimento Strutture**, che 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 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, che si svolge in tutta Europa e che per la prima volta vede l'INAF partner ufficiale.

8.4 Musei

L'INAF nel 1999 è nata dall'accorpamento dei 12 Osservatori Astronomici italiani, la cui fondazione risale in diversi casi a ben oltre due secoli fa e la cui strumentazione è talora ancora più antica. L'INAF all'atto della sua costituzione ha acquisito 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 e 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 distribuite sul territorio nazionale presso le sedi dei vari Osservatori Astronomici/Astrofisici.

Oltre all'espletamento degli obiettivi primari sopra menzionati, il Servizio presta particolare attenzione ai due seguenti aspetti: da un lato far conoscere al più vasto pubblico possibile il pregiato patrimonio storico astronomico italiano, dall'altro condividere con la comunità internazionale degli studiosi di storia della scienza la conoscenza di questo ricco patrimonio, la sua storia e la sua valenza nello sviluppo dell'astronomia, i risultati raggiunti fino a questo momento per la sua tutela e il lavoro ancora da fare per attuarne un completo recupero.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

8.5 Formazione orientata all'innovazione e all'industria

La formazione rappresenta il principale strumento di innesco dell'innovazione tecnologica. Formare il personale per renderlo capace di acquisire e valorizzare nuove metodologie di lavoro diviene infatti necessario per consentire ai ricercatori e tecnologi di confrontarsi con altre realtà produttive che adottano diverse metodologie di lavoro, favorendo così innovazioni di processo e di prodotto.

In questa prospettiva sia nell'ambito delle attività pianificate dal Programma di Politiche Industriali, che attraverso l'attività posta in essere dal SIT, sono state svolte diverse azioni volte alla formazione del personale.

In particolare è da segnalare il corso "Fare sistema, innovare per crescere", svolto, nello scorso 2010, in collaborazione con la Business School della LUISS Guido Carli, finalizzato alla formazione del personale di ricerca dell'Istituto, selezionato attraverso un bando di selezione interna. Oggetto del corso sono state le tecniche di gestione di metodologie di coinvolgimento delle imprese nei processi di sviluppo tecnologico, ponendo particolare enfasi sulle problematiche dell'impatto dei processi di globalizzazione sulla ricerca.

Visto il successo riscontrato dall'iniziativa, il Programma di Politica Industriale dell'INAF ha pianificato di riproporre l'iniziativa nel prossimo triennio, coinvolgendo altri istituzioni di ricerca al fine di poter addivenire ad un sistema che consenta il costante aggiornamento del personale su queste tematiche.

8.6 Trasferimento tecnologico

L'astrofisica e la ricerca spaziale rivestono oggi, per l'Europa e per il mondo intero, un ruolo strategico di valore incommensurabile. Sono il comparto che funge da elemento di coesione, che ci consente di parlare insieme delle piattaforme per la sicurezza civile, dell'organizzazione dei sistemi per la difesa, delle tematiche sensibili dell'ambiente, dello sviluppo dei futuri sistemi di mobilità e delle nuove frontiere in campo energetico.

L'Istituto Nazionale di Astrofisica ne è consapevole. Progettando e utilizzando ogni giorno gli strumenti più all'avanguardia per l'osservazione dell'Universo, dalla Terra e dallo spazio, ha sempre considerato lo sviluppo di tecnologie innovative un tema di assoluta priorità.

Lo sviluppo e la realizzazione di progetti ed esperimenti per la ricerca astrofisica ha consentito alle strutture dell'Ente di acquisire livelli di eccellenza e un know-how di riferimento, nel panorama internazionale, in un numero considerevole di settori tecnologici: l'ottica di precisione, certo, ma anche l'elettronica, le telecomunicazioni, l'informatica, la meccanica, il controllo ambientale, la medicina, la sicurezza, l'energia e persino i beni culturali. Queste aree rappresentano per l'INAF la ragione del suo percorso nel panorama dell'innovazione e del trasferimento tecnologico.

Trasferire tecnologie ad aziende già esistenti sul mercato e far crescere nuove imprese in settori capaci di assorbire gli esiti della ricerca sono due direzioni che l'INAF ha fissato ed intrapreso nel proprio programma di Trasferimento Tecnologico. Per questo ha creato un servizio espressamente dedicato all'innovazione tecnologica: SIT. E non mancano esempi concreti di applicazioni, spin off e brevetti grazie alle ricerche dell'INAF (vedasi appendice 3).

In cinque anni di attività il SIT ha finanziato 55 progetti di trasferimento tecnologico in co-finanziamento con imprese (in massima parte PMI), supportato la creazione di quattro imprese di Spin-Off (una quinta è in fase di avvio) e depositato 17 brevetti.

I risultati ottenuti suggeriscono di supportare con continuità e maggiori finanziamenti il SIT, il cui scopo principale è il sostegno alla crescita nell'innovazione tecnologica delle imprese nazionali.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

8.7 Comunicazione e divulgazione

In riferimento alla legge 150/2000 e alla sua piena attuazione, l'INAF si è dotata di una struttura per le relazioni con il pubblico e la stampa (URPS) ed ha recentemente completato l'iter per la scelta del suo responsabile.

L'URPS si è mosso su tre settori: il rapporto con i media; il rapporto con il pubblico; il rapporto con la comunità scientifica. Ha realizzato un notiziario telematico, Media INAF, che è divenuto testata giornalistica, diventando un punto di riferimento per la stampa, nell'ambito, non specificatamente INAF, dell'astrofisica, dell'Astronomia e delle Attività spaziali. Tale attività verrà ampliata nel triennio 2011-2013 con la realizzazione di un video web magazine e di una web radio. L'Ufficio sta inoltre realizzando il nuovo sito INAF che meglio risponda alle esigenze di interagire direttamente con il pubblico. Tra le attività pubbliche l'INAF è stato presente sia al Festival della Scienza di Genova che al Festival delle Scienze di Roma. Per il 2011 è confermata la presenza, a cui si aggiungerà la presenza alla Fiera del Levante, e, in coordinamento con ASI, al Festival di Rovereto. È inoltre presente alla mostra Happy Tech di Milano ed ha partecipato alla manifestazione Scienza in Piazza a Bologna, dedicata principalmente alle scuole.

Tra le altre attività di divulgazione si segnalano la manifestazione internazionale "La notte della Luna" realizzata in collaborazione con la NASA nel 2011 e che sarà ripetuta nel triennio a venire. Nel 2012 poi a Firenze si terrà la dodicesima International Public Communication of Science and Technology Conference, di cui INAF è patrocinante e partner. Si segnalano poi le attività di osservatori e istituti che sono sostenuti e/o coordinati dall'URPS, oltre che promossi presso il pubblico, quali incontri pubblici, realizzazione di materiali didattici o divulgativi, competizioni e premi scientifici.

9. Quadro delle proposte concernenti i progetti premiali

Con il prelievo a monte del 13% dell'FFO INAF non sarebbe più in grado di espletare sul proprio bilancio alcuna ricerca scientifica e sarebbe costretto a ritirarsi dai progetti internazionali in cui è da anni impegnato.

I Progetti e Programmi che qui si propongono per la Premialità rappresentano quindi il "Core Business" di INAF, la sua *raison d'être*. Grazie a questi Progetti e Programmi l'Italia si situa al quinto posto nel mondo quanto a quantità e qualità della produzione scientifica nel campo dell'Astrofisica, Astronomia e Cosmologia e la seguente proposta di finanziamento premiale è volta a mantenere e consolidare questa posizione.

Il primo dei progetti qui elencati si riferisce pertanto al mantenimento di tutti e soli i progetti da terra dell'INAF di maggior impatto internazionale. I successivi tre si riferiscono a quanto indicato come la massima priorità della comunità astrofisica europea, sia dal punto di vista scientifico che infrastrutturale: il grande telescopio ottico/infrarosso dell'ESO E-ELT, il grande radiotelescopio SKA e il telescopio solare europeo EST. Il quarto chiede il finanziamento necessario al mantenimento dei principali progetti internazionali da terra di cui INAF fa parte e il quinto il finanziamento necessario al completamento ottimale di SRT. Gli altri progetti si riferiscono a programmi innovativi o dal punto di vista scientifico o da quello infrastrutturale.

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

9.1 Mantenimento dei grandi progetti da terra INAF

Le ricerche astrofisiche moderne coprono un arco di problematiche estremamente vasto, dall'esplorazione del Sistema Solare fino all'origine dell'Universo. Ciò richiede una estrema diversificazione di facilities osservative, con telescopi di varie dimensioni sia a terra che nello spazio, capaci di coprire tutto lo spettro elettromagnetico, dai Raggi X e Gamma fino alle onde radio, sia per la produzione di immagini che spettri delle sorgenti celesti, sia esplorando grandi aree di cielo catalogando milioni di sorgenti, che analizzando singoli oggetti con estremo dettaglio onde comprenderne la struttura interna e la sua evoluzione.

Ciò spiega la necessità di portare avanti contemporaneamente più strutture osservative, di varie dimensioni e dedicate a diverse frequenze, quali ad esempio i telescopi ottici e infrarossi e i radiotelescopi. L'astrofisica moderna ha ormai raggiunto uno stadio in cui la copertura multifrequenza è indispensabile ad affrontare la maggior parte dei problemi. Inoltre, ciascun telescopio serve a convogliare la luce raccolta verso più strumenti focali, ciascuno dei quali dedicato a funzioni particolari, ottimizzato per esse, e incorporante le più sofisticate tecnologie disponibili.

La proposta INAF per l'assegnazione della quota premiale dell'FFO si articola pertanto attorno alle principali facilities osservative utilizzate da INAF, con ciascuna che riassume in sé sia il PROGETTO di infrastruttura in quanto tale, sia l'insieme dei principali PROGRAMMI scientifici che si conducono con essa. Vengono quindi richieste le risorse necessarie al mantenimento in esercizio di tali infrastrutture (se a carico del bilancio INAF), allo sviluppo della relativa strumentazione scientifica, e allo sfruttamento scientifico delle infrastrutture stesse. INAF intende richiedere fondi per: 1) quota di partecipazione, supporto allo sviluppo e produzione di strumenti e supporto alle ricerche LBT, 2) supporto alle ricerche VST, 3) supporto allo sviluppo e produzione di strumenti VLT+ALMA+E-ELT e supporto alle ricerche ESO, 4) Operations, supporto allo sviluppo e produzione di strumenti e supporto alle ricerche TNG, 5) Operations, supporto allo sviluppo e produzione di strumenti e supporto alle ricerche SRT, 6) partecipazione alla gestione del progetto, supporto allo sviluppo tecnologico e supporto alle ricerche SKA.

9.2 Lobbying for the future

Interventi di indirizzo e di sostegno in vista del telescopio europeo di prossima generazione.

Motivazione - L'Unione Europea, attraverso i suoi organismi internazionali, ha assegnato all'E-ELT, telescopio di prossima generazione, la massima priorità per le infrastrutture del prossimo decennio. E-ELT compare, insieme a SKA, tra i progetti ad altissima priorità anche nella Roadmap italiana recentemente definita dal MIUR. La comunità astronomica europea con il coordinamento dell'ESO ha già avviato il progetto per E-ELT. Esso avrà uno specchio segmentato di circa 40 metri di diametro, il più grande mai concepito al mondo, e incorporerà le soluzioni più avanzate sia riguardo alla correzione adattiva delle immagini, sia riguardo alla strumentazione, per un bilancio totale dell'ordine del miliardo di Euro. Grazie alle sue caratteristiche tecniche, E-ELT potrà identificare pianeti extra-solari delle dimensioni della Terra, studiare le popolazioni stellari a distanze mai raggiunte finora neanche dallo spazio, rivelare galassie appena formatesi. In questo momento le comunità scientifiche nazionali e i grandi gruppi industriali si stanno posizionando per contribuire a determinare le priorità scientifiche (e quindi le scelte strumentali), e le scelte tecnologiche (e quindi la ripartizione delle commesse).

Ricadute - L'Italia ha concrete possibilità di contribuire a determinare queste scelte, e il presente progetto propone un'azione coordinata di Ricerca e Sviluppo per potenziare le

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

realità tecnologiche, scientifiche e industriali che sono già impegnate in questa competizione. Il punto di partenza sono le competenze di tutti e tre i tipi, acquisite grazie alla partecipazione italiana al Large Binocular Telescope, un telescopio altamente innovativo già funzionante, che è a tutti gli effetti l' "anello di congiunzione" tra i grandi telescopi attuali e l'E-ELT.

Le direttrici lungo le quali il progetto dovrebbe svilupparsi sono:

- a) il sostegno ai Gruppi e ai Consorzi già impegnati negli studi preliminari per E-ELT affidati da ESO;
- b) l'avvio unilaterale (anche prima di ulteriori bandi da parte ESO) di analoghi Gruppi dedicati allo sviluppo e alla validazione di tecnologie ancora non inserite da ESO nella baseline progettuale, come i laser a scattering Rayleigh;
- c) il sostegno delle attività di test e di ricerca a LBT, relative alle tecnologie e alle tematiche scientifiche di cui ai punti precedenti, come il sistema Argos a scattering Rayleigh - già menzionato - e gli upgrades degli strumenti Lucifer, Mods e Link-Nirvana: essi sono allo stesso tempo incubatori di tecnologie di interesse per E-ELT, e dimostratori delle potenzialità scientifiche delle ricerche italiane.

9.3 Pathway to SKA

Motivazione - SKA è stata indicata come una delle due infrastrutture di massima priorità per il prossimo decennio dall'ESFRI, l'organo consultivo dei Ministri della Ricerca dell'Unione Europea. SKA rappresenterà il più grande e potente radiotelescopio mai concepito, frutto di una collaborazione mondiale, per un investimento totale previsto di circa 2 Mld di €. Esso appare anche tra i progetti inseriti nella Roadmap Italiana, recentemente definita dal MIUR.

SKA ha potenzialità scientifiche enormi in tutti i campi della moderna astrofisica e cosmologia ma anche nell'ambito della fisica generale e della fisica delle astro-particelle. Esso sarà in grado di misurare l'evoluzione della materia nell'Universo primordiale; di derivare l'equazione di stato dell'energia oscura; di verificare le leggi della fisica in condizioni estreme; di studiare l'origine e l'evoluzione cosmologica dei campi magnetici nell'Universo; di ricercare pianeti extra-solari e forme di vita nell' Universo. Grazie alla strutturazione del progetto in fasi si prevede che SKA inizierà a produrre i primi risultati scientifici a partire dal 2014.

Ricadute - Alle diverse sfide tecnologiche proposte da SKA corrisponde un elevato interesse industriale nazionale. Infatti la configurazione del sistema ed il monitoraggio da remoto delle antenne richiama espressamente le tecnologie di controllo dette sistema dei sistemi. Su tali aspetti si basano molti servizi ad alta tecnologia offerti dall'industria italiana in mercati quali la sicurezza e la homeland security. In questo settore operano realtà significative come Finmeccanica. Le problematiche di gestione ed analisi dati richiedono invece lo sviluppo delle tecnologie GRID computing. A ciò va aggiunto l'insieme di by-product per il settore ICT (Information and Communication Technology) che andranno a determinarsi. Il ritorno atteso in termini di commesse industriali per le aziende nazionali, a fronte di un possibile contributo italiano in misura del 10% del costo totale di realizzazione dello SKA, è dell'ordine di 150÷170 milioni di €.

Stato del Progetto - SKA si sta sviluppando attraverso diversi studi di fattibilità, articolati sia su base internazionale che su scala nazionale. L'Italia è tra i principali protagonisti nei progetti europei in corso per lo sviluppo di SKA (progetti SKADS-FP6 e PrepSKA-FP7), nello sviluppo di design studies dei due telescopi precursori di SKA (ASKAP in Australia e MeerKAT in Sud Africa), ed ha una significativa rappresentanza nei principali comitati di gestione del progetto. Il MoU di collaborazione per lo SKA, sottoscritto nel 2009 tra il Governo Italiano ed il Governo Federale Australiano, ha avviato una proficua collaborazione politica, scientifico-tecnologica ed industriale tra le due comunità nazionali coinvolte nel progetto. Il progetto Development of Digital Backend Technology for next generation

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

radiotelescopio (SKA), presentato in collaborazione con MeerKAT, è stato selezionato fra i progetti di grande rilevanza previsti nei Programmi/Protocolli Esecutivi di collaborazione scientifica e tecnologica bilaterale del MAE vigenti nel 2011.

Affinché l'Italia mantenga un ruolo di primo piano nello sviluppo scientifico e tecnologico di SKA è necessario investire risorse nelle iniziative in corso ed in quelle future, finalizzate alla preparazione per SKA (progetti AAVP, BEST-3 e LOFAR; SKA Project Office; attività di supporto per lo sviluppo scientifico).

9.4 European Solar Telescope (EST)

Motivazione - I fisici solari europei sostengono la necessità di realizzare in Europa un telescopio solare di grande apertura (3-5 m) per dare risposta a domande fondamentali della fisica solare. Le conoscenze acquisite sul Sole sono indispensabili anche per progredire nelle conoscenze su problemi tipici di altri contesti astrofisici quali: i processi dinamici nei pianeti, nelle stelle, nelle galassie, i flare stellari, la teoria della convezione turbolenta, la variazione della velocità radiale per l'individuazione dei pianeti extrasolari, la fisica delle particelle nonché lo Space Weather che, come indicato dalle azioni Space Situational Awareness di ESA, può aiutare a prevedere fenomeni energetici solari che possono indurre effetti disastrosi sul funzionamento di dispositivi tecnologici quali: satelliti per telecomunicazioni e GPS, tra cui il sistema Galileo, reti di distribuzione elettrica ad alta tensione, ecc.

Ricadute - Sul fronte industriale l'Italia ha avuto una commessa importante corrispondente a circa il 30% del budget (circa 127 k€ su un totale di circa 400 k€) con cui la CE ha finanziato, nel quadro FP7, le 13 industrie europee partecipanti. In particolare, ha contribuito alla progettazione del reiettore di calore al fuoco primario, del supporto dello specchio primario e del relativo sistema di raffreddamento. Inoltre, ci sono diverse MPI italiane che hanno già espresso interesse alla partecipazione alla successiva fase di progettazione di EST. Il mantenimento di una percentuale di partecipazione alla successiva fase B, anche del solo 15%, consentirebbe all'industria nazionale coinvolta di accedere a finanziamenti per circa 22 M€.

Stato del Progetto - La realizzazione in Europa di EST è auspicata nel documento "A Science Vision for European Astronomy" e ribadita nella Roadmap di ASTRONET per i Ground-Based projects dove EST ha, dopo E-ELT e SKA, la massima priorità tra gli Outstanding Projects e massima priorità fra le medium-sized facilities. Nel 2008-2011 la CE ha finanziato con 3.2M€ un progetto dedicato al Conceptual Design Study di EST. Il progetto EST coinvolge attualmente 29 partners europei da 14 differenti paesi, i quali hanno costituito un consorzio dal nome EAST, allo scopo di sostenere lo sviluppo di EST per mantenere l'Europa ai livelli più alti nello studio della fisica solare nel mondo. Affinché il nostro Paese mantenga un ruolo di rilievo nella fisica solare Europa e sia pronto ad affrontare le possibili fasi successive del progetto EST, è necessario sostenere le attività di supporto scientifico e di sviluppo tecnologico nelle quali la comunità nazionale è coinvolta.

9.5 Sardinia Radio Telescope: la più grande facility astronomica e di scienze spaziali italiana

In Sardegna, a circa 35 km da Cagliari, nel comune di San Basilio, sta per sorgere un imponente impianto scientifico, chiamato SRT. Si tratta di un radiotelescopio con specchio primario del diametro di 64 m, di concezione moderna, versatile, con diverse posizioni focali, e con una copertura di frequenza da 0,3 a 100 GHz.

L'impianto, disegnato per applicazioni di Radioastronomia e Scienze Spaziali, è stato finanziato principalmente dal MIUR, dall'ASI e dalla Regione Autonoma della Sardegna. Il

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

progetto SRT si inquadra in un ampio programma di sviluppo scientifico, tecnologico e di alta formazione in Sardegna. SRT si avvia alla fase operativa nel 2011 (inaugurazione e prima luce prevista per Giugno) essendo quasi completati lo sviluppo meccanico e gli impianti necessari per una prima campagna di test e di calibrazione degli strumenti. Dettagli sul progetto, sulle tematiche scientifiche e sulla sua collocazione nelle reti VLBI, sono presentati sul sito internet dedicato ad SRT

(<http://www.srt.inaf.it>).

Il pieno sfruttamento delle potenzialità di SRT si basa sulla possibilità di installare in prospettiva ricevitori sull'intero intervallo in frequenza accessibile al telescopio (0.3-100 GHz), ed in particolare ad alta frequenza (20-100 GHz), così da valorizzare le prestazioni uniche del radio telescopio, offerte dalla superficie attiva che caratterizza la parabola di SRT.

La capitalizzazione del consistente investimento per la realizzazione dell'antenna risiederà quindi nella capacità di offrire continuità di risorse per il pieno funzionamento della struttura nelle sue potenzialità scientifiche, tecnologiche e didattico-divulgative. In particolare, l'affiancamento all'antenna di laboratori d'eccellenza per il mantenimento e lo sviluppo di nuovi ricevitori (o integrazione e upgrade di strumentazione già esistente di provenienza italiana o internazionale) rappresenterebbe un link fondamentale con la comunità scientifica, tecnologica ed industriale di riferimento atto a consolidare l'altissimo profilo della *facility* che permetterà all'Italia di rimanere ai primi posti al mondo in questo campo.

9.6 L'emergere della vita nell'Universo: alla ricerca di altre terre

Motivazione - La ricerca delle origini della vita e la possibilità che questa si sia sviluppata in altri pianeti attorno ad altre stelle è uno dei temi più affascinanti della moderna ricerca astrofisica. Questa è una tematica intrinsecamente interdisciplinare che richiede competenze scientifiche diverse, dall'astrofisica alla chimica e alla biologia, lo sviluppo di complessi modelli teorici e la realizzazione di sofisticati esperimenti di laboratorio, oltre a delicate osservazioni dell'universo e misure "in situ" nel nostro Sistema Solare. Quello che proponiamo è un progetto interdisciplinare che permetterà al sistema di ricerca Italiano di dotarsi della strumentazione e delle tecnologie necessarie a dare un contributo di notevole rilievo nel campo. Questo progetto si propone di coordinare le attività scientifico/strumentali dell'INAF per ottimizzare le collaborazioni e sinergie tra gli esperimenti di laboratorio, l'esplorazione del nostro Sistema Solare, le osservazioni astrofisiche e lo sviluppo di nuova strumentazione e metodi di analisi teorica.

Ricadute - Gli obiettivi principali del progetto sono la rivelazione e la caratterizzazione di pianeti extrasolari di tipo terrestre e la comprensione dell'evoluzione chimica del mezzo interstellare per la produzione di molecole pre-biotiche. Lo scopo finale è comprendere e caratterizzare le condizioni per l'emergere della vita in ambienti extrasolari. Il progetto ha quindi profondissime ricadute culturali.

Lo sviluppo dei progetti strumentali, in particolare per i telescopi/strumentazione ESO, ESA e per SKA ha importanti ricadute industriali in Italia, soprattutto per il coinvolgimento delle piccole e medie imprese che partecipano a vari aspetti dello sviluppo e realizzazione di sottosistemi.

Stato del progetto - I ricercatori INAF sono all'avanguardia internazionale in questi settori scientifici e un progetto coordinato permetterà di ottimizzare le risorse investite da INAF ed ottenere risultati di assoluto rilievo. In particolare è necessario il supporto ai progetti di analisi dati e di modellistica, nonché il supporto per garantire l'operatività di laboratori e osservatori.

I ricercatori INAF sono coinvolti nelle fasi di progettazione e realizzazione della strumentazione necessaria per il progetto. Gli strumenti per TNG Giano e HARPS-N sono in

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

avanzato stato di realizzazione e potranno essere presto installati al telescopio, i progetti Espresso, Codex e Simple sono a loro volta ben avviati anche se necessitano di un supporto diretto da INAF. È fondamentale avere il supporto per i progetti guidati in prima persona dai ricercatori INAF.

9.7 Rivelatori Innovativi per Astrofisica e Fisica delle Alte Energie dallo Spazio

Questo progetto si propone di rendere strutturale la collaborazione INAF-INFN nel campo dei rivelatori, già positivamente attuata in missioni come AGILE e Fermi, ed in progetti come NHXM e LOFT, attraverso investimenti mirati, rivolti a favorire, migliorare e in alcuni casi creare la specializzazione all'astrofisica spaziale delle tecnologie realizzate in Fisica delle alte energie, nonché la sinergia con le componenti industriali.

Gli investimenti sono rivolti al potenziamento dei laboratori degli istituti di ricerca, INFN ed INAF, alle industrie nazionali, attraverso le quali è possibile l'ingegnerizzazione di tecniche sperimentali inventate e studiate negli istituti. Proponiamo di avviare questo progetto intorno a nuclei di collaborazione già esistenti tra INAF (BO, RM), INFN (BO, PD, PI, RM, TS), Università (Poli-MI, PV) e industrie nazionali (FBK, G&A, TAS-I), sulle seguenti linee:

1. Sviluppo di rivelatori al Silicio di grande area ed elevate prestazioni spettroscopiche e temporali e relativa elettronica di lettura (ASIC): trasferire le tecnologie sviluppate per gli esperimenti di Fisica delle Alte Energie agli esperimenti spaziali, creando una filiera italiana che vada dalla progettazione di esperimenti di interesse scientifico comune a INAF ed INFN, già presente nei gruppi, alla realizzazione degli stessi;
2. Sviluppo di sistemi di lettura di rivelatori scintillatori (e.g., LaBr₃) ad alta efficienza quantica e bassissimo rumore di lettura per imaging di media-alta energia basati su camere a deriva di Silicio (applicabili dalla astrofisica alla diagnostica nucleare in medicina, alla homeland security nello scanning veloce e non invasivo di contenitori);
3. Sviluppo di un sistema di imaging spettrale e polarimetrico nella banda X per applicazioni spaziali, medicali, industriali e di sicurezza, basato sulla realizzazione di ASIC CMOS, le cruciali tecnologie di interconnessione tridimensionali a zero spazio morto, lo sviluppo di sensori a pixel al CdTe di grande area, e polarimetri X di alta e bassa energia.

9.8 Studio di Accelerazione Estrema in Flash Gamma Terrestri e Cosmici

Rivelatori e strumentazione spaziale di astrofisica per la rivelazione di eventi impulsivi quali i GRB sono estremamente utili anche per rivelare fenomeni naturali terrestri di alta energia.

L'atmosfera terrestre è infatti in grado di produrre sorprendenti eventi dovuti a temporali e scariche elettriche (noti in letteratura come Terrestrial Gamma-ray Flashes, TGF). I TGF sono in grado di produrre raggi X e gamma in misura tale da condizionare significativamente l'ambiente terrestre.

I nuovi dati registrati dal satellite italiano di astrofisica gamma AGILE hanno dimostrato che lo spettro della radiazione prodotta dai TGF arriva fino a 100 MeV mettendo in crisi tutti i modelli tradizionali elaborati finora per studiare il fenomeno.

Si propone, quindi, una innovativa e multidisciplinare attività di studio con strumenti di nuova generazione e ottimizzati in grado di studiare sia i GRB molto rapidi e poco studiati (sotto le decine di millisecondi) che i TGF. Il nostro studio è basato sui seguenti punti: (1) sviluppo di nuovi rivelatori spaziali e studio focalizzato per i GRB e altri transienti cosmici al millisecondo; (2) analisi teorica dei meccanismi di accelerazione delle particelle dei TGF; (3)

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

analisi dei dati raccolti per i TGF da rivelatori terrestri e da satellite in relazione a dati meteorologici e a cambiamenti climatici; (4) studio dei possibili impatti dei TGF su aeroplani e altri ambienti antropici; (5) sviluppo di nuovi strumenti per i TGF e metodologie di analisi atte a migliorare la qualità delle misure da terra, aereo e satellite.

Il nostro gruppo INAF è leader mondiale nella rivelazione di fenomeni impulsivi al millisecondo, sia cosmici che terrestri, e si avvarrà della collaborazione e partecipazione al progetto di altri Enti quali INFN, ASI, CNR, Università italiane e straniere (Univ. Bath UK, Univ. Bergen Norvegia, Danish Space Center) oltre che della collaborazione con ENAC e NASA.

9.9 Centro di eccellenza per tecnologie ottiche innovative

Si propone la creazione di un Centro di Eccellenza per le lavorazioni ottiche e relativa metrologia, sfruttando ca. 1500 mq in locali che si stanno rendendo disponibili presso la sede di Merate (LC) dell'Osservatorio Astronomico di Brera. Partendo dall'eredità di 25 attività di nel settore delle ottiche per astronomia, in particolare per raggi X e IR-V, che hanno portato alla realizzazione di numerosi progetti di respiro internazionale, si propone di utilizzare il centro per sviluppare ottiche per astronomia da terra e dallo spazio e dei relativi spin-off in altri settori quali la nanolitografia, le ottiche biomedicali dell'ottica per applicazioni militari, di sorveglianza e per nuove strumentazioni per osservazioni dallo spazio e dalla terra.

La creazione del "Centro di Eccellenza" rafforzerà la collaborazione già esistente di lunga data e sperimentata con esiti positivi tra l'Osservatorio di Brera e ditte come Media-Lario, Selex Galileo, ADS e Tomelleri, creando una fattiva simbiosi fra Istituzione di ricerca e sviluppo e Istituzione di ingegnerizzazione, produzione e commercializzazione del prodotto. Inserire il Centro in un'area di ricerca polifunzionale, oltre ad accrescere l'efficienza per una logistica più appropriata, permetterebbe un incremento ed una fertilizzazione culturale significativa.

9.10 AstroFit

Rendere maggiormente sistematica la possibilità di ospitare ricercatori stranieri o italiani che lavorano all'estero per avviare nuove linee di ricerca o potenziare i filoni più promettenti, contribuendo a invertire, almeno in parte, la tendenza alla "fuga dei cervelli", ampliare e consolidare l'internazionalizzazione del sistema, componente sempre più necessaria nella ricerca astrofisica, nonché dotarsi di un ulteriore strumento per la formazione alla ricerca, sono state le principali motivazioni che hanno indotto l'INAF a progettare un programma di fellowships per ricercatori post-doc in grado di presentare una proposta di progetto di ricerca da realizzare presso le proprie strutture di ricerca sotto la supervisione di un senior .

A tal fine, INAF ha presentato una proposta per il cofinanziamento di un programma di fellowships per giovani ricercatori in possesso di un dottorato o con almeno 4 anni di esperienza post-laurea, all'ultimo bando di COFUND del Programma PEOPLE- FP7, azione finalizzata a sostenere programmi di mobilità internazionale condotti da singole organizzazioni (Ministeri, enti di ricerca, ecc). I programmi devono essere aperti, senza limitazione riguardo al paese di origine e di destinazione dei ricercatori e devono garantire delle condizioni di lavoro adeguate nel rispetto della Carta dei Ricercatori e del Codice di condotta per la loro assunzione.

Attualmente la proposta INAF è in corso di negoziazione. Il programma, denominato *AstroFit*, della durata di 4 anni, prevede due bandi per un numero complessivo di 6 ricercatori stranieri (incoming) e di 7 italiani che abbiano svolto un periodo di almeno 3 anni

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

in un paese terzo (re-integration). Le posizioni offerte saranno di durata biennale finalizzate a svolgere progetti di ricerca presso le strutture dell'INAF.

Per le motivazioni citate sopra e per far sì che AstroFit contribuisca, almeno in parte, ad attrarre ricercatori stranieri e a favorire il cosiddetto "rientro di cervelli", si è deciso di non prevedere anche il finanziamento di mobilità in uscita.

Per l'azione COFUND- PEOPLE, la Commissione Europea fornisce un contributo pari al 40%, a fronte di un finanziamento da parte dell'ente del 60%. Questo costituisce un fattore di grande limite nella partecipazione italiana ma l'INAF, nonostante le risorse limitate, ha ritenuto che l'attivazione di programmi di questo tipo, finalizzati a ospitare ricercatori provenienti dall'estero o italiani che vogliono rientrare, sia da ritenersi tra le priorità di un ente pubblico di ricerca, in quanto può contribuire all'internazionalizzazione del sistema e alla costruzione dello spazio europeo della ricerca

Il Programma AstroFit prevede un contributo comunitario di circa 615 K€, a fronte di un finanziamento nazionale di poco più di 920 K€ per un costo complessivo di circa 1540 K€ da spendere nei 4 anni di vita del programma.

Per questo progetto, il finanziamento MIUR dovrebbe essere pari almeno all'importo della quota nazionale prevista dal programma.

10. Quadro dei progetti bandiera

10.1 ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana

ASTRI, progetto bandiera del MIUR, nasce dall'esigenza di supportare le attività di sviluppo tecnologico necessarie alla realizzazione del CTA, infrastruttura internazionale prevista nella roadmap di ESFRI per l'Astrofisica al TeV basata sull'osservazione da terra di sciame atmosferici indotti da fotoni gamma di altissima energia (10 GeV-100 TeV).

Il CTA consisterà in oltre cento telescopi Cherenkov installati in 2 siti negli emisferi sud e nord e sarà realizzato da un consorzio di Istituzioni scientifiche appartenenti a più di 20 nazioni europee ed extra-europee.

L'infrastruttura necessita di un numero molto elevato di componenti, che rispondano ai requisiti scientifici richiesti e che abbiano la caratteristica di essere in gran parte ripetibili su scala delle migliaia o decine di migliaia di singole unità. In particolare saranno costruiti circa 10.000 mq di specchi di moderata risoluzione ottica, più di 100.000 sensori ultraveloci (nano-secondo) completi di elettronica, circa 100 strutture telescopiche di puntamento ed inseguimento. La realizzazione di tutta l'infrastruttura CTA implica una tecnologia di produzione caratterizzata da costi moderati.

Le competenze di INAF e dell'industria nazionale nella componentistica necessaria al CTA sono di prim'ordine e riconosciute a livello internazionale: l'industria Italiana, grazie ad INAF, è oggi leader mondiale nella produzione di specchi realizzati con tecniche di replica sia per missioni spaziali di X-Astronomia sia per telescopi da terra in banda del visibile e dell'UV.

Il finanziamento di ASTRI permetterà di mettere a punto le tecnologie utili a una produzione di massa di specchi ottici a costo moderato. Questa tecnologia sarà sviluppata presso l'INAF (OA-Brera) con il coinvolgimento dell'industria e sarà basata sulle tecniche di "slumping" a freddo per gli specchi a moderata curvatura e di "slumping" a caldo per quelli a grande curvatura, la tecnologia di replica per elettro-formatura su mandrino pre-lavorato sarà presa in considerazione in casi particolari.

ASTRI permetterà di conseguire un secondo importante obiettivo: l'avanzamento della tecnologia (basata sul Silicio) dei sensori segmentati veloci, che potranno sostituire i tubi fotomoltiplicatori. Questi ultimi, pur rispondendo abbastanza bene alle richieste scientifiche e

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

tecniche dei telescopi Cherenkov, sono prodotti in regime di quasi-monopolio (quelli multi-anodo in particolare sono di esclusiva produzione di Hamamatsu) e presentano un costo molto elevato. Lo sviluppo di sensori ultra-veloci e segmentati al silicio potrebbe risultare trascinante anche per il settore medicale.

La performance, l'affidabilità e la rispondenza della tecnologia prodotta ai requisiti scientifici e tecnici del CTA sarà provata attraverso la realizzazione di un prototipo end-to-end dello "Small Size Telescope" nella versione a 2 specchi, cioè di uno dei modelli di telescopio previsti per l'array del CTA. La scelta di questo tipo di telescopio deriva dal carattere particolarmente "challenging" dell'impresa, sia per le problematiche relative alle diverse curvature degli specchi (secondario molto curvo) sia per l'alta segmentazione e le dimensioni della camera focale che permette un uso razionale dei sensori al silicio. La scelta di costruire un modello end-to-end valorizzerà, infine, anche le competenze di INAF e dell'industria nazionale nel campo della meccanica dei telescopi e della loro motorizzazione, attraverso la realizzazione di un telescopio con un disegno ottico (Schwarzschild - Couder) mai realizzato su questa scala di dimensione (specchio da 4 m).

Il progetto ASTRI avrà una durata triennale (2011-2013); esso ha ricevuto dal MIUR una prima tranche di 3 M€, sul finanziamento globale richiesto per l'intero triennio di 8 M€.

11. Spesa amministrativa per la gestione dell'ente

La spesa amministrativa sostenuta per la gestione generale dell'Ente si riferisce alle retribuzioni fisse ed accessorie erogate a tutto il personale amministrativo dell'INAF, ai costi sostenuti a livello di Sede Centrale dell'Ente e alle spese per la gestione amministrativa di tutte le attività aventi rilievo nazionale.

Sono state considerate al tal fine le seguenti voci di spesa:

1) Spese per le retribuzioni del personale amministrativo

Retribuzione fissa e retribuzione accessoria del Direttore Amministrativo Retribuzioni fisse e continuative e retribuzioni accessorie del personale inquadrato nei profili amministrativi dell'Ente;

2) Spese di funzionamento degli Organi dell'Ente

Indennità e rimborsi per il Presidente, per il Consiglio di Amministrazione, per il Collegio dei Revisori e per il Consiglio Scientifico;

3) Spese per commissioni ed altri Organismi dell'Ente

Indennità di carica e rimborsi dei Direttori dei Dipartimenti scientifici; Indennità di carica e rimborsi dei Direttori delle Strutture e dei Centri di ricerca; Compensi e rimborsi dell'Organismo Indipendente di Valutazione (OIV); Compensi e rimborsi per Commissioni di Concorso.

I costi relativi alla tali voci di "spesa amministrativa" sono evidenziati nel seguente schema:

spesa amministrativa	
tipologia spesa	Costo annuo lordo (€)
Retribuzione Direttore Amm.vo (fisse + accessorie)	130.000
Retribuzioni Personale Amm.vo (fisse + accessorie)	5.039.086
Spese per gli Organi dell'Ente	310.000
Spese per le Commissioni e altri Organismi dell'Ente	752.950
Totale anno 2010	6.232.036

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Lista degli acronimi

AAVP: Aperture Array Verification Programme
 AGN: Active Galactic Nuclei
 ALMA: Atacama Large Millimeter Array
 AO: Announcement of Opportunity
 ARC: Alma Regional Center
 ASDC: ASI Science Data center
 ASI: Agenzia Spaziale Italiana
 ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana
 CIFS: Consorzio Interuniversitario Fisica Spaziale
 CISAS: Centro Interdipartimentale di Studi e Attività Spaziali
 CIVR: Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca
 CNR: Consiglio Nazionale della Ricerca
 COFUND: Co-funding of Regional, National and International Programmes
 COSPAR: Committee on Space Research
 CRAF: Committee on Radio Astronomy Frequencies
 CRUI: Conferenza dei Rettori delle Università Italiane
 CTA: Cherenkov Telescope Array
 DM: Decreto Ministeriale
 DPAC: Data Processing Analysis Consortium
 EAST: European Association for Solar telescopes
 E-ELT: European Extremely large Telescope
 ERC: European Research Council
 ESA: European Space Agency
 ESF: European Science Foundation
 ESFRI: European Strategy Forum on research Infrastructures
 ESO: European Southern Observatory
 EST: European Solar Telescope
 EVN: European VLBI Network
 FFO: Fondo di Funzionamento Ordinario
 GAIA: Global Astrometric Interferometer for Astrophysics
 GO: Guest Observer
 GRB: Gamma-Ray Burst
 HARPS: High Accuracy Radial velocity Planetary Search project
 HST: Hubble Space Telescope
 JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency
 JIVE: Joint Institute for VLBI in Europe
 JWST: James Web Space Telescope
 IASF: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica cosmica
 IAU: International Astronomical Union
 ICT: Information and Communication Technology
 IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
 IFSI: Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario
 INFN: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
 INGV: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 IR: Infrarossi
 IRA: Istituto di Radioastronomia
 IRAIT: International Robotic Antarctic Infrared Telescope
 ISSNAF: Italian Scientists and Scholar in North America Foundation
 ITN: Initial Training Network

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

IXO: International X-Ray Observatory
LBT: Large Binocular Telescope
LOFAR: LOW Frequency Array for Radio Astronomy
MAE: Ministero degli Affari Esteri
MAGIC: Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope
MoU: Memorandum of Understanding
MIUR: Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
NASA: National Aeronautics and Space Administration
NHXM: New Hard X-ray Mission
NIR: Near Infrared
OA: Osservatorio Astronomico
OOSS: Organizzazioni Sindacali
PI: Principal Investigator
PMI: Piccole e Medie Imprese
PON: Programma Operativo Nazionale
PRIN: Progetti di rilevante Interesse Nazionale
SKA: Square Kilometer Array
SIF: Società Italiana di Fisica
SIT: Servizio di Innovazione Tecnologica
SNS: Scuola Normale Superiore di Pisa
SPC: Science Program Committee
SRT: Sardinia Radio Telescope
TGF: Terrestrial Gamma-ray Flashes
TNG: Telescopio Nazionale Galileo
UE: Unione Europea
UV: Ultraviolet radiation
VHE: Very High Energy
VLBI: Very Long Baseline Interferometry
VLT: Very Large Telescope
VST: VLT Survey Telescope
XUV: Extreme Ultraviolet radiation
WP: Work Package

1. Rete delle Strutture di ricerca

La **rete delle Strutture di ricerca dell'INAF** comprende attualmente 19 Strutture: 12 Osservatori Astronomici ed Astrofisici e 7 Istituti distribuiti sul territorio nazionale. 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)

Il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) a La Palma, Isole Canarie, è una facility gestita da una fondazione privata di diritto spagnolo, la Fundación Galileo Galilei (FGG), esso è dal 2008 sotto la responsabilità del Dipartimento Strutture.

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 nella sottostante 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. 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 31.12.2010 **risultano associati all'INAF quasi 400 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**. Il riordino dell'Ente prevede la riduzione a 11 del numero delle strutture scientifiche, una per ogni comprensorio geografico. In una prima fase vedranno la luce le fusioni di IASF Roma con IFSI Roma, dell'Osservatorio Astronomico di Roma con l'Osservatorio Astronomico di Teramo, dell'Osservatorio Astronomico di Torino con l'IFSI di Torino. Gli accorpamenti, da tempo auspicati per ovvie ragioni di sinergia gestionale e scientifica, comporteranno comunque problemi d'ordine logistico, in particolare se all'Ente non saranno assicurate le risorse finanziarie per la realizzazione/adequamento delle sedi opportune.

Al termine del primo processo di razionalizzazione, la rete scientifica dell'INAF risulterà composta da 16 Strutture di ricerca.

2. Aggiornamenti 2011 ai piani di attività delle Strutture di Ricerca

Su richiesta del Dipartimento Strutture, i Direttori delle Strutture di ricerca dell'INAF hanno prodotto ad inizio 2011 i dati aggiornati sulle attività delle singole Strutture utilizzando un apposito data-base (CRIS-INAF), tuttora in fase di 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 nazionali ed internazionali in corso, partecipazioni a società, consorzi e fondazioni;

2. Progetti di Ricerca in corso con descrizione dei progressi compiuti nell'anno;

3. Incarichi e formazione: attività editoriale: collaborazione a riviste e all'organizzazione di congressi (CdR, Referee, Com.Scient., Com.Org., ecc.), incarichi: partecipazione del personale a Commissioni, consulenze, 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,

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;

6. Executive summary del Direttore della Struttura comprendente informazioni su outreach: manifestazioni divulgative, mostre, ecc. organizzate dalla Struttura e trasferimento tecnologico.

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 31.12.2010;
- Per i Ricercatori, per i Tecnologi e per il personale di ricerca parasubordinato, l'afferenza rispettivamente alle **macroaree tematiche INAF e ai settori tecnologici**; per il personale tecnico e amministrativo la ripartizione per **settori di attività**.

3. Personale di servizio

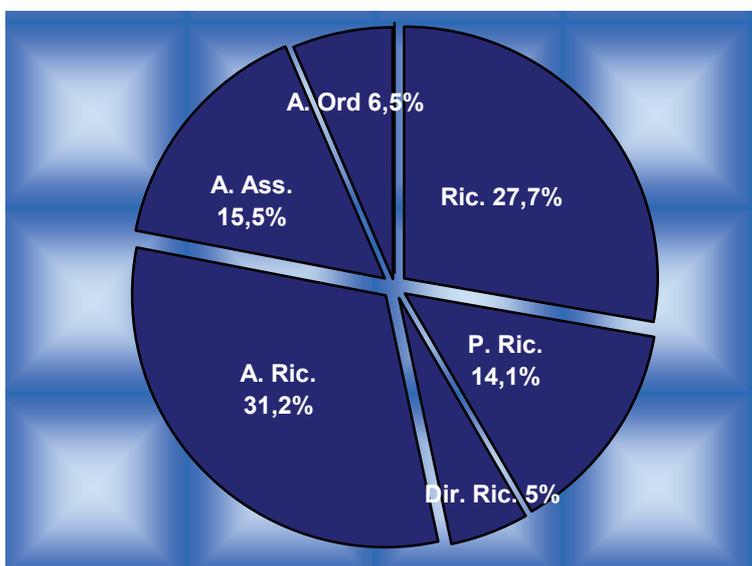
Il quadro complessivo del personale delle Strutture di Ricerca INAF al 31 dicembre 2010, sia dipendente a tempo indeterminato che determinato, (ricercatore, tecnologo, tecnico e amministrativo) sia non dipendente è frutto dell'elaborazione delle tabelle presenti nell'Anagrafica INAF e nel sito CRIS, aggiornato 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).

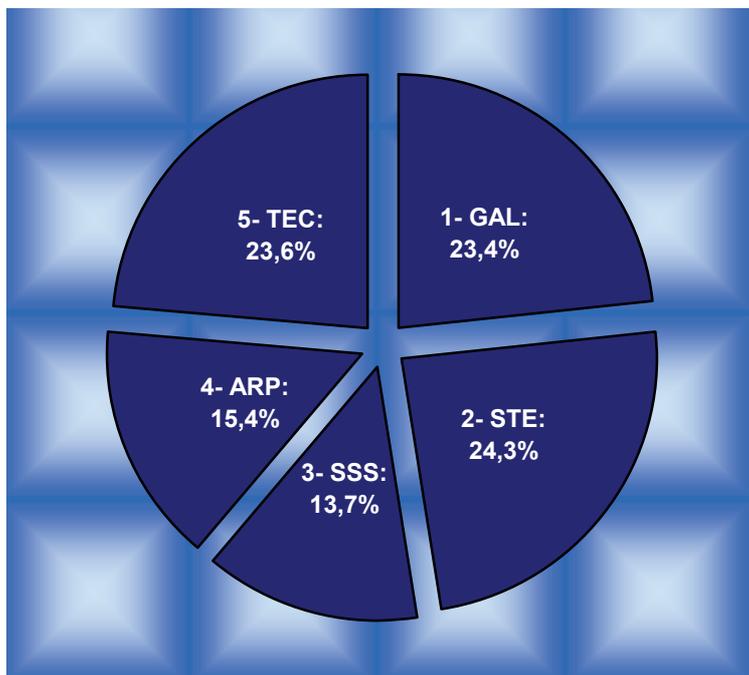
Personale ricercatore

In sintesi, al 31.12.2010, i Ricercatori nelle Strutture nazionali INAF ammontano a **499** unità, di cui **449** (circa il 90%) a tempo indeterminato e **50** (il 10%) con contratto di tipo subordinato a tempo determinato. A questi si aggiungono la quasi totalità delle **284 unità** di personale non strutturato (assegnisti, borsisti, contrattisti), i **circa 400** 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 1200 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:

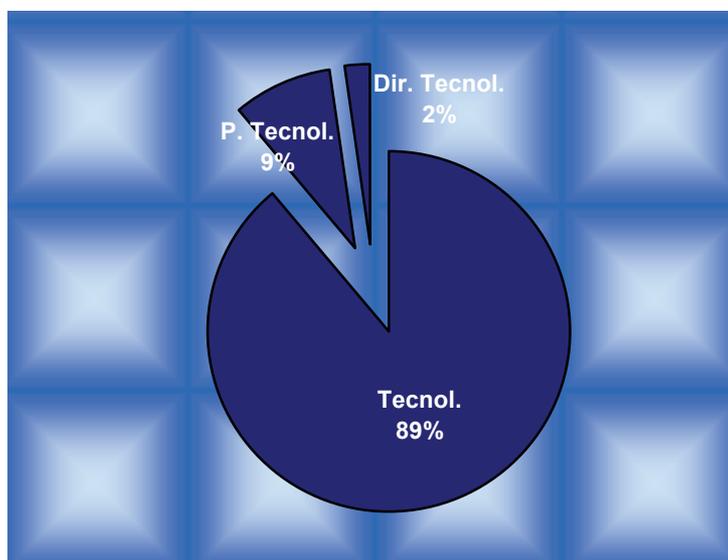


La distribuzione dei Ricercatori INAF tra le varie macroaree è indicata nel grafico sottostante: macroarea 1 - **Galassie e Cosmologia** 23,4%, macroarea 2 - **Stelle e Mezzo Interstellare** 24,3%, macroarea 3 - **Sole e Sistema Solare** 13,7%, macroarea 4 - **Astrofisica relativistica e particellare** 15%, macroarea 5 - **Sviluppo di nuove Tecnologie e Strumentazione** 23,6%



Personale tecnologo

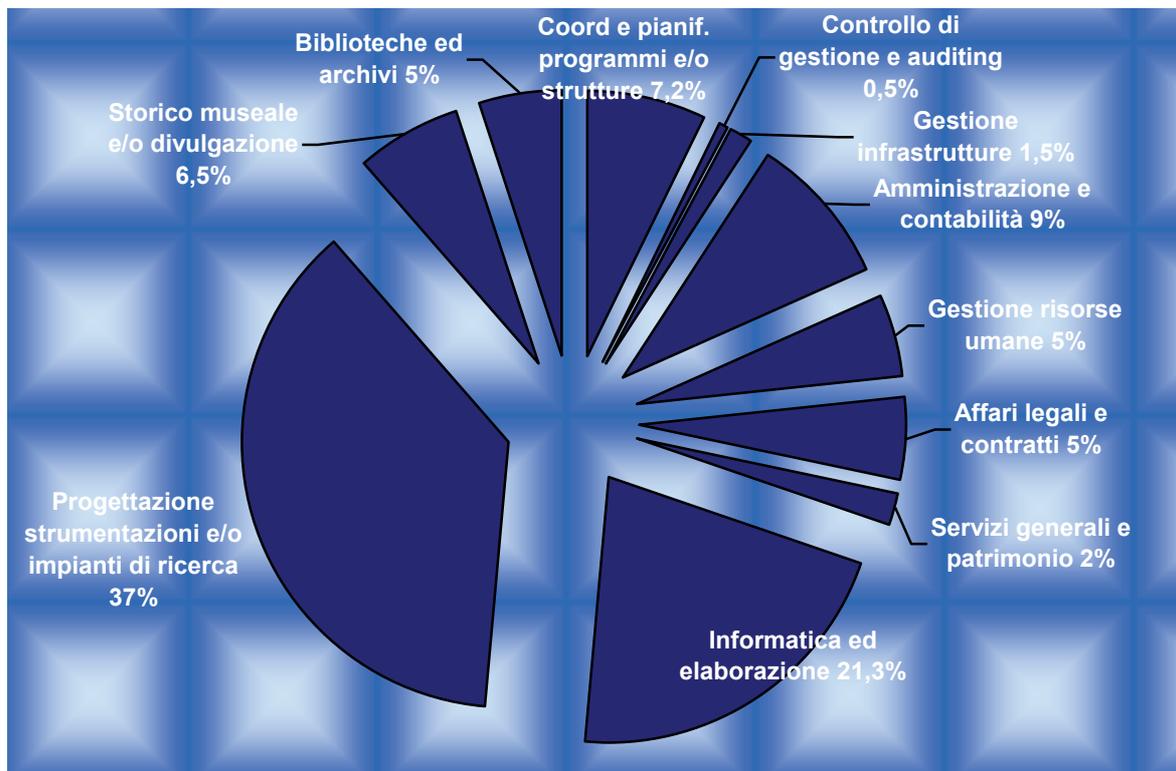
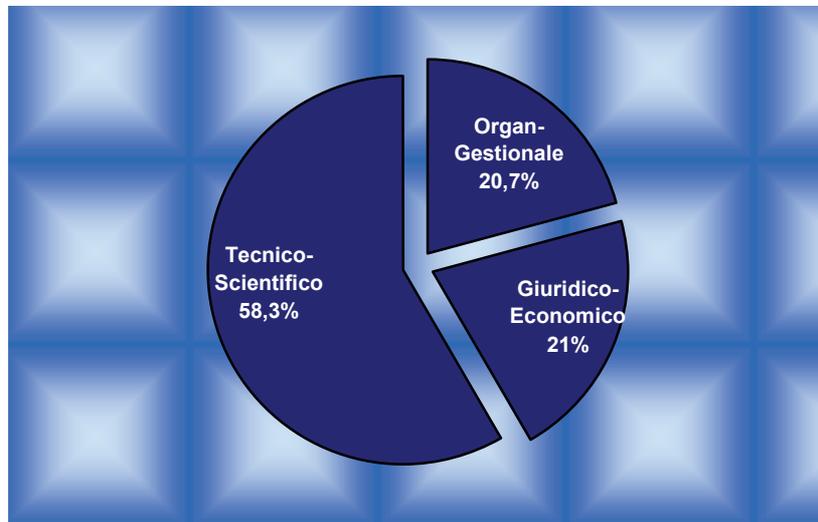
Il personale tecnologo raggiunge le **148** unità di cui **117** (il 79%) a tempo indeterminato e **31** (il 21%) a tempo determinato, così distribuito per livelli:



e per settori tecnologici:

Organizzativo - Gestionale (coordinamento e pianificazione programmi e/o strutture, controllo di gestione e auditing, gestione infrastrutture ed edilizia, socio-sanitaria e sicurezza, storico museale e/o divulgazione e comunicazione, biblioteche ed archivi) 20,7%, **Giuridico - Economico**

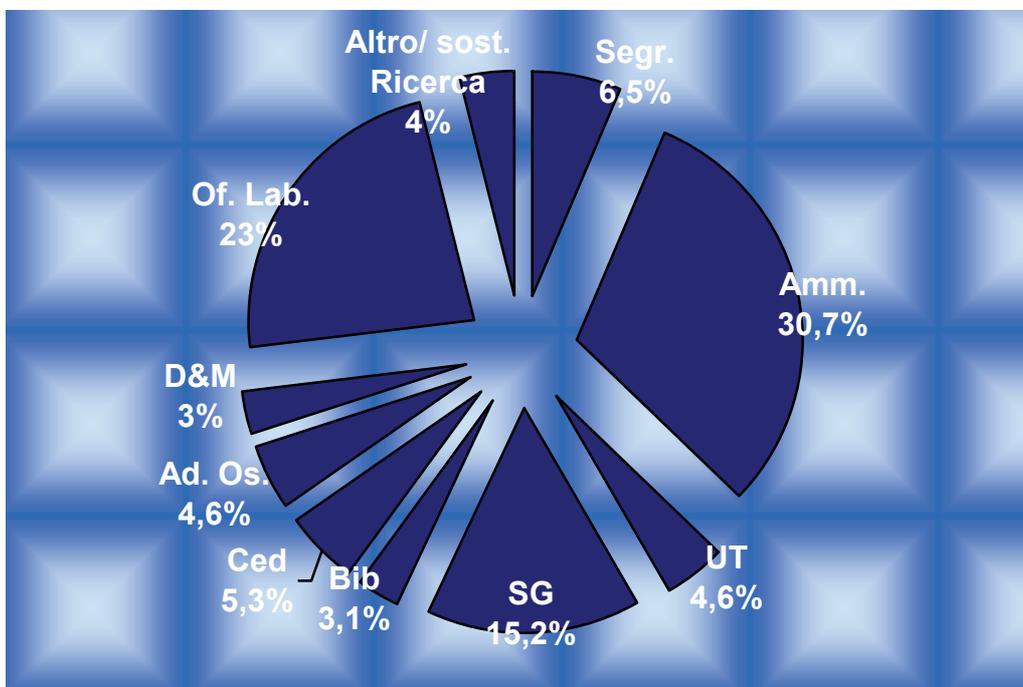
(amministrazione e contabilità, gestione risorse umane, affari legali e contratti, servizi generali e patrimonio) 21%, **Tecnico- Scientifico** (informatica ed elaborazione, progettazione strumentazioni e/o impianti di ricerca) 58,3%.



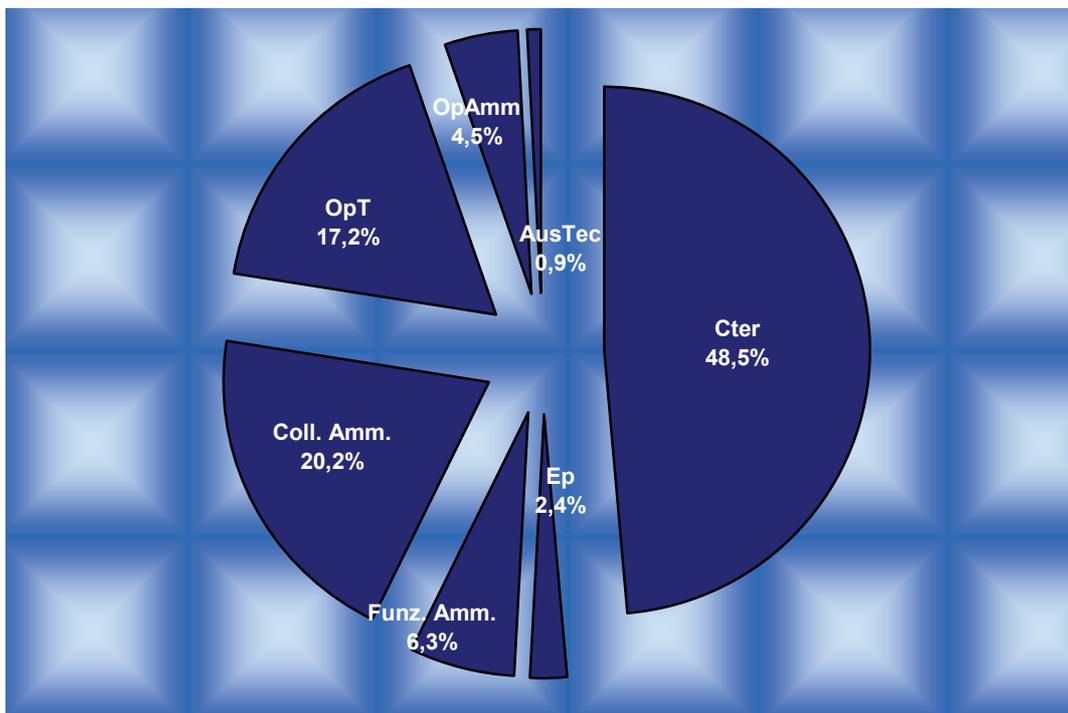
Personale tecnico e amministrativo

Al 31.12.2010 il **personale tecnico e amministrativo dell'INAF** ammonta complessivamente a **454** unità, di cui **441** (il 97,1%) a tempo indeterminato e **13** (il 2,9%) a tempo determinato subordinato. Il 31,2% del totale è di categoria amministrativa mentre il restante 68,8% 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:



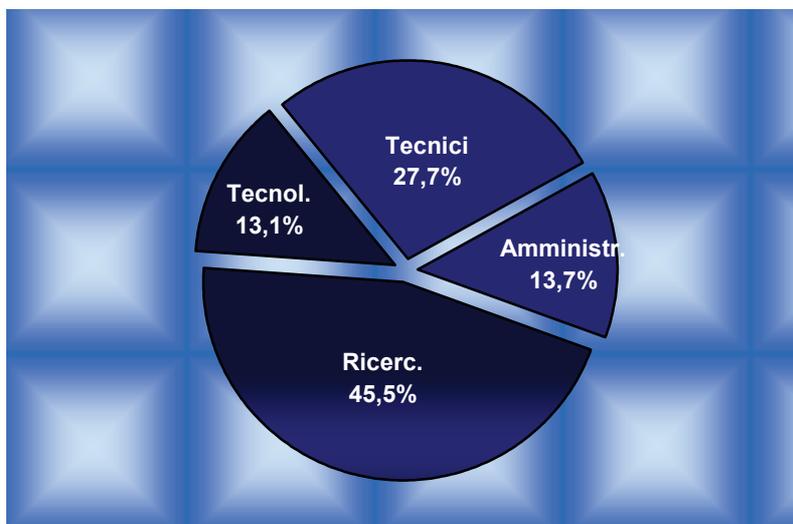
E si divide per profili come di seguito illustrato:



Conclusioni

Complessivamente, il personale dipendente dell’INAF (ricercatore, tecnologo, tecnico e amministrativo) al 31.12.2010 raggiunge le **1091 unità**, di cui **1007** a tempo indeterminato e **90** 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), **305** 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:



Il confronto tra il personale in servizio a tempo indeterminato al 31/12/2010 rispetto ai quattro anni precedenti è il seguente:

ANNO	Personale a tempo indeterminato
2010	1007
2009	1021
2008	1037
2007	1027
2006	1047

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, medesima dinamica nel 2010 con il completamento del processo di stabilizzazione di ulteriori 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 piani di attività delle Strutture di Ricerca prodotti dai Direttori su richiesta del Dipartimento Strutture utilizzando il data-base CRIS-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 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.

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'OA-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 + BFOOSC
 - 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)
- ❖ Trieste (Basovizza)
 - Sistema Radio Solare di Trieste (TSRS). Il Sistema Radio Solare di Trieste (TSRS), costituito da due radiopolarimetri multicanale è situato presso la Stazione Osservativa di Basovizza. Lo strumento ha subito gravi danni a causa di un fulmine (luglio 2010)

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 e il TNG

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	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	x			x						
Test campioni			x		x	x		x					x				x	x			
Metrologia			x	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	x
Criogenia	x							x	x	x			x			x	x				x
Termo-vuoto													x			x	x				
Microonde				x									x								x
Radio	x			x									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. Nel sito di SRT in Sardegna sono installati una stazione meteo dati generali e un radiometro a doppio canale per lo studio di caratterizzazione del sito. Presso l'IRA di Bologna vi è il laboratorio di cinematografia dell'INAF, legato alle attività dell'Ufficio Relazioni con il Pubblico e con la Stampa (URPS).

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 2010 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.

Pubblificazioni scientifiche delle Strutture di ricerca INAF nell'anno 2010 (i dati sono estratti dal sito www.cris-inaf.it)

Distribuzione per Struttura, tipo di pubblicazione - anno 2010

<i>Struttura</i>	<i>ART1</i>	<i>ART2</i>	<i>ART3</i>	<i>INV</i>	<i>CON1</i>	<i>CON2</i>	<i>VOL</i>	<i>VOL1</i>	<i>REP</i>	<i>OTH</i>	<i>XXX</i>
IASF Bologna	136	9	59	0	64	2	0	1	5	2	0
IASF Milano	200	10	77	1	78	2	0	1	7	1	0
IASF Palermo	100	7	96	0	53	0	0	0	7	0	0
IASF Roma	174	30	91	5	122	11	0	0	5	0	1
IFSI Torino	30	1	1	3	16	0	0	0	13	0	1
IFSI Roma	211	22	42	7	85	32	0	1	29	2	1
IRA	98	18	14	3	44	8	0	1	3	1	0
OA Arcetri	283	34	4	0	104	3	1	2	2	1	2
OA Bologna	162	10	2	15	59	2	0	3	19	2	0
OA Brera	275	25	136	1	157	4	1	4	9	3	0
OA Cagliari	79	3	43	0	29	0	0	0	1	0	0
OA Capodimonte	150	20	3	1	45	0	1	0	1	0	0
OA Catania	106	25	11	1	28	0	0	1	0	0	0
OA Padova	244	8	36	3	124	1	0	5	4	3	0
OA Palermo	39	5	0	2	19	0	1	0	0	2	0
OA Roma	396	24	105	0	100	2	1	0	3	0	1
OA Teramo	46	7	3	0	12	0	0	0	2	0	0
OA Torino	115	23	2	0	62	3	0	3	32	3	0
OA Trieste	236	32	10	0	77	8	0	1	11	1	0
TNG	16	4	4	0	15	1	0	0	0	0	0
Sede Centrale	46	2	37	0	20	1	0	0	0	0	0

Distribuzione per Struttura – Totali – anno 2010

Struttura	Totale	Equivalente*
IASF Bologna	278	56,1
IASF Milano	377	56,3
IASF Palermo	263	41,2
IASF Roma	439	121,7
IFSI Torino	65	19,0
IFSI Roma	432	125,9
IRA	188	63,7
OA Arcetri	436	109,4
OA Bologna	274	81,2
OA Brera	615	172,2
OA Cagliari	155	32,8
OA Capodimonte	221	53,7
OA Catania	172	49,2
OA Padova	428	116,5
OA Palermo	68	25,3
OA Roma	632	128,2
OA Teramo	70	15,6
OA Torino	243	86,4
OA Trieste	376	76,4
TNG	40	6,5
Sede Centrale	106	7,9

*Il valore *contributo equivalente* viene calcolato come $1/n_degli_autori$. 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 2010

Tipo	Totali	Equivalente
Articoli referati su riviste	2010	562,6
Contributi non referati su riviste	299	102,5
Circolari e telegrammi	430	149,2
Relazioni su invito	38	35,3
Contributi a congressi pubblicati negli atti	923	421,3
Contributi a congressi non pubblicati negli atti	59	37,2
Libri - intero volume	2	1,2
Libri - contributo a un volume	21	15,5
Rapporti tecnici	133	107,0
Altro	15	10,3
Non classificato	7	3,3

La **produzione media per ricercatore** (numero annuo di pubblicazioni della Struttura diviso per il numero dei ricercatori della Struttura, dipendenti e non dipendenti) è mostrata nella tabella successiva con riferimento alle pubblicazioni 2010 (per il numero di ricercatori “effettivi” si sono usati i numeri relativi al personale in servizio al 31.12.2010).

Produttività per unità di personale: totale lavori - anno 2010

Medie totali	tot.	equiv.
rispetto all'intero organico	2,3	0,9
solo ricercatori	7,1	2,6
ricercatori e tecnologi	5,6	2,1
ricercatori, tecnologi e postdoc	3,8	1,4
ricercatori, tecnologi, postdoc, dottorandi e associati	3,4	1,3

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	4,2	0,9	8,4	1,7	7,5	1,5	5,9	1,2	5,1	1,0
IASF Milano	7,1	1,1	17,1	2,5	13,4	2,0	8,7	1,3	8,5	1,3
IASF Palermo	7,1	1,1	16,4	2,6	14,6	2,3	11,4	1,8	11,4	1,8
IASF Roma	4,1	1,1	10,5	2,9	9,3	2,6	7,1	2,0	5,0	1,4
IFSI Torino	2,3	0,7	5,9	1,7	5,9	1,7	4,3	1,3	2,7	0,8
IFSI Roma	3,7	1,1	11,1	3,2	8,8	2,6	5,5	1,6	4,7	1,4
IRA	1,9	0,7	8,6	3,0	5,8	2,0	4,0	1,4	3,1	1,1
OA Arcetri	3,5	0,9	9,1	2,3	7,1	1,8	5,0	1,3	4,7	1,2
OA Bologna	3,3	1,0	8,3	2,5	7,2	2,1	4,4	1,3	4,2	1,2
OA Brera	5,3	1,5	20,5	5,7	16,6	4,7	8,9	2,5	7,4	2,1
OA Cagliari	2,9	0,6	9,7	2,1	6,2	1,3	4,4	0,9	4,3	0,9
OA Capodimonte	2,2	0,5	7,4	1,8	5,4	1,3	3,7	0,9	3,6	0,9
OA Catania	2,0	0,6	6,4	1,8	5,1	1,4	4,2	1,2	3,4	1,0
OA Padova	3,3	0,9	11,6	3,1	9,3	2,5	5,0	1,4	4,7	1,3
OA Palermo	1,3	0,5	5,2	1,9	4,5	1,7	3,4	1,3	2,7	1,0
OA Roma	4,9	1,0	13,7	2,8	11,3	2,3	7,3	1,5	7,2	1,5
OA Teramo	2,4	0,5	8,8	1,9	7,0	1,6	4,4	1,0	4,4	1,0
OA Torino	2,7	0,9	7,1	2,5	5,4	1,9	4,2	1,5	3,9	1,4
OA Trieste	4,1	0,8	11,4	2,3	9,2	1,9	6,5	1,3	6,1	1,2
TNG	1,3	0,2	5,7	0,9	4,4	0,7	4,4	0,7	4,4	0,7
Sede Centrale	1,3	0,1	15,1	1,1	4,4	0,3	4,1	0,3	4,1	0,3

Produttività per unità di personale: solo articoli referati - anno 2010

Medie totali	tot.	equiv.
rispetto all'intero organico	1,2	0,3
solo ricercatori	3,6	1,0
ricercatori e tecnologi	2,8	0,8
ricercatori, tecnologi e postdoc	2,0	0,5
ricercatori, tecnologi, postdoc, dottorandi e associati	1,7	0,5

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	2,1	0,4	4,1	0,7	3,7	0,7	2,9	0,5	2,5	0,4
IASF Milano	3,8	0,3	9,0	0,8	7,1	0,6	4,6	0,4	4,5	0,4
IASF Palermo	2,7	0,3	6,3	0,7	5,6	0,6	4,3	0,5	4,3	0,5
IASF Roma	1,6	0,3	4,1	0,9	3,7	0,8	2,8	0,6	2,0	0,4
IFSI Torino	1,1	0,1	2,7	0,4	2,7	0,4	2,0	0,3	1,3	0,2
IFSI Roma	1,8	0,3	5,4	0,9	4,3	0,7	2,7	0,4	2,3	0,4
IRA	1,0	0,2	4,5	1,1	3,0	0,7	2,0	0,5	1,6	0,4
OA Arcetri	2,2	0,5	5,9	1,2	4,6	0,9	3,3	0,7	3,1	0,6
OA Bologna	2,0	0,4	4,9	1,0	4,3	0,9	2,6	0,5	2,5	0,5
OA Brera	2,4	0,4	9,2	1,7	7,4	1,4	4,0	0,7	3,3	0,6
OA Cagliari	1,5	0,3	4,9	1,0	3,2	0,7	2,3	0,5	2,2	0,5
OA Capodimonte	1,5	0,3	5,0	1,1	3,7	0,8	2,5	0,5	2,4	0,5
OA Catania	1,2	0,4	3,9	1,2	3,1	0,9	2,6	0,8	2,1	0,6
OA Padova	1,9	0,4	6,6	1,4	5,3	1,1	2,8	0,6	2,7	0,6
OA Palermo	0,8	0,2	3,0	0,9	2,6	0,8	2,0	0,6	1,6	0,5
OA Roma	3,1	0,5	8,6	1,3	7,1	1,1	4,6	0,7	4,5	0,7
OA Teramo	1,6	0,3	5,8	1,0	4,6	0,8	2,9	0,5	2,9	0,5
OA Torino	1,3	0,2	3,4	0,6	2,6	0,5	2,0	0,4	1,9	0,3
OA Trieste	2,6	0,3	7,2	0,9	5,8	0,7	4,1	0,5	3,8	0,5
TNG	0,5	0,1	2,3	0,3	1,8	0,2	1,8	0,2	1,8	0,2
Sede Centrale	0,6	0,1	6,6	0,6	1,9	0,2	1,8	0,2	1,8	0,2

Confronto: pubblicazioni totali anni 2007 – 2008 – 2009- 2010

<i>Struttura</i>	<i>tot. 2007</i>	<i>equiv. 2007</i>	<i>tot. 2008</i>	<i>equiv. 2008</i>	<i>tot. 2009</i>	<i>equiv. 2009</i>	<i>tot. 2010</i>	<i>equiv. 2010</i>
IASF Bologna	176	47,9	394	131,8	236	69,9	278	56,1
IASF Milano	210	69,4	303	93,4	281	60,0	377	56,3
IASF Palermo	166	34,0	295	78,3	304	52,9	263	41,2
IASF Roma	314	69,5	428	139,2	310	89,7	439	121,7
IFSI Torino	45	5,3	111	23,2	139	31,0	65	19,0
IFSI Roma	184	65,0	314	144,0	260	121,6	432	125,9
IRA	176	65,4	232	103,1	148	72,0	188	63,7
OA Arcetri	244	68,6	296	115,0	257	86,6	436	109,4
OA Bologna	225	57,6	229	70,3	248	67,8	274	81,2
OA Brera	470	135,0	481	165,5	489	147,3	615	172,2
OA Cagliari	59	12,8	66	16,3	111	20,1	155	32,8
OA Capodimonte	235	63,8	265	105,7	183	43,3	221	53,7
OA Catania	184	53,3	186	58,4	164	53,6	172	49,2
OA Padova	329	96,5	340	103,4	391	137,0	428	116,5
OA Palermo	97	49,8	96	49,8	110	57,5	68	25,3
OA Roma	467	123,2	503	143,3	506	130,9	632	128,2
OA Teramo	83	31,2	81	31,6	69	25,0	70	15,6
OA Torino	144	54,0	206	105,7	250	120,4	243	86,4
OA Trieste	215	62,7	349	120,9	319	72,9	376	76,4
TNG	48	9,3	84	13,6	33	5,2	40	6,5
Sede Centrale			1	0,0	44	1,3	106	7,9
Totale	4071	1174,3	5259	1812,5	4852	1466	5878	1445,2

Medie totali per articoli referati 2007– 2008- 2009- 2010

	<i>tot. 2007</i>	<i>equiv. 2007</i>	<i>tot. 2008</i>	<i>equiv. 2008</i>	<i>tot. 2009</i>	<i>equiv. 2009</i>	<i>tot. 2010</i>	<i>equiv. 2010</i>
1) ricercatori (ricercatori e astronomi di 1, 2 e 3 livello)	2,4	0,8	2,0	0,8	2,4	0,9	3,6	1,0
2) ricercatori e tecnologi	2,0	0,7	1,7	0,6	1,9	0,7	2,9	0,8
3) ricercatori, tecnologi e personale non strutt.	1,5	0,5	1,2	0,5	1,4	0,5	2,0	0,5
4) ricercatori, tecnologi, personale non strutt., dottorandi e associati	1,3	0,4	1,1	0,4	1,2	0,4	1,7	0,5

Distribuzione per Strutture- articoli referati su riviste: anni 2007– 2008- 2009- 2010

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

<i>Struttura</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>
IASF Bologna	77	78	115	136
IASF Milano	69	73	149	200
IASF Palermo	36	49	77	100
IASF Roma	119	122	119	174
IFSI Torino	39	43	53	30
IFSI Roma	58	83	88	211
IRA	85	74	73	98
OA Arcetri	143	119	152	283
OA Bologna	124	94	137	162
OA Brera	166	108	195	275
OA Cagliari	22	19	55	79
OA Capodimonte	108	83	86	150
OA Catania	85	105	96	106
OA Padova	155	138	193	244
OA Palermo	45	47	35	39
OA Roma	231	160	244	396
OA Teramo	35	30	40	46
OA Torino	58	46	93	115
OA Trieste	118	138	211	236
TNG	0	30	16	16
Sede Centrale	0	0	15	46
TOTALI	1773	1639	2242	3142

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			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	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 nel 2010 alle attività di Alta Formazione continuando a finanziare presso varie Università Italiane borse di dottorato triennali (XXIII- XXIV- XXV ciclo) per un totale di 14 borse, nel 2011 saranno finanziate 2 borse di dottorato per il XXVI ciclo. L'INAF, inoltre, a seguito di un bando di selezione emanato nel 2009, ha attribuito nel 2010, 8 borse di studio post-dottorato internazionali biennali. Nel novembre 2010 è stato emanato un nuovo bando per l'attribuzione di ulteriori 8 borse di studio internazionali biennali che verranno attribuite nel primo semestre del 2011.

Sono altresì da segnalare programmi di scambi internazionali come le borse Marie-Curie finanziate dall'UE che hanno permesso a giovani ricercatori europei di lavorare presso Strutture

INAF (e a ricercatori italiani di lavorare presso Istituti esteri) e le borse di apprendistato istituite in collaborazione con l'ISSNAF che nel 2010 hanno consentito a giovani laureandi italiani di acquisire esperienze presso gruppi di ricerca negli USA. 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 seminariali, in attività tutoriali, in corsi universitari, in tesi di laurea e di dottorato e tirocini formativi.

Complessivamente nell'ultimo anno ricercatori INAF hanno seguito nel ruolo di relatori e correlatori 82 tesi di laurea e 94 tesi di dottorato.

Al riguardo l'INAF, nel 2007, ha stretto un accordo di collaborazione triennale con la CRUI per un programma di tirocini per laureandi e laureati delle Università italiane da svolgersi presso le Strutture di ricerca dell'Ente.

A livello centrale l'INAF ha sostenuto, attraverso il Dipartimento Strutture, numerosi convegni nazionali ed internazionali tenuti in Italia nel 2010, nonché scuole di formazione tra cui è da segnalare in modo particolare la Scuola Nazionale di Astrofisica che tiene ogni anno due scuole per dottorandi universitari, una in primavera e l'altra in autunno, ciascuna costituita da due corsi focalizzati su due diverse tematiche astronomiche.

Da segnalare che presso le Strutture INAF si sono svolti nel 2010 ben 271 tra seminari, workshops e congressi.

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 che si svolge in tutta Europa che per la prima volta vede l'INAF partner ufficiale della manifestazione.

a) attività nazionali dell'INAF di ampio respiro dal 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, poi trasferita a Città della Scienza di Napoli dal 18 marzo all'11 luglio 2010, dal 2011 sarà ospitata permanentemente presso il Museo della Fisica e dell'Astrofisica "Galileium"; un museo interattivo allestito presso il Parco della Scienza di Teramo nell'ambito di una collaborazione tra l'INAF, l'INFN ed il Comune di Teramo.
- **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 ha ospitato un calendario di conferenze e lezioni;
- L'organizzazione di **Roma Planetaria**, manifestazione per il pubblico dedicata alle scienze planetarie organizzata a Roma, presso il Chiostro di San Pietro in Vincoli, in occasione del Congresso Scientifico Internazionale EPSC2010. La manifestazione, organizzata da IFSI-Roma, INAF ed Europlanet con la collaborazione dell'Università La Sapienza di Roma, ha previsto una settimana di incontri, conferenze e altre attività per il pubblico intorno ai temi scientifici della planetologia.
- **La notte dei ricercatori europei** l'ultimo venerdì di settembre alla quale aderiscono l'Osservatorio Astrofisico di Catania, IFSI-Roma, IASF-Roma, l'Osservatorio Astronomico di Roma, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli, l'Osservatorio Astronomico di Trieste, l'Osservatorio Astronomico di Torino, l'Osservatorio Astronomico di Palermo, l'Osservatorio Astronomico di Bologna con IASF-Bo e IRA-Bo;
- **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;

a-1) Progetti nazionali di didattica:

dal 2010 le Olimpiadi dell'Astronomia e il progetto EuroVO-AIDA/WP5 sono stati adottati dal Servizio Nazionale Didattica e Divulgazione, quali progetti di punta per la didattica nelle scuole di primo e secondo grado:

- **le "Olimpiadi dell'Astronomia"**, iniziativa mondiale che in Italia è condotta dalle Strutture INAF in collaborazione con la SAIt e finanziata dal MIUR. Le strutture partecipanti sono: 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-Brera, l'Osservatorio Astronomico di Bologna con IASF-Bo e IRA-Bo, IFSI-Roma e IASF-Roma e il Telescopio Nazionale Galileo.
- **EuroVO-AIDA/WP5**: progetto di supporto alla didattica, sviluppato dall'Osservatorio Astronomico di Trieste nell'ambito dell'Osservatorio Virtuale Europeo (EuroVO) e adottato

dall'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli, 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.

b) Siti web di particolare rilevanza:

- i **siti web delle Strutture** INAF sono un'interfaccia immediata tra il mondo della ricerca con le sue attività istituzionali e il pubblico in tutte le sue componenti.
- 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.
- apertura di un **profilo facebook** dell'INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo, finalizzato principalmente alla divulgazione scientifica.

c) Mostre, 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 nuovo **Planetario** da 50 posti **dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte** completamente gestito dal personale dell'Osservatorio arricchisce il parco storico scientifico ubicato nel comprensorio dell'istituto partenopeo costituito da un Museo degli Strumenti Antichi, un Auditorium da 300 posti e un Telescopio da 40 cm.
- 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 **“Parco delle Stelle”** presso i telescopi di Loiano, il Planetario digitale mobile, la bicicletta cosmica e la bilancia planetaria sono alcune delle iniziative promosse dall'**Osservatorio Astronomico di Bologna** per raggiungere le scuole ed anche il pubblico generico e diffondere la cultura scientifica, non solo localmente.

- Mostra "**Il Gattopardo e l'Astronomia**" sugli strumenti astronomici e le carte d'archivio appartenuti al Principe Giulio Maria Tomasi di Lampedusa - a cui si ispira il celebre romanzo "Il Gattopardo" - e utilizzati durante le riprese dell'omonimo film di Luchino Visconti. La mostra e' stata allestita presso il Museo della Specola dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo.
- Mostra itinerante, patrocinata dall'UNESCO, "**Galileo, Venezia e la Luna**", progettata e realizzata dall'Osservatorio di Padova e Asiago. La mostra e' stata allestita presso l'isola di San Servolo a Venezia durante il convegno internazionale "Astronomy and its instruments before and after Galileo"; nel Palazzo dell'Unesco di Venezia e nel Palazzo del turismo Millepini di Asiago.
- 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 **sala multimediale dell'Osservatorio Astronomico di Padova** nella sede osservativa di Asiago, ex-cupola del telescopio Schmidt 67/92, trasformata in moderna struttura didattica e divulgativa, con telescopi didattici sia per osservazioni notturne che diurne del Sole.
- 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;
- La **sala multimediale dell'Osservatorio Astronomico di Padova** nella sede osservativa di Asiago, ex-cupola del telescopio Schmidt 67/92, trasformata in moderna struttura didattica e divulgativa, con telescopi didattici sia per osservazioni notturne che diurne del Sole.

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), "**A Capodimonte tra luna e Musica**" (OAC-Na), "**BOAstro2009-10**" (OA-BO), "**Frascati scienza**" (OA-RM, IASF-RM, IFSI-RM), "**Sotto le stelle di Rosora**" Tra cielo e terra ricordando Bruno Caccin (IASF-RM), ecc;
- l'organizzazione di "**Corsi di aggiornamento**" per insegnanti e studenti dei licei 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 tra le quali lo "**stage di Astrofisica**"

IASF/IFSI", il corso di formazione tenuto remotamente sfruttando le Lavagne Interattive Multimediali (LIM) e tecnologie e-learning **dell'Osservatorio Astronomico di Torino con l'Università di Torino, "Progettiamo con la matematica" dell'Osservatorio Astronomico di Brera-Merate con il Politecnico di Milano, "Le stelle vanno a scuola" dell'Osservatorio Astronomico di Trieste**

- progetti di didattica dell'astronomia per **le scuole elementari e medie** che attraverso giochi, esperimenti, lezioni e attività multimediali introduce gli alunni ad un'attenta osservazione del cielo. In particolare presso **l'Osservatorio Astronomico di Palermo e IASF-PA, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte, l'Osservatorio Astronomico di Brera sede Merate e presso il Telescopio Nazionale Galileo con il programma "Nuestros Alumnos"**.
- 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 IASF-MI e l'associazione non profit Odisseospace;
- **L'Osservatorio Astronomico di Palermo** ha iniziato nel 2010 un collaborazione con la Libreria Feltrinelli di Palermo, che prevede un appuntamento mensile la domenica mattina presso la libreria per incontrare i bambini e presentare loro temi astronomici, affiancando l'attività teorica con giochi e attività manuali. Si cercherà nel 2011 di portare l'iniziativa a livello nazionale.
- Gli **Open Day and Night**, ossia apertura speciali delle strutture e dei siti INAF quali: il Sardinia Radio Telescope dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari, l'IFSI-Roma, l'Osservatorio Astronomico di Trieste, L'Osservatorio Astronomico di Collurania, L'Osservatorio Astronomico di Padova sede Asiago, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli e il Telescopio Nazionale Galileo
- **Il cielo sopra Firenze**: rubrica quotidiana su Il Corriere Fiorentino (del Corriere della Sera) che ospita immagini astronomiche con didascalia 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"**. In estate è previsto il ciclo di eventi **BoSky2010** tra cui **la guida al cielo con il laser** ai Giardini Margherita;
- L'Osservatorio Astronomico di Collurania ha istituito il "Premio Castellani", un concorso di espressività artistica su temi astronomici organizzato in collaborazione con il Club UNESCO di Teramo, incentrato nel 2010 sul Sidereus Nuncius di Galileo, del quale ricorreva il quarto centenario dalla prima pubblicazione.

- 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;
- La realizzazione di un cartone animato “Giga e Stick: alla scoperta del Cosmo” dedicato ai bambini delle scuole dell'obbligo realizzato dall'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli.

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
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-PD, sede osservativa di Asiago

Telescopio Copernico 1.82m (telescopio professionale utilizzato anche a scopo divulgativo)
Telescopio Schmidt 67/92 (telescopio professionale utilizzato anche a scopo divulgativo)
Vari telescopi amatoriali (Celestron 30cm; riflettore newtoniano 35cm, telescopio solare)

❖ OA-RM

Torre Solare a Monte Mario (storico)

❖ OA-TE

Rifrattore Cooke 39.5cm (storico)
Riflettore XLT da 40 cm
Riflettore SkyWatcher mobile da 25 cm
Rifrattore Celestron mobile da 15 cm

❖ 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) e controllo remoto via Internet.
Sistema Radio Solare di Trieste (TSRS). Il Sistema Radio Solare di Trieste (TSRS), costituito da due radiopolarimetri multicanale è situato presso la Stazione Osservativa di Basovizza. Lo strumento ha subito gravi danni a causa di un fulmine (luglio 2010)

❖ 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 talora 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 e 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 Arcetri (Firenze). Collezione. Gli strumenti storici più importanti dell'OA Arcetri sono da molti anni conservati al Museo Galileo di Firenze, ma alcuni oggetti che erano rimasti in Osservatorio sono stati recentemente recuperati e sono attualmente conservati in appositi armadi. La strumentazione più piccola è esposta nel padiglione 'Amici', ed è visitabile in occasione delle visite didattiche organizzate dall'Osservatorio.

OA Brera (Milano). Museo aperto al pubblico. La collezione, restaurata da molti anni a cura dell'Università, è fruibile e gestita in parte dall'Osservatorio, in parte dall'Università.

OA Cagliari. Collezione. Il lavoro di catalogazione degli strumenti storici svolto negli anni '80 permise di salvare ciò che era in stato di abbandono. Purtroppo però la stazione di Carloforte è stata recentemente restituita al demanio, portando così alla perdita di un luogo storico di grande importanza per la Sardegna e per tutta l'Italia astronomica. Una parte della nuova sede in costruzione sarà comunque destinata a conservare il patrimonio storico. Nella sede di Cagliari, invece, il patrimonio storico è conservato, ma non esposto al pubblico.

OA Capodimonte (Napoli). Museo. Possiede circa 80 strumenti ottocenteschi, anche di notevole pregio, restaurati negli anni passati, ma non è dotato di personale stabile a tempo indeterminato ad esso dedicato; **il patrimonio è visibile all'interno dei percorsi didattici.** È auspicabile che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un curatore stabile e strutturato.

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

OA Torino. Collezione. Possiede circa una quarantina di strumenti antichi che sono stati oggetto di restauro negli ultimi anni; attualmente non sono visitabili, ma è previsto un piano di ristrutturazione della cupola storica, che ospiterà sia le attività didattiche, sia la collezione storica, la quale sarà quindi inserita nel percorso didattico.

OA Padova. Museo aperto al pubblico. 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 possiede circa 130 strumenti storici, che risalgono fino ai primissimi anni del Novecento, di cui un'ottantina esposti; ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca. La strumentazione novecentesca e contemporanea è per lo più conservata presso la succursale di Asiago, dove l'OA Padova convive con l'Osservatorio Astrofisico del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova. In questa sede gli oggetti appartenenti all'Osservatorio sono stati utilizzati dal Dipartimento per allestire il 'Museo degli strumenti di Astronomia'.

OA Palermo. Museo. Gestisce e cura da molti anni, tramite convenzione, la collezione di proprietà universitaria. Il Museo è sempre stato regolarmente aperto al pubblico, con un forte inserimento nel territorio, ed è sede di attività di ricerca storica. ***Dal mese di luglio 2010 il Museo è chiuso per motivi di sicurezza sollevati dai Vigili del Fuoco*** e non è al momento possibile organizzare eventi per il pubblico. Si conta di risolvere quanto prima questo problema.

OA Roma, Museo Astronomico e Copernicano. Museo. 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. ***Dall'insediamento dell'INAF a Monte Mario, il Museo Astronomico e Copernicano non ha più potuto svolgere un regolare servizio di apertura al pubblico***, ma solo organizzare eventi occasionali.

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

OA Teramo. Museo. 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, i locali sono tuttora inagibili*** e la collezione strumentaria sarà temporaneamente trasferita al Parco della Scienza della Città di Teramo. Si auspica che i lavori di consolidamento e restauro degli edifici possano completarsi al più presto.

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

Oltre all'espletamento degli obiettivi primari sopra menzionati, il Servizio presta particolare attenzione ai due seguenti aspetti: da un lato far conoscere al più vasto pubblico possibile il

pregiato patrimonio storico astronomico italiano, dall'altro condividere con la comunità internazionale degli studiosi di storia della scienza la conoscenza di questo ricco patrimonio, la sua storia e la sua valenza nello sviluppo dell'astronomia, i risultati raggiunti fino a questo momento per la sua tutela e il lavoro ancora da fare per attuarne un completo recupero. Per questo nel corso del 2010 si sono coinvolti i Responsabili locali nella partecipazione allo *Scientific Instrument Symposium*, tenutosi a Firenze dal 4 al 9 ottobre 2010, convegno di valenza internazionale che ha visto la partecipazione dei curatori dei più importanti musei scientifici del mondo. Parimenti, si è avviato il processo di ricognizione della strumentazione novecentesca oramai da annoverarsi tra il patrimonio storico; per identificare correttamente gli oggetti da ascrivere in questa collocazione, si è organizzato un workshop specifico dal tema "Il patrimonio contemporaneo: conservazione e tutela", nel corso del quale si sono fornite le indicazioni basilari per poter selezionare, catalogare e preservare la strumentazione novecentesca. Si è così avviato un processo di censimento che si intende portare a compimento nel corso del 2011, per poi passare alla più dettagliata fase di catalogazione, al fine della fruizione pubblica di detto patrimonio.

Di pari passi si intende avviare, nel 2011, la progettazione di un nuovo portale dedicato ai musei e alle collezioni delle Strutture INAF, la realizzazione del quale si intende completare entro il 2012; tale portale avrebbe la finalità principale di permettere un accesso rapido a tutte le informazioni relative agli oggetti conservati nelle singole Strutture, e costituirebbe la premessa per la successiva realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF.

In ultimo, si ritiene opportuno che il Servizio Musei, alla luce della necessità di ottemperare agli adempimenti previsti dal D.L. 150 del 27.10.2009, e con la guida dell'«Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei» (art.150, comma 6, D.L. n.112/1998) emanato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, elabori degli Standard di conservazione, funzionamento e qualità dei musei INAF, ai quali ogni singola Struttura possa fare riferimento per valutare i progressi del lavoro svolto nella tutela e valorizzazione del proprio patrimonio storico.

10.3 Biblioteche e archivi

Il Servizio Biblioteche e Archivi dell'INAF, istituito con Decreto 99/04 del 15.4.2004, 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.

Il Servizio Biblioteche e Archivi afferisce al Dipartimento Strutture di Ricerca dell'INAF e gestisce una somma di oltre 850.000 Euro annui, a carico del CRA 1.01.02.03.

10.3.1 Biblioteche

Acquisti centralizzati e diretti

Dal 2006 la quasi totalità dei periodici (sia in forma cartacea che online) sono acquistati centralmente tramite gara nazionale gestita dal Servizio Biblioteche. Nel corso dell'anno 2011 dovrà svolgersi la gara relativa alla fornitura per il triennio successivo (2012-2014), per la quale il Servizio Biblioteche sarà fortemente impegnato a preparare l'allegato tecnico al capitolato di gara, che – alla luce dei problemi emersi nel corso del triennio a scadenza – dovrà essere totalmente rivisto.

Oltre agli abbonamenti ai periodici 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. Nel 2010 sono stati acquistati anche gli eBooks dell'editore Springer della collana "Physics and Astronomy" pubblicati nello stesso anno, che vanno ad aggiungersi al pacchetto già acquisito, relativo agli anni 2005-2009. Gli acquisti diretti sono gestiti dalla Responsabile del Servizio.

L'attivazione degli accessi alle riviste e alle banche dati full text, così come il feedback con l'utenza scientifica, sono attualmente gestiti dal Responsabile del Servizio.

La Responsabile del Servizio collabora inoltre con la Segreteria Amministrativa del Dipartimento Strutture per il controllo delle fatture e si occupa dello smistamento delle stesse presso le varie Strutture per le procedure di inventariazione, della richiesta di assegnazione di fondi per gli acquisti che vengono effettuati localmente dalle singole biblioteche, del controllo delle corrette procedure inventariali effettuate tramite il modulo cespiti del software amministrativo TEAM che ha unificato, a partire dal 2009, tutte le procedure inventariali dell'INAF.

Software gestionale unico (Bibliowin Web 5.0)

Un importante passo verso l'unificazione delle procedure e delle basi dati bibliografiche è stato l'acquisto di un software gestionale unico per tutte le biblioteche. La gara, il cui capitolato tecnico è stato redatto dalla dott.ssa Schiavone, dal dott. Mauro Gargano e dall'Ing. Stefano Giovannini dell'INAF-IRA di Bologna, è stata assegnata nel luglio 2010 alla ditta CG Soluzioni Informatiche di Udine, produttrice del software Bibliowin Web 5.0.

Dopo la sigla del contratto avvenuta in data 15/09/2010, la ditta fornitrice con il supporto della dott.ssa Schiavone, designata dall'INAF come Responsabile per l'esecuzione del contratto per l'Ente, ha cominciato a svolgere le attività previste.

Alla data del 31 dicembre 2010 erano state completate le seguenti attività:

- Installazione del software
- Test e parametrizzazione biblioteche
- Attivazione della grafica personalizza dell'OPAC di catalogo
- Organizzazione del corso di formazione del personale INAF, fissato per il 18 e 19 gennaio 2011 presso l'Area di Ricerca del CNR di Bologna
- Attivazione del Forum per i bibliotecari e di supporto allo start-up
- Raccolta dei database originali per attività di analisi pre-conversione
- Attivazione del catalogo di prova per supporto alla formazione
- Accesso al Modulo FAD on-line (Corso multimediale BIBLIOWin5 su web)
- Pre-conversione dei dati di ciascun catalogo e realizzazione di OPAC di prova differenziati per ogni biblioteca
- Follow-up degli eventuali problemi di conversione riscontrati e segnalati dai bibliotecari

Nella prima fase il nuovo software sarà utilizzato solo dalle biblioteche che attualmente non aderiscono al Servizio Bibliotecario Nazionale. Si tratta delle biblioteche degli Osservatori di

Torino, Milano (Brera e Merate), Trieste, Firenze Arcetri, Roma Monteporzio, Napoli Capodimonte, Catania, Palermo, Cagliari. La conversione delle basi dati interessa per il momento queste 9 biblioteche. Una volta in produzione, saranno inseriti nel sistema i dati bibliografici delle biblioteche IASF Milano, IASF Palermo e IFSI Torino.

Il problema maggiore dell'unificazione delle basi dati sarà lo "schiacciamento" dei dati bibliografici, operazione che solo in minima parte potrà essere svolta in modo automatico dalla ditta fornitrice. Per schiacciamento si intende, in presenza di 2 o più descrizioni bibliografiche per la stessa opera, l'operazione sistematica ed automatizzata che consente di avere un'unica descrizione a cui legare il possesso delle biblioteche che tale opera possiedono.

Poiché le caratteristiche fortemente differenziate dei sistemi di catalogazione pre-esistenti e gli stessi metodi di catalogazione finora utilizzati dai bibliotecari non consentono di riconoscere in modo certo ed univoco una stessa opera, cosa che permetterebbe uno schiacciamento automatizzato, l'unificazione delle basi dati comporterà per i bibliotecari INAF un grosso impegno di lavoro di schiacciamento manuale e revisione degli authority files (liste controllate degli autori, soggetti, classificazioni), che anch'essi dovranno essere unificati.

Entro il 15 aprile 2011, data fissata come termine per l'esecuzione del contratto, il patrimonio delle biblioteche INAF sarà consultabile tramite un unico OPAC (Online Public Access Catalogue), che consentirà di interrogare il possesso 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.

Il Servizio Biblioteche e Archivi ha 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. La realizzazione sarà integrata con la messa in linea dell'OPAC di Sistema e sarà realizzata in parte dal Servizio e in parte dai bibliotecari che potranno personalizzare e aggiornare le informazioni relative alla propria biblioteca.

Attualmente alcune essenziali informazioni sul Servizio sono reperibili sul sito istituzionale dell'INAF, nella Sezione Biblioteche e Archivi Storici che è aggiornata a cura del Servizio stesso. <http://www.inaf.it/struttura-organizzativa/dsr_1/biblioteche_archivi>

Catalogo Nazionale dei Periodici (ACNP)

Per permettere ai ricercatori di avere una visione d'insieme di tutte le risorse elettroniche dell'INAF si era inizialmente valutato l'acquisto di Ebsco A-to-Z, un tool che consente di gestire il catalogo di una biblioteca digitale. Considerando che la spesa sarebbe stata troppo onerosa per l'Ente, si è preferito implementare la Biblioteca Elettronica INAF nel Catalogo Nazionale dei Periodici ACNP gestito dal CIB (Centro Servizi Interbibliotecari) dell'Università di Bologna, con cui il Servizio ha in atto una convenzione.

I bibliotecari dell'INAF nel 2000 avevano già attivato un'interfaccia d'interrogazione personalizzata (il c.d. "ACNP astronomico") che consentiva di interrogare la base dati ACNP solo relativamente al possesso delle biblioteche astronomiche <<http://acnp.cib.unibo.it/catalogo/astro>>.

Ogni singola biblioteca che aderisce ad ACNP tramite il Servizio Biblioteche ha a suo carico l'inserimento e l'aggiornamento dei dati relativi ai periodici posseduti nella propria Struttura.

Nell'autunno 2010 è stata realizzata, sempre sulla piattaforma ACNP, la Biblioteca Elettronica dell'INAF <<http://acnp.cib.unibo.it/catalogo/inaf>> dove sono state inserite tutte le risorse elettroniche a cui l'INAF ha accesso tramite il Servizio Biblioteche, ivi incluse le modalità e le caratteristiche dell'accesso. La realizzazione del servizio e l'aggiornamento dei dati sono curati dalla dott.ssa Schiavone.

Tutti i dati relativi ai periodici (cartacei ed elettronici) inseriti in ACNP dovrebbero essere visibili anche sull'OPAC del Sistema Bibliotecario, dopo opportuna configurazione che è in corso di studio da parte della ditta CG Soluzioni Informatiche, con il supporto del Responsabile tecnico di ACNP dott. Vincenzo Verniti.

Nilde

Un 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, realizzato dalla Biblioteca dell'Area di Ricerca CNR di Bologna, attorno al quale si è costituita una comunità di circa 750 biblioteche disposte a condividere le loro risorse bibliografiche in spirito di collaborazione reciproca e in larga maggioranza a titolo gratuito.

Il servizio di document delivery (letteralmente "fornitura di documenti") consente agli utenti che ne facciano richiesta tramite la propria biblioteca di afferenza di richiedere e ricevere copia di un articolo di una rivista o l'estratto di un libro che non è posseduto dalla propria biblioteca, ma che può essere fornito da un'altra biblioteca aderente al sistema.

Con opportuna configurazione è inoltre possibile ricercare una referenza bibliografica nell'ADS e, con un solo click, riportare quella referenza in NILDE per la richiesta del documento alla propria biblioteca.

Nel corso del 2010 è stata implementata la nuova versione NILDE 4.0 che consente una maggiore flessibilità e maggiori funzionalità per gli utenti. Il corso di formazione per i bibliotecari INAF è stato programmato per il 20 gennaio 2011 presso l'Area di Ricerca del CNR di Bologna.

10.3.2 Archivi storici

Il finanziamento ottenuto al termine del 2009, Anno Internazionale dell'Astronomia, ha permesso al Servizio Biblioteche e Archivi 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. Il progetto, a cura di M. Gargano, A. Gasperini, A. Mandrino con la collaborazione di D. Randazzo, ha visto la realizzazione di un portale degli Archivi storici degli Osservatori astronomici italiani <www.archivistorici.inaf.it>, il finanziamento per il completamento del riordino dell'Archivio dell'Osservatorio astronomico di Padova, e una pubblicazione in italiano e inglese distribuita in varie copie a tutte le Strutture dell'Ente e a molti archivisti e studiosi di storia dell'astronomia ricevendo un vasto consenso a livello internazionale.

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. Attualmente è stato finanziato ed è in corso il completamento del riordino dell'Archivio dell'Osservatorio astronomico di Padova.

Nel febbraio 2010, nel corso del Congresso LISA VI (Library and Information Services in Astronomy) tenutosi a Pune (India) il dott. Mauro Gargano ha presentato un poster che illustrava il portale Polvere di Stelle, che ha riscosso molto interesse da parte della comunità.

A seguito del Congresso si sono avviati contatti con l'Observatoire de Paris per realizzare una collaborazione con la comunità francese ai fini della creazione di un portale unico su cui interrogare gli inventari degli archivi italiani e francesi, che darebbe ulteriore visibilità ai nostri fondi archivistici su scala europea.

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 oltre 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€)	Note rispetto al 2008	FFO 2010 (K€)	Note rispetto al 2009	FFO 2011 (K€)	
OA-Arcetri	423		540	Inclusi 50 K per la ex-sezione IRA di Firenze	486		440	
OA-Bologna	360	Incluso Loiano	450	Incluso Loiano	405	Incluso Loiano	360	Incluso Loiano
OA-Brera	468		495		445,5		410	
OA-Cagliari	333		333		299,7		270	
OA-Capodimonte	423		441		396,9		360	
OA-Catania	405	Inclusa Serra La Nave	414	Inclusa Serra La Nave	372,6	Inclusa Serra La Nave	340	Inclusa Serra La Nave
OA-Padova	468	Incluso Asiago	495	Incluso Asiago	445,5	Incluso Asiago	400	Incluso Asiago
OA-Palermo	243	Escluso canone locazione laboratori	243	Escluso canone locazione laboratori	218,7	Escluso canone locazione laboratori	190	Escluso canone locazione laboratori
OA-Roma	585	Incluso Campo Imperatore	585	Incluso Campo Imperatore	526,5	Incluso Campo Imperatore	480	Incluso Campo Imperatore
OA-Teramo	243		243		218,7		190	
OA-Torino	423		432		388,8		350	
OA-Trieste	423		450		405		360	
IASF-BO	540	Incluso servizio mensa	540	Incluso servizio mensa	486	Incluso servizio mensa	120	Escluse spese di area
IASF-MI	342	Incluso servizio mensa	333	Incluso servizio mensa	299,7	Incluso servizio mensa	100	Escluse spese di area
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	100	Escluse spese di area
IASF-RM	855	Incluso servizio mensa	810	Incluso servizio mensa	729	Incluso servizio mensa	200	Escluse spese di area
IFSI-RM	693	Incluso servizio mensa	630	Incluso servizio mensa	567	Incluso servizio mensa	120	Escluse spese di area
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	160	
IRA	1.215	Incluso servizio mensa per la sede di Bologna, esclusi buoni pasto per le sezioni	1.125	Inclusa 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.	550	Escluse spese di area
TNG			2.500	Inclusi costi del personale	2250	Inclusi costi del personale	2200	
Totale	8.865		11.500		10.350		7600	

Nel 2011 le spese erogate dall'Ente per le Aree di Ricerca CNR ove insistono Strutture di ricerca INAF ammontano a euro 2.100.000, per un totale complessivo per le Strutture di ricerca corrispondente a euro 9.800.000.

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 2011-2013 è indicato nella Tabella, dove si è assunto un incremento medio anno del 2%.

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

<i>Spesa prevista</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>
Totale	14.600	14.900	15.200

*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

<i>Struttura</i>	<i>FFO 2011</i>	<i>FFO 2010</i>	<i>FFO 2009</i>	<i>FFO 2008</i>	<i>FFO 2007</i>	<i>FFO 2006</i>
OA-FI	440	486.0	540	423	650	750
OA-BO	360	405.0	450	360	560	600
OA-MI	410	445.5	495	468	610	610
OA-CA	270	299.7	333	333	400	350
OA-NA	360	396.9	441	423	570	510
OA-CT	340	372.6	414	405	520	500
OA-PD	400	445.5	495	468	640	615
OA-PA	190	218.7	243	243	310	350
OA-RM	480	526.5	585	585	800	800
OA-TE	190	218.7	243	243	350	350
OA-TO	350	388.8	432	423	540	490
OA-TS	360	405.0	450	423	570	535
IASF-BO	120	486.0	540	540	700	680
IASF-MI	100	299.7	333	342	430	400
IASF-PA	100	218.7	243	243	310	280
IASF-RM	200	729.0	810	855	810	795
IFSI-RM	120	567.0	630	693	710	685
IFSI-TO	160	178.2	198	180	250	250
IRA	550	1.012.5	1.125	1.215	1.435	1.500
TNG	2200	2.250	2.500			
TOTALI	7600	10.350	11.500	8.865	11.165	11.050

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 di oltre 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 che si aggiri attorno ai 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 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	3.500.000
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	3.500.000
Totale	13.000.000

I fabbisogni finanziari sopra stimati proiettati nel triennio 2011-2013 sono riassunti di seguito.

Sommario fabbisogno finanziario ricerca di base nel Triennio

<i>Macro-voce</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>Tot. €</i>
PRIN INAF e PRIN MIUR	3.500.000	3.500.000	3.500.000	10.500.000
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	3.500.000	3.500.000	3.500.000	10.500.000
Totale	13.000.000	13.000.000	13.000.000	39.000.000

11.3 Sommario del fabbisogno finanziario nel triennio

I fabbisogni finanziari sopra stimati , proiettati nel triennio 2011-2013, sono riassunti nella tabella seguente (tutte le cifre, in k€ sono state arrotondate).

Sommario fabbisogno finanziario nel Triennio

<i>Macro-voce</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>
Funzionamento Strutture (FFO Funzionamento + Buoni Pasto + locazioni immobili)	14.600	14.900	15.200
Ricerca di base (PRIN nazionali + "Large programs" + Borse di dottorato e post-dottorato + ricerca libera nelle Strutture)	11.000	11.000	11.000
Biblioteche e Archivi + Scuole e Congressi + Attività Divulgative e museali + Funz. Dipartimento	2.000	2.000	2.000
Totale	27.600	27.900	28.200

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, sono riassunte nella Tabella seguente. Si tratta complessivamente di **296** nuove posizioni a tempo indeterminato di cui **179 ricercatori**, **51 tecnologi** e **44 tecnici e 22 amministrativi**. La distribuzione delle richieste di personale da parte delle diverse sedi è suddivisa per categorie. Tali richieste, con significative disomogeneità tra una Struttura e l'altra, sono 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, e la realizzazione e operazione di missioni spaziali.

Richieste delle Strutture – Triennio 2011- 2013

Ruolo	Osservatori												IASF				IFSI		IRA	TOT
	FI	BO	MI	C A	N A	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	B	M	P	R	R	T		
Ricercatore	9	8	10	6	12	8	8	9	8	5	13	8	18	3	3	11	18	6	16	179
Dirigente di Ricerca	4	2	3	1	3	3	1	2	2	1	5	2	4	0	0	2	5	1	4	45
Primo Ricercatore	2	3	3	2	4	3	3	3	2	2	4	3	6	0	0	2	7	2	6	55
Ricercatore	3	3	4	3	5	2	4	4	4	2	4	3	8	3	3	7	6	3	6	77
Tecnologo	2	3	2	3	4	1	2	1	2	1	1	2	4	3	3	4	4	0	9	51
Dirigente Tecnologo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	4
Primo Tecnologo	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8
Tecnologo	2	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	0	4	39
FUNZ. AMM.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	4
CTER	3	3	2	4	3	2	1	1	0	1	1	2	3	2	1	2	3	2	4	40
COLL. AMM.	0	0	1	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	1	2	1	4	18
OP. TECN.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	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	15	20	12	13	13	10	7	16	13	29	8	7	18	27	9	35	296

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 ricerca 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 2011-2013 l'INAF possa contare su circa 250/260 nuove assunzioni**, distribuite nelle varie qualifiche sia per le cessazioni nel triennio 2011-2013 che per un ragionevole sviluppo delle attività. Si ricorda che le vacanze organiche al 31-12-2010 risultano essere **259**.

Il fabbisogno dell'INAF relativo al periodo 2011-2013 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 2011-2013, 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 **232** unità.

<i>Personale</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>TOTALI</i>
Ricercatori	27	38	37	102
Tecnologi	20	10	10	40
Tecnici	20	12	12	44
Amministrativi	21	12	13	46

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 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 31.12.2008, al 31.12.2009 e al 31.12.2010

Struttura	Assegnisti			Borsisti			Contrattisti		
	31.12.08	31.12.09	31.12.10	31.12.08	31.12.09	31.12.10	31.12.08	31.12.09	31.12.10
OA-FI	6	9	14	7	5	3	12	3	4
OA-BO	9	6	9	1	5	6	0	1	1
OA-MI	12	14	18	8	4	7	5	8	5
OA-CA	5	6	7	1	2	0	0	0	0
OA-NA	8	9	13	4	3	2	8	5	5
OA-CT	0	3	2	5	1	2	2	0	0
OA-PD	12	24	16	6	3	5	5	3	2
OA-PA	5	3	3	3	1	2	5	2	2
OA-RM	11	18	20	6	3	5	0	1	5
OA-TE	4	5	4	0	0	0	1	1	1
OA-TO	9	7	7	0	0	3	1	1	2
OA-TS	7	9	8	1	3	8	5	3	4
IASF-BO	13	10	9	0	0	0	0	0	0
IASF-MI	7	5	10	1	2	2	1	0	0
IASF-PA	2	4	5	1	0	0	0	0	0
IASF-RM	14	7	7	0	4	4	1	1	1
IFSI-RM	23	21	14	0	1	7	1	1	3
IFSI-TO	1	2	4	0	1	0	0	0	0
IRA	11	8	11	3	4	6	3	2	2
TNG		0	0		0	0		0	0
Sede Centrale	0	0	0	0	0	0	4	2	2
TOTALE	159	170	180	47	42	65	54	34	38
Totale personale non strutturato al 31.12.2008: 260									
Totale personale non strutturato al 31.12.2009: 246									
Totale personale non strutturato al 31.12.2010: 284									

Personale dipendente a tempo determinato in servizio presso le Strutture di ricerca al 31.12.2010

Struttura	Ricercatori	Tecnologi	Tecnici	Amministrativi
IASF Bologna	8	0	0	0
IASF Milano	5	2	0	0
IASF Palermo	0	0	0	0
IASF Roma	9	8	2	0
IFSI Torino	0	0	0	0
IFSI Roma	12	2	0	0
IRA	0	0	0	1
OA Arcetri	1	3	2	0
OA Bologna	1	0	0	0
OA Brera	3	1	1	0
OA Cagliari	0	0	0	0
OA Capodimonte	0	2	1	0
OA Catania	0	0	0	0
OA Padova	2	0	0	0
OA Palermo	0	0	0	1
OA Roma	3	7	3	0
OA Teramo	0	0	0	0
OA Torino	5	0	0	0
OA Trieste	1	2	0	0
Sede Centrale	0	3	0	3
TOTALE	50	31	8	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-NA, OA-CT, OA-RM). 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 sede del Museo Astronomico e Copernicano (accessibile solo su richiesta).

La complessa situazione edilizia delle Strutture INAF, il processo di riorganizzazione della rete delle Strutture e lo sviluppo di alcuni nodi della rete (in particolare lo sviluppo dell'OA-CA legato alla realizzazione di SRT) richiedono un forte investimento da parte dell'Ente per la realizzazione di nuove sedi, per l'adeguamento di quelle attuali e per le 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 già avviate** da portare avanti nel corso del triennio sono:

- Interventi di messa in sicurezza
- la realizzazione, assieme all'Università di Bologna, della nuova sede dell'Osservatorio Astronomico di Bologna in località Navile. La gara di appalto è conclusa e in data 3 marzo 2010 è stato firmato il contratto per la realizzazione dei nuovi insediamenti con il raggruppamento di imprese che si è aggiudicato l'appalto per un importo complessivo di euro 60.383.220,43 + IVA. In base al contratto, la consegna del manufatto dovrebbe avvenire entro 36 mesi, incluso collaudo con esito positivo, a partire dalla data del 1 dicembre 2010.
- 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 il 2010 ha visto l'aprirsi del cantiere per la costruzione della nuova sede dell' Osservatorio. Essa sarà localizzata nel comune di Selargius, a meno di un chilometro dal Dipartimento di Fisica della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari.
- la realizzazione della nuova sede dell'Osservatorio Astronomico di Palermo, anche in vista dell' accorpamento dello stesso Osservatorio con lo IASF-Palermo; sono state avviate le procedure per giungere alla stesura di un progetto definitivo che è stato sottoposto all'approvazione degli organi competenti nel corso del 2010.
- la riunificazione delle attuali tre sedi dell'Osservatorio Astronomico di Trieste in un'unica sede identificata presso nei pressi del Campus Miramare, purtroppo problemi economici ne hanno impedito la realizzazione anche se si continua ad esplorare tale possibilità.

Le opere prioritarie, 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

- 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 manutenzione straordinaria 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 (Brera e Merate dell'OA-MI e lo IASF-MI) in un unico edificio ed in un'unica Struttura.
- 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 2011-2013, 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: Fondazione senza scopo di lucro diritto spagnolo costituita per la gestione del Telescopio Nazionale Galileo.

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

Il Patronato è 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'attività della fondazione è finanziata dai soci (INAF) e possibilmente da altre fonti, anche se di fatto fino al 2009 è stata esclusivamente finanziata dall'ente con un contributo per il funzionamento da parte del Dipartimento Strutture.

L'attività preponderante della Fondazione è il mantenimento e sviluppo del TNG (Telescopio Nazionale Galileo) e la gestione del tempo osservativo per conto della comunità 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 attivita' 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 attivita' 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

Nel corso del 2010, l'INAF si è disimpegnato dalla società **ASTER**, società consortile frutto di un accordo tra la Regione Emilia-Romagna, le Università, gli Enti di ricerca nazionali operanti sul territorio emiliano-romagnolo, ha perfezionando la cessione delle n. 17977 azioni in proprio possesso.

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 per l'incremento degli studi e delle ricerche dei Dipartimenti di Fisica dell'Università di Trieste ha lo scopo di contribuire al potenziamento degli studi delle Scienze Fisiche presso l'Università e le altre istituzioni scientifiche dell'area triestina, istituisce periodiche borse di studio per giovani ricercatori.

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.

Da sottolineare il progetto **Cybersar**, finalizzato alla realizzazione in Sardegna di una **cyberinfrastruttura**, organizzata su una **rete di poli di calcolo ad alte prestazioni**, orientata alla ricerca fondamentale ed applicata nei settori scientifici delle scienze naturali, dell'ingegneria e dell'informatica, in cui i soci del consorzio sono attivamente coinvolti a livello di eccellenza internazionale.

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

Apriti cielo: 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 Apriti cielo 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

15. 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 sia 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 riordino dell'Ente, che prevede la presenza di una Direzione Generale, anche l'organizzazione della sede centrale dovrà 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 dell'ordine di 20 Meuro è richiesta annualmente per il buon 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. 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. Una concreta possibilità di reperimento, almeno parziale, di tali fondi è rappresentata dai fondi premiali del MIUR.

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 31.12.2010 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 dagli attuali limiti finanziari imposti (20% del turnover).

Come sopra riportato il fabbisogno di personale a tempo indeterminato per il triennio 2011-2013 è di 232 unità.

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, 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.

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 (Cerenkov 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 Cerenkov 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.

Il progetto EST (European Solar Telescope) è un progetto finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito dell'infrastruttura 2007 - FP7 per lo studio di fattibilità di un telescopio solare a grande apertura di classe 4 - 5 metri da costruire nel prossimo decennio.

Una delle responsabilità dell'INAF all'interno di questo progetto europeo, è la realizzazione del design del software di controllo, data handling e data reduction dell'intera facility. In questo ambito, l'INAF-OATs è responsabile della realizzazione del design del software di controllo del telescopio, del suo monitoraggio e della infrastruttura di rete necessaria per la sua gestione.

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 Radionet, 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.

La Final Design Review della Fase B si è svolta recentemente (21-24 Settembre 2010) a Monaco con la partecipazione nel Review Committee di personale INAF.

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 di laboratorio e su scala industriale, condizioni essenziali per arrivare a realizzare tecnologie concrete.

Inoltre, con la struttura osservativa TNG, l'INAF partecipa al programma di Transnational Access, fornendo l'opportunità di utilizzo del telescopio ad astronomi di paesi che normalmente non hanno accesso alle infrastrutture osservative.

ELT DESIGN STUDY e E-ELT Prep

Il progetto ELT DESIGN STUDY, 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 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)
- Spettroscopia ad alta risoluzione infrarossa (sedi di Arcetri e Bologna)

Con il progetto E-ELT Prep (Preparing for the construction of the European Extremely Large Telescope) finanziato dal Settimo Programma Quadro è stata eseguita la fase preparatoria di E-ELT, completata nel 2010, che ha costituito il prosieguo naturale del progetto precedente, in cui sono state 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 analoga strumentazione su JWST.

CODEX

Le sedi INAF di Trieste e Brera, in collaborazione con un Consorzio Europeo guidato da ESO, hanno realizzato uno studio di fattibilità di uno spettrografo ottico (370-710 nm) ultra-stabile di alta risoluzione ($R \sim 120000$) proposto per l'E-ELT.

CODEX farà uso di tecniche innovative di calibrazione, basate su un laser frequency comb, per aprire una nuova era nella spettroscopia di precisione. Grazie alla straordinaria stabilità e capacità di raccogliere fotoni, CODEX potrà effettuare il test cosmologico proposto da Sandage (1962), misurando l'espansione differenziale dell'Universo con osservazioni della foresta di Lyman. CODEX permetterà inoltre di costruire con la tecnica delle velocità radiali un campione di pianeti rocciosi di tipo terrestre nelle zone abitabili di stelle simili al Sole. A questi due argomenti principali si affianca una varietà di casi scientifici, che vanno dall'astronomia stellare, galattica ed extragalattica alla fisica fondamentale. Alla fine dello studio di fattibilità, concluso con successo nel marzo 2010, ad INAF-OATs e OABr è stato proposto di assumere, nell'ambito del consorzio, la responsabilità della progettazione dell'elettronica, del software di controllo e di analisi dati, oltre al System Engineering.

E-ELT M4 preliminary design

Il progetto si basa su un contratto tra ESO e Microgate s.r.l. (BZ), in associazione con le ditte europee A.D.S. International (LC) e SAGEM (Francia) e INAF (Oss. Merate e Oss. Arcetri). Lo scopo è la realizzazione del disegno preliminare e test prototipale dello specchio adattivo M4 per EELT.

L'Osservatorio di Arcetri ha partecipato al progetto con l'incarico di "Adaptive Optics Scientist". Nel 2010 si è conclusa la fase B del progetto con la review finale nel Giugno 2010. Nel corso del 2010 Arcetri ha collaborato con l'Università di Cassino (DAEMI) per lo sviluppo di attuatori elettromeccanici con efficienza e densità superiori a quelli precedentemente sviluppati nel quadro del progetto TEC1 di ELT-DS.

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.

L'OA - TS, all'interno di questo progetto, è stato responsabile del design del software di controllo.

OPTIMOS-EVE

INAF-OATs ha anche partecipato alla Fase A per la realizzazione del software di controllo della variante EVE di OPTIMOS. Si tratta, analogamente al caso DIORAMAS, di uno spettrografo multi-oggetto, a risoluzione intermedia, ma basato su fibre. La peculiarità dello strumento, in termini di controllo, è rappresentata da un complesso robot necessario per posizionare di fibre, il cui studio è stato suddiviso tra INAF-OATs e il RAL (Oxford).

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 colletttrice (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 si occuperà 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, istruiranno i potenziali utenti di ALMA.

Oltre a svolgere tali attività a carattere generale, l'ARC italiano si occupa 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 ambiti. Inoltre, viene esplorata la tecnologia GRID per ottimizzare l'uso delle risorse nei diversi nodi. Infine, l'ARC italiano ha lo scopo di diffondere e incentivare l'utilizzo di ALMA nella comunità astronomica italiana. Questo accade 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. In Aprile 2010 l'ARC ha organizzato il terzo ALMA Community day, mentre in Giugno 2011 verrà organizzata una scuola internazionale su astrochimica ed ALMA (in collaborazione col network europeo COST).

All'inizio del 2011 il personale coinvolto nella realizzazione dell'ARC italiano è costituito da 6 membri dello staff dell'IRA, da 5 postdoc, e da 1 system manager. Un ricercatore a tempo indeterminato verrà acquisito nel 2011, in base al concorso nazionale espletato nel 2010.

L'ARC dovrà essere completamente operativo per la prima "Call for proposals for Early Science" di ALMA (marzo 2011). L'ARC fornirà inoltre ad una capacità di archiviazione dati 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.

Le strutture INAF principalmente coinvolte sono l'Osservatorio Astronomico di Trieste (OAT) e l'Istituto di Radioastronomia (IRA). INAF-OATs collabora allo sviluppo e realizzazione dell'ALMA Common Software, la spina dorsale di tutto il sistema software del progetto. In particolare, tra i vari software moduli sviluppati presso OATs, va menzionata una libreria disegnata appositamente per il trasferimento efficiente e continuo di grosse quantità di dati, soprattutto scientifici, utilizzata tra il Correlatore e i diversi sottosistemi di ALMA

VST

Costruzione

Come già descritto nel paragrafo 1.2.8 del documento principale, il VST (VLT Survey Telescope) è un telescopio ottico a grande campo, frutto di una joint-venture tra l'INAF e l'ESO (European Southern Observatory). Si tratta di un riflettore con montatura altazimutale e specchio primario di 2.6 metri di diametro, progettato per un'elevata qualità dell'immagine su un grande campo di vista in modo da essere usato per l'esplorazione sistematica (survey) del cielo.

ESO, che ha la responsabilità della gestione operativa del telescopio, ha realizzato la cupola situata presso la propria stazione osservativa di Cerro Paranal in Cile, dove sono i quattro riflettori da 8.3 m di diametro che compongono il Very Large Telescope (VLT) e che rappresentano la frontiera tecnologica mondiale per l'astronomia ottica da terra. In cambio della fornitura del telescopio, INAF riceverà una quota parte del tempo di osservazione VST.

All'inizio del 2009 la struttura meccanica del telescopio VST risultava già integrata nella sua cupola e si era in attesa di ricevere il sistema di supporto dello specchio primario (denominato usualmente "cella") e delle cosiddette unità ausiliarie.

Purtroppo, nel giugno 2009, all'arrivo in Cile presso l'Osservatorio ESO di Cerro Paranal, dopo una lunga sosta in mare per un'avaria del cargo, la cella è risultata gravemente danneggiata da un'esposizione all'acqua. Rimpatriata nella seconda metà del 2009, è stata perfettamente riparata nel corso del 2010, spedita nuovamente a Paranal ed integrata con successo nel telescopio.

INAF si è costituito in giudizio nei confronti della ditta di trasporto e dell'assicurazione per il risarcimento dei danni materiali e morali.

Nell'autunno del 2010 sono poi state alluminate e montate le ottiche, sono state completate le integrazioni di alcuni sottosistemi ancora mancanti e si sono effettuate le prime operazioni di allineamento dello strumento. Il telescopio è stato completamente montato da personale INAF (OA Napoli, OA Padova, OA Arcetri e Sede centrale) e a fine novembre del 2010 il VST ha visto la sua prima luce, raccolta da una camera di test. Subito dopo si sono avviate le operazioni di commissioning tecnico, condotte finora con lusinghieri risultati. Tali operazioni prevedono l'installazione al telescopio, nel mese di marzo, della camera per immagini OmegaCam e sono previste concludersi entro l'estate 2011, con la Partial Acceptance in Cile di tutto lo strumento da parte di ESO e con l'inizio dell'operatività scientifica.

Il VST è stato progettato per rispettare gli elevati standard qualitativi imposti da ESO per un sito astronomico straordinario come il Cerro Paranal, che riguardano le performance, l'affidabilità, la manutenibilità e anche la resistenza ai terremoti di forte intensità.

Ottiche a parte, il telescopio VST è stato interamente realizzato in Italia, dall'INAF e da alcune aziende di punta del settore (Mecsud di Scafati, Tomelleri di Villafranca di Verona, ADS di Lecco, EIE di Mestre, per citare solo le ultime in senso cronologico).

Lo strumento potrà essere usato per lavori di survey mirati all'identificazione di sorgenti deboli da osservare con il VLT, ma anche per autonome ampie ricerche (survey) che ne richiedano le peculiari prestazioni di camera ottica con un grande campo e ottima risoluzione. Dal VST ci si attendono risposte in merito a questioni che vanno, per esempio, dallo stato dell'interazione tra la Via Lattea e i suoi satelliti all'accertamento dell'esistenza e dell'abbondanza della materia oscura rivelata tramite minuscole deformazioni indotte da questo elusivo ingrediente cosmico su sorgenti di

luce lontane. Ma soprattutto ci si aspetta una messe di inattese scoperte, di quelle imprevedibili che capitano ogni volta che si esplora un nuovo continente.

OmegaCAM

Nel corso del 2010 sono state svolte attività preparatorie per il commissioning della camera per immagini di VST, OmegaCAM, che è prevista iniziare a marzo 2011.

L'INAF contribuisce al progetto con il software di controllo della camera. Le attività previste per il 2011 comprendono: l'installazione e test della camera al telescopio, seguiti da due periodi di commissioning per mettere a punto le procedure di osservazione e calibrazione, nonché il software di autoguida e image analysis implementati da OmegaCAM.

Supporto

INAF ed ESO stanno finalizzando un Amendment al MoU del VST per fissare le percentuali di notti del GTO (Guaranteed Time Observations) e le modalità di uso del VST. In totale il GTO di INAF (già OAC – Osservatorio Astronomico di Napoli) unito a quello italiano di OmegaCam (Osservatorio Astronomico di Padova) supererà le 50 notti/anno: un patrimonio consistente, di grande valore economico, gravido di grandi opportunità scientifiche per la comunità di astronomi italiani.

Per poter sfruttare a pieno questa opportunità unica è indispensabile che vengano assicurate le risorse materiali e umane atte a potenziare le facilities di riduzione dati già sviluppate dall'OAC, anche in collaborazioni internazionali, e a sostenere i vari progetti di survey selezionati per il GTO del VST.

Nell'ottobre del 2010, il CdA dell'INAF ha chiuso il Centro VST a Napoli e ricondotto il VST a rango di progetto dell'OAC.

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

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.

E' uno strumento complesso dotato di vari bracci, ognuno ottimizzato per consentire lo studio dei sistemi planetari nelle varie età evolutive.

SPHERE usa un modulo di ottica adattiva di elevate prestazioni, un coronografo interferenziale ed una correzione del tip-tilt. Per i pianeti giovani le osservazioni verranno effettuate studiando direttamente la loro emissione con immagini IR

differenziali (IRDIS) e con spettroscopia IR a campo integrale (IFS) nelle finestre spettrali delle bande Y, J, H e K ($\sim 0.95 - 2.32 \mu\text{m}$). Per i sistemi evoluti, si studierà la luce riflessa in polarimetria differenziale nel visibile utilizzando una fast-modulation polarizing camera (ZIMPOL). L'intero disegno ottico di SPHERE è ottimizzato ad osservare pianeti molto meno brillanti della stella centrale (oltre 12 mag più deboli) ad una separazione angolare compresa tra 0.1 e 5 arcsec.

Il consorzio internazionale che costruisce lo strumento è guidato da Grenoble (LAOG) ed include, oltre ad istituti italiani, istituti francesi, tedeschi, svizzeri ed olandesi. L'INAF ha la responsabilità della progettazione e della costruzione dell'Integral Field Spectrograph (IFS), del control SW e partecipa attivamente ad altre attività tra cui il Data Reduction and Handling, la definizione e preparazione della grande survey del consorzio. Nel corso del 2010 l'IFS è stato integrato presso OA Padova. Nella seconda metà del 2011 è prevista l'integrazione con le altre parti a Grenoble, nel 2012 il suo trasporto a Paranal e nel 2013 l'inizio delle operazioni scientifiche.

ESPRESSO CODEX

ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations, spettrografo echelle per osservazioni di pianeti rocciosi extrasolari e spettroscopia di precisione) è uno strumento di terza generazione per il VLT, sviluppato da un consorzio europeo che comprende, oltre ad INAF, l'Observatoire de Geneve, l'Istituto di Astrofisica delle Canarie, un consorzio portoghese ed ESO.

ESPRESSO combinerà l'efficienza di un moderno disegno ottico basato su un reticolo echelle con una precisione estrema nelle misure spettroscopiche. Verrà installato al fuoco Coudé dell'ESO-VLT, con la possibilità di ricevere luce da uno qualsiasi dei 4 UT, permettendo una grande flessibilità, ma anche di utilizzare il fuoco incoerente combinato di tutti e 4 in una configurazione equivalente a un telescopio di 16 m di diametro. I casi scientifici principali sono la ricerca e caratterizzazione di pianeti rocciosi extra-solari nelle zone abitabili di stelle nane di tipo spettrale da G a M e la variabilità delle costanti fisiche fondamentali. Nell'ambito del Consorzio costruttore l'INAF ha la responsabilità del disegno ottico, dell'elettronica e del software di controllo e analisi dati, oltre al System Engineering. ESPRESSO è considerato il successore dello strumento HARPS e il precursore di CODEX, lo spettrografo ottico super stabile e ad alta risoluzione da destinare all'E-ELT per misurare direttamente la variazione nel tempo del tasso di espansione dell'Universo.

Nel febbraio 2010 si è concluso con successo lo studio di fase A di ESPRESSO. Nell'ottobre 2010 è iniziata la fase B. La prima luce è prevista nel 2016.

VIMOS-NIR

Lo IASF Milano, in collaborazione con Arcetri e l'Osservatorio di Roma in Italia, e con il LAM, l'Osservatorio di Ginevra e l'Università di Madrid, ha risposto alla sollecitazione di ESO di proporre nuovi o upgrades di spettrografi multioggetto. Il Consorzio propone di sostituire almeno 2 canali di VIMOS attrezzandoli con nuove camere, nuovi rivelatori, nuovi filtri e dispersori in modo che sia possibile fare fotometria e spettroscopia da 0.5 a 1.4 μm . Ciò permetterebbe di cercare le galassie nei primi stadi della loro formazione a $z > 6$ su grandi aree, costruire la storia dell'arricchimento in massa e della formazione stellare delle galassie tra $1 < z < 6$, rivelare e studiare le galassie più vecchie e quiescenti, e di studiare la formazione degli ammassi di galassie a $z > 1.5$, ad un costo ridotto e realizzabile in tempi di 3-4 anni. La proposta dettagliata verrà presentata ad ESO il 1 marzo 2011.

MOONS

Lo strumento Moons propone di ampliare le capacità dell'attuale sistema multi-fibre del VLT (Flames + Giraffe), estendendo la copertura spettrale fino a 1.8 micron, includendo anche l'opzione di raddoppiare (da 250 a 500) il numero di oggetti misurabili contemporaneamente usando un nuovo posizionatore per le fibre. Nel gruppo di lavoro tecnologico, guidato dallo UK-ATC di Edimburgo (Gran Bretagna), INAF (sedi di Arcetri, Bologna e Roma-Monterozio) ha il ruolo chiave di progettare lo spettrometro IR criogenico.

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: è 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

VISTA NIMOS

Il progetto, che rientra nella call for proposal di ESO per il disegno concettuale di nuovi spettrometri MOS, propone di modificare l'attuale imager a grande campo di VISTA in uno strumento multi-mode che permetta sia imaging che multi-objects spectroscopy nell'intervallo spettrale 0.9-2.5 micron, mantenendo il campo attuale di VISTA.

Nel gruppo di lavoro tecnologico, guidato dallo UK-ATC di Edimburgo (Gran Bretagna), INAF (sedi di Arcetri, Bologna e Roma - Monteporzio) contribuisce con disegno ottico, meccanico e criogenico.

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. Nel corso del 2010 il DIMM ha cominciato la sue misure e diverrà completamente automatizzato nel corso del 2011.

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.

HARPS-N

INAF ha raggiunto nel 2010 un accordo con il consorzio Harps-N per la costruzione della copia dello strumento Harps (collocato al telescopio 3.6 dell'ESO in Cile) per lo studio dei pianeti extrasolari e per l'astrosismologia. Il nuovo strumento verrà costruito dal consorzio (IT+CH+US+UK), collocato al TNG e messo in funzione nell'aprile del 2012. Sarà l'unico strumento della sua classe nell'emisfero nord, in grado di misurare la velocità di pianeti piccoli quanto la Terra. L'importanza di questo progetto è legata al tempo garantito al TNG per il follow-up del satellite Kepler.

L'esperienza e la strumentazione saranno utilizzate dagli astronomi italiani nella generazione successiva di satelliti (PLATO).

DMD@TNG

Un progetto cofinanziato da Italia (INAF) e Francia (LAM) come dimostrativo tecnologico della tecnologia DMD, array di specchi microscopici e orientabili. Questi specchi, posti nel piano focale del telescopio TNG, permetteranno di aprire e chiudere fenditure programmabili per la spettroscopia multi-oggetto, risparmiando tempo sulle tecnologie attuali che necessitano di interventi meccanici della durata di ore o giorni.

Lo spettrografo avrà un canale spettroscopico e uno di imaging, sfruttando contemporaneamente le posizioni degli specchi orientabili.

EST

Il progetto EST (European Solar Telescope) prevede la realizzazione di un telescopio solare con una apertura di 4 metri, caratterizzato da un disegno ottico e strumenti ottimizzati per misure spettropolarimetriche dal vicino UV al NIR. Il disegno del telescopio, che verrà utilizzato prevalentemente per osservazioni della fotosfera e della cromosfera solare, prevede una configurazione di tipo Gregoriana in asse e una suite di strumenti di piano focale (al fuoco Coudé), che comprende: un Broad Band Imager, uno Spettropolarimetro a banda stretta con filtri sintonizzabili e uno Spettropolarimetro a reticolo. E' inoltre previsto un sistema di ottica adattiva integrata nel percorso ottico del telescopio, fra lo specchio primario e gli strumenti di piano focale, allo scopo di massimizzare le capacità di trasmissione e di fornire immagini corrette al fuoco Coudé, simultaneamente per i tre tipi di strumenti. Il progetto è stato promosso dalla comunità astrofisica solare europea, che ha dato vita ad una associazione (EAST: European Association for Solar telescopes, formata da 15 stati

membri: Austria, Croazia, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Gran Bretagna, Italia, Norvegia, Olanda, Polonia, Slovacchia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ungheria).

Il progetto EST è nella fase conclusiva dello studio concettuale finanziato nell'ambito dell'FP7, coordinato dall'Istituto de Astrofísica de Canarias (PI M. Collados) e sviluppato in un clima molto collaborativo da 29 partner europei (14 istituti scientifici e 15 industrie). I ricercatori italiani coinvolti nel progetto FP7 sono 30, distribuiti su 6 sedi INAF (Osservatori di Arcetri, Catania, Roma, Trieste, IFSI-Roma e TNG) e 5 sedi Universitarie (L'Aquila, Calabria, Catania, Firenze, Roma Tor Vergata).

Il diametro, il sito (le Isole Canarie), i sistemi di ottica adattiva e multi coniugata per sorgenti estese integrati nel percorso ottico, gli strumenti previsti e le tecniche di image processing post facto formeranno una suite di strumenti h/w e s/w assolutamente innovativa. Grazie a queste sue caratteristiche, EST si trova al livello di più alta priorità per i progetti *medium-size ground-based* nella Roadmap di ASTRONET. Si ritiene che la realizzazione di una facility europea sia necessaria per il mantenimento della leadership scientifica nel campo della fisica solare da terra, nel momento in cui le nazioni più evolute scientificamente si stanno dotando di telescopi solari di grande apertura.

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 colletttrice 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.

Il progetto ha destato un significativo interesse industriale, in seguito ad azioni coordinate dal Dipartimento Progetti, sia a livello di grandi imprese a livello nazionale che a livello di consorzi di PMI in realtà regionali come quella campana, in collaborazione e in coordinamento con INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte.

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.

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.

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 maggio del 2010 è stato installato su LBT il primo secondario adattivo che verrà usato da LUCIFERa. La seconda unità (in congiunzione con LUCIFERb) nonché il terzo strumento, lo spettrografo ottico seeing limited MODS, saranno installati nel corso del 2011. 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.

La messa a punto di LBT in modalità "seeing limited" e la prima luce del sistema di ottica adattiva sono state effettuate utilizzando come strumento per acquisizione di immagini la Infrared Test Camera, realizzata dall'Osservatorio di Bologna dell'INAF e dal Max-Planck-Institut für Astronomie di Heidelberg.

E' rimarchevole che il sistema di ottica adattiva, sebbene ancora non completamente commissioned, implementa tecnologie sia sulla parte del sensore che sulla parte del correttore sviluppate quasi per intero all'interno dell'INAF, e che abbia dimostrato in cielo livelli di correzioni del fronte d'onda e quindi della qualità dell'immagine solamente previsti teoricamente nell'ambito della cosiddetta XAO (eXtreme Adaptive Optics).

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 completamente gestito dall'IA2 di Trieste, che provvede anche all'archiviazione dei dati del TNG. IA2 ha sviluppato e mantiene il sistema di archiviazione per tutta la Corporation LBT, con archivi distribuiti e sincronizzati a Mt.Graham, Tucson, Heidelberg e Trieste.

Per dati di imaging di proprietà dell'INAF 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, dei rotatori ottici e delle camere di acquisizione per le stesse.

Ottica Adattiva di prima luce per LBT – FLAO

Programma di sviluppo tecnologico (secondari adattivi, sensori di fronte d'onda a piramide) finalizzato alla costruzione di due sistemi di Ottica Adattiva gemelli da installarsi sui due fuochi gregoriani piegati frontali del telescopio.

I sistemi adattivi sono asserviti al funzionamento con i due spettro-imager infrarossi di LBT chiamati LUCI1 e LUCI2. Componenti innovativi dei due sistemi sono gli specchi secondari adattivi ognuno con 672 attuatori e i sensori di fronte d'onda a piramide.

Il primo di questi sistemi, FLAO1, è stato installato al telescopio nel periodo Febbraio-Marzo 2010. In particolare si sono installati sul lato destro del telescopio la prima unità di secondario adattivo e il primo sensore di fronte d'onda contenuto nella unità di Acquisition Guiding & Waferont sensing detta AGW. Il commissioning di questo sistema è cominciato nel Maggio 2010 e dovrebbe concludersi a Giugno 2011.

Le immagini realizzate durante il commissioning hanno un grado di correzione mai raggiunto prima in un telescopio della classe 8m. Si è ottenuto ad esempio un Strehl ratio > 90% in Banda H e un SR > 20% ad 850nm. Il loop è stato chiuso con

successo su una stella di guida di magnitudine 17.5, aumentando il picco della PSF di un fattore 3.

Per quanto riguarda il secondo sistema, nel 2010 si è concluso con successo ad Arcetri lo acceptance test ottico della seconda unità di secondario adattivo.

L'integrazione del sistema completo e il suo test nella torre solare di Arcetri avverrà per Gennaio 2011. L'installazione del secondo sistema al telescopio è prevista per Giugno-Settembre 2011.

Sensori di fronte d'onda per l'interferometro LBTI – WLBTI

Il programma prevede l'estensione alle stazioni focali centrali, usate dall'interferometro LBTI, del sistema di Ottica Adattiva di LBT.

I sensori di fronte d'onda sono derivati da quelli del programma precedente con alcune modifiche dovute all'uso con la strumentazione interferometrica.

I due sensori di fronte d'onda sono stati installati al telescopio assieme con tutto lo strumento LBTI in Giugno 2010. A settembre-ottobre 2010 si sono svolti i primi test adattivi in cielo del sistema. Si sono ottenuti ottimi risultati con la acquisizione di frange interferometriche corrette in modalità adattiva a 12 micron e immagini adattive con Strehl ratio circa 50% in banda H.

ARGOS

Il programma ARGOS, approvato da LBTC nel 2009, prevede l'uso di stelle artificiali di Rayleigh per ottenere una correzione parziale del seeing con una riduzione della sua FWHM di un fattore compreso fra 2 e 3. Tale correzione è efficace su un campo di vista dell'estensione di 4x4 minuti d'arco. Lo strumento che beneficia di questa correzione è l'imager e spettrografo multi object NIR detto LUCIFER. È previsto un upgrade del sistema ARGOS per ottenere, utilizzando laser addizionali al sodio, immagini diffraction limited su campo piccolo, raggiungendo una maggiore copertura del cielo rispetto al sistema a stella di guida naturale FLAO.

L'OA - Arcetri ha la responsabilità di progettare e produrre i sensori di fronte d'onda per le stelle artificiali e naturali necessarie. Il lavoro di integrazione ad Arcetri è previsto concludersi a fine 2011. L'installazione al telescopio è prevista per la prima metà del 2012. Il commissioning del sistema dovrebbe concludersi nel 2013.

Nel 2010 il progetto ha superato con successo il Final Design Review (FDR) e si è così passati alla fase di acquisizione parti ed integrazione del sistema. Un componente critico del sistema è il dicroico che divide la luce fra sensori di fronte d'onda e lo strumento scientifico. Ad Arcetri si è eseguito il disegno ottico e supervisionato la realizzazione presso la ditta SESO (Francia). Allo stesso tempo si è supervisionato il disegno meccanico della montatura di questo componente eseguito dalla ditta ADS (Lecco). Infine ad Arcetri è cominciato il test dei vari sottosistemi che compongono il sensore di fronte d'onda.

Ottica Adattiva per Magellan

Questo programma, oggetto di un contratto fra Magellan ed INAF, ha per obiettivo la fornitura dell'intero sistema di ottica adattiva per uno dei due telescopi gemelli "Magellan" da 6.5 m. Il sistema di OA per Magellan & egrave; una copia (con i necessari adattamenti) del sistema adattivo sviluppato per LBT (FLAO).

INAF-Arcetri fornisce l'unità egrave; sensore di fronte d'onda, assistenza nella produzione (presso l'industria italiana) del secondario adattivo, la calibrazione e messa a punto finale dell'intero sistema (nella torre di test di Arcetri) e assistenza nell'installazione e commissioning.

Nel 2010 si è conclusa la fase di disegno del sensore di fronte d'onda e si è cominciata l'acquisizione delle parti e la loro integrazione ad Arcetri. L'integrazione e

test del sensore di fronte d'onda sarà completata per Luglio 2011. Allo stesso tempo il gruppo di Arcetri ha seguito l'integrazione del secondario adattivo di Magellan avvenuta presso le ditte ADS (Lecco) e MicroGate (Bolzano). Il test elettromeccanico di questa unità è stato completato nel Luglio 2010. nella seconda metà del 2011 si effettuerà nella torre solare di Arcetri la calibrazione ed i test del sistema completo. La spedizione del sistema in Cile è prevista per l'inizio del 2012 dopo la conclusione dell'acceptance test ad Arcetri.

LTC: LBT Turbulence Center

Il progetto si prefigge di rendere operativo un sistema di previsione della turbolenza ottica (distribuzione verticale ed integrata) presso LBT a Mt. Graham. Tutti i parametri, che sono utilizzati per caratterizzare la turbolenza ottica e per permettere un efficiente utilizzo dei sistemi di AO e un'efficiente selezione dei programmi scientifici al telescopio (profili verticali di CN2, seeing, angolo isoplanatico, tempo di coerenza del fronte d'onda, tasso di scintillazione,...), saranno accessibili con anticipo temporale rispetto al tempo di osservazione su un dedicato sito web permettendo ad astronomi e instruments scientists l'accesso remoto a questi dati.

Il sito web includerà anche alcuni parametri meteorologici di rilievo in campo astronomico. I parametri d'interesse saranno calcolati con un modello atmosferico di ricerca a mesoscale (codice numerico di evoluzione spazio/temporale del fluido atmosferico Meso-Nh in cui è stato implementato, dal nostro gruppo di ricerca, un codice per la turbolenza ottica di interesse astronomico (Astro-Meso-NH).

Il progetto (fase A) è stato presentato al Board di LBT in Ottobre 2010 ed approvato all'unanimità. Non è stato però possibile inserirlo nel budget (LBT Internazionale) di quest'anno in quanto si era già raggiunto il massimo previsto. Su suggerimento del Direttore di LBT (R. Green) e del Board italiano (Vettolani, Fontana, Ragazzoni) si è pensato di inserirlo per quest'anno nelle attività LBT/INAF del 2010/2011. Il budget richiesto per quest'anno (fase A) a LBT/INAF per il proseguo di LTC è di **75 KEuro**. E' stata già presentata una fase B (da discutersi al Board d'autunno 2011).

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.

E' 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 (SRT) è un paraboloide da 64m di diametro, che è in fase di completamento a circa 35 km da Cagliari, in località Pranu Sanguni, nel comune di San Basilio, e sarà il più grande radiotelescopio italiano. La prima luce è prevista per la metà del 2011.

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 state avviate attività sistematiche di monitoraggio del sito che hanno consentito di caratterizzarlo sia dal punto di vista elettromagnetico, sia dal punto di vista della trasparenza ad alte frequenze.

La costruzione di SRT ha visto nel 2010 una fase particolarmente impegnativa, che è culminata con il montaggio in quota del paraboloide da 64m in un unico tiro, attraverso l'utilizzo di una gru speciale proveniente dall'Olanda. A fine dicembre 2010, i principali test di accettazione della struttura meccanica principale sono stati superati con successo.

Va sottolineato come i finanziamenti inizialmente stanziati per la costruzione di SRT fossero sufficienti per raggiungere a fatica l'operatività minima. La firma di un Protocollo di intesa tra INAF ed ASI per SRT, che destina una frazione del 20 per cento del tempo utile di antenna ad attività di Deep Space Network a fronte di una partecipazione del 20 per cento alle spese di costruzione, ha risolto i problemi connessi al finanziamento del progetto. Rimane comunque pressante il problema dei costi di gestione che si attesteranno (detratta la quota ASI) attorno ad 1.5 Milioni di €/anno a cui vanno sommati i costi del personale.

Il radiotelescopio SRT risponde ad una crescente richiesta della comunità astronomia internazionale di osservazioni radio a frequenze medio alte (fino a 100 GHz) e costituisce un nuovo importante e atteso polo della rete VLBI europea. SRT inoltre risponde alla crescente richiesta di Stazioni DSN (Deep Space Network) e quindi di sviluppo delle telecomunicazioni spaziali da parte delle Agenzie Spaziali internazionali, NASA ed ESA. L'impianto si configura altamente competitivo nella identificazione e nel censimento degli Space Debris, e nel tracking dei NEO (Near Earth Objects), fenomeno a cui la Comunità Europea pone una crescente attenzione, e si configura inoltre come un centro di eccellenza di Ricerca e Sviluppo e di l'Alta Formazione nei settori delle microonde e delle telecomunicazioni in una Regione ex-Obiettivo-I che sta effettuando importanti interventi strutturali nell'ICT e nelle telecomunicazioni.

Astrofisica al TeV da Magic al CTA

L'astronomia gamma di alta energia al TeV ha raggiunto negli ultimi anni risultati imprevedibili, 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 appartenenti a diverse classi sia di origine extragalattica come Blazars e Radio-galassie sia di origine galattica come super-novae, "power wind nebulae", binarie x e radio, candidati buchi neri e sorgenti serendipite distribuite lungo il disco galattico non identificate ad altre lunghezze d'onda lunghezza. Nel breve futuro la comunità scientifica internazionale punta a rafforzare la ricerca in questo settore costruendo una nuova grande infrastruttura realizzata da un ampio consorzio di istituzioni scientifiche internazionali europee ed extraeuropee per un forte avanzamento dell'Astrofisica al TeV: il **CTA - Cherenkov Telescope Array**.

La comunità italiana di INAF ha manifestato un crescente interesse nell'astrofisica al TeV, partecipando sia a facilities Cherenkov esistenti, come **MAGIC**, sia al futuro **CTA** che è ormai in fase preparatoria. L'interesse è sia per gli aspetti teorici e osservativi che per quelli strumentali, come esempio di questi ultimi citiamo lo sviluppo dei metodi di fabbricazione con tecniche di replica di specchi per li telescopi Cherenkov e i progetti di telescopi di nuova generazione (Osservatori di Brera e Padova) i sensori e l'elettronica per le camere al fuoco degli specchi (IASF-Palermo e Osservatorio di Catania), basati su sviluppo di nuove tecnologie che vedono nei rivelatori ultra veloci al Silicio gli elementi sostitutivi dei classici tubi fotomoltiplicatori.

Il futuro della Gamma Astronomia al TeV: il CTA

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, con l'obiettivo di rivelare almeno alcune migliaia di sorgenti al TeV ottenendo studi sistematici delle classi di sorgenti emittenti.
- Allargare la banda di energia esplorabile verso le basse energie con lo scopo di agganciare senza soluzione di continuità 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, i meccanismi e i limiti degli acceleratori galattici ed i processi di diffusione delle particelle.
- Migliorare la risoluzione angolare fino a 1-2 minuti d'arco per studi di morfologia con particolare interesse per le Supernovae a Shell e per diminuire gli error boxes delle sorgenti non identificate ad altre lunghezze d'onda.
- Allargare il campo di vista dei telescopi Cherenkov per essere sensibili a sciame con punto di impatto distante dal telescopio ed inoltre favorire le survey e la scoperta di sorgenti serendipità..

La comunità scientifica internazionale individua nel **CTA** lo strumento per raggiungere questi obiettivi.

Il CTA è una infrastruttura internazionale (nata originariamente in ambito Europeo) che prevede la costruzione di due schiere di telescopi Cherenkov (una nell'emisfero terrestre meridionale ed una in quello settentrionale), composte da numerose repliche di tre tipi di telescopi per le basse, medie ed alte energie, rispettivamente di 23-24 m (Large Size Telescope), di 12 m (Medium Size Telescope) e di 4-7 m (Small Size Telescope), per un totale di circa 60-80 telescopi per sito.

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

- obiettivi e caratteristiche dell'array
- caratteristiche e design ottico dei telescopi
- 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 Panorama internazionale e lo sviluppo del CTA

Il Consorzio CTA è composto da più di 100 Istituzioni Scientifiche appartenenti a 23 paesi: 14 dell'Unione Europea (Bulgaria, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Irlanda, Olanda, Polonia, Repubblica Ceca, Regno Unito, Spagna e Svezia), 3 non appartenenti all'Unione (Armenia, Croazia e Svizzera) e 6 extra-europei (Argentina, Brasile, Giappone, Sud-Africa ed USA). Hanno chiesto inoltre l'adesione India, Israele e Slovenia.

- Nel 2008: il CTA è entrato nella road-map dell'ESFRI come una delle Infrastrutture previste nell'ambito delle scienze fisiche.

- Nel 2009: il CTA è stato valutato da ASPERA come uno dei 7 progetti più importanti per la fisica astro particellare.
- Nel 2010: la Commissione Europea finanzia la “Preparatory Phase” del CTA con circa 5,2 milioni di Euro . La Preparatory Phase inizia il 1° ottobre 2010 e terminerà il 30 settembre del 2013. La Preparatory Phase sarà seguita dalla fase di costruzione (2013-2017).

La Preparatory Phase, interamente finanziata dalla Commissione Europea, riguarderà gli aspetti di definizione legale del CTA, gli aspetti di Governance del sistema e di scambi finanziari, il Procurement industriale di tutte le componenti hardware e software dell’infrastruttura, la verifica degli aspetti critici della tecnologia, la progettazione dei telescopi, la individuazione dei siti di installazione dell’infrastruttura e della logistica necessaria ai siti stessi ed infine la valutazione del costo globale della realizzazione del CTA e dei costi di mantenimento nel tempo. L’attività di costruzione di prototipi dei telescopi e gli sviluppi della tecnologia non sono invece finanziati dal contributo europeo e saranno invece sostenuti dalle istituzioni nazionali partecipanti.

L’attività di “Preparatory Phase” è gestita da un coordinatore centrale (W. Hofmann dell’Università di Heidelberg), che risponde al “Consortium Board”, formato dai rappresentanti degli Istituti ed è assistito da un “Executive Board”, per le parti programmatiche, e da un Resource Board, per il link diretto con le Agenzie di finanziamento del progetto e da un Project Office che coordina l’attività dei Work Packages in cui il progetto è suddiviso.

L’INAF nel CTA

L’attività di INAF nel CTA è cresciuta nel tempo ed oggi INAF può senz’altro essere considerato uno dei maggiori Istituti del Consorzio CTA. INAF è infatti presente in tutti Board del CTA ed ha responsabilità di rilievo come quella del pacchetto di lavoro relativo al “Procurement Industriale” e della struttura dello “Small Size Telescope”. Inoltre INAF partecipa a molte attività, quali lo sviluppo della tecnologia degli specchi, lo studio delle strutture dei telescopi, dei sensori e dell’elettronica, le simulazioni Montecarlo dell’intero array, la scelta del disegno ottico dello “Small Size Telescope” (infatti sono oggi posti in alternativa un disegno ottico a due specchi ed uno ad un singolo specchio), il data handling e lo studio dell’organizzazione del CTA come Osservatorio.

Partecipano all’attività INAF per CTA circa 40 ricercatori e 10 tra tecnologi e tecnici appartenenti a: Dipartimento Progetti, IFSI-To, OAB, IASF-Mi, OA-Ts, OA-Pd, OA-Bo, OA-Rm, IASF-Rm, IASF-Pa, OA-Ct, TNG. Per l’attività dentro la Preparatory Phase l’INAF riceverà dalla Commissione Europea un finanziamento di 497000 Euro.

ASTRI (Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana)

Nella primavera 2010 INAF ha presentato al MIUR il progetto **ASTRI** per l’avanzamento delle tecnologie sviluppate in Italia a supporto del **CTA**. Il progetto chiedeva al Ministero un finanziamento di 8 milioni di Euro nel triennio 2011-2013, per lo sviluppo della tecnologia degli specchi realizzati con tecniche di replica sviluppate in INAF (OAB) e trasferite all’industria italiana del settore; il progetto si proponeva anche lo sviluppo di tecnologie per la meccanica dei telescopi e per i sensori e l’elettronica delle camere focali. Il progetto ASTRI è stato accettato nella road map del Ministero ed è stato inserito tra i progetti bandiera del MIUR. Per il 2011 ASTRI ha ricevuto un finanziamento di 3 milioni di EURO.

Durante il triennio 2011-2013, **ASTRI** permetterà ad INAF di far avanzare la tecnologia degli specchi, consolidando definitivamente il primato italiano ed avvierà anche un’importante attività per l’avanzamento della tecnologia dei sensori segmentati veloci, basata sul Silicio, che potranno costituire i sensori ultra-veloci di nuova generazione in sostituzione dei tubi fotomoltiplicatori multi-anodo, che, pur

rispondendo completamente alle richieste scientifiche dei telescopi Cherenkov, sono prodotti in regime di monopolio dall'industria giapponese e hanno un costo elevato. Lo sviluppo dei sensori al Silicio ultra-veloci e segmentati potrebbe risultare trascinate anche per il settore medicale.

Il programma concreto di **ASTRI** vede la realizzazione di un prototipo end-to-end a 2 specchi per lo "Small Size Telescope", con una camera focale basata su rivelatori al silicio, la fornitura degli specchi per il prototipo dello "Small Size Telescope" in versione ad uno solo specchio e la fornitura di parte degli specchi del "Medium Size Telescope". Saranno inoltre portate avanti tutte le attività che sono ancillari allo sviluppo delle tecnologie, come la definizione dei requisiti scientifici, le simulazioni Montecarlo e il data-handling.

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) sia della generazione in operazione (HESS in Namibia, e VERITAS in Arizona). Il raggiungimento di una così bassa soglia di Energie è stato reso possibile dalla ampiezza degli specchi di MAGIC, parzialmente realizzati da INAF, che raggiungono un diametro di 17 m contro i 12 di HESS e VERITAS. Gli specchi di MAGIC sono i maggiori specchi ottici (tessellati) esistenti.

Il razionale scientifico di MAGIC è studiare il cielo nord in banda del sub-TeV alla più bassa soglia di energia possibile oggi. Dato il grande orizzonte cosmico 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, 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 telescopio, clone del primo migliorato (per elettronica e rivelatore).

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 una decina di AGN come sorgenti VHE (su 37 noti) e, tra essi, 3 C279, 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), che ha permesso di risolvere il modello d'emissione Synchro-Self-Compton (SSC) per queste sorgenti,

cosa prima 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 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 Ethr.

MAGIC, così come gli altri telescopi Cherenkov, punta anche ad un risultato di fisica fondamentale: il decadimento di materia oscura. 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).

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 caso per caso. E' anche il caso di menzionare che uno 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 del secondo specchio di MAGIC

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*.

Altre attività nell'ambito dell'Astrofisica delle Alte Energie

Lo studio sperimentale della radiazione cosmica primaria di alta ed altissima energia è mirato alla comprensione della natura dei primari e dei processi astrofisici che li accelerano e permette di esplorare la fisica delle interazioni elementari ad energie più alte di quelle raggiungibili con gli acceleratori.

I progetti sono 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 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 l'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

KASCADE Grande misura le componenti elettromagnetica, muonica, adronica e radio (LOPES) degli EAS 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.

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

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 ed 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'INAF partecipa al P.A.O. con ricercatori dell'IFSI di Torino e dello IASF di Palermo, rispettivamente impegnati nella misura della direzione di arrivo e della densità di particelle degli EAS al livello di osservazione effettuate con il rivelatore di superficie (1600 rivelatori Cherenkov ad acqua disposti su una griglia di 1,5 km di lato) e nello studio dello sviluppo longitudinale degli EAS con il rivelatore di luce di fluorescenza atmosferica.

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.

Sviluppi tecnologici per grandi telescopi a terra

High Order Testbench: follow-up del progetto europeo OPTICON-JRA1

Nel corso del 2010, il gruppo di Ottica Adattiva di Arcetri ha proseguito il lavoro con ESO nel quadro di sensori di fronte d'onda ad alto contrasto per EELT.

Nel 2010 Arcetri ha inoltre contribuito, presso ESO, all'attività di laboratorio finalizzata allo studio di immagini coronografiche adattive infrarosse. Questo progetto è previsto continuare nell'anno 2011 con ulteriori esperimenti ad ESO.

Attuatori per specchi adattivi per E-ELT

Software di calibrazione e test per secondari adattivi

L'OA – Arcetri fornisce a Microgate s.r.l. il software di calibrazione e test di specchi adattivi con tecnologia compatibile agli specchi secondari di LBT (VLT, Magellan, GMT, EELT).

Nel 2010 il software, fornito nella prima versione nel 2009, è stato aggiornato introducendo nuovi algoritmi e metodologie di riduzione di dati sperimentati e consolidati durante il commissioning al telescopio della prima unità di secondario adattivo di LBT. Il software finale è previsto essere consegnato nel 2011.

AO@SW: adaptive optics at short wavelengths (TECNO-INAF)

Questo progetto riguarda lo studio della possibilità di implementazione di sistemi adattivi per la classe di telescopi da 8m capaci di operare alle lunghezze d'onda visibili. Un tale studio è sicuramente impegnativo, ma in caso di risultati positivi le capacità osservative da terra avrebbero un aumento di un ordine di grandezza in sensibilità e risoluzione rispetto ad HST. Il progetto è orientato verso i telescopi da 8m, accessibili alla comunità italiana come VLT ed LBT.

Il progetto si articola in due temi principali: (a) la parte di individuazione e disegno di sistemi adattivi con le performance richieste e (b) lo studio dei requisiti scientifici a cui le immagini ottenute con il sistemi adattivi in esame devono soddisfare. I due temi sono sostanzialmente divisi fra i due istituti partecipanti ovvero punto (a) assegnato al team dello Osservatorio di Arcetri e punto (b) assegnato a Osservatorio di Padova.

L'attività è cominciata nel Settembre 2010. I primi 4 mesi sono stati spesi in un'analisi iniziale della bibliografia sull'argomento. Inoltre ad Arcetri si è iniziato un upgrade del SW di simulazione per sistemi adattivi già esistente, per adattarlo a simulazioni nel nuovo intervallo di lunghezze d'onda. Infine sono stati raccolti alcuni dati ottenuti ad LBT con il sistema adattivo FLAO e la sua camera di guida operante a 850nm per una prima analisi di PSF con correzione adattiva nel visibile.

MOSE: Modelling Sites ESO

Studio di fattibilità per l'implementazione di un sistema di previsione della turbolenza ottica (tutti i principali parametri astro-climatici) sui siti di Cerro Paranal (sito di VLT) e Cerro Armazones (sito di E-ELT) finalizzato a verificare la fattibilità della previsione della turbolenza ottica in supporto alle osservazioni astronomiche nei suddetti siti. Il progetto si sviluppa su due anni (contributo ESO: **120,698 KEuro**, contributo INAF (manpower): 57,982 KEuro) 2011-2013. Un successivo contratto di un anno (contributo ESO: **60,349 KEuro**, contributo INAF (manpower): 28,991 KEuro) è da discutersi alla fine del secondo anno con ESO.

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), una 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.

SUPERDARN

SuperDARN è una rete internazionale di radar HF destinati allo studio della dinamica del plasma nella ionosfera terrestre nelle regioni polari ed aurorali boreali ed australi. L'IFSI partecipa a tale programma dal 1998. Attualmente partecipa alla manutenzione del radar installato alla fine del 1999 sull'isola sub-antartica di Kerguelen, in collaborazione con l'LPC2E di Orléans (Francia). Tale collaborazione è oggetto di un accordo "ad hoc" fra il PNRA e l'IPEV, che assegna ad IFSI ed LPC2E la responsabilità scientifica e tecnica del radar. Sempre in collaborazione con l'LPC2E, l'IFSI ha progettato e realizzato, negli scorsi anni, tutti i sistemi meccanici ed elettronici per due nuovi radar SuperDARN, destinati alla base Concordia (Dome C, Antartide).

Per l'installazione di tali radar, che completeranno la copertura azimutale della ionosfera polare australe, sono già stati eseguiti i lavori di preparazione del sito (compattazione della neve, picchettamento del sito ecc.); tuttavia, l'installazione vera e propria è stata rimandata varie volte per problemi logistici del PNRA. Attualmente, essa è prevista per la fine del 2012.

In virtù della partecipazione al radar di Kerguelen e ai futuri radar di Dome C, i dati dell'intera rete SuperDARN sono disponibili presso l'IFSI e sono oggetto di analisi secondo gli obiettivi scientifici del progetto.

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.

E' 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.

XMM-NEWTON

XMM-Newton è la seconda missione "cornerstone" del programma Horizon 2000 di ESA e, insieme a Chandra, è uno dei due grandi osservatori per astrofisica X oggi disponibili. Lanciata alla fine del 1999, tale missione ha superato senza problemi i 10 anni di vita operativa inizialmente previsti, ed è tuttora lo strumento di riferimento per l'astronomia X europea.

Il contributo italiano a questa missione è stato ed è molto significativo. Le strutture INAF IASF-Milano, IASF-Bologna (già Sezioni dell'Istituto IASF del CNR) e l'Osservatorio Astronomico di Palermo 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; l'Osservatorio Astronomico di Palermo si è concentrato soprattutto 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 ("*Flight Spare*", FS) di EPIC, attualmente installate presso l'Università di Leicester (UK) e l'Istituto "Max Planck" di Monaco (D).

I risultati scientifici ottenuti da XMM-Newton sono ancora significativi, pertanto la missione è stata estesa da ESA sino a tutto il 2014; inoltre, le analisi più recenti sullo stato del satellite consentono di ipotizzare il pieno funzionamento della missione fino al 2019. Di conseguenza, anche per il triennio 2011-2013 l'ASI ha assegnato un finanziamento alle strutture già coinvolte nello sviluppo di EPIC (Accordo ASI-INAF I/032/10/0), al fine di continuare a garantire il loro supporto ad ESA: queste attività riguarderanno la gestione e la calibrazione degli strumenti in volo, la manutenzione e l'aggiornamento degli strumenti a terra ed il monitoraggio dello stato dei filtri.

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.

Lo IASF-Milano ha realizzato il sistema di localizzazione in tempo reale e di distribuzione delle coordinate dei GRB scoperti da INTEGRAL (INTEGRAL Burst Alert System, IBAS) ed è responsabile per il suo mantenimento ed il supporto operativo.

Nel 2010 sono stati effettuati miglioramenti ai programmi di trigger ed aggiornamenti ai parametri di configurazione per adeguarsi alle condizioni orbitali del satellite, ed è stata assicurata la disponibilità on call 24h/24 e 7gg/7 per la analisi rapida dei GRB rivelati.

Il risultato più rilevante ottenuto nel 2009 è stato quello relativo alla finalizzazione del quarto catalogo di IBAS, 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. Il team Swift Italia è inoltre coinvolto nella gestione scientifica del satellite, alternandosi con i team americani ed inglesi nei turni (24 ore su 24, 7 giorni su 7), per garantire l'immediata diffusione alla comunità scientifica dei risultati relativi ai nuovi burst scoperti da Swift.

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 circa due 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, l'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.

Un ricercatore di INAF/OAPA è responsabile di un “additional program” approvato per il Dicembre 2011 per studiare la regione di formazione stellare NGC2264 ove venga approvato un programma Spitzer dedicato che è stato proposto nella AO chiusasi a Gennaio 2011.

AGILE

La missione spaziale AGILE dell'ASI dedicata all'Astrofisica delle Alte Energie, con partecipazione scientifica e programmatica di INAF, INFN e CIFS, è in orbita dal 23 Aprile 2007. AGILE permette la rivelazione simultanea di sorgenti gamma e X-duri

nelle bande di energia 30 MeV-30 GeV e 18-60 keV, grazie a degli imager coassiali con ottima risoluzione angolare e grandi campi di vista (rispettivamente pari a 2.5 sr e 1 sr). L'imager gamma è il tracciatore al Silicio, mentre l'imager X-duro è denominato Super-AGILE. Completano lo strumento un sistema di anticoincidenza, un calorimetro sensibile nella banda 300 keV-100 MeV e un sistema di acquisizione dati ottimizzato per la rivelazione di transienti veloci nel range 1-100 msec.

I dati del satellite sono ottenuti grazie alla base di comunicazione dell'ASI di Malindi (Kenia) e i dati scientifici sono archiviati dall'ASI Science Data Center (ASDC) che anche gestisce l'AGILE Guest Investigator Program.

AGILE contribuisce ad un avanzamento sostanziale della nostra conoscenza in diversi settori di Astrofisica delle Alte Energie. Gli obiettivi scientifici della missione includono lo studio di: AGN, Gamma-Ray Burst, Pulsar singole e in binarie, Pulsar Wind Nebulae, Oggetti Compatti galattici e Micro-quasars, Supernova Remnants e accelerazione dei raggi cosmici, emissione gamma diffusa, transienti esotici, rivelazione dei Terrestrial Gamma-Ray Flashes (TGF), fisica fondamentale. Oltre allo studio dell'Universo, in questi ultimi anni il team AGILE ha dedicato particolare attenzione allo studio del pianeta Terra. I TGF dimostrano infatti come l'accelerazione estrema di particelle abbia luogo anche nell'atmosfera terrestre, e AGILE si rivela lo strumento attualmente migliore per questo studio.

La performance scientifica e le potenzialità di scoperta della Missione rimangono di ottimo livello, come dimostrato dai risultati ottenuti nel corso del 2010. Il processamento dati in ASDC e in INAF è molto veloce ed efficiente, come dimostrato dai risultati ottenuti nel caso della Crab e di 3C 454.3 per cui AGILE è stato il primo ad annunciarne l'emissione fortemente transiente.

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 30 mesi di attività la missione Fermi ha prodotto molti importanti risultati sfociati in più di 100 articoli pubblicati sulle più prestigiose riviste. 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

E' la prima missione europea dedicata allo studio della nascita dell'universo che vede un ricercatore INAF come PI di uno degli strumenti di bordo.

La missione Planck (ex COBRAS/SAMBA) è iniziata con COBRAS in IASF (Bologna) nel 1992 ed è stata lanciata con successo il 14 Maggio 2009 dalla base spaziale di Kourou. L'obiettivo primario di Planck è la produzione di mappe ad alta risoluzione delle anisotropie in temperatura e polarizzazione della Cosmic Microwave Background (CMB), nell'intervallo di frequenze da 30 a 857 GHz, con una precisione limitata solo da fattori astrofisici intrinseci e la rivelazione dei modi B della

polarizzazione della CMB, ossia la prova sperimentale della scoperta delle onde gravitazionali; nel caso specifico la rivelazione delle onde gravitazionali primordiali generate durante la fase di inflazione cosmica.

Planck 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 dell'analisi dati attraverso Data Processing Center (DPC). Il DPC di LFI è situato presso l'Osservatorio Astronomico di Trieste/INAF.

L'Italia ha anche un'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. Lo Science Team di Planck (ESA) è composto da 10 esperti di cui 3 italiani (N. Mandolesi, PI di LFI, Marco Bersanelli, Instrument Scientist di LFI e Andrea Zacchei, DPC Manager di LFI).

Il Consorzio internazionale LFI, guidato da N. Mandolesi, è composto da 350 scienziati di 92 Istituti di ricerca e 9 nazioni. I gruppi italiani ricoprono ruoli chiave nel progetto Planck, avendo contribuito in modo determinante alla progettazione e realizzazione dello strumento LFI e di Planck più in generale, contribuendo in modo determinante alle operazioni e alla caratterizzazione dello strumento, allo studio degli effetti sistematici e all'analisi dei dati. Per queste ragioni, gli scienziati italiani principalmente coinvolti in Planck hanno ricevuto i ringraziamenti formali da parte di ESA, ASI, NASA.

Dopo il 2009, un anno particolarmente intenso per le attività (calibrazioni pre-lancio, partecipazione alle attività della campagna di lancio, calibrazioni dello strumento nei primi tre mesi di volo, riduzione ed analisi dei dati della First Light Survey, analisi dei dati di volo per la determinazione dei parametri ottici dello strumento, operazioni e gestione del sistema criogenico di Planck (Sorption Cooler), gestione del Consorzio LFI con organizzazione dei meeting internazionali di lavoro, a cui partecipano centinaia di scienziati), nel 2010 ci si è dedicati all'attività di analisi dati e di gestione del consorzio LFI attraverso meeting bimestrali del Core Team, teleconferenze, riunioni di gruppi di lavoro dedicati a specifici argomenti e meeting del Consorzio Planck e conferenze stampa organizzate da ESA. Innumerevoli sono stati i ritorni in termini di visibilità nei media (giornali, radio televisioni, riviste scientifiche popolari, seminari presso CERN e congressi). Si sono pubblicati tutti i pre-launch paper di Planck su un volume dedicato di A&A (520, 2010).

I primi risultati, divulgati solo in parte per la policy concordata dai Consorzi con ESA, consentono di verificare l'eccezionale potenzialità di Planck sia nel campo della Cosmologia dei primi istanti dell'Universo sia nell'Astrofisica.

Nel 2010 si è conseguita la prima analisi dei dati dal satellite relativi alla prima survey del cielo, la produzione delle prime mappe di frequenza e di componenti e dell'Early Release Compact Source Catalog (già disponibile alla comunità scientifica e cruciale per osservazioni di follow-up multi-banda). Già con la prima survey, analizzata in modo ancora non completo, i soli dati di temperatura di Planck hanno fornito risultati preziosi: ad esempio, un primo catalogo di cold cores e la chiara identificazione dell'emissione anomala nella Galassia, e l'osservazione tra 30 e 857 GHz dell'effetto SZ nei cluster. Si sono inviati ad A&A e arXiv 25 early paper su aspetti strumentali, di analisi dati e di astrofisica, in concomitanza con il convegno di Parigi "The mm and sub-mm sky in the Planck mission era" (10-14 Jan 2011) e le conferenze stampa ESA, ASI, NASA. I primi risultati di Planck hanno avuto una chiara visibilità sui media, evidenziando il ruolo di INAF, di ASI e delle industrie italiane coinvolte nella missione.

Nel triennio 2011-2013 si estenderanno le analisi alla polarizzazione al fine di realizzare i prossimi risultati scientifici, che verranno presentati con continuità alla comunità nei prossimi anni, sia con pubblicazioni su rivista sia con convegni dedicati.

Il satellite funziona ottimamente e la missione è stata estesa fino al gennaio 2012 quando si esauriranno i liquidi criogenici per raffreddare HFI. Questo equivale a più di 4 survey complete del cielo a tutte le frequenze. Un'ulteriore estensione di 12 mesi è stata di recente approvata da ESA con Planck operate con il solo strumento LFI. Questo consentirà una migliore analisi degli effetti sistematici sia di LFI che di Planck in generale, un più stringente confronto fra i risultati di LFI e di HFI, e di effettuare misure tra 30 e 70 GHz significativamente più precise su aree di cielo dedicate.

L'analisi scientifica finora eseguita mette in risalto le superlative performance di Planck. Nel triennio 2011-2013 si conseguiranno risultati fondamentali, raffinando ed estendendo gli studi astrofisici già in parte pubblicati, ma soprattutto conseguendo gli obiettivi cosmologici primari del progetto. Sarà quindi cruciale che INAF mantenga ed intensifichi il proprio supporto al progetto Planck e agli studi scientifici legati ai suoi risultati.

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. 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 (IFS 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" osservativi, che hanno come scopo primario 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

Gaia – "the billion stars surveyor"

Gaia è la missione del programma obbligatorio dell'ESA dedicata alla più grande e più fedele mappatura multidimensionale della Via Lattea. Censirà in luce visibile distanze, colori e, con completezza via via decrescente, gli spettri di tutti gli oggetti fino a $V=20$ durante i 5 anni previsti della sua vita operativa a partire dal marzo 2013, data prevista per il lancio. Il costo della missione è completamente a carico del programma obbligatorio dell'ESA, ad eccezione del processamento scientifico dei dati, a responsabilità del consorzio chiamato "Gaia Data Processing and Analysis Consortium" (DPAC), che raggruppa oltre 400 tra astronomi, scienziati ed ingegneri informatici da tutta Europa.

La partecipazione della comunità astronomica Italiana in Gaia è fondata sull'enorme potenziale scientifico della missione e la qualità dell'apporto Italiano è

stato decisivo fin dall'inizio nel 1993, contribuendo allo sviluppo del caso scientifico, della strumentazione astrometrica e spettrofotometrica ed all'impostazione della riduzione dati. In particolare, l'interesse Italiano si concentra su: a) formazione ed evoluzione della Galassia (compresi astrofisica stellare e cosmologia dell'evoluzione), b) gravitazione sperimentale, c) pianeti extra-solari, d) corpi minori del Sistema Solare, e) caratterizzazione di strumentazione spaziale di altissima precisione e f) costruzione e sfruttamento del 200+ TB database di Gaia.

Grazie all'impegno congiunto di ASI e INAF, oggi la partecipazione in Gaia (Gaia Italia), è una delle attività di punta di medio e lungo termine della comunità astronomica nazionale ed in ambito Europeo è, in quantità, seconda solo a quello Francese.

Le principali responsabilità operative Italiane nel DPAC sono: I) calibrazione assoluta del sistema spettrofotometrico di Gaia (OA BO); II) caratterizzazione della variabilità stellare, come vista dal satellite (OA CT, OA BO e OA NA); III) valutazione del crowding, deblending e decontaminazione nella spettro-fotometria di Gaia (OA RM e OA TE); IV) classificazione di stelle normali e peculiari per mezzo di dati astrometrici e spettro-fotometrici dal satellite (OA PD e OA CT); V) Modelli astrometrici relativistici e ricostruzione della sfera per la verifica dei risultati della "core" mission, il catalogo iniziale, la simulazione end-to-end dello strumento astrometrico di volo, calibrazione e monitoraggio della fase operativa del satellite, detection e caratterizzazione astrometrica di pianeti extrasolari, sistema di processamento dei dati di piano focale dei corpi minori del sistema solare (OA TO).

L'Italia realizza anche uno dei sei centri di elaborazione dati (Data Processing Center) dedicati alla missione, denominato DPCT e che avrà anche il compito di dare supporto alla comunità nazionale nello sfruttamento scientifico immediatamente dopo il rilascio del catalogo Gaia da parte di ESA previsto dopo tre anni dalla fine della vita operativa del satellite. Recentemente l'ESA ha deciso che dati di qualità intermedia verranno comunque rilasciati periodicamente alla comunità astronomica internazionale prima della versione finale del catalogo. Quindi ASI ed INAF, con il sostegno tecnico del gruppo Gaia Italia, hanno costituito presso l'ASDC il "team Gaia" per il supporto della nostra comunità allo sfruttamento scientifico di questi dati intermedi.

Il contributo Italiano nel biennio 2009/2010 ha prodotto oltre 25.000 linee di codice Java, più di 4.000 pagine di note tecniche, 15 articoli su riviste referate e 11 relazioni su invito collegate a lavori per il DPAC.

Il primo "end-to-end" test vedrà tutti e sei i DPC Europei impegnati da gennaio 2011 a maggio del 2012 a verificare, attraverso dati simulati, la capacità effettiva del sistema in sviluppo di ridurre i dati e la capacità algoritmica ed operativa di eseguire i monitoraggi e le calibrazioni del carico utile astrometrico fin dalla fase di commissioning.

Infine, il team Gaia Italia è parte fondante delle due iniziative europee denominate GREAT ("Gaia Research for European Astronomy Training") per attrarre giovani scienziati ovunque nel modo al caso scientifico di Gaia: dal 2009 è attivo il programma quinquennale GREAT della European Science Foundation (**GREAT ESF**) e OABo (con OAPd e OATo) è l'istituto INAF di riferimento del programma **GREAT ITN**, finanziato dalla ERC nel quadro di FP7.

Per maggiori dettagli sulla missione si può consultare il sito Gaia Italia all'indirizzo [www.oato.inaf.it/astrometry/Gaia Italia](http://www.oato.inaf.it/astrometry/Gaia_Italia).

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

ORIGIN (EDGE/XENIA)

ORIGIN è una missione proposta ad ESA M3 e rappresenta un'evoluzione di Edge/Xenia, una missione per astrofisica e cosmologia in raggi x, il cui concetto è stato ideato in Italia. ORIGIN è attualmente supportata da una collaborazione internazionale.

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 IR (BIRT) per la misura del redshift di eventi ad alto z. 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 e PI-ship o Co-Pi ship su TED e BIRT.

POLARIX

La missione Polarix è in grado di eseguire la polarimetria di oggetti appartenenti a molte classi di sorgenti utilizzando il polarimetro fotoelettrico INAF/INFN e le ottiche spare di JET- X. Ha svolto uno studio di fase A nell'ambito del bando ASI Piccole Missioni, le cui fasi successive non sembrano previste al momento dall'ASI.

LSPE

Il progetto LSPE (Large Scale Polarization Explorer) 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, dovrebbe concretizzarsi nella stesura di un contratto in risposta alla proposta presentata ad ASI, in via di definizione di congruità.

NHXM

Lo studio di fase A italiano, svolto nell'ambito dell'accordo ASI-CNES per lo studio e la realizzazione della missione Simbol-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 il goal di arrivare fino a 120 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, e di uno strumento a grande campo con maschera codificata per fare una survey del cielo nella banda X da 2 a 50 keV.

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 (120) keV.

Nel fuoco del quarto telescopio saranno posti due polarimetri per raggi X ad effetto fotoelettrico con capacità di imaging. Vi è poi lo strumento a grande campo per monitorare il cielo X nella banda 2-50 keV che, oltre a fare una survey di tutto il cielo, avrà il compito di scoprire nuove sorgenti di tipo burst o sorgenti mentre sono in uno stato di forte attività per ripuntarle con i 4 telescopi.

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.

Nel dicembre 2010, in occasione della call M3 dell'ESA per la realizzazione di una nuova missione di classe media nell'ambito del programma Cosmic Vision, è stato sottomesso un proposal su NHXM. Questo proposal ha passato la prima selezione, durante la quale delle 48 proposte ricevute ESA ne ha selezionate 14.

Entro la primavera 2011 di queste 14 missioni ne verranno selezionate 4-5 per uno studio di fattibilità di 1-2 anni, per poi procedere alla scelta finale della missione M3 da realizzarsi nel 2020-2022.

LOFT

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

Il progetto, coordinato dall'IASF-RM (PI-ship) e dall'OAR, con partecipazione di IASF-Bo, IASF-Pa, IASF-Mi, OA Brera, Palermo, Cagliari, Capodimonte, Padova per l'INAF, di diverse sezioni dell'INFN e di molte altre università ed istituti italiani e stranieri di 16 paesi, nonché di Thales Alenia Space – Italia, è stato presentato in

risposta alla Call M3 dell'ESA Cosmic Vision. LOFT è stato incluso nella short-list di 6 missioni selezionate dall'Astronomy Working Group che parteciperanno alla selezione finale.

Esso prevede la realizzazione di un esperimento collimato ($\sim 1^\circ$), operante nella banda 2-30 keV, basato su Silicon Drift Detectors con un'area geometrica di circa 15 m², corrispondente ad un'area effettiva di 12 m², e risoluzione spettrale di ~ 250 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, ~ 20 volte maggiore del più grande esperimento mai volato (RXTE/PCA, 0.5 m²), 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 e GRBM, 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 ~ 250 -500 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.

La proposta di collaborazione MIRAX è stata sottoposta per approvazione ad INAF ed ASI ed è in fase di valutazione. All'interno del bando TECNO-PRIN 2009 l'INAF ha approvato un progetto di studio finalizzato a questo tipo di applicazione.

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 stadi 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 2018.

Euclid è uno strumento di survey che prevede di effettuare lo studio di un'ampissima area di cielo (goal di 20,000 gradi quadrati, praticamente tutto il cielo extragalattico). 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 ed alto sampling spaziale, quindi 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 fino a magnitudine 24, e uno spettrografo slitless a bassa risoluzione ($R=350$). Quest'ultimo consentirà di effettuare in contemporanea e sulle stesse aree di cielo una survey 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. La missione inoltre fornirà dati molto importanti non solo per molti altri probes indipendenti per la cosmologia (abbondanza di ammassi di galassie, strong lensing, correlazioni con CMB, SN) ma anche per studi di evoluzione delle galassie e AGN (da altissimo z fino a galassie vicine), per la scoperta di pianeti tipo marte e terra tramite microlensing e per studi di stelle della nostra galassia.

Ad oggi il consorzio Euclid, fusione dei due consorzi originari, EIC (ex-DUNE) e ENIS (ex SPACE), è stato selezionato da ESA per la fase di definizione, che si concluderà entro il 2011 con la possibile selezione della missione.

L'Italia è tra i primi due contributori ad EC e la sua comunità ha un ruolo di primo piano, con cruciali responsabilità: due membri sono presenti nel Board del consorzio ed uno di essi sarà presente nello Science Team guidato da ESA, italiani sono i co-leaders di circa metà dei gruppi di lavoro scientifico con la leadership della parte spettroscopica; la responsabilità di coordinare l'intero Ground Segment è italiana, come la responsabilità di definire e poi organizzare parti cruciali della riduzione dati sia di imaging che spettroscopici. La partecipazione allo sviluppo del payload comprende la responsabilità complessiva dell'integrazione e delivery dello strumento NISP e la fornitura di sue rilevante porzioni (tra cui la Data Handling Unit, l'elemento dispersivo, le attività di AIV/AIT), nonché di importanti elementi di VIS (Data Handling Unit, onboard software). Le strutture INAF coinvolte a livello strumentale sono IASF-Bologna, O.A. Brera, O.A. Padova ed IFSI-Roma; a livello Ground Segment sono O.A. Trieste, O.A. Bologna e O.A. Roma. A livello scientifico sono coinvolte centinaia di scienziati appartenenti a svariate strutture INAF e moltissime università; questa partecipazione è attualmente coordinata in due aree a seconda del principale interesse (da OAR per imaging e da U. Bologna per spettroscopia). Tutte queste attività sono supportate politicamente e finanziariamente da ASI e cofinanziate da INAF e Università tramite l'impegno del loro personale.

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 mutua 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).

Il 2010 ha visto alcune scadenze importanti per le attività italiane ed europee per IXO: è stato siglato l'accordo ASI-UniBO per il supporto alle attività di assessment studies per IXO, ed è stato consegnato ad ESA lo Yellow Book, che contiene tutta la documentazione tecnica sugli strumenti e sulla missione che il team di IXO ha prodotto in questa fase di studi. ESA prevede una downselection, per la fase di definizione, di due delle tre missioni L, attualmente studiate nelle cosmic vision, entro il secondo quarto del 2011.

PLATO

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

Obiettivo 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.

La progettazione della strumentazione di PLATO è affidata a un Consorzio (PLATO Mission Consortium = PMC) formato principalmente da ricercatori di istituti europei. All'interno del PMC, sono responsabilità dell'INAF a) la progettazione ottomeccanica e successiva fornitura della batteria di telescopi a largo campo di vista (OAPD, OAB, OACT, in collaborazione con Univ. Bern); b) 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 (OAA, OAB, OAC, OACT, OAPA, OAPD, OAR, OATe, OATo, IASF Roma) e ASI/ASDC. Due scienziati INAF (OAPD e OAPA) fanno parte del team scientifico (PLATO Science Team) nominato dall'ESA, e altri due scienziati INAF o associati (OACT, UniPD) siedono nel Board del PMC. La partecipazione italiana è 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, propedeutica alla fase d'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 sono: IASF 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.

ECHO

La missione EChO (Exoplanet Characterization Observatory) è stata presentata a ESA in risposta alla call per nuove missioni di classe M nell'ambito del programma *Cosmic Vision 2015-2025*.

EChO è un telescopio spaziale equipaggiato con una serie di rivelatori che operano dal visibile al medio infrarosso, che osserverà spettroscopicamente le atmosfere di esopianeti in un ampio intervallo di masse: dai pianeti giganti fino alle super-terre. In particolare osserverà pianeti rocciosi in zone abitabili attorno a stelle di tipo M. Queste misure saranno cruciali per lo studio della composizione, formazione e evoluzione delle atmosfere planetarie e potranno condurre all'identificazione di biomarkers.

La strategia osservativa si basa su misure differenziali. Durante il transito primario, si osserva in trasmissione il sottile anello atmosferico attorno al pianeta. Invece subito prima del transito secondario si osserverà la luce combinata stella-pianeta, mentre durante il transito si osserverà solo la luce della stella. Il contributo del pianeta sarà la differenza fra le due misure.

Il contributo scientifico italiano riguarda la selezione dei target da osservare, cruciali per il successo della missione, l'esperienza nello studio delle atmosfere dei pianeti del Sistema Solare, che costituiscono il riferimento per l'interpretazione dei risultati, la sinergia con Gaia e altra strumentazione a Terra, e alcuni aspetti dell'interazione della radiazione stellare con le atmosfere planetarie. Il contributo tecnologico sarà focalizzato sul telescopio, sul canale visibile e vicino infrarosso e sull'elettronica di bordo.

Il consorzio italiano include INAF OAPa, INAF-IFSI, Università di Firenze, INAF-OATo oltre a diversi ricercatori in vari istituti INAF.

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 e high-throughput X-ray timing); V) rivelatori per raggi gamma molli basati su strumentazione a stato solido (GRIPS, ACT, GRI); VI) missioni dedicate allo studio dei raggi cosmici

(JEM-EUSO); VII) 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 2016-2017. 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).
- Simulazioni del segnale prodotto da eventi "lenti", in particolare meteore e "fireballs" in modo da definire modalità di trigger e registrazione di questi eventi, che sono di grande interesse per gli studi dell'abbondanza di meteoroidi nella regione dello spazio circumterrestre.

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

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 elio fisiche

L'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) partecipa al programma interagenzie **ILWS**-International Living With a Star, che comprende l'insieme delle sonde spaziali che operano nel campo dell'eliofisica: SOHO, CLUSTER, Hinode, STEREO, SDO e future missioni quali: Solar Orbiter e Solar Probe. Gli scienziati italiani hanno partecipato alla realizzazione della strumentazione di SOHO e Cluster e partecipano attivamente all'analisi e all'interpretazione delle osservazioni ottenute sia da SOHO e CLUSTER sia dalle altre missioni solari in corso.

SOHO-UVCS

Soho, Solar and Heliospheric Observatory (ESA-NASA), lanciato nel dicembre del 1995, dal 1996 orbita intorno al punto lagrangiano L1, da dove ha osservato quasi ininterrottamente il sole per più di un ciclo solare, monitorando di recente il minimo di attività più basso dell'era spaziale. I risultati di SOHO sono raccolti in più di 3400 pubblicazioni. L'ASI e gli scienziati Italiani, hanno contribuito con lo spettrometro al coronografo-spettrometro ultravioletto UVCS, il più grande e innovativo tra i 12

¹ Le missioni sono presentate in ordine di data di lancio

strumenti di SOHO. La spettroscopia ultravioletta della corona solare esterna, iniziata con UVCS, ha permesso di individuare le regioni coronali dove il vento solare ha origine e viene accelerato. UVCS ha contribuito anche a migliorare notevolmente la comprensione delle coronal mass ejections, fenomeni fondamentali per capire l'interazione Sole-ambiente terrestre, studiandone la struttura dinamica e termica e la composizione. Il coronografo ha inoltre permesso di individuare gli shock coronali che sono attivi nell'accelerare le particelle energetiche durante i fenomeni transienti. L'UVCS rimarrà operativo fino al 2012.

L'INAF, e i gruppi universitari collegati, partecipano attivamente alle osservazioni e all'analisi e interpretazione dei dati di UVCS, che vengono effettuate congiuntamente a quelle dei dati delle missioni solari più recenti. L'INAF-OATO mantiene e gestisce uno dei tre archivi di SOHO esistenti in Europa, oltre a quello dell'ESA.

CLUSTER

Cluster è una missione cornerstone dell'ESA lanciata nel 2000 ed estesa fino al 2012. Cluster è la prima (e finora unica) missione spaziale che permette di studiare tramite misure *in situ* tridimensionali le strutture associate ai principali processi di fisica del plasma che hanno luogo nello spazio circumterrestre.

CLUSTER è formata da quattro satelliti identici con a bordo un set di 11 strumenti per la misura del campo elettrico, del campo magnetico, delle onde elettromagnetiche e delle funzioni di distribuzione tridimensionali di ioni, con risoluzione delle quattro masse principali, e elettroni. I ricercatori italiani di INAF-IFSI hanno partecipato, nell'ambito di una collaborazione internazionale, allo sviluppo della meccanica, dell'elettronica di controllo e del software di bordo (comprendente anche il calcolo dei momenti delle funzioni di distribuzione degli ioni) per l'esperimento CIS, Cluster Ion Spectrometry. L'analisi scientifica dei dati, condotta in Italia, ha portato ad importanti risultati riguardo al processo della riconnessione magnetica, con particolare attenzione agli aspetti cinetici, all'interazione tra onde d'urto interplanetarie e l'onda d'urto stazionaria della Terra e a fenomeni di accelerazione del plasma osservati nella magnetogaina non direttamente riconducibili al processo di riconnessione magnetica.

STEREO

Stereo è una missione della NASA lanciata nel 2006. Comprende due sonde spaziali che si allontanano tra di loro. Sono dotate della stessa strumentazione per osservazioni remote dell'atmosfera solare e in situ dell'eliosfera. La collaborazione scientifica italiana riguarda gli strumenti SWAVES e IMPACT, finalizzati a studi di turbolenza nel vento solare e accelerazione di particelle durante i fenomeni di attività solare, e gli strumenti COR2 e HI, per lo studio dell'accelerazione del vento solare con tecniche di correlation tracking e della fisica delle coronal mass ejections.

Hinode

Hinode è una missione JAXA (Giappone), con contributo USA e UK, sviluppata sulla base dell'esperienza di Yohkoh. Il lancio è avvenuto il 22 Settembre del 2006. A bordo di Hinode è presente un set di strumenti ottici (SOT), EUV (EIS) e X (XRT) che stanno portando a contributi fondamentali nello studio dell'attività solare. INAF con il suo laboratorio di XACT/OAPA ha partecipato alle calibrazioni del telescopio XRT. Il coinvolgimento della comunità italiana, INAF-OAPA e dell'Università di Palermo nelle attività sperimentali e tecnologiche di XRT/SOLAR-B consente un accesso prioritario 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 è prevista nell'ambito delle collaborazioni con i gruppi USA, UK e Giapponesi.

SOLAR DYNAMICS OBSERVATORY

Il Solar Dynamics Observatory (SDO) è una missione NASA lanciata nel 2010. Una serie di telescopi osservano il disco solare a diverse lunghezze d'onda in modo da coprire un ampio intervallo di temperature, tipiche della regione di transizione e della corona, a risoluzione spaziale altissima. I primi risultati di SDO stanno evidenziando nuovi fenomeni a piccola scala che possono essere determinanti nel comprendere la dinamica ed il riscaldamento dell'atmosfera solare. La comunità italiana partecipa all'analisi dei dati ottenuti da SDO.

L'attività di Analisi dei Dati Sole e Plasma, ottenuti dalle missioni elio fisiche attualmente in volo (SOHO, CLUSTER, Hinode, STEREO e Solar Dynamics Observatory), è finanziata da, attraverso un unico contratto rinnovato nel 2009.

Missioni Planetologiche

CASSINI-HUYGENS

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; la missione è entrata ora nella fase XXM approvata dalla NASA fino al 2017, data in cui lo S/C concluderà la sua esistenza probabilmente con un impatto finale nella atmosfera di Saturno.

La missione estesa è volta a proseguire l'esplorazione del sistema di Saturno e dei suoi anelli, principalmente approfondendo e sistematizzando le conoscenze ricavate dalle straordinarie scoperte della missione nominale. Va ricordata tra tutti la scoperta di vulcanismo attivo su Encelado mentre nel 2010 alcune osservazioni della superficie di Titano hanno permesso di riconoscere strutture riconducibili a fenomeni di vulcanismo.

La missione estesa proseguirà nello studio di Encelado e degli altri satelliti ghiacciati, della superficie e della atmosfera di Titano e della atmosfera di Saturno.

La partecipazione italiana alla missione Cassini-Huygens è importante e qualificata: in particolare l'INAF partecipa con 6 Team members (IASF e IFSI) al team dello spettrometro VIMS, che è uno dei Facility Instruments della missione Cassini-Huygens, il cui canale visibile è stato fabbricato in Italia dalle Officine Galileo sotto la stretta guida dei ricercatori INAF. Nel corso della missione VIMS 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.

Dopo una vita nominale di due anni, la missione è stata ripetutamente prorogata. L'attuale estensione terminerà nel novembre del 2014. Dopo quella data, il progressivo degrado di alcune componenti critiche della sonda porterà probabilmente alla decisione di terminare la missione.

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'Activité 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 contribuisce a Mars Express 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, è stata lanciata il 2 Marzo 2004 ed è 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 è direttamente coinvolto in tre strumenti:

- **VIRTIS** (Visual Infrared Thermal Imaging Spectrometer) è costituito da uno spettrometro ad immagine (VIRTIS-M) e da uno spettrometro ad alta risoluzione (VIRTIS-H). Lo scopo di VIRTIS è studiare la composizione mineralogica e molecolare della superficie cometaria e come essa si evolve nel corso del viaggio della cometa verso il Sole.
- **OSIRIS** è 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) è 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 velocità, quantità di moto e massa dei singoli grani provenienti dal nucleo. Inoltre, GIADA sarà 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 già due importanti fasi della sua investigazione: il fly-by di Marte e il Close Encounter con l'asteroide Steins.

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 il programma è nella sua fase di missione estesa.

IASF e 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 tra 0.4 e 5.1 micron. Il prime contractor dello strumento VIRTIS è stata la Galileo Avionica di Firenze, che ha prodotto anche VIRTIS-M, mentre la Francia ha fornito VIRTIS-H. La Germania ha fornito l'elettronica di bordo, software e 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, ed è stato stampato nel 2010. Un altro volume speciale su Icarus è in preparazione ed in fase di review scientifica.

Il contesto internazionale della missione è ampio e coinvolge più di 10 nazioni tra 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.

Missioni Eliofisiche

HERSCHEL/SCORE (ILWS-Voli suborbitali della NASA)

Il coronografo solare italiano **SCORE** (Sounding-rocket Coronagraphic Experiment), facente parte del programma HERSCHEL, è stato lanciato con pieno successo il 14 settembre 2009 dal White Sands Missile Range (WSMR), New Mexico, a bordo di un razzo sonda della NASA.

SCORE, progettato per osservare l'atmosfera esterna del Sole, ha ottenuto le prime immagini dell'emissione dell'elio in corona (He II 30.4nm) e le prime immagini coronali simultanee nel visibile e nell'ultravioletto (HI 121.6 nm). Oltre a validare il concetto di coronografia multi banda, SCORE ha permesso di determinare l'abbondanza assoluta e la velocità di espansione della componente dell'elio in

corona. Questa è la prima missione del programma di sviluppo tecnologico della NASA nell'ambito dell'iniziativa International Living With a Star. L'OA-TO ha coordinato le attività di sviluppo di SCORE, con la collaborazione delle Università di Firenze, Padova e Pavia. La continuazione del programma di lanci di HERSCHEL è stata recentemente proposta alla NASA e all'ASI.

Missioni in fase realizzativa²

Missioni Planetologiche

BEPICOLOMBO

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

La missione studierà la geofisica, la geochimica e il campo magnetico e i plasmi di Mercurio e del Sole durante un anno di orbita intorno al primo pianeta per distanza eliocentrica del nostro Sistema.

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 VIHI; 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 ermiciana; 3) lo strumento ISA è un accelerometro per ricerche di fisica fondamentale nel campo gravitazionale di Mercurio.

Ci sono inoltre partecipazioni INAF ad altri strumenti con attività di calibrazione, modellistica e di supporto scientifico.

Tutti gli strumenti Italiani hanno felicemente superato la Preliminary Design Review ed hanno consegnato gli STM (Structural Thermal Model), mentre sono in preparazione gli EM (Electrical Model). Nei prossimi 3 anni si dovrà procedere con la realizzazione, test e calibrazione degli strumenti, per i quali la consegna dei FM (Flight Model) è prevista per la prima metà del 2012.

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 ed extrasolari.

In seguito alla scoperta da noi (IFSI + IRA) fatta nel 1994, durante l'impatto della cometa Shoemaker/Levy 9 con Giove, della linea di emissione MASER dell'acqua a 22 GHz (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 i più sofisticati spettrometri SPECTRA-1 e -2 (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 (dei 500 finora scoperti).

Segnali ripetuti nel tempo sono stati individuati in 5 sistemi, ma soltanto in Lalande 21185, Epsilon Eridani e GJ 876 si è registrato un rapporto accettabile di segnale/rumore >4.

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

<http://itasel.med.ira.inaf.it/itasel/index.htm>

² Le missioni sono presentate in ordine alfabetico

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

La missione tecnologica dell'ESA, **Proba-3**, ha come obiettivo la dimostrazione di tecniche innovative per il volo in formazione di due satelliti in orbita terrestre. I due satelliti manterranno una distanza relativa di 150 m, e saranno allineati in direzione del Sole. Proba III ospiterà a bordo **ASPIICS** ("Association de Satellites Pour l'Imagerie et l'Interférométrie de la Couronne Solaire"), un coronografo solare di grandissime dimensioni. Sarà il primo telescopio a 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 a bordo del secondo satellite. ASPIICS potrà così, per la prima volta, osservare la corona anche nella zona molto vicina alla superficie solare con altissima risoluzione spaziale. Il progetto ASPIICS ha superato la fase A, iniziata nel 2009 e finanziata dall'ESA nell'ambito del programma "Startiger".

Nel 2011 inizierà la Fase A/B. Il lancio, programmato per il 2016, sarà seguito da due anni di missione nominale (2016-2018). Il contributo italiano alla realizzazione del progetto ASPIICS è coordinato dall'INAF-OATO. Esso consiste nella strumentazione spettro-polarimetrica di piano focale nella banda del visibile, nei sensori di verifica dell'assetto di volo in formazione, e nelle operazioni scientifiche della missione.

KUAFU

L'Agenzia Spaziale Cinese ha attualmente definito il suo programma all'interno di ILWS. La prima delle missioni eliofisiche, KUAFU, sarà approvata definitivamente nella prima metà del 2011 per un lancio nel 2014. La sonda KUAFU A raggiungerà il punto Lagrangiano L1, da dove inizierà il monitoraggio del Sole privilegiando la ricerca relativa alle coronal mass ejections, in modo da giungere alla capacità predittiva delle attività solari più importanti ai fini dello Space Weather. La scienza promossa da KUAFU A è complementare a quella delle due sonde magnetosferiche KUAFU B 1,2 per lo studio degli effetti delle coronal mass ejections sulla magnetosfera terrestre. L'Agenzia Cinese ha chiesto il supporto dell'ESA indicando esplicitamente l'interesse per un strumento simile al coronografo METIS, che la comunità italiana sta progettando per la sonda Solar Orbiter (Cosmic Vision 2015-2017).

SPORT

La seconda delle missioni eliofisiche, previste all'interno del programma ILWS dall'Agenzia Spaziale Cinese è SPORT, ideata per le osservazioni delle coronal mass ejections durante la loro propagazione nell'eliosfera. Anche per questa seconda missione, che se approvata verrà lanciata nel 2018, è stato espresso interesse per un coronografo con le caratteristiche di METIS, strumento che la comunità italiana sta progettando per il Solar Orbiter.

EXOMARS

ExoMars rappresenta uno dei punti chiave del programma opzionale dell'ESA "Exploration" (Aurora). ExoMars coniuga innovazione tecnologica con importanti obiettivi scientifici. Il programma include oggi una collaborazione con la NASA. Il nuovo profilo prevede: un orbiter ed un lander Entry-Descent-Landing (EDL), previsti al lancio nel 2016, mentre il lancio del Rover è previsto per il 2018 in combinazione con un secondo Rover fornito dalla NASA.

La missione ExoMars 2018 prevede un forte coinvolgimento scientifico italiano per lo sviluppo del payload del rover. In particolare, gli strumenti in cui l'Italia è coinvolta sono:

- 2 strumenti a PI italiano:

MA_MISS, (P.I. INAF/IFSI), interferometro ad infrarossi per individuare i campioni più rappresentativi del suolo marziano per analisi successive e per analizzare le condizioni atmosferiche e meteorologiche al suolo; lo strumento è totalmente integrato nel sistema di perforazione DRILL;

MARS-XRD, (P.I. IRSPS, con la partecipazione della Leicester University, UK), diffrattometro a raggi X per l'analisi mineralogica dei campioni di sottosuolo marziano.

- 3 strumenti a cui l'Italia partecipa con modalità diverse:

WISDOM, (P.I. CETP/IPSL, Francia; Co.I Università di Roma Tre), basato su tecniche radar per l'analisi degli strati sub-superficiali;

CLUPI (P.I. Institute for Space Exploration, Neuchâtel, Svizzera; Co.I. INAF/OAC), fornisce immagini ad alta risoluzione (20 microns) per studiare la texture dei campioni prelevati e delle rocce superficiali;

LMC, (P.I. University of Leicester, UK; Co.I INAF/Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze), strumento composto da un set di recettori molecolari in grado di discriminare e legarsi selettivamente ad una struttura molecolare complementare, specifico per la rivelazione di segni di vita su Marte;

Descent Science, (P.I. CISAS-Università di Padova, INAF/OAC, INAF/IFSI), non propriamente uno strumento, bensì un esperimento che si avvale dei sensori di bordo attivi durante la fase di discesa al suolo per l'analisi e caratterizzazione dell'atmosfera marziana

Definizione del payload, anche con contributi stranieri, relativo alla missione EXOMARS 2016 EDL, mirato al processo di selezione che sarà condotto da parte ESA.

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 stadi 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 a 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 e le osservazioni del pianeta gigante continueranno anche nella fase successiva.

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 dell'INAF. In questa fase il lavoro in corso ha portato alla realizzazione di alcuni rapporti preliminari sugli studi di fase pre-A consegnati ad ESA, mentre le

attività di studio stanno continuando nel corso del 2010 per approfondire gli aspetti critici. Successivamente, se la missione passerà l'approvazione del SPC dell'ESA nel corso del 2011, i gruppi impegnati attualmente negli studi di fattibilità saranno direttamente coinvolti nella preparazione delle risposte alla AO per il payload scientifico e all'immediata successiva fase di sviluppo.

MARCO POLO-R

MARCO POLO-Return 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 e, inoltre, comprendere come questi oggetti possano aver contribuito all'origine della vita sulla Terra.

A seguito della precedente attività ESA di *Assessment Study Phase*, condotta nell'ambito della Call ESA CV1, 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 hanno proseguito lo studio ESA. Pertanto è stato nuovamente sottoposto (dicembre 2010) lo studio di missione Marco Polo-R nell'ambito della Call ESA CV2 per missioni tipo M. Questo nuovo studio, mantenendo gli stessi obiettivi scientifici del precedente studio, è stato strutturato con tre opzioni:

1. Missione interamente ESA;
2. Missione ESA-led con partecipazione NASA;
3. Missione di Opportunità Osiris-Rex NASA New Frontiers.

A tutt'oggi Marco Polo-R ha superato la prima fase di selezione delle proposte ESA ed è in attesa della decisione finale.

SOLAR ORBITER (ILWS)

La sonda ESA-Solar Orbiter sarà il primo veicolo spaziale dopo Helios (lanciato nel 1974) in grado di spingersi a distanze eliocentriche ben all'interno dell'orbita di Mercurio, a meno di 60 raggi solari. Solar Orbiter sarà dotato di strumenti in-situ significativamente più avanzati di quelli volati su Helios, così come di strumenti di remote-sensing per l'osservazione della corona e della fotosfera, assenti nel caso di Helios.

Una caratteristica peculiare della missione è la sua orbita, che permette al veicolo di raggiungere approssimativamente una condizione di quasi co-rotazione con il Sole durante l'attraversamento del perielio e, quindi, di essere immerso per diversi giorni in un vento solare proveniente da un'unica regione del Sole. Questa situazione permette di misurare il plasma del vento solare ed il campo magnetico da esso trasportato con strumenti in-situ ed allo stesso tempo di osservare, con strumenti di remote sensing, le sorgenti solari che hanno generato il vento stesso. Quindi, la missione fornisce un'opportunità senza precedenti per scoprire i legami fondamentali tra la variabilità dell'atmosfera solare ed il vento solare, rivelando il legame fisico esistente tra il trasporto verso l'esterno dell'energia solare, le sue manifestazioni nei fenomeni di convezione solare, le variazioni dei campi magnetici coronali, nonché le sorgenti ed i meccanismi di accelerazione e riscaldamento del vento solare stesso.

Solar Orbiter è una delle tre missioni M 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. Inoltre, a seguito di una decisione dello SPC, Solar Orbiter è stato inserito nella cosiddetta "fast track" e, dunque, le fasi B2/C/D della missione inizieranno nel 2011 con il lancio previsto per il 2017.

La comunità solare ed eliosferica italiana ha giocato un ruolo da protagonista fin dalle fasi iniziali nello studio di questa missione, che vede il coinvolgimento di molte strutture INAF quali l'OATO, l'OACT, OACN, OAPA, OATS, OARM, IASF-Milano, IFSI-Roma e numerose Università quali UNIFI, UNIPD, UNIAQ, UNICAL .

In particolare, l'osservatorio di Torino riveste responsabilità a livello di PI-ship nella realizzazione di strumentazione per coronografia e spettrometria nell'UV, XUV e VL, mentre l'IFSI-Roma riveste responsabilità a livello di Co-PI-ship nella realizzazione della suite di plasma per le misure in-situ del vento solare.

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.

La partecipazione dell'INAF alle attività dell'ASDC inizia nel giugno 2005, con la stipula da parte di ASI di un contratto con INAF della durata di due anni, per l'attività di archiviazione ed analisi dati presso l'ASDC. All'inizio del 2008 è stato firmato da ASI e INAF un protocollo aggiuntivo alla convenzione quadro tra i due Enti, finalizzato alla gestione congiunta dell'ASDC della durata di tre anni. Tale protocollo aggiuntivo è stato rinnovato per ulteriori 3 anni a partire dal primo gennaio 2011.

Attraverso questo protocollo ad INAF è affidato il mantenimento ed il rafforzamento della maggior parte delle attività dell'ASDC. INAF assicura infatti il supporto scientifico e tecnico per la realizzazione di programmi di servizio e ricerca che sono di interesse per tutta la comunità, anche attraverso l'inserimento dell'ASDC nell'ambiente del Virtual Observatory. Tale supporto è garantito attraverso la fornitura di 22 unità di personale a contratto con funzioni di "Archive Scientist", l'assegnazione di 7 unità di personale con funzione di "Senior Scientist" ed un Project Scientist INAF con il ruolo di coordinamento delle attività presso il centro e di collegamento con la comunità scientifica. Le funzioni di indirizzo e controllo delle attività dell'ASDC sono svolte da un Board congiunto ASI-INAF composto da 4 (2+2) rappresentanti dei due Enti.

A partire dalla fine del 2010 il Board viene supportato da uno User Committee composto da rappresentanti della comunità astrofisica nazionale.

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 sia della missione Marco Polo-R (proposta CV2 ESA) che di Osiris-Rex (NASA) è in corso in ambito INAF uno studio di fattibilità, positivamente valutato da ESA, per la realizzazione di un centro europeo di cura di materiale extraterrestre.

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).

LATT

Il progetto ESA denominato ALC "Advanced Space Lidar", finanziato da ESA nel 2008 per un totale di 200 keuro, in collaborazione con Gavazzi Space ed INOA, prevedeva la definizione di un telescopio spaziale "deployable" e superleggero per uso come LIDAR, da lanciare con razzi di piccole dimensioni (Rocket). INAF-Arcetri ha applicato al primario dello "Space Lidar" la tecnologia degli specchi supersottili ed adattivi sviluppati per l'Ottica Adattiva Astronomica da terra. Il progetto ALC (concluso nel 2008) ha avuto come risultato la conferma che gli specchi sottili e gli attuatori sopravvivono alle accelerazioni del lancio con l'applicazione una tecnologia opportuna.

Il progetto LATT (Large Aperture Telescope Technology), anch'esso commissionato da ESA, è il seguito del progetto ALC.

Si propone di dimostrare lo stesso concetto per uno specchio sferico di dimensioni maggiori e intende dimostrare la possibilità di costruire specchi primari, lanciabili in configurazione ripiegata, con masse dell'ordine di 15kg/m², da usare su

telescopi per osservazioni dallo spazio non solo per misure LIDAR, ma anche per usi astronomici e da lanciare con vettori di dimensioni medie.

La fase 1 (studio) è terminata nel novembre 2010, nel 2011 è previsto l'avvio della fase 2 (costruzione del prototipo). Il termine della fase 2 è fissato a 18 mesi dall'inizio ufficiale del contratto.

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'estate del 2011). 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 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., $>1000 \text{ cm}^2$) 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 cm^2 con risoluzione spaziale (unidimensionale) di $\sim 100 \mu\text{m}$ e maschera codificata, con un peso di circa 5 kg ed una potenza di circa 10 W. Il progetto ASPEX (PRIN INAF 2006) 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, TECNO-PRIN INAF 2009) 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 $\sim 50 \text{ cm}^2$, 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 $30 \mu\text{m}$, 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 ed il Politecnico di Milano, 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 già consegnata dalla FBK di Trento ed è in fase di test). L'intensa attività di test presso l'IASF-RM ha richiesto l'avvio di una espansione della X-ray facility (nata per i progetti di polarimetria in raggi X dello stesso gruppo, si veda la prossima sezione), attraverso la realizzazione di una seconda linea, attualmente in fase di realizzazione, che consenta di effettuare test simultaneamente sui rivelatori al Si e sul polarimetro fotoelettrico, come ormai indispensabile.

Lo sviluppo di questi rivelatori è alla base di concetti di esperimento che richiedono imaging, spettroscopia e timing su grande area, quali MIRAX (5000 cm^2 , imaging e spettroscopia), LOFT ($120,000 \text{ cm}^2$, timing e spettroscopia) e NHXM (1600 cm^2 , imaging e spettroscopia) descritti nelle sezioni precedenti.

POLARIMETRIA IN RAGGI X

La polarimetria X ha avuto negli ultimi anni un rilancio grazie allo sviluppo della tecnica del polarimetro fotoelettrico per piano focale, inventata in Italia dallo IASF-Roma e dall'INFN di Pisa. 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.

La tecnologia sviluppata per la lettura della traccia del fotoelettrone 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 su contratto tecnologico ASI che prevede altresì lo studio di tecniche tiling per la realizzazione di matrici di rivelatori con una minimizzazione degli spazi morti tra le singole *tegole*. Un'altra evoluzione, legata agli sviluppi richiesti per IXO, e sul relativo contratto ASI, prevede la realizzazione di un ASIC modificato con il compito di decuplicare il rate sostenibile, senza degradare la prestazione polarimetrica. Nell'ambito degli studi di missione si affrontano anche i problemi legati all'alto throughput di dati generati da questi rivelatori, vuoi ottimizzando le tecniche di compressione dei dati, senza perdita di informazione, vuoi studiando algoritmi di analisi a bordo, compatibili con processori da volo, vuoi studiando tecniche di memorizzazione a bordo. Gli sviluppi finalizzati ad NHXM hanno portato a realizzare un primissimo prototipo di polarimetro fotoelettrico ad Argon pressurizzato finalizzato ai raggi X-duri. Questo a sua volta porterà allo studio di un progetto con un miglior controllo del campo elettrico.

Nella banda dei raggi X duri/Gamma molli verranno studiati polarimetri Compton a doppia fase, ideati allo IASF-Roma ed allo IASF-Bologna. Una versione allo studio è concepita come strumento di piano focale per ottiche multiplayer (20-120 keV), e prevede la realizzazione di uno diffusore lungo e sottile basato su scintillatore organico (plastico PVT o politerfenile) ed un array cilindrico di rivelatori ad alto Z (CsI, o LaBr₃, o CdTe) in coincidenza. E' previsto lo studio per minimizzare la soglia sul diffusore, la definizione del materiale dell'assorbitore e i requisiti per la coincidenza. Un'altra versione di polarimetro Compton è finalizzato a esperimenti con collimatore o a grande campo (per GRB). Si studierà una combinazione ottimale di diffusori e di assorbitori. La tecnica di readout, avendo come baseline i fotomoltiplicatori a pixel.

La attività di R&D sulla polarimetria si basa sulla facility realizzata presso l'IASF-Roma con un banco ottico e una ampia dotazione di movimentazioni motorizzate. Come sorgenti si utilizza un'ampia scelta di generatori di raggi X da 50 kV e 50W con anodi diversi e qualche sorgente radioattiva. Sono stati sviluppati dei polarizzatori basati sulla diffrazione di Bragg attorno a 45° con un ampia scelta di cristalli e collimatori basati su micro-capillari. Questi consentono di polarizzare e monocromatizzare o il continuo o alcune righe di fluorescenza. I movimenti, le sorgenti, i polarimetri ed i sistemi di acquisizione sono gestiti in remoto in modo largamente automatizzato all'esterno di una cabina al piombo per sicurezza, abbuaiata internamente per lo studio di sistemi fotosensibili.

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.

E' 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, INFN-CNR, Roma), e delle

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 (cm²), 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 ORIGIN), determinanti anche per la ottimizzazione del design dello strumento.

SVILUPPO DI ELETTRONICA PER LA LETTURA A BASSO RUMORE DI CCDs AD ALTO FRAME RATE

Nella banda X di bassa energia (0.1-10 KeV) i rivelatori CCDs sono largamente utilizzati, in quanto permettono di realizzare rivelatori bidimensionali a conteggio di fotoni, combinando elevate caratteristiche di risoluzione spaziale ed energetica. Lo sviluppo di CCDs su Si ad alta resistività, con spessori sensibili di diverse centinaia di μm , ne ha esteso la sensibilità fino ai 20 KeV e oltre. Il punto debole di questi dispositivi è legato alla lettura sequenziale dei pixels attraverso un numero limitato di amplificatori di uscita. Questo si traduce non solo in una bassa risoluzione temporale, ma soprattutto limita il range dinamico.

L'utilizzo di un numero elevato di amplificatori di uscita, fino ad uno per colonna di pixel (dispositivi "column-parallel"), permette di ovviare a questo problema. Oltre ai pnCCD (Max Planck Institute-HLL), sono in corso di sviluppo (sia da parte di centri di ricerca che di compagnie commerciali) MOS CCD column-parallel, che possono fornire prestazioni superiori, per esempio in termini di risoluzione spaziale ed energetica. Al crescere del numero di uscite, l'area di sviluppo più critica diventa però l'elettronica di lettura. Il presente progetto (che coinvolge IASF-Milano, Politecnico di Milano, IASF-Roma e Osservatorio di Catania) ha lo scopo di sviluppare ASICs per la lettura di questi dispositivi, con l'obiettivo di poter disporre di rivelatori con risoluzione energetica vicina al limite di Fano ma con frame rate elevati, dell'ordine del KHz.

TECNOLOGIE ELETTRICO-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 ($\lambda/\Delta\lambda \approx 1000$) sintonizzabili elettro-otticamente nelle righe d'emissione coronali, e.g., FeXIV, 530.3 nm, FeXII 1074.7 nm, e polarimetri acromatici ($\lambda/\Delta\lambda \approx 10$).

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. I prototipi di uno spettro-polarimetro e di un polarimetro a larga banda elettro-ottici sono stati collaudati con successo, ottenendo immagini spettro-polarimetriche della corona solare durante il primo volo suborbitale di SCORE del 2009, e durante la campagna d'eclissi del 2010.

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.

SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE PER LO STUDIO DI PARTICELLE NEUTRE PLANETARIE

Presso l'IFSI è in corso uno sviluppo di strumentazione per rilevazione e 'imaging' di particelle neutre direzionali emanate dagli ambienti planetari a seguito di interazione tra plasma e superfici o atmosfere dense, nel quadro di partecipazioni a progetti spaziali internazionali, quali BepiColombo e Cosmic Vision.

La rilevazione di tali particelle, di rilevante interesse scientifico per implicazioni sull'evoluzione delle superfici dei pianeti e delle loro atmosfere, è molto complessa dal punto di vista tecnologico sia per la scarsa intensità del segnale atteso che per le basse energie (comprese tra pochi eV e centinaia eV). Non potendo utilizzare tecniche di ionizzazione e successiva accelerazione che altererebbero il segnale, si studiano tecnologie basate su 'micro-shuttering' con l'utilizzo di membrane di spessore micrometrico con fenditure di dimensioni nanometriche e di motori piezoelettrici.

Contemporaneamente, è in corso lo sviluppo di meccanica di precisione e di elettronica miniaturizzata basata sul controllo sia delle oscillazioni degli "shutters" che dei rivelatori micro-channel-plate 'customizzati', utilizzati per la rilevazione finale con camera di tempo di volo.

Una prima versione di tale strumentazione volerà a bordo del satellite MPO di BepiColombo (SERENA-ELENA) e sarà consegnato nel 2012. Successivi sviluppi consentiranno la partecipazione a proposte nell'ambito di ESA Cosmic Vision, già finanziate dall'ASI.

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. L'obiettivo è valutare sia le prestazioni che l'affidabilità dei sistemi definiti.

La tecnologia di riferimento è quella dei dispositivi FPGA (Field Programmable Gate Arrays), basata su di una matrice di unità di calcolo elementari identiche ed una rete di interconnessione configurabile tra tali unità. Le caratteristiche di configurabilità 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.

Gli effetti indotti da radiazioni, sia in termini di ionizzazione (Single Event Effect) che di dose accumulata, verranno studiati per i dispositivi FPGA di ultima generazione, valutando come estendere a tali dispositivi le tecniche di mitigazione fin qui sviluppate. A tal fine, verranno condotte indagini sperimentali in laboratorio, mediante emulazione del danno da radiazione (fault injection), e tramite irraggiamento in acceleratore.

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 (che le conclusioni dell'iniziativa Europea ASTRONET hanno definito 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 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. Va inoltre notato che l'imminente riforma dell'Ente, con conseguente eliminazione del Dipartimento Progetti, evidenzia la necessità di trovare un diverso meccanismo per questo tipo di attività.

Nel corso del 2007, la sezione "Raccomandazioni" di "A Science Vision for European Astronomy" edito a cura dell'iniziativa Europea ASTRONET, 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 convenzioni triennali con il CINECA per l'uso delle risorse di supercalcolo, e ha un ruolo chiave nella gestione di due consorzi per il calcolo scientifico finanziati negli anni scorsi dal PON, COSMOLAB in Sardegna (INAF-OA CA) e COMETA in Sicilia (INAF-OA CT e INAF-OAPA).

Con il 2011, la filosofia di accesso alle risorse di calcolo CINECA è stata modificata, trasformandosi in un meccanismo competitivo pluri-disciplinare, che annulla le precedenti convenzioni con gli Enti di Ricerca. Risulta quindi strategico, nei prossimi tre anni, continuare a collaborare con il CINECA tramite accordi bilaterali, che permettano di 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 sono formati 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) e coordina la "*Heavy User Community*" astrofisica all'interno dell'iniziativa GRID Europea EGI.

Nel prossimo triennio, sarà necessario proseguire il lavoro di coordinamento con le iniziative di Grid: sia a livello italiano (l'iniziativa IGI è stata recentemente approvata dal MIUR con un consistente finanziamento all'INFN per la creazione di un consorzio multi-Ente) che europeo (l'iniziativa EGI è stata ulteriormente finanziata da EU/FP7 progetto EU/FP EGI-Inspire cui INAF partecipa come coordinatore delle applicazioni per l'astrofisica). E' necessario inoltre realizzare da un lato la gestione degli accessi alla Grid da parte degli istituti INAF, creando un'organizzazione virtuale che contribuisca a IGI ed EGI risorse di calcolo e *storage* dati, 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 di strumentazione per il VLT (Xshooter, SPHERE) e 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.

È infine in corso di commissioning il software per il controllo del telescopio VST e nei primi mesi del 2011 inizierà il commissioning della relativa camera per immagini OmegaCAM, di cui INAF ha sviluppato il software di controllo.

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. INAF ha partecipato agli studi di fase A di diversi strumenti per l'E-ELT per alcuni dei quali (ad

es. MAORY) si è proposto per la realizzazione del relativo sistema di controllo. Inoltre, la competenza su ACS permetterebbe una collaborazione diretta di INAF allo sviluppo del sistema di controllo di CTA.

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

GESTIONE E ARCHIVIAZIONE DATI

Nel 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.

Si è completata la realizzazione dell'archivio distribuito di tutti i dati di LBT, in collaborazione con il Max Planck di Heidelberg e LBTO in Arizona. La sua gestione e manutenzione è completamente gestita da IA2.

Mediante la partecipazione del personale ai gruppi di lavoro IVOA, si è sviluppato un sistema (VODance) che permette alla comunità di pubblicare facilmente i propri dati utilizzando gli standard definiti nell'ambito dell'International Virtual Observatory Alliance (IVOA), oltre alla pubblicazione dei dati già in possesso del centro IA2.

Data l'enorme mole di dati in continua acquisizione, IA2 svilupperà un sistema automatico di segnalazione sui nuovi dati presenti nel VO (Osservatorio Virtuale). 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.

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 (il presidente IVOA nel periodo 2008-10 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), concluso nel 2010, in cui si è realizzata l'infrastruttura europea di Osservatorio Virtuale mediante il coordinamento delle iniziative nazionali.
4. EuroVO-ICE (FP7), in cui si sta provvedendo 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).

Nel triennio, ci si aspetta che le attività EuroVO siano estese a coprire altri domini di interesse INAF, quali la planetologia, la fisica solare e l'astrofisica delle alte energie.

A livello italiano, l'iniziativa VObs.it si prefigge il coordinamento degli archivi nazionali ed il supporto alla loro integrazione in VO, la partecipazione a EuroVO e 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 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. Le eccezioni a questa situazione sono in via di risoluzione. Nel prossimo triennio sarà necessario monitorare regolarmente il traffico di rete da/per le sedi INAF, risolvendo eventuali nuove 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).

Particolare è la situazione della Rete per la Radioastronomia, che collegherà a 10Gbps quattro sedi (IRA Bologna, Medicina, SRT S.Basilio, Noto) con Dwingeloo. Una tale rete andrà sviluppata in stretta collaborazione con GARR e con le iniziative regionali in Emilia, Sicilia e Sardegna.

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*, 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, gli ambienti di elaborazione dati legacy (es. IRAF), 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). Nel prossimo triennio è necessario passare alla fase di realizzazione, possibilmente finanziata da EU/FP7, di un ambiente di elaborazione dati che integri software *legacy*, e che sia compatibile con le infrastrutture di calcolo a disposizione della comunità (workstation individuali, cluster locali, Grid, HPC). 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.

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

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.

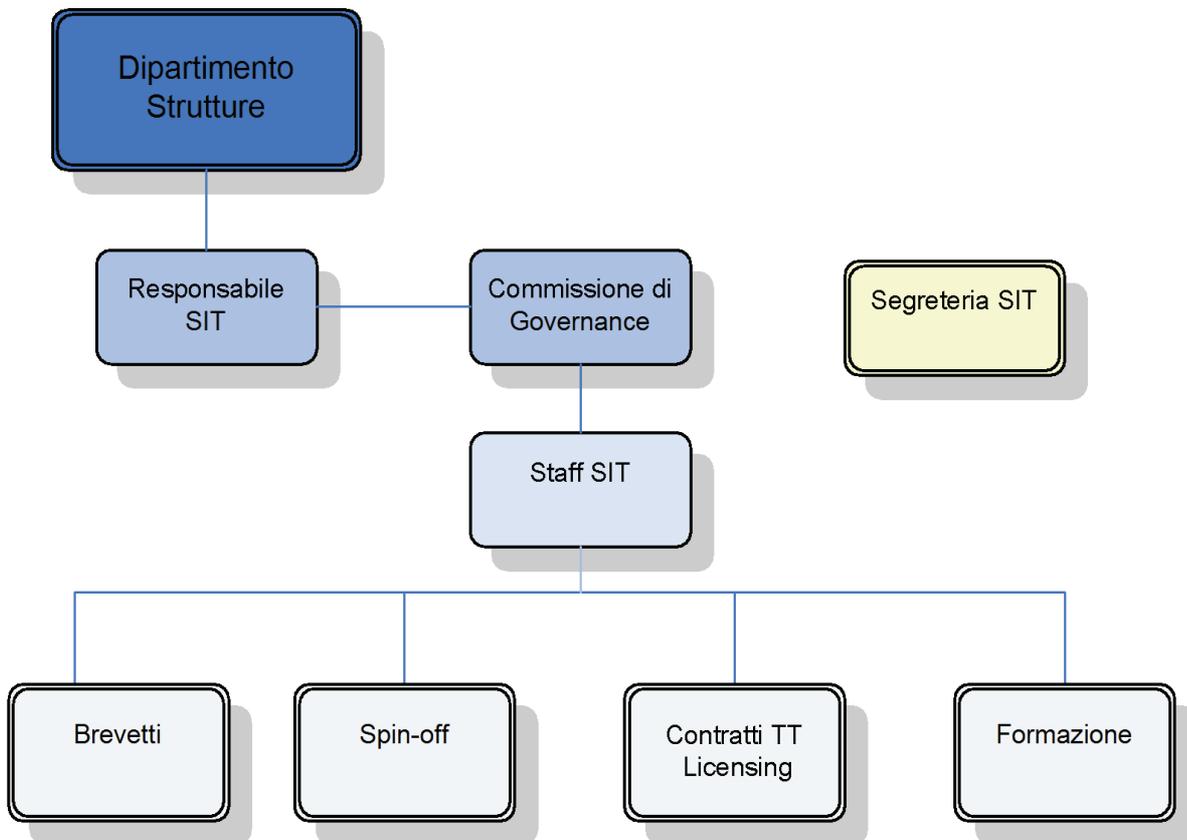
Il SIT mantiene gli obiettivi perseguiti in precedenza:

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:



PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

Per il 2011 è prevista una ristrutturazione dell'Organigramma del SIT.

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:

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.

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

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 miniserie 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.

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.

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

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 sono conclusi 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 sono partite nel Gennaio 2009 e si sono concluse nel 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	BANDO UIT 2006	BANDO UIT 2007	BANDO SIT 2008
Progetti Finanziati: 9	Progetti Finanziati: 11	Progetti Finanziati: 6	Progetti Finanziati: 3
Progetti: 6	Progetti: 9	Progetti: 6	Progetti: 3
Studi fattibilità Spin-off: 3	Studi fattibilità Spin-off: 2		
Totale Finanziamento 191 KEuro	Totale Finanziamento 220 KEuro	Totale Finanziamento 222 KEuro	Totale Finanziamento: 101,5 KEuro

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

Finanziamento 2009	BANDO SIT 2010	*Integrazione BANDO SIT 2010
Progetti Finanziati: 4	Progetti Finanziati: 4	Progetti Finanziati: 7
Progetti: 6	Progetti: 3	Progetti: 7
	Studi fattibilità Spin-off: 1	
Totale Finanziamento 25 KEuro	Totale Finanziamento 95 KEuro + *45 KEuro Totale 140 KEuro	Totale Finanziamento 45 KEuro

Per il **2009**, visti i limitatissimi fondi a disposizione, il SIT non ha emesso alcun 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.

Sono stati finanziati 4 Progetti, ancora in corso:

1. Sistema aero-fotogrammetrico per applicazioni industriali e di controllo del territorio, società co-finanziatrice Teravista srl;
2. Rivelatori per diffrattometro-X, società co-finanziatrice, società co-finanziatrice 2 EFFE ENGINEERING srl;
3. Realizzazione di audiovisivi su tematiche astrofisiche con la tecnica del 3D stereoscopico, società co-finanziatrice Lilliwood srl;
4. Studio di Fattibilità per l'avvio di un'impresa di spin-off per la lavorazioni di ottiche tramite tecnica ION Beam Figuring (IBF).

Il SIT, come già successo nel 2009, ha deciso di destinare i fondi residui del 2010 all'upgrade o continuazione di progetti in corso o conclusi già in passato finanziati dal SIT con precedenti Bandi.

Sono stati destinati fondi a 7 Progetti per un totale di 45.740 Euro.

1. Sistema aero-fotogrammetrico per applicazioni industriali e di controllo del territorio;
2. Realizzazione di un sensore di dilatazione termica tramite l'interferometria a luce parzialmente coerente;
3. SkyCheck: realizzazione di una stazione di rilevamento sensoriale per il monitoraggio ambientale;
4. Studio di fattibilità per l'avvio di un'impresa di spin-off per la lavorazione di ottiche tramite ION Beam Figuring (IBF);
5. Upgrade del sensore pre-industriale EFM (Electric Field Meter);
6. Ampliamento Green WSN: Rete di sensori wireless per flotte aziendali;
7. Progetto Viky: Ingegnerizzazione di una camera per imadini in banda Ka.

Esistono anche progetti delle singole strutture di sviluppo di tecnologie indirizzate ad usi non astronomici che sono sviluppati al di fuori del SIT e finanziati localmente. Citiamo, come esempio, il concentratore solare dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri o lo studio di fattibilità per concentratori solari ad elevata efficienza dell'Osservatorio Astronomico di Bologna.

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

5. Contratti

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.

SIT sta supportando lo spin-off AGI per la stipula di un contratto con ENI

6. Brevetti

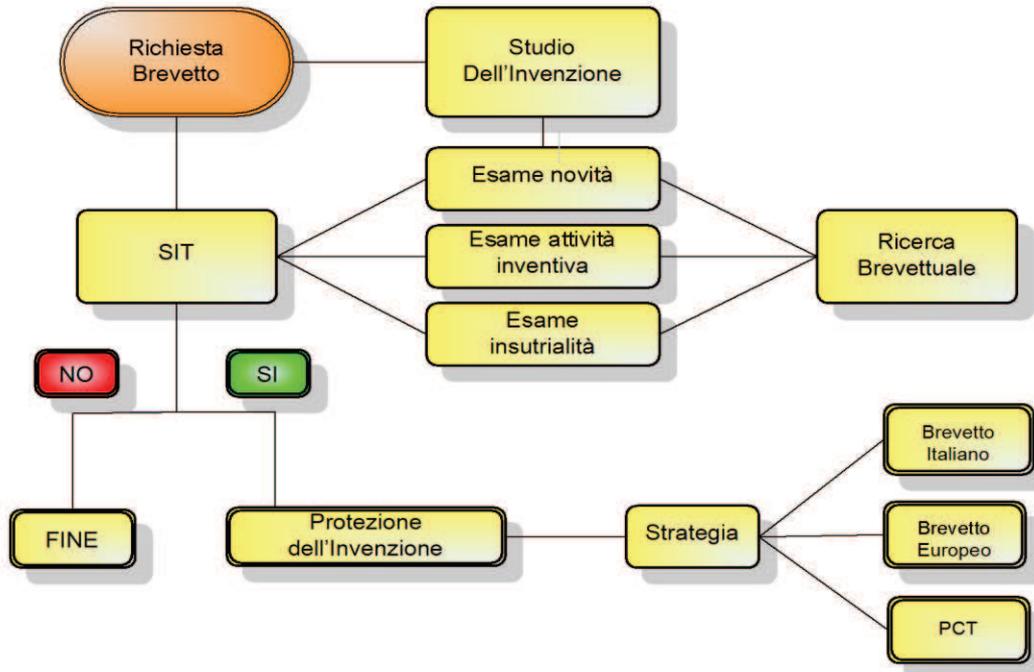
Attualmente il portafoglio brevetti gestito dal SIT è così composto:

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.
16. Profilometro per la determinazione di profili di oggetti presentanti sottosquadri e metodo per determinare il profilo di un "master horn" e di un "horn";
17. Strumento per la misura di campo elettrico atmosferico.

E' attualmente, Febbraio 2011, in fase di brevettazione l'invenzione “AVES” - Customized Cluster Computer system for INTEGRAL Scientific Analysis, al quale si aggiunge un ulteriore brevetto, in fase di deposito.

La procedura di brevettazione seguita dal SIT è schematizzata di seguito:

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013



7. Spin-off

Sono 4 le società riconosciute già come spin-off INAF:

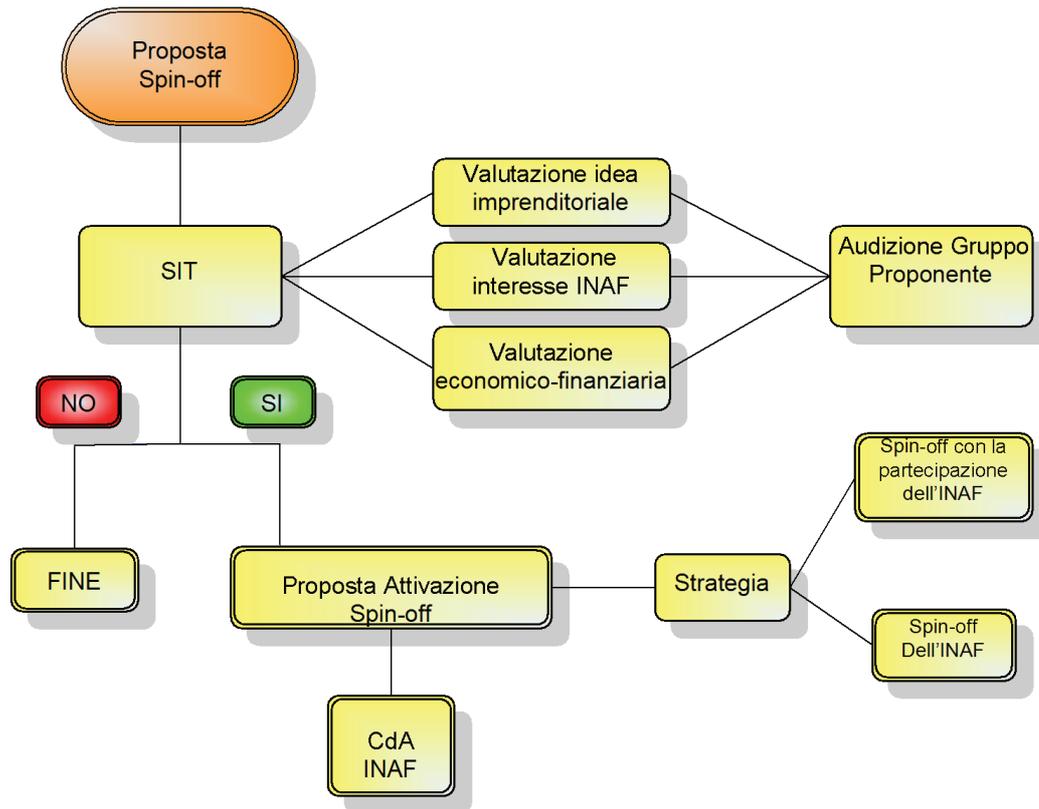
- Da Settembre 2006 la società **Novaetech srl** è divenuta il primo spin-off dell'INAF;
- Da Dicembre 2007 la società POEMA – Progettazione Opto-Elettronica per la Metrologia Avanzata;
- Dicembre 2008 il CdA INAF ha approvato la costituzione della società di spin-off AGI s.r.l. – Assist in Gravitation 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:

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013



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. Dotazione SIT

Anno	Povenienza	Dotazione
2009	Dotazione INAF	50000
	Fondi esterni	23000
2010	Dotazione INAF	195000
2011	Dotazione INAF	250000
2012	Dotazione INAF	300000

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.

PIANO TRIENNALE 2011 – 2013

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. 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.

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. È un modo parziale di descrivere un'attività di comunicazione, informazione e divulgazione che in realtà investe settori ben più ampi. Ma 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 2010 è stato un anno caratterizzato da varie iniziative, quali la cerimonia di chiusura dell'Anno Internazionale dell'Astronomia, dal festival della Scienza di Genova, dall'esposizione Astri e Particelle, dal 150° dalla scomparsa di Schiaparelli, ma soprattutto da molti risultati scientifici che questa raccolta di comunicati vuole sinteticamente testimoniare.

Non c'è dubbio che il 2010 sia stato un anno proficuo, con un numero elevato di pubblicazioni scientifiche, come anche di nostri giovani premiati a livello mondiale nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica.

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.

È un breve excursus che non vuol essere esaustivo ma solo esclusivamente indicativo.

Roma, 11 gennaio 2010

CHIUSURA DELL'ANNO INTERNAZIONALE DELL'ASTRONOMIA A PADOVA

Torniamo all'origine per guardare al futuro: dal cannocchiale di Galileo alla tecnologia italiana per i grandi telescopi a specchio

Si è svolta a Padova il 9 e il 10 gennaio scorsi la cerimonia ufficiale di chiusura dell'Anno Internazionale dell'Astronomia, proclamato per il 2009 dall'ONU a 400 anni dal primo uso del telescopio a opera di Galileo. La città è stata scelta come sede dell'evento, perché proprio da qui Galileo inaugurò l'astronomia moderna compiendo le sue celebri osservazioni della Luna, Venere, Giove e la Via Lattea.

La cerimonia è una degna conclusione di un anno di eventi e manifestazioni che hanno coinvolto 148 paesi in tutto il mondo, tra cui l'Italia in cui numerosissime, oltre 1550, sono state le iniziative promosse su tutto il territorio: conferenze, progetti editoriali, rassegne teatrali, mostre, iniziative per le scuole.

Per l'occasione sono stati chiamati a raccolta oltre 300 astronomi, storici della scienza, scienziati e autorità politiche e diplomatiche, ospitati nella splendida Aula Magna dell'Università, a fianco della Cattedra che fu di Galileo Galilei, con l'obiettivo di tirare le somme di questo 2009, discutere e lanciare i progetti della ricerca astronomica per il prossimo decennio.

“400 anni fa Galileo alzava gli occhi al cielo con uno strumento che avrebbe rivoluzionato la concezione dell'Universo – ha affermato l'on. Adolfo Urso, Viceministro dello Sviluppo Economico con delega al Commercio Estero – Oggi, a distanza di quattro secoli, le tecnologie sviluppate dalle industrie e dai ricercatori italiani continuano a essere all'avanguardia sulla frontiera della ricerca astrofisica mondiale”.

“La ricerca scientifica è un'operazione complessa che richiede una molteplicità di attori, tra cui scienziati e istituti di ricerca, industria e governi” – ha aggiunto Urso – “I risultati sono ottimali quando questi collaborano pienamente. I governi in particolare svolgono un ruolo essenziale sia a livello nazionale che promuovendo e gestendo fori internazionali anche per la costruzione di grandi facilities di ricerca quali l'E.S.O. (Cile). Ci sono ricadute economiche importanti, sia per la costruzione delle strutture necessarie nella ricerca sia nell'applicazione industriale dei risultati della ricerca stessa. C'è qui spazio per una proficua collaborazione tra grandi imprese e piccole imprese. Queste ultime sono particolarmente qualificate per realizzare elementi ad alto valore aggiunto delle grandi strutture necessarie alla ricerca, a esempio i grandi telescopi”. Il Viceministro Urso ha avviato a tal fine una proficua collaborazione col mondo accademico e con l'Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF.

Dal canto suo il Presidente dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, INAF; Prof. Tommaso Maccacaro, dopo aver rivolto un breve e sentito discorso di benvenuto agli ospiti, provenienti da 45 Paesi, ha dichiarato che “Astronomia e Astrofisica sono una delle eccellenze scientifiche del nostro Paese, riconosciute e ammirate a livello mondiale. L'Italia ha richiesto ed ottenuto, anche per questo, di celebrare l'Anno Internazionale dell'Astronomia in coincidenza con i 400 anni dalle scoperte astronomiche di Galileo, evento che ha aperto la strada all'astronomia ed alla scienza moderna, segnando una svolta epocale nello studio dell'Universo e delle leggi della fisica che lo regolano. La scelta della città di Padova per lo svolgersi della cerimonia, non è solo la testimonianza di quello che fu, ma anche la conferma del valore che tale scienza rappresenta per l'Italia e del contributo che il nostro Paese fornisce alla conoscenza”

12 febbraio 2010

AGILE rivela dei lampi “super-energetici” che possono disturbare la navigazione aerea

La missione AGILE ha misurato dei “super-lampi” che emettono una forte radiazione gamma di alta energia e che sono prodotti da fenomeni atmosferici rivelati soprattutto nella fascia tropicale. AGILE, una missione dell’Agenzia Spaziale Italiana (ASI) con partecipazione dell’Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e dell’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), è dedicata allo studio del cosmo, ma grazie ai suoi strumenti molto sofisticati può cogliere fenomeni impulsivi prodotti anche dalla Terra, simili a quelli che si osservano nelle profondità delle galassie. Proprio osservando la Terra, AGILE già da anni rivela dei lampi gamma terrestri molto intensi e rapidi (che durano qualche millesimo di secondo) e che sono originati da tempeste tropicali di tipo particolare. AGILE osserva questi fenomeni atmosferici così come fanno altri satelliti, ma la sua capacità di rivelare le energie dei fotoni gamma più alte è unica e la sua orbita è ideale per studiare le tempeste tropicali sull’equatore. Proprio queste caratteristiche hanno consentito di scoprire che i super-lampi terrestri (chiamati in inglese *Terrestrial Gamma-Ray Flashes*) hanno un’emissione molto energetica che arriva fino a molte decine di milioni di elettronvolt, ovvero centinaia di volte più energetici dei fulmini cui siamo abituati alle nostre latitudini (un articolo del gruppo AGILE è in via di pubblicazione dalla rivista specializzata *Journal of Geophysical Research*).

Tale fenomeno ha indotto il gruppo AGILE, che lavora sui dati del satellite, a ritenere che i superlampi meritino la massima attenzione, e ad avviare insieme all’ENAC una valutazione di un eventuale impatto di questi fenomeni sugli aeromobili che operino nel raggio di azione di tali lampi speciali. Tale ipotesi, suffragata dai nuovi dati del satellite italiano, è stata recentemente illustrata dal gruppo AGILE in un articolo inviato per pubblicazione ad una prestigiosa rivista scientifica.

L’orbita particolare e le capacità della strumentazione di AGILE rendono lo studio dei super-lampi molto efficace poiché può interessare molti voli di aerei nella zona equatoriale.

“Il fenomeno dei super-lampi terrestri è di grande interesse”, dice Marco Tavani, Responsabile Scientifico della missione AGILE. “Abbiamo bisogno di studiare a fondo questo fenomeno atmosferico. Gli strumenti di AGILE sono attualmente i migliori in orbita per rivelare eventi così rapidi che durano qualche millesimo di secondo e ci permettono di poter rapidamente comunicare la loro posizione e intensità”. “La missione AGILE dell’ASI si rivela uno strumento prezioso anche per studi di Fisica della Terra”, dice Paolo Giommi, Direttore del Centro Dati dell’ASI di Frascati, “a dimostrazione di come delle strumentazioni e le tecniche speciali elaborate per studiare eventi cosmici del così detto universo violento si possano rivelare poi utilissimi anche per lo studio del nostro pianeta e eventualmente migliorare la sicurezza della navigazione aerea”.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Tavani 335 5836144 Marco Galliani, 06 35533390 – 338 6618041

ASI: Nicola Nosengo, 06 8567812 - 328 06 96 774



16 febbraio 2010

Fermi dà ragione a Fermi

L'ipotesi di Enrico Fermi sui meccanismi di accelerazione dei raggi cosmici trova conferma nelle osservazioni del satellite che la Nasa ha dedicato proprio al grande fisico italiano.

Enrico Fermi aveva ragione quando sessant'anni fa per primo propose un meccanismo in grado di spiegare le enormi energie raggiunte dai raggi cosmici che permeano la nostra Galassia. Lo confermano le recenti osservazioni della missione per lo studio dei raggi gamma che la NASA ha dedicato proprio al famoso scienziato italiano. Il satellite Fermi, infatti, al quale l'Italia collabora con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), ha trovato la prova conclusiva che le cose stanno effettivamente come era stato ipotizzato dal grande fisico.

I raggi cosmici sono particelle cariche di altissima energia che raggiungono il nostro pianeta attraversandoci come una continua pioggerellina battente. Secondo l'ipotesi di Fermi, i raggi cosmici vengono accelerati in dense nubi di gas magnetizzato in movimento. Per molti anni questo "meccanismo di Fermi" con le sue varianti è rimasto l'unico praticabile e proprio per la sua importanza la Nasa ha deciso di dare il nome di Fermi al grande osservatorio spaziale per l'astronomia gamma lanciato nel giugno 2008. Negli ultimi 50 anni gli astrofisici hanno individuato nei resti delle supernove i siti cosmici più adatti a creare le condizioni previste da Fermi. E oggi il Large Area Telescope (LAT), il rivelatore per raggi gamma di alta energia collocato a bordo del satellite Fermi, ha infatti osservato in vari resti di supernova un'intensa emissione gamma correlata con gli strati di materia espulsa nell'esplosione e con la presenza di dense nubi di gas interstellare. Un resto di supernova è la struttura risultante dalla gigantesca esplosione con cui termina la propria vita una stella di grande massa quando ha esaurito il combustibile nucleare, che "bruciando" ne sorregge l'enorme massa gravitazionale. Il meccanismo svelato dal satellite Fermi è semplice e chiaro: i protoni, che costituiscono la maggior parte dei raggi cosmici sono inizialmente accelerati nelle collisioni fra gli strati di materia espulsa nell'esplosione di supernova ed emettono raggi gamma di altissima energia quando interagiscono con i nuclei atomici del gas interstellare. Le osservazioni di Fermi hanno mostrato evidenza di questo meccanismo in ben quattro resti di supernove di varie età (da estremamente giovani, cioè di poche centinaia di anni, ad altre risalenti a migliaia di anni fa). A più di sessant'anni di distanza, quindi, l'ipotesi di Enrico Fermi trova una conferma sperimentale.

Secondo Ronaldo Bellazzini, responsabile del progetto Fermi per l'INFN "le nuove osservazioni raggiungono uno degli obiettivi fondamentali della missione e mostrano quanto sia ampio il suo contributo alla nostra comprensione dell'Universo. È un nuovo grande risultato di questo strumento realizzato con un ruolo decisivo della componente italiana". "Anche se non si vedono, i raggi cosmici sono importanti come la luce delle stelle nello spazio che ci circonda" commenta Patrizia Caraveo, responsabile per INAF dello sfruttamento scientifico dei dati Fermi. "Aver capito dove i protoni vengono accelerati a velocità prossime a quelle della luce è un risultato importante. In più, adesso abbiamo una conferma indipendente dalla missione tutta italiana Agile (ASI, INAF, INFN). Enrico Fermi deve aver esclamato "finalmente! l'avevo detto io..."."

Per informazioni:

Ufficio Stampa INFN: Antonella Varaschin - 06 6868162 - 349 5384481

INAF: Patrizia Caraveo 329 628 14 86, Marco Galliani 06 35533390 – 338 6618041



Campi magnetici a cavatappi nel getto della galassia 3C279

250 scienziati, 20 telescopi, a terra e nello spazio, e un anno di lavoro. Tutto ciò per seguire il comportamento della galassia 3C279.

Obiettivo: conoscere da dove avesse origine l'emissione gamma della galassia, emissione rivelata dal satellite Fermi della NASA, che conta su una importante partecipazione italiana. La risposta è stata sorprendente. I raggi gamma si formano lontano dal buco nero centrale in regioni dei getti dove i campi magnetici si avvolgono a cavatappi.

Più della metà delle sorgenti di raggi gamma celesti osservate dal telescopio Fermi appartengono a una particolare classe di galassie. Gli astrofisici le chiamano galassie attive per sottolineare il fatto che si danno molto più da fare delle altre, quelle "normali" decisamente più pigre. Nelle galassie attive il buco nero centrale è in piena attività, accresce materia trasformandola in energia che poi espelle, in parte, convogliandola in due getti popolati da particelle accelerate a velocità vicine a quella della luce. Come risultato, le galassie attive sono molto più brillanti delle altre galassie. In più sono volubili e la loro emissione è molto variabile: brillanti un giorno, deboli un altro, come se il motore che le alimenta potesse accendersi e spegnersi. Per capire meglio il comportamento del motore, sappiamo che dobbiamo concentrarci sui getti, perché l'emissione gamma è prodotta dalle particelle accelerate che si muovono sotto il controllo dei campi magnetici, ma non sappiamo in quale regione dei getti avvenga l'emissione. Vicino al buco nero, dove l'energia e le particelle sono più concentrate, o lontano, dove la particelle sono in un ambiente più rarefatto?

Per capire il funzionamento delle galassie attive è necessario seguire i loro capricci, sfruttando tutte le finestre di osservazione disponibili: in radio, in ottico, nei raggi X e nei raggi gamma. Per riuscire nell'intento occorre coordinare il funzionamento di telescopi a terra e di strumenti spaziali. Uno sforzo che diventa tanto più difficile quanto maggiore è il numero di strumenti che partecipano alla campagna osservativa. Mentre il telescopio gamma Fermi osserva continuamente tutto il cielo, tutti gli altri strumenti devono puntare il particolare oggetto che si vuole studiare. Per di più, se si vuole seguire il comportamento di una sorgente 24 ore al giorno un solo telescopio ottico non basta. Per avere copertura giorno e notte occorrono telescopi sparsi sui diversi continenti con ridondanze che permettano di non avere dei "buchi" nel caso un osservatorio sia reso inservibile dal cielo nuvoloso. E' la filosofia del GASP-WEBT che da Torino coordina decine di telescopi grandi e piccoli sparsi su tutto il mondo. "Sono ormai più di dieci anni che svolgiamo questo monitoraggio dalla luce visibile alle onde radio, con risultati sorprendenti; ma solo ultimamente, unendo i nostri dati con quelli dei satelliti gamma, possiamo confermare le nostre teorie e fare nuove eccezionali scoperte", afferma Massimo Villata, presidente della collaborazione.

Sforzi osservativi così massicci non possono essere fatti tutti i giorni su tutte le centinaia di galassie attive rivelate nel catalogo Fermi. Bisogna selezionare qualche sorgente molto promettente da seguire con pazienza e determinazione. Ed è questo il caso di 3C279, una galassia attiva con una storia di estrema variabilità in raggi gamma che è nell'elenco dei sorvegliati speciali. Durante il primo anno di attività di Fermi è stata organizzata una grande campagna osservativa per studiare la sorgente in contemporanea a tutte le lunghezze d'onda. 250 scienziati hanno usato 20 telescopi a terra e nello spazio.

"3C279 è un oggetto ben noto che per anni si è rivelato come la sorgente più brillante nel cielo gamma extragalattico" spiega Paolo Giommi, responsabile del centro dati scientifici ASDC dell'ASI. "Ora, sebbene abbia dovuto cedere il suo primato a 3C454.3, una sorgente con caratteristiche simili, 3C279 sta fornendo importanti indizi che, grazie allo sforzo congiunto di tanti scienziati, stanno facendo compiere passi significativi verso la comprensione di questi fenomeni".

I risultati più interessanti e più inaspettati sono emersi dal confronto dei dati gamma con quelli ottici. In un momento di grande attività gamma si è visto un importante cambiamento nell'emissione ottica. L'angolo di vibrazione della radiazione ottica è cambiato improvvisamente, segno che doveva essere variata la direzione di moto delle particelle, quindi, la direzione del campo magnetico. "I dati ottici ci mostrano un campo magnetico avvolto intorno al getto che agisce come un cavatappi, strappando le particelle dal buco nero e convogliandole lontano, fino a quando

non trovano le condizioni ideali per emettere la radiazione che poi noi riveliamo” dice Patrizia Caraveo, responsabile per INAF dello sfruttamento scientifico dei dati Fermi. “Non ci aspettavamo proprio che l’emissione più energetica delle galassie attive venisse da regioni dei getti così distanti dal buco nero. Sarebbe stato ragionevole aspettarsi il contrario, ma chi ha detto che le galassie debbano essere ragionevoli?” conclude Caraveo.

“Le osservazioni di 3C279 - sottolinea Ronaldo Bellazzini, responsabile per l’INFN dell’esperimento Fermi - dimostrano chiaramente che non solo è importante monitorare queste sorgenti a tutte le lunghezze d’onda, ma anche che è estremamente utile correlare le informazioni spaziali e spettroscopiche con quelle polarimetriche che sono, a loro volta, un potente strumento per risolvere la configurazione geometrica dei potentissimi campi elettromagnetici e gravitazionali che circondano oggetti compatti come i buchi neri”.

FERMI (già GLAST, Gamma-Ray Large Area Telescope) è una missione internazionale ideata con lo scopo di esplorare il cielo ad altissime energie. Si tratta di un telescopio spaziale in grado di rivelare fotoni nel range gamma che va da 30 MeV ad 300 GeV. L’osservatorio spaziale Fermi, lanciato l’11 giugno 2008 con un Delta II, è una missione NASA con ampia collaborazione internazionale (Italia, Giappone, Francia, Svezia). Dopo l’attivazione in orbita, la missione è stata dedicata ad Enrico Fermi ed è ora nota come Fermi Gamma-Ray Telescope. La partecipazione italiana alla missione Fermi si articola su un importante contributo di INFN e ASI alla progettazione e costruzione del tracker del LAT, e sulla gestione della missione in orbita e sull’analisi scientifica dei dati, compiti ai quali contribuiscono INAF, INFN ed ASI-ASDC.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Patrizia Caraveo 329 6281486, Marco Galliani 06 35533390 – 338 6618041

ASI: Nicola Nosengo 06 8567812 - 328 0696774

INFN: Antonella Varaschin 06 6868162 - 349 5384481



23 febbraio 2010

Cosmic Vision.

Maccacaro: “Il ruolo INAF frutto della passione”

“Mi fa piacere constatare – esordisce il Presidente dell’Istituto Nazionale di Astrofisica, Tommaso Maccacaro - che, nonostante le continue difficoltà con cui si confronta la ricerca in Italia, l’Inaf può contare sull’impegno e sulla competenza di centinaia di ricercatori che aiutati e affiancati da tecnologi, tecnici e personale amministrativo mettono passione nel loro lavoro e superano difficili traguardi”. “Ecco dunque – conclude Maccacaro - che in Solar Orbiter, in Plato e in Euclid troviamo un grande contributo, e ad alto livello, di Inaf. Lo troviamo nei goal scientifici, nelle soluzioni tecnologiche, nella progettazione degli strumenti. Lo troviamo nella visione. Cosmica! Come presidente, sono un sincero e convinto supporter di tutti e tre i progetti. E che poi volino i migliori!”

Sui 52 concorrenti iniziali, i tre progetti che vanno in finale nel concorso “Cosmic Vision” dell’Agenzia Spaziale Europea (ESA) sono Euclid, Plato e Solar Orbiter dedicati rispettivamente allo studio dell’energia oscura, alla ricerca di pianeti extrasolari abitabili e all’osservazione ravvicinata del Sole. Sono le missioni scientifiche di classe media candidate a due nuovi lanci a partire dal 2017 e selezionate dallo *Science Program Committee* dell’ESA. Il trio in finale entra nella cosiddetta “fase di definizione”, l’ultimo passaggio prima della proclamazione definitiva dei vincitori. Tutte e tre le missioni prescelte, riguardanti aspetti fondamentali della ricerca astrofisica e spaziale, vedono il forte coinvolgimento dei ricercatori Inaf. Il progetto Euclid si focalizza sul mistero dell’esistenza e della natura dell’energia e della materia oscura che costituirebbero il 97% dell’Universo, mentre la materia ordinaria sarebbe la porzione minima rimanente. L’Italia ha la responsabilità dell’intero canale spettroscopico, attraverso la PI-ship di Andrea Cimatti, docente del Dipartimento di Astronomia dell’Università di Bologna e associato Inaf. Le strutture Inaf coinvolte nella missione Euclid sono: IASF-Bologna, IASF-Milano e gli Osservatori Astronomici di Bologna, Brera, Padova, Trieste e Roma.

La missione PLATO (PLANetary Transit and Oscillation of stars) si propone di rispondere a uno degli interrogativi più antichi dell’uomo: se esistono altri pianeti abitabili, di dimensioni e caratteristiche e distanza dalla stella simili alla Terra. Il contributo italiano vede la partecipazione di ricercatori italiani sia nel PLATO Payload Consortium, che si occuperà della strumentazione di bordo, sia nel PLATO Science Consortium che avrà la responsabilità della valutazione delle prestazioni della missione e curerà la preparazione del programma scientifico. Il responsabile italiano è Giampaolo Piotto, del Dipartimento di Astronomia dell’Università di Padova e associato Inaf.

In particolare, il disegno ottico-meccanico dei 30 telescopi di PLATO è affidato ad un team che opera sotto la responsabilità di Roberto Ragazzoni dell’Osservatorio di Padova e comprende gli Osservatori di Catania e Brera dell’Inaf, l’Università di Berna e di Firenze. L’Instrument Control Unit è stato studiato durante la fase appena completata sotto la responsabilità di Andrea Baruffolo dell’Osservatorio di Padova che ha guidato un gruppo che comprende anche l’IFSI-Roma e l’Università di Firenze. Per il proseguimento dello studio il gruppo passerà sotto la responsabilità di Rosario Cosentino della Fondazione Galileo Galilei (FGG) e comprenderà l’Osservatorio Astrofisico di Catania, IFSI-Roma e Università di Firenze. Isabella Pagano dell’Osservatorio Astrofisico di Catania è project manager del team Telescope Optical Units. Sono coinvolte in queste attività gli Osservatori INAF di Catania, Palermo, Capodimonte, Brera, Teramo e Padova.

Infine, la terza missione, Solar Orbiter, getterà uno sguardo ravvicinato sul Sole come mai finora è stato possibile. L’obiettivo della missione è comprendere meglio i fenomeni che caratterizzano la natura e i cicli della nostra stella e soprattutto per capirne meglio le fasi di iperattività che influenzano pesantemente anche la vita sulla Terra. Su questa missione l’Italia ha la responsabilità di uno degli strumenti scientifici, il coronografo METIS/COR, il cui Principal Investigator è Ester Antonucci, dell’Osservatorio Astronomico di Torino dell’INAF. Tutte e tre le missioni richiedono un altro anno di approfondimento scientifico e tecnologico per poter consentire una scelta che minimizzi o escluda difficoltà tecnologiche e aumento di costi durante la fase di realizzazione. Al termine di questa ulteriore selezione l’ESA deciderà le due missioni vincitrici del programma Cosmic Vision.

Per informazioni:

Marco Galliani, Ufficio stampa INAF - 06 35533390 – 335 1778428



16 marzo 2010

L'infanzia dell'Universo nell'obiettivo di Hubble

Un team internazionale di astronomi, a cui partecipano ricercatori INAF, analizzerà i dati di tre mesi e mezzo di osservazioni che saranno dedicate, nell'arco dei prossimi tre anni, con la rinnovata strumentazione del telescopio spaziale HST (Hubble Space Telescope) allo studio della formazione ed evoluzione delle galassie, per ottenere così le più dettagliate immagini dell'Universo nelle prime fasi della sua storia. Si tratta della più grande assegnazione di tempo mai dedicata ad un singolo programma di ricerca con HST.

Gli astronomi useranno Hubble come una vera e propria "macchina del tempo" per osservare stelle e galassie così lontane che la loro luce ha impiegato oltre 10 miliardi di anni a raggiungerci. E il risultato sarà una visione super-dettagliata dell'Universo come era poco tempo dopo il Big Bang dal quale ha avuto origine. Per ottenere questo risultato verrà utilizzata soprattutto la nuova camera per riprese nell'infrarosso WFC3, recentemente installata su HST nell'ultima missione di riparazione e aggiornamento condotta nel maggio scorso dagli astronauti dello Shuttle. La scelta di utilizzare WFC3, lo strumento oggi più potente a disposizione degli astronomi per osservare le epoche più remote del Cosmo, è dovuta al fatto che la luce delle galassie così lontane è spostata nella banda della radiazione infrarossa a causa dell'espansione dell'Universo.

Il progetto nasce dalla "fusione" di due proposte parallele, guidate da Sandra Faber dell'Università di Santa Cruz in California e da Harry Ferguson, dello Space Telescope Science Institute. Nel team internazionale di ricercatori partecipano anche gli astronomi dell'INAF Adriano Fontana e Andrea Grazian, dell'Osservatorio Astronomico di Roma, e Alvio Renzini dell'Osservatorio Astronomico di Padova. "Sarà come osservare il 'giardino d'infanzia' delle galassie" commenta con soddisfazione Adriano Fontana. "L'Universo oggi ha 13,7 miliardi di anni: noi osserveremo le galassie che lo popolavano da quando aveva solo 500 milioni di anni fino a quando ne aveva circa 5 miliardi. Le prime galassie erano estremamente diverse da quelle di oggi: erano 'blob' informi, centinaia di volte più piccoli delle galassie odierne, ben diverse dalle eleganti galassie a spirale o ellittiche che vediamo intorno alla Via Lattea, ma erano attivissime nel formare stelle. Prevediamo di osservare oltre 250.000 galassie, e di ricostruire così la storia dell'Universo nei suoi primi 5 miliardi di anni. Lo scopo finale è quello di comprendere meglio i fenomeni fisici che hanno plasmato l'evoluzione delle galassie fino a far loro assumere la forma che osserviamo oggi".

"L'altro obiettivo principale di queste osservazioni è identificare le Supernovae che esplodono in queste galassie remote" ribadisce Alvio Renzini. "Le Supernovae sono prodotte da stelle che esplodono alla fine del loro ciclo evolutivo, e sono utilizzate come 'candele standard', cioè come indicatori della distanza delle galassie in cui risiedono. Proprio studiando le Supernovae gli astronomi hanno trovato i primi indizi dell'esistenza dell'Energia Oscura, che pervade l'Universo e ne provoca l'espansione accelerata che osserviamo oggi. Identificando per la prima volta Supernovae così lontane potremo raffinare queste misure e capire se le stelle che esplodono nell'Universo primordiale, e quindi molto distanti da noi, sono simili a quelle dell'Universo vicino, giustificando il loro uso come candele standard".

"Il nostro ruolo sarà quello di collaborare all'analisi dell'enorme quantità di dati che questo progetto produrrà" conclude Andrea Grazian " e, soprattutto, quello di coordinare ed eseguire le osservazioni complementari con i grandi telescopi da Terra, come il Very Large Telescope in Cile o il Large Binocular Telescope in Arizona. Per avere la migliore visione possibile dell'Universo primordiale, oltre le fondamentali riprese di Hubble, è infatti necessario collezionare e integrare i dati raccolti da tutti i principali osservatori del mondo".

Per informazioni:

Marco Galliani, Ufficio stampa INAF - 06 35533390 – 335 1778428



18 marzo 2010

Gli anelli di Saturno? Acqua ghiacciata

L'eccezionale scoperta grazie allo strumento VIMS della sonda Cassini

Con il numero di domani della rivista *Science* sono pubblicati i risultati principali ottenuti dagli strumenti dalla sonda Cassini (NASA/JPL-ESA-ASI) dedicata allo studio del sistema planetario di Saturno, durante i primi 6 anni della missione. Grazie ai diversi strumenti (camere, spettrometri che UV-VIS-IR, detector di polveri e radio scienza) è stato possibile per il *Cassini Rings Working Group*, guidato da Jeff Cuzzi (NASA-AMES), tracciare un quadro esaustivo della struttura, composizione, evoluzione e dinamica degli anelli di Saturno.

Importante il contributo italiano derivante dall'analisi delle osservazioni dello spettrometro VIMS (Visual and Infrared Mapping Spectrometer), di cui l'ASI ha fornito il canale VIS e di cui l'Istituto Nazionale di Astrofisica partecipa all'utilizzo scientifico dei dati prodotti. Da questi dati risulta che le particelle degli anelli principali denominati con le lettere "A" e "B" sono costituite per il 90-95% di ghiaccio d'acqua, mentre quelle dell'anello "C" e della Divisione di Cassini risultano essere più contaminate probabilmente da carbonio e silicati di origine meteoritica. Uno dei principali misteri degli anelli di Saturno è la loro caratteristica spettrale: le analisi effettuate nella banda di radiazione infrarossa danno forti indicazioni che siano composti di ghiaccio d'acqua puro. Un risultato inatteso, che non rivela tracce della presenza di altri componenti in essi, come ad esempio anidride carbonica, ammoniaca o metano, che pure sono stati osservati in piccole percentuali sulle lune ghiacciate di Saturno. A infittire il mistero ci sono poi le analisi condotte nella luce visibile. Gli anelli in questa banda di radiazione appaiono decisamente "arrossati", e quindi sensibilmente diversi dal caratteristico colore blu-bianco tipico del ghiaccio d'acqua.

Dall'analisi condotta da Gianrico Filacchione (INAF-IASF Roma e coautore della pubblicazione) sui dati di VIMS, risulta che il grado di "arrossamento" degli spettri nel visibile degli anelli di Saturno sia strettamente legato con l'intensità delle bande del ghiaccio d'acqua osservate nell'infrarosso. Poiché entrambi questi parametri aumentano con lo stesso andamento nelle regioni degli anelli più dense (anelli A e B) si può dedurre che la natura del materiale che assorbe la radiazione ultravioletta, e dunque il "responsabile" dell'arrossamento osservato, sia strettamente legata al ghiaccio d'acqua delle particelle. Un simile effetto si può ottenere mediante limitate quantità di atomi di carbonio (catene PAH) o nanofasi di ossido di ferro (Fe³⁺).

"Questi importanti risultati indicano che anche gli anelli di Saturno possono contenere particelle di elementi contaminanti, spiegando così in modo naturale un effetto altrimenti misterioso" commenta Angioletta Coradini, direttrice dell'INAF-IFSI di Roma e membro del team scientifico di VIMS. "Risultati come quelli descritti nell'articolo di *Science* sono stati possibili grazie alle notevoli performances dello strumento VIMS ed alla dedizione di giovani brillanti come Gianrico Filacchione, recentemente assunto come ricercatore dall'INAF". on un diametro di circa 280.000 km ed uno spessore di circa 100 metri, il sistema degli anelli principali di Saturno è sicuramente l'oggetto piatto e sottile più esteso (oltre 44 miliardi di km quadrati) all'interno del Sistema solare. Fin dalla loro scoperta, avvenuta 400 anni fa, nel 1610 da parte di Galileo Galilei con il suo cannocchiale, gli anelli di Saturno hanno rivestito un ruolo fondamentale nello studio delle proprietà dinamiche, evolutive e della composizione chimica del Sistema solare esterno.

"VIMS, così come gli altri strumenti realizzati dall'ASI in collaborazione con la NASA/JPL per la missione Cassini, continua a lavorare perfettamente. Questo dimostra sia la qualità costruttiva degli strumenti che il livello di innovazione dei loro progetti. Infatti ad oltre 15 anni dalla loro realizzazione sono sempre in grado di fornire dati di eccezionale valore scientifico contribuendo ad incrementare ancora il numero di scoperte e la conoscenza del Sistema di Saturno." Dice Enrico Flamini, responsabile per ASI della Missione Cassini. La sonda Cassini, frutto di una cooperazione internazionale NASA-ASI-ESA, continuerà a compiere osservazioni dettagliate degli anelli di Saturno fino alla conclusione della missione, prolungata recentemente di due anni, prevista nel 2017.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428

ASI: Nicola Nosengo, 06 8567812 - 328 06 96 774



26 marzo 2010

SKA, un radiotelescopio di 3000 km di diametro

Urso: "candideremo Roma a capitale del progetto"

Si svolgerà a Palazzo Rospigliosi a Roma il prossimo 30 e 31 marzo il convegno organizzato dal COST (European Cooperation in Science and Technology) completamente dedicato ad uno dei progetti globali più avveniristici mai concepito: lo Square Kilometer Array (SKA). Il progetto, del valore di un miliardo di dollari, si pone l'obiettivo di realizzare un sistema di radiotelescopi, un insieme di oltre 1500 antenne, disposte su un'ampia area e collegate tra loro digitalmente così da rappresentare la più grande superficie ricevente, un milione di metri quadri, cinquanta volte più grande della massima superficie ricevente ad oggi esistente. "Crediamo – ha commentato il Vice Ministro dello Sviluppo Economico Adolfo Urso - che questo sia un progetto che possa affermare un ruolo di leadership internazionale del nostro Paese e proprio per questo abbiamo intenzione di avanzare la candidatura di Roma per ospitare il quartier generale di SKA. Roma come base tecnologica avanzata per un progetto unico al mondo che vede insieme la ricerca scientifica e le imprese leader nel settore aerospaziale ed high-tech. E' una scommessa che possiamo vincere facendo sistema, mettendo insieme le eccellenze del made in Italy. Inizia un percorso che potrà confermarci ancora una volta protagonisti come lo siamo già stati in epoche diverse, come quando dopo Russia e Stati Uniti fummo il primo paese al mondo a lanciare nello spazio un proprio satellite". L'eccellenza scientifica e tecnologica italiana, e specificatamente nel settore dell'astrofisica, collocano il nostro paese fra i protagonisti per la realizzazione di questo progetto. "Con SKA – dice il Presidente dell'INAF Tommaso Maccaro - abbiamo l'opportunità di confrontarci con le difficoltà e le soddisfazioni derivanti dalla partecipazione ad un progetto estremamente ambizioso che costringe gli scienziati, le industrie e le autorità governative a lavorare in stretta collaborazione dando ognuno il meglio della propria professionalità". E altrettanto importante è il ruolo che l'industria italiana potrà svolgere nella realizzazione del sistema, sia con il coinvolgimento di Finmeccanica che delle numerose PMI italiane che vantano un'eccellente expertise nel campo delle tecnologie d'avanguardia necessarie per studiare l'universo. "Lo SKA, è un progetto particolarmente complesso dal punto di vista tecnico e scientifico, per la sua realizzazione e la successiva gestione" commenta Giuseppe Viriglio, rappresentante Finmeccanica per il Gruppo di Lavoro SKA. "Finmeccanica, proprio per le esperienze specifiche sviluppate dalla sua industria in programmi analoghi, si presenta come il partner ideale per questa iniziativa".

SKA è un progetto ambizioso che vede in campo l'intera comunità internazionale e che ha come obiettivo rispondere ad alcune delle fondamentali domande sull'origine e l'evoluzione dell'Universo. Il telescopio SKA sarà infatti capace di "vedere" oggetti estremamente distanti quando l'Universo era molto giovane, così da fornire possibili risposte sulla formazione delle prime stelle, delle galassie e di altre strutture. Una vera e propria macchina del tempo, grazie alla velocità della luce che è finita e alla larghezza dell'Universo stesso, che darà agli astronomi la possibilità di guardare nel passato e studiare l'Universo com'era miliardi di anni fa.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428

L'occhio italiano di Venus Express scopre attività vulcanica su Venere

La lava scorre su Venere. E' quanto rilevato dallo spettrometro italiano VIRTIS che si trova a bordo della sonda Venus Express dell'Agenzia Spaziale Europea. Grazie allo strumento realizzato dagli scienziati dell'INAF e, industrialmente, dalla Selex Galileo, sono stati rilevati per la prima volta evidenti segni di colate laviche "recenti" - avvenute cioè non più di due milioni e mezzo di anni fa ma verosimilmente molto più recenti, forse di vulcani ancora oggi attivi - sulla superficie di Venere, che ora può essere annoverato con certezza come uno dei pochissimi mondi del nostro Sistema solare geologicamente attivo. Questa fondamentale scoperta apre nuove strade nella comprensione dell'evoluzione del clima e della struttura interna del pianeta considerato il "gemello bollente" della Terra.

"La storia geologica di Venere è stata a lungo un enigma" commenta Sue Smrekar, del NASAJPL di Pasadena, California, primo autore dell'articolo pubblicato sul sito *Web Science Express* in cui viene presentata la scoperta. "Le precedenti sonde automatiche avevano solo fornito indizi sull'attività vulcanica venusiana, ma non avevano indicato con precisione un'epoca in cui queste erano avvenute. Ora abbiamo prove concrete che in tempi recenti si sono susseguite eruzioni sulla superficie del pianeta".

Il team di scienziati è giunto a queste conclusioni studiando con lo spettrometro VIRTIS (Visible and InfraRed Thermal Imaging Spectrometer) tre delle nove "zone calde" individuate sulla superficie di Venere dalla precedente missione Magellan della NASA. Queste zone mostrano pennacchi di materiale proveniente da grandi profondità sotto la superficie. Secondo gli scienziati questo magma sarebbe il prodotto di imponenti eruzioni vulcaniche. Nonostante queste importanti informazioni, c'era finora grande incertezza sulla datazione di quando quest'attività fosse avvenuta. Ma ora VIRTIS ha spazzato via ogni dubbio: è riuscito infatti ad identificare le tracce di rocce "giovani" in alcune colate laviche superficiali. Queste rocce, essendo più scure, emettono una luce infrarossa notevolmente maggiore di quelle formatesi in ere precedenti e perciò schiarite a causa dell'azione del tempo. Dai dati raccolti è stato valutato che queste colate devono essersi prodotte solo qualche centinaio di migliaia di anni fa: questa conclusione fa ritenere che il pianeta possa essere ancora oggi geologicamente attivo in maniera del tutto simile alla Terra.

"VIRTIS continua a fornirci nuove, fondamentali scoperte su Venere" dice Giuseppe Piccioni, *Principal Investigator* di VIRTIS. "Grazie ad esso siamo stati in grado di studiare con grande accuratezza la superficie del pianeta e la sua atmosfera, potendone determinare la composizione chimica e la dinamica delle sue correnti". "Pensare ora a Venere come a un pianeta geologicamente attivo, ci permette anche di comprendere molte anomalie presenti nella sua atmosfera". Se oggi conosciamo meglio l'ambiente del "gemello bollente" della Terra, è anche merito di questo strumento quasi tutto italiano. VIRTIS è stato infatti in gran parte ideato, progettato e realizzato in Italia da ricercatori dell'INAF e dalla Società Selex Galileo del Gruppo Finmeccanica per conto dell'Agenzia Spaziale Italiana.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428

19 aprile 2010

Swift, 500 di questi lampi!

Il satellite NASA Swift, dedicato allo studio dei lampi di raggi gamma, le più potenti esplosioni che avvengono nell'Universo, ha fatto cinquecento. Il 13 aprile scorso gli strumenti a bordo dell'osservatorio orbitante hanno infatti registrato il cinquecentesimo evento dall'inizio della missione, che ha preso il via nel novembre del 2004.

Nella sua lunga e prolifica "caccia" ai lampi gamma, Swift ha finora dato agli astronomi di tutto il mondo grandi soddisfazioni. "Dall'identificazione dei lampi di raggi gamma "brevi" allo studio "in diretta" dell'esplosione di una Supernova fino alla scoperta del GRB più distante mai identificato, ad oltre 13 miliardi di anni luce da noi, solo per citarne alcuni, Swift ha collezionato una lunga serie di successi" dice Guido Chincarini, Responsabile scientifico italiano per la missione. "Oggi l'enorme mole di dati accumulati è una miniera di informazioni preziosissime per comprendere in dettaglio i processi fisici che stanno alla base dei fenomeni più violenti del nostro Universo".

Il merito di questi risultati, fondamentali per la ricerca astrofisica, è anche di scienziati, tecnici e industrie del nostro Paese. L'Italia con l'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera ha collaborato con i partner statunitensi e inglesi all'ideazione e alla realizzazione della missione, producendo anche gli specchi del telescopio a bordo di Swift dedicato alle osservazioni nei raggi X, che è fondamentale per individuare con precisione la posizione nel cielo dei lampi gamma e, quindi, determinarne con certezza la loro distanza. "Swift ha rappresentato per l'Italia non solo un grande successo scientifico, ma anche tecnologico" sottolinea Giovanni Pareschi, direttore dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera. "Il modulo ottico con specchi in nichel elettroformato, sviluppato per ASI sotto la responsabilità INAF-Osservatorio Astronomico di Brera in collaborazione con Media Lario, ha funzionato secondo le aspettative". L'Agenzia Spaziale Italiana fornisce inoltre al progetto Swift l'utilizzo della stazione di Malindi in Kenia, una struttura decisiva per il corretto svolgimento della missione. Italiano è anche il consorzio responsabile dello sviluppo delle procedure di analisi dei dati raccolti dal telescopio X. Nel nostro Paese tutti i dati registrati da Swift sono sotto la responsabilità del Centro Dati denominato Italian Swift Archive Center (ISAC), che è composto da due soggetti: l'ASI Science Data Center (ASDC) a Roma e l'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera.

I successi di Swift sono solo gli ultimi in ordine di tempo per l'Italia, che da decenni è all'avanguardia nel campo dell'astrofisica delle alte energie e, in particolar modo, nello studio dei lampi di raggi gamma. Una pietra miliare in questo settore è stata senz'altro la missione BeppoSAX (Satellite per Astronomia X, "Beppo" come il soprannome del fisico italiano Giuseppe Occhialini, tra i pionieri dello studio dei raggi cosmici), creato da una collaborazione tra l'Agenzia Spaziale Italiana e l'agenzia olandese per i programmi aerospaziali (NIVR). Tra il 1996 e il 2002 BeppoSAX ha aperto con le sue osservazioni un nuovo capitolo nello studio dell'Universo "violento". I maggiori successi della missione sono venuti proprio dall'osservazione dei gamma ray burst che, dalla loro scoperta nel 1967, avevano sempre costituito un enigma per gli astrofisici. Rivelando l'emissione di raggi X che accompagna quella in banda gamma, BeppoSAX ha permesso di ricostruire alcuni tasselli fondamentali del puzzle. BeppoSAX fu infatti il primo satellite a "registrare" tale fenomeno e per questo gli fu riconosciuto il premio internazionale "Bruno Rossi".

"Swift è stato progettato per seguire la strada tracciata da BeppoSAX" dice Patrizia Caraveo dell'INAF, Co-Investigatore italiana per Swift "ma, oltre ad essere un formidabile cacciatore di lampi gamma, è una splendida risorsa per tutti i campi dell'astrofisica. La capacità di puntare velocemente in ogni direzione del cielo, lo ha reso richiestissimo per lo studio di tutti i tipi di sorgenti celesti. Mentre va a caccia di lampi gamma, Swift osserva sorgenti che si sono fatte notare da telescopi a terra o da altri strumenti in orbita".

Oggi, oltre a Swift, l'Istituto Nazionale di Astrofisica partecipa con il supporto dell'ASI a tutte le principali missioni spaziali a livello mondiale dedicate all'Astrofisica delle alte energie: da quella tutta italiana per lo studio dell'Universo nei raggi gamma AGILE, agli osservatori spaziali Fermi, XMM-Newton, Chandra, INTEGRAL, a quelli a terra, come MAGIC in collaborazione con l'INFN.

"Dai tempi di BeppoSAX ad oggi abbiamo fatto molta strada nella comprensione di questi fenomeni" commenta Tommaso Maccacaro, Presidente dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. "Per ogni domanda a cui troviamo una risposta ne sorgono altre spontanee e molto rimane ancora da studiare. Ci auguriamo di poter continuare a disporre della strumentazione più avanzata per rimanere protagonisti in questo settore dell'Astrofisica di frontiera".

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



30 aprile 2010

Spin-off dell'Inaf all'Expo di Shanghai

Approdare all'Expo di Shanghai seguendo la traiettoria delle comete. È successo alla Novaetech di Napoli, la prima spin-off del programma di trasferimento tecnologico dell'Inaf. Nata per progettare microbilance in grado di pesare la polvere d'una cometa, è ora una fra le 265 Pmi d'eccellenza selezionate dal Governo, nell'ambito dell'iniziativa «L'Italia degli Innovatori», per rappresentare il nostro Paese all'Expo 2010, che s'inaugura questa sera a Shanghai.

Un miliardesimo di grammo. Tanto basta alle microbilance realizzate dai ricercatori di Novaetech per far sobbalzare la lancetta. Un incubo per chiunque stia faticosamente seguendo una dieta. Un sogno per gli scienziati dell'Inaf-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, che grazie a esse potranno studiare le polveri d'una cometa a un miliardo di chilometri da noi. E uno strumento senza rivali per una miriade d'applicazioni industriali qui sulla Terra: dal monitoraggio ambientale delle polveri sottili al controllo della deposizione e dello spessore di film sottili.

Quella di Novaetech è la storia emblematica di una linea di prodotti *hi-tech* nati dalle esigenze estreme della ricerca scientifica e ora utilizzati per applicazioni di uso comune. I ricercatori che vi lavorano, infatti, hanno iniziato la loro attività progettando le microbilance a cristalli di quarzo per Giada (*Grain Impact Analyser and Dust Accumulator*), uno degli strumenti a bordo di Rosetta, il satellite dell'Esa lanciato nel febbraio del 2004 e da allora in viaggio verso Churyumov-Gerasimenko, una cometa a circa un miliardo di chilometri dalla Terra, che raggiungerà nel 2014.

«A Shanghai portiamo un sistema di monitoraggio di polveri sottili innovativo, compatto ed economico, che abbiamo sviluppato in modo completamente autonomo, con l'attività di ricerca e le risorse della nostra società. Il nostro *core-business* è quello delle microbilance a cristalli di quarzo, che personalizziamo per varie applicazioni, in particolar modo nell'ambito della biosensoristica e del controllo dei film sottili», spiega **Gianluca Ferrini**, amministratore unico della Novaetech. «Far convivere l'anima del ricercatore e quella dell'imprenditore non è semplice, certo. Da imprenditore devo confrontarmi ogni giorno con il territorio, la gestione amministrativa e la crescita aziendale. Ma tutto questo deve necessariamente coesistere con lo spirito del ricercatore, con l'essere aggiornato sul mondo della scienza e delle tecnologie.

Perché la via alle soluzioni più innovative passa sempre per la creatività». Grande soddisfazione è stata espressa da **Massimo Della Valle**, direttore dell'Inaf - Osservatorio Astronomico di Capodimonte. «Vedere un team di ricercatori che si è formato qui a Napoli, nei nostri laboratori, affrontare il mercato e arrivare a essere selezionato per l'Expo è una conferma, ai più alti livelli, dell'ottimo lavoro che viene svolto nel nostro Osservatorio».

Motivo d'orgoglio, infine, per il Servizio Innovazione Tecnologica (Sit) dell'Inaf, che per primo ha creduto nelle potenzialità della Novaetech. «In quattro anni di attività, abbiamo già all'attivo 16 brevetti e 4 *spin-off*, la prima delle quali va ora all'Expo di Shanghai. Un successo che ci sprona ad andare avanti con ancora maggiore convinzione», dice **Reno Mandolesi**, direttore dell'Inaf-IASF Bologna e responsabile del Sit, «seppur con un budget estremamente limitato: circa 100mila euro all'anno per tre o quattro progetti. Tutti però cofinanziati, anche in *cash*, da imprese private».

Per ulteriori informazioni:

- Ministero per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione: www.innovazionepa.gov.it
- La partecipazione italiana all'Expo 2010: www.expo2010italia.gov.it
- Novaetech S.r.l. sul web: www.novaetech.it
- Il Servizio informazione tecnologica dell'Inaf: www.sit.inaf.it
- Ufficio Stampa INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428

5 maggio 2010

La Medaglia Zeldovich a Vito Sguera dell'INAF

Per la prima volta è un italiano, Vito Sguera dell'INAF, ad aggiudicarsi la Zeldovich Medal per l'astrofisica, un ambito riconoscimento internazionale per ricercatori under-35. Fondamentale il suo contributo alla scoperta di una nuova classe di sorgenti, i "Supergiant fast X-ray transients".

Un guizzo e via. Sono i centometristi della galassia. Si attivano e disattivano in modo così repentino da essere sfuggiti allo sguardo degli astronomi per anni. Ma non a quello vispo e tenace di **Vito Sguera**, ricercatore all'INAF-IASF Bologna. Spulciando uno a uno i fotogrammi ripresi dallo strumento IBIS a bordo del satellite dell'ESA **Integral**, Sguera alla fine è riuscito a inchiodarli con le mani nel sacco: sono i "Supergiant fast X-ray transients" (SFXT). Ovvero, sistemi binari della nostra galassia che, a differenza dei loro parenti più comuni, non emettono raggi X in modo persistente, ma solo ogni tanto, e per tempi brevissimi.

Per il suo contributo fondamentale alla scoperta di questa nuova classe di sorgenti, l'Accademia Russa delle Scienze e il Comitato internazionale per la ricerca spaziale (COSPAR) hanno deciso di assegnare proprio a Sguera la Zeldovich Medal, un premio internazionale istituito in memoria del fisico sovietico Yakov Borisovich Zeldovich, scomparso nel 1987, e conferito ogni due anni a ricercatori under-35 che si siano distinti nel loro campo di ricerca. La cerimonia di premiazione si terrà a Brema (Germania) il prossimo 19 luglio, durante l'assemblea internazionale del COSPAR. E per la prima volta da quando il premio è stato istituito, a ricevere l'ambita medaglia, per la sezione astrofisica, sarà un ricercatore italiano. Vito Sguera, 35 anni, originario di Barletta, si trovava in Inghilterra per il PhD, a Southampton, quando ha avuto l'intuizione vincente che gli ha permesso d'identificare gli SFXT. «Nel campo delle alte energie, di solito i dati si integrano», spiega Sguera, «perché più il tempo di osservazione è lungo e più segnale si riesce ad accumulare. Io ho seguito il percorso opposto: invece di sommare le osservazioni, le ho spezzettate in intervalli via via sempre più piccoli. È così che sono riuscito a isolare il comportamento anomalo di queste sorgenti. Un po' come avviene in fotografia: i tempi d'esposizione lunghi sono perfetti per ritrarre un gufo nella notte, immobile sul ramo d'un albero. Ma se vuoi immortalare l'istante in cui aggredisce la preda, devi passare a tempi molto più brevi».

Quanto al nome, "Supergiant fast X-ray transients", come spesso accade in astrofisica astruso e difficile da ricordare, Sguera si schernisce così: «Be', con il *team* con il quale li ho scoperti, così per gioco, avevamo pure pensato di chiamarli VITO, dall'acronimo *very interesting transient objects*... ma decisamente non era il caso!».

Per ulteriori informazioni:

Ufficio Stampa INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428

Intervista video (scaricabile in MPEG PAL):

<http://www.media.inaf.it/gallery/v/video/interviste/sguera-zeldovich.flv.html>

Imminente la spettacolare fase di montaggio del Sardinia Radio Telescope

Sabato 22 maggio è la prima data utile per la spettacolare fase di montaggio del Sardinia Radio Telescope. Una gigantesca gru, unica in Europa, solleverà il grande paraboloide da 64 metri di diametro e 500 tonnellate di peso, per installarlo sulla struttura principale del radio telescopio, a 35 metri d'altezza.



Come il lancio di uno "Shuttle", l'operazione potrà subire rinvii a causa di particolari problematiche tecniche o meteo. Informazioni in tempo reale saranno disponibili sul sito www.srt.inaf.it al link "Cantiere dal vivo". Per ragioni di sicurezza, l'accesso al cantiere è rigorosamente vietato. La Stampa e le autorità interessate potranno accedere agli uffici da campo dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, limitrofi al cantiere. Entro 24-48 ore dal completamento di questa fase di montaggio, sarà convocata una conferenza stampa in sito in cui saranno rese disponibili alcune sequenze del montaggio.

Il Sardinia Radio Telescope, frutto di una collaborazione tra INAF e ASI, con il significativo supporto del Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca e della Regione Sardegna, con i suoi 64 metri di diametro e la particolare capacità di osservazioni in molteplici bande di frequenza, rappresenta un gioiello scientifico e tecnologico unico in Europa e secondo al mondo, frutto dell'eccellenza italiana che, nel campo dell'astronomia e dell'astrofisica in particolare, vanta un primato che dura da 400 anni.

Per informazioni:

Francesco Rea – INAF Ufficio Relazioni con il Pubblico e la Stampa, Cellulare 335 13 58 069

Nichi D'Amico – Direttore del Progetto SRT, Cellulare 329 660 3828



21 maggio 2010

500 piccoli astronomi all'arrembaggio *l'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri apre ai bambini*

Anche quest'anno l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri dell'INAF apre i suoi cancelli all'ingresso dei ragazzi di Firenze, un evento che è ormai un appuntamento fisso tanto che nel capoluogo toscano è rinomato con il nome di "Bambineide di Arcetri". Sabato 22 maggio, l'Osservatorio si prepara all'"invasione" di 500 bambini, che insieme ai loro genitori, potranno trascorrere una giornata – è il caso di dirlo - galattica. Il programma dell'iniziativa, intitolata "Ragazzi nello Spazio", prevede giochi, esperimenti scientifici, animazioni e conferenze spettacolo di astronomia, oltre all'osservazione del cielo nella tenda-planetario itinerante e direttamente dai telescopi dell'Osservatorio, quando scenderà il buio. Attività realizzate e condotte dal personale dell'Osservatorio, con la collaborazione dell'Associazione Astronomica Amici di Arcetri. "Sarà una grande giornata di festa per i bambini tra i 6 e i 10 anni, l'età ideale per suscitare l'interesse verso l'astronomia e la scienza giocando sulla fantasia, l'immaginazione e la sperimentazione", commenta Francesco Palla, direttore dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. "Quest'anno poi la realizzazione del modello in scala del Sistema solare offrirà un'opportunità in più ai ragazzi per vedere da vicino i pianeti nei loro colori naturali e nelle dimensioni relative". Nessun timore di veder scorrazzare così tanti bambini? "Certo quando li vediamo correre da una parte all'altra del parco dell'Osservatorio un po' di preoccupazione ce l'abbiamo, ma il tutto è mitigato dall'entusiasmo e dalla partecipazione che coinvolge anche i genitori", scherza Palla. Come riportato sulla locandina, alla Bambineide i bambini avranno modo di conoscere gli astronomi e ascoltare i loro racconti sull'astronomia moderna: si parlerà di stelle, pianeti, buchi neri, di extraterrestri e tante altre cose affascinanti. L'intento è quello di comunicare ai giovani una curiosità che serva a stimolare l'interesse per la scienza. Magari con la speranza di trasformare qualcuno di loro in un novello Galileo.

Le attività del pomeriggio includono l'osservazione del cielo all'interno di un planetario gonfiabile chiamato Starlab, che ospita fino a 30 ragazzi. Agli spettatori saranno mostrate le più famose costellazioni e raccontati miti e leggende intorno a questi "disegni" di stelle. I giochi interattivi e gli esperimenti scientifici saranno condotti nel Teatro del Cielo, uno spazio all'aperto realizzato per l'Anno Internazionale dell'Astronomia 2009, con il contributo dell'INAF.

All'interno della Biblioteca i ragazzi potranno inoltre assistere alla conferenza-spettacolo ideata da Lara Albanese "L'astronomia nelle filastrocche di Gianni Rodari", di cui quest'anno ricorre il 30esimo anniversario della scomparsa. Con il calare del buio sarà poi possibile effettuare delle osservazioni del cielo ai telescopi. Insomma, un programma molto denso dalle 14.00 fino a tarda notte.

Per le prenotazioni (obbligatorie) telefonare al 055 2752244 da martedì 18 maggio a giovedì 20. L'ingresso è gratuito.



10 giugno 2010

Un “setaccio” per Planck

Un metodo di analisi dei dati essenziale per estrarre le informazioni sull’Universo primordiale che stanno giungendo dal satellite dell’ESA Planck è stato ideato da un gruppo di astrofisici italiani guidato da due ricercatrici dell’INAF.

Estrarre, dalle decine di terabyte inviati a Terra dal satellite Planck, quei 12 numeretti che più fanno gola agli scienziati: i parametri cosmologici. Parametri che, a partire dalla costante di Hubble, rappresentano una sorta di carta d’identità del nostro universo. È lo scopo principale del telescopio spaziale dell’ESA, ma per arrivare a definirli con precisione occorre un lavoro immane. Un passaggio determinante del “processo di estrazione” è la *component separation*: vale a dire, passare al setaccio le nove mappe del cosmo prodotte da Planck—una per ognuna delle sue nove frequenze—e separare uno dall’altro i diversi contributi astrofisici, come le polveri, il sincrotrone e l’emissione free-free. A questo delicato processo contribuisce in modo decisivo un metodo di analisi, pubblicato oggi su *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, ideato da un gruppo di astrofisici italiani guidato da due ricercatrici dell’INAF: **Sara Ricciardi**, dell’Istituto di astrofisica spaziale di Bologna, e **Anna Bonaldi**, dell’Osservatorio astronomico di Padova.

«Un aspetto importantissimo, che è stato considerato per la prima volta proprio dal nostro metodo», sottolinea Sara Ricciardi, «è il trattamento degli errori. Ovvero, abbiamo sviluppato un sistema che ci permette di ottenere, oltre a una stima del parametro che stiamo considerando, anche la barra d’errore a esso associata. Può sembrare una cosa banale, ma per questo tipo di metodi non lo è affatto. Poi, tramite una simulazione Montecarlo, propaghiamo questo errore fino allo spettro di potenza della CMB, la radiazione del fondo cosmico. Un altro punto cruciale è che tutto questo lavoro lo facciamo non solo per le mappe in temperatura, ma anche per quelle in polarizzazione, estremamente complesse da trattare perché contengono molto rumore».

Messo a punto utilizzando un cielo simulato, il “setaccio” *software* ha iniziato da poco a macinare i primi veri dati raccolti da Planck, che è stato messo in orbita il 14 maggio 2009. E già da questi primissimi test con il “cielo autentico”, i risultati sembrano assai promettenti. «Dopo anni di simulazioni, dare in pasto al sistema dati veri è un’emozione incredibile. Abbiamo capito subito che ci attendono parecchie sorprese. Per esempio», spiega Ricciardi, «ci siamo trovate a fare i conti con un cielo diverso da quello che avevamo simulato in questi anni, in qualche frequenza anche molto diverso. La modularità del nostro codice consente di modificare facilmente il modello astrofisico e ci rende in grado di testare rapidamente le possibili interpretazioni fornite dai nostri colleghi astrofisici. Ci siamo subito accorte che, introducendo queste variazioni richieste dai dati, le mappe delle componenti galattiche ricostruite apparivano molto sensate. E la mappa del fondo cosmico a microonde veniva decisamente più pulita. È stata un po’ la prova del nove: il nostro sistema funziona».

Pur entrambe molto giovani, Sara Ricciardi e Anna Bonaldi hanno già una notevole esperienza nel campo dell’analisi dei dati di CMB. Prima di entrare a far parte del gruppo di Planck guidato da **Reno Mandolesi**, responsabile dello strumento LFI del satellite, Sara ha collaborato all’analisi dell’esperimento su pallone Boomerang sotto la guida di **Paolo de Bernardis**, ha conseguito il PhD a Roma e lavorato a Berkeley con **George Smoot**, premio Nobel per la fisica nel 2006 proprio per la scoperta dell’anisotropia del fondo cosmico. Anna, a sua volta, ha conseguito il PhD a Padova seguendo in prima persona, e fin dall’inizio, lo sviluppo del suddetto metodo di *component separation* in vista della missione Planck. Ambedue sono state indirizzate allo studio della separazione delle componenti per il satellite Planck da Gianfranco De Zotti, astronomo ordinario presso l’INAF-Osservatorio Astronomico di Padova e coordinatore delle attività di separazione delle componenti nel consorzio Planck.

Per informazioni su Planck: www.satellite-planck.it

L’articolo pubblicato su *Monthly Notices* è disponibile in rete:

<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/123493617/HTMLSTART>

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013

Elenco completo degli autori: S. Ricciardi, A. Bonaldi, P. Natoli, G. Polenta, C. Baccigalupi, E. Salerno, K. Kayabol, L. Bedini e G. De Zotti.

Per ulteriori informazioni:

Ufficio Stampa INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



15 giugno 2010

LBT batte Hubble 3 a 1

Il sistema di ottiche adattive recentemente installato sul grande telescopio binoculare in Arizona mostra, sin dal primo giorno di collaudo, tutte le sue qualità, riducendo efficacemente gli effetti negativi sulle immagini astronomiche dovuti dalla turbolenza atmosferica e restituendo immagini fino a tre volte più dettagliate di quelle prodotte dal telescopio spaziale Hubble. Un successo maturato grazie al fondamentale contributo del personale INAF coinvolto da oltre 10 anni nel progetto.

Non la scorderanno mai la notte del 25 maggio scorso gli astronomi impegnati nel primo test del sistema di ottiche adattive sul Large Binocular Telescope in Arizona, con quell'immagine sfocata di una stella puntata dal gigantesco telescopio che, all'accensione del sistema, diventa progressivamente più definita e dettagliata. Incredibilmente dettagliata: ben tre volte più nitida di quanto ottenibile dal telescopio spaziale Hubble, finora il termine di paragone insuperato per la qualità delle immagini astronomiche. In pratica, il First Light Adaptive Optics

(FLAO), questo il nome del dispositivo, è riuscito a ridurre quasi totalmente i disturbi nelle immagini di oggetti celesti causati dalla turbolenza atmosferica per restituire così immagini simili a quelle che potrebbero essere ottenute collocando il telescopio nello spazio.

“I risultati della prima notte di test sono stati così straordinari da farci pensare a un vero e proprio colpo di fortuna, ma nei giorni seguenti le ottiche adattive hanno sbalordito tutti noi restituendoci sempre immagini di un dettaglio stupefacente” commenta Simone Esposito, dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, che ha guidato il team italiano coinvolto nei test. “E non dimentichiamoci che questi risultati sono stati ottenuti con uno solo dei due specchi principali di LBT. Immaginate quale potrà essere il potenziale di LBT quando avremo le ottiche adattive installate su entrambi gli ‘occhi’ di LBT”.

Una soddisfazione condivisa da Richard Green, direttore dell'Osservatorio LBT: “questo è un momento davvero emozionante. Il nuovo sistema di ottiche adattive permette di sfruttare tutto il potenziale di LBT, il telescopio ottico più potente al mondo. Questi risultati positivi confermano che la prossima generazione dell'astronomia è già qui e ci danno un assaggio dei successi che potremo ottenere con questo telescopio nei prossimi anni”.

Con l'introduzione delle ottiche adattive dunque si compie un balzo enorme nella qualità delle immagini astronomiche prodotte da LBT. Per valutare meglio quali siano questi miglioramenti, gli astronomi utilizzano il cosiddetto “Strehl ratio” che è il parametro che definisce la qualità di un'immagine. Un valore pari al 100% è associato a una immagine assolutamente perfetta. Tutti i telescopi a terra privi di ottiche adattive non riescono a raggiungere l'1% di tale parametro. Con sistemi adattivi finora operativi su altri telescopi, si potevano raggiungere valori compresi tra il 30 e il 50%. LBT invece è riuscito già nelle prime fasi di collaudo delle ottiche adattive a raggiungere valori di “Strehl ratio” compresi tra il 60 e l'80 %. Risultati ben al di sopra anche delle più rosee aspettative, che sono stati confermati dalle prime osservazioni di stelle condotte il 25 maggio scorso, quando in alcune pose sono stati raggiunti valori di picco compresi tra l'82 e l'84 %. Un risultato davvero prossimo alla perfezione.

Una parte importante di questo successo spetta sicuramente al personale dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri dell'INAF, coinvolto nell'ambizioso progetto per oltre 10 anni, che ha ideato e sviluppato il sistema elettromeccanico di deformazione dello specchio secondario. Alla realizzazione del FLAO hanno collaborato Lo Steward Observatory dell'Università dell'Arizona e il suo Mirror Lab, con la partecipazione delle imprese italiane Microgate e ADS, che hanno realizzato i componenti elettronici e meccanici del sistema. “Questo collaudo preliminare si è rivelato uno straordinario successo per l'INAF e per tutti i partner del telescopio LBT” dice Piero Salinari, Dirigente di Ricerca INAF presso l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. “Dopo oltre 10 anni di fatiche e studi spesi per questo progetto, è davvero appagante vedere come i risultati siano giunti in modo così evidente e immediato”.

Il FLAO è un sistema davvero innovativo sotto molti aspetti, a partire dall'elemento principale che svolge la funzione di correzione dell'immagine: in LBT è proprio lo specchio secondario, del diametro di 91 cm, che è parte integrante del telescopio e non un componente addizionale, come nel caso degli altri telescopi. Lo specchio è estremamente sottile – il suo spessore è di soli 1,6 mm – caratteristica che lo rende flessibile, in modo sufficiente per subire piccole deformazioni della sua superficie, trasmesse da un tappeto di 672 piccoli magneti incollati dietro di esso. Il numero di questi magneti attuatori è molto maggiore di quelli installati in dispositivi simili oggi operativi, caratteristica che permette a questo sistema di raggiungere una flessibilità e precisione senza precedenti. A completare l'ottica adattiva di LBT c'è il sensore “a piramide” che individua le

distorsioni della luce indotte dalla turbolenza atmosferica e deforma in tempo reale lo specchio secondario per annullarne così gli effetti negativi.

Specchio che è in grado di compiere fino a 1000 aggiustamenti ogni secondo, con un'accuratezza spaventosa, migliore di 10 milionesimi di millimetro.

“Le competenze e la tecnologia scaturita dallo sviluppo di questo progetto hanno generato un eccellente ritorno industriale” Commenta Adriano Fontana, dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma e responsabile del Centro Italiano LBT. “Le commesse ottenute dalle industrie italiane per la realizzazione di altri sistemi adattivi hanno già raggiunto un valore economico almeno 10 volte maggiore di quanto è costato lo sviluppo del FLAO e ci permettono di essere in prima fila per concorrere alla aggiudicazione di quelle per l'E-ELT, il gigantesco telescopio da 42 metri di diametro che verrà costruito in Cile, per un valore di molte decine di milioni di Euro. Ecco un esempio di come l'INAF contribuisce concretamente con le capacità e il lavoro del proprio personale allo sviluppo del sistema Paese”.

Il telescopio LBT

Il Large Binocular Telescope è collocato sul Monte Graham, in Arizona. La sua montatura ospita due specchi affiancati da 8,4 metri di diametro ciascuno, caratteristica che abbinata al nuovo sistema di ottiche adattive permetterà di avere una risoluzione, cioè una capacità di distinguere dettagli, paragonabile a quella di un analogo strumento con un singolo specchio del diametro di 22,8 metri. L'introduzione dell'ottica adattiva su LBT è l'ultimo miglioramento in ordine cronologico apportato al telescopio. Dallo scorso aprile è stato infatti messo a disposizione degli astronomi lo strumento LUCIFER 1, uno spettrografo/camera per immagini nel vicino infrarosso che permette di penetrare le nubi di polveri interstellare e rivelare così i segreti delle galassie più giovani e più distanti.

LBT, costato circa 120 milioni di dollari, è frutto di una collaborazione internazionale tra istituti ed enti di ricerca di Stati Uniti, Italia e Germania. Ne fanno parte:

- L'Università dell'Arizona, in rappresentanza del sistema universitario dell'Arizona;
- L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF);
- LBT Beteiligungsgesellschaft, Germany, in rappresentanza della Max Planck Society, dell'Astrophysical Institute di Potsdam, e dell'Università di Heidelberg;
- La Ohio State University
- La Research Corporation, in rappresentanza della Università del Minnesota e dell'Università della Virginia.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



30 giugno 2010

Le imperfette esplosioni cosmiche delle Supernovae Ia

Nell'Universo anche le più immani catastrofi non sono sempre perfette. Come le esplosioni delle Supernovae, in cui una stella si disintegra emettendo in pochi secondi miliardi di volte la luminosità del nostro Sole. Finora gli astronomi ritenevano che una certa classe di questi oggetti celesti, le cosiddette Supernovae di tipo Ia esplodessero in modo simmetrico, come una gigantesca bolla sferica che si espande nello stesso modo e con la stessa velocità rispetto al suo nucleo centrale. Quella che si direbbe un'esplosione ideale. Oggi però lo studio condotto da un team internazionale di astronomi a cui hanno partecipato due astrofisici italiani dell'INAF, Stefano Benetti e Paolo Mazzali, mostra come questo tipo di fenomeni si sviluppi in modo asimmetrico, almeno per quanto riguarda le Supernovae Ia.

Il risultato non è di poco conto, poiché questo tipo di Supernovae è da anni il principale strumento a disposizione degli astronomi per studiare l'Universo. Grazie ad esse è stato infatti scoperto negli anni scorsi che l'Universo non solo si sta espandendo, ma anzi sta accelerando la velocità con cui lo fa. Nonostante questi fondamentali successi, gli astronomi erano finora assai discordi nel ritenere che tutte le Supernovae Ia avessero davvero le stesse caratteristiche e quindi potessero essere confrontate le une con le altre. Vi erano infatti evidenze osservative che sembravano dimostrare il contrario.

Secondo il team che ha condotto lo studio pubblicato sull'ultimo numero della rivista *Nature* invece, il meccanismo di innesco di questo spaventoso fenomeno è identico in tutte le Supernovae di questo tipo e, contrariamente a quanto pensato finora, il punto da dove ha origine l'immane esplosione non si trova esattamente nel centro geometrico della stella, ma in una posizione alquanto decentrata. Questa condizione darebbe origine ad una esplosione asimmetrica, responsabile delle differenze osservate tra Supernova e Supernova. La ricerca ha prodotto così un duplice risultato: da un lato ha migliorato la comprensione di come avviene l'esplosione di una Supernova, comprensione che si traduce in una maggiore affidabilità nell'uso di questi fenomeni per determinare la loro posizione nell'Universo. Dall'altro lato ha dimostrato come la distanza misurata non dipenda dal metro - cioè l'esplosione - usato. Infatti i ricercatori hanno dimostrato che le esplosioni sono differenti solo in apparenza. Quello che cambia in realtà è la direzione sotto cui è vista un'esplosione asimmetrica, che è invece identica in tutte le Supernovae di tipo Ia: è un po' come un righello che continua a mantenere invariata la sua lunghezza anche se guardato sotto diverse prospettive.

Per ottenere questi importanti risultati i ricercatori hanno analizzato una enorme quantità di dati spettroscopici, sia di archivio che provenienti da nuove osservazioni, di 20 Supernovae di tipo Ia studiate negli ultimi 20 anni con i più importanti telescopi terrestri - tra i quali spiccano quelli dell'European Southern Observatory, ESO, e il Telescopio Nazionale italiano Galileo dell'INAF alle isole Canarie - ricavando da essi l'evoluzione nel tempo delle loro proprietà fisiche. La svolta decisiva si è avuta confrontando l'andamento della velocità della materia super-veloce (maggiore di 15000 km/s, solo un ventesimo di quella della luce!) subito dopo l'esplosione con la distribuzione di materia in vicinanza del centro dell'esplosione, che è possibile osservare a un anno dall'esplosione della Supernova grazie alla rarefazione della materia stellare dovuta all'espansione. Questo confronto ha dimostrato come quelle Supernovae che possedevano una velocità di espansione molto elevata subito dopo l'esplosione avessero la parte più densa dell'esplosione sistematicamente più distante dall'osservatore rispetto al centro geometrico della stella. Al contrario, le Supernovae aventi velocità più basse, avevano il nocciolo più denso sistematicamente più vicino all'osservatore. Questa proprietà è per i ricercatori la prova che le esplosioni sono asimmetriche e che l'accensione della "bomba nucleare cosmica" che disintegra la stella non avviene nel suo centro geometrico ma in posizione decentrata. "Quello che risalta immediatamente in questo lavoro è come l'incontro tra due filoni di ricerca osservativi sullo stesso argomento, condotti in modo indipendente e tramite una semplice ma elegante deduzione, ha portato alla descrizione dettagliata delle proprietà più nascoste di un'esplosione cosmica" commenta Stefano Benetti, dell'INAF - Osservatorio Astronomico di Padova. "La definirei una vittoria del ragionamento e della logica umana. Su questi temi di ricerca, infatti, anche i più potenti calcolatori non sono ancora in grado di darci risposte definitive".

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



05 luglio 2010

COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO ASI/INAF LA PRIMA MAPPA A TUTTO CIELO SARÀ PRESENTATA OGGI A TORINO DA RENO MANDOLESI

PLANCK SVELA L'UNIVERSO: COM'ERA E COM'È

L'intero cielo a microonde in una singola mappa. Una straordinaria fotografia del cosmo ottenuta combinando tutte e nove le frequenze alle quali sono sensibili i rivelatori a bordo del telescopio spaziale Planck. L'affresco inedito, nel quale convivono l'impronta dell'Universo primordiale e l'emissione diffusa della Via Lattea, è appena stato reso pubblico dall'ESA, l'Agenzia spaziale europea. E sarà presentato in anteprima da Reno Mandolesi, oggi pomeriggio, al Lingotto di Torino, nell'ambito di una conferenza dell'ESOF (lo EuroScience Open Forum) dedicata all'origine dell'Universo.

La radiazione cosmica di fondo e la Via Lattea: sono le due protagoniste indiscusse della mappa a tutto cielo ottenuta da Planck - il satellite dell'ESA per lo studio dell'origine dell'Universo - nel corso della sua prima survey, completata di recente. «Questo è il momento per il quale Planck è stato concepito», dichiara il direttore della sezione ESA di Scienza ed Esplorazione Robotica, **David Southwood**. «Non stiamo offrendo risposte. Stiamo aprendo le porte di un Eldorado in cui gli scienziati potranno andare a caccia di pepite d'oro, che li porteranno ad approfondire la nostra comprensione su come l'Universo è nato e su come funziona. L'eccezionale qualità di quest'immagine è un tributo agli ingegneri che hanno costruito e gestito Planck. Ora è il momento di dare il via al raccolto scientifico».

PORTARE ALLA LUCE IL DIPINTO NASCOSTO

La radiazione di fondo a microonde (CMB), o radiazione fossile, ci offre la più antica immagine possibile dell'Universo: appena 380mila anni dopo il Big Bang. Un'immagine che, nella mappa di Planck, appare in gran parte avvolta nella foschia introdotta dalle sorgenti diffuse della Via Lattea, polvere e gas interstellare innanzi tutto. Un'immagine nascosta nella nebbia, dunque, come spiega **Jan Tauber**, *project scientist* di Planck: «La struttura granulare della CMB si può distinguere nettamente nelle regioni ad alta latitudine della mappa, là dove l'emissione locale è più debole. Scendendo a latitudini più basse, invece, una grande porzione di cielo è dominata dal contributo della Via Lattea, che risplende con vigore sul piano galattico e si estende, seppur con minore intensità, anche al di sopra e al di sotto di esso».

Ma proprio come talora avviene con alcuni capolavori, celati per secoli sotto ad altri dipinti e in seguito restituiti al loro originale splendore dalla tecnologia e dalla paziente opera dei restauratori, anche la mappa dell'Universo primordiale è prossima a emergere nella sua interezza. Nel caso della mappa di Planck, la separazione delle due componenti - il fondo cosmico da una parte e le sorgenti galattiche dall'altra - è affidata a complessi software di analisi ed elaborazione delle immagini, sviluppati *ad hoc* dagli scienziati del *team* di Planck. Algoritmi resi possibili grazie alla risoluzione e alla sensibilità senza precedenti dei dati raccolti dal satellite, e in particolare grazie alla disponibilità di ben nove canali a diverse lunghezze d'onda.

Proprio questo ampio spettro di frequenze - dai 30 agli 857 GHz - permette di «sollevare il dipinto» più recente (il contributo galattico, preziosissimo per gli astrofisici) senza danneggiare quello sottostante (il fondo cosmico, sul quale i cosmologi non vedono l'ora di mettere le mani). Ottenendo così due «tele» indipendenti ed entrambe di valore inestimabile.

«La mappa del cielo a microonde, ottenuta combinando tutte e nove le frequenze operative di Planck, fornisce i primi risultati astrofisici visivi della Via Lattea. Questo, da solo, è già un risultato sorprendente, ma non è finita qui. Se il «buon giorno si vede dal mattino».... nel background potrebbero emergere piacevoli sorprese dalle misure di polarizzazione delle anisotropie del fondo cosmico», auspica **Barbara Negri**, responsabile dell'Agenzia Spaziale Italiana per l'Osservazione dell'Universo.

LA MAPPA DEL BIG BANG E L'INFLAZIONE COSMICA AL LINGOTTO DI TORINO

Di questa mappa eccezionale parlerà oggi a Torino, nel corso di una conferenza di ESOF2010 dedicata all'origine dell'Universo, **Reno Mandolesi**, direttore dell'INAF-IASF Bologna e responsabile dello strumento LFI a bordo di Planck.

«La CMB, che riusciamo a intravedere dietro il velo di foschia della galassia, è la prima luce dell'Universo. Giunge a noi direttamente dalla sua infanzia, dopo aver viaggiato per circa 14 miliardi di anni. Le sue strutture granulari, le anisotropie, ci raccontano di una fase primordiale chiamata *inflazione cosmica*, che ebbe luogo una frazione di secondo dopo il Big Bang. Durante l'inflazione, il volume dell'Universo si è



espanso improvvisamente di oltre 40 ordini di grandezza (dunque, non di 40 volte, bensì di un numero di volte inconcepibilmente grande: un 1 seguito da 40 zeri), “stirando” le fluttuazioni quantistiche e “traghetlandole” dal regno microscopico a quello macroscopico. Quelle fluttuazioni sono esattamente ciò che vediamo nella mappa di Planck. La CMB, dunque, ci parla della fisica dei primissimi istanti dell’Universo, e di energie migliaia di miliardi di volte superiori a quelle che possono essere raggiunte dagli attuali acceleratori di particelle, come LHC. A innescare l’espansione inflazionistica è stata una “particella misteriosa”, l’*inflaton*: stando a numerose teorie, l’*inflaton* può essere collegata al meccanismo di Higgs e al relativo bosone, la cosiddetta “particella di Dio”, responsabile della creazione della materia così come la conosciamo. Credo che arrivare a esplorare i fondamenti della materia attraverso un esperimento di astrofisica, come sta facendo Planck, sia un risultato straordinario del pensiero umano», conclude Mandolesi.

PER INFORMAZIONI

INAF - Marco Galliani – 06.3553.3390 – 335.1778.428

ASI - Fabrizio Zucchini 06 8567231 - 328 0117244, Nicola Nosengo 06 8567812 - 328 0696774

Conferenza di Reno Mandolesi (05.07.2010, ore 15.45) sul sito ESOF2010:
<http://www.esof2010.org/schedule/2/5d>

PRESS-KIT CON IMMAGINI AD ALTA RISOLUZIONE E ANIMAZIONI

Su Media Inaf: <http://www.media.inaf.it/press/planck-first-map>



16 luglio 2010

Il mistero della polvere mancante nelle galassie della Vergine

C'è una profonda differenza fra le galassie a spirale, che attualmente stanno formando nuove stelle, e le galassie ellittiche, in cui sono presenti solo stelle di più antica formazione. Le prime appaiono brillanti agli strumenti di Herschel a causa della quantità di polvere che contengono, mentre nelle galassie ellittiche la polvere risulta quasi totalmente assente.

In alcune zone del gigantesco ammasso della Vergine - un agglomerato di almeno 2.500 galassie distante da noi 55 milioni di anni luce - la polvere che permea lo spazio tra le stelle, l'ingrediente fondamentale per la formazione di nuovi astri, è a rischio di estinzione. In particolare questo fatto è drammaticamente evidente in quelle galassie definite "ellittiche", già note per avere un bassissimo tasso di formazione di nuove stelle.

A scoprire il perché è stato un team internazionale di ricercatori, molti dei quali italiani e dell'INAF, sfruttando i dati raccolti dagli strumenti del telescopio spaziale Herschel dell'Agenzia Spaziale Europea. Gli "occhi" del satellite, studiati per osservare l'emissione nell'infrarosso della polvere a bassa temperatura, dell'ordine di poche decine di gradi al di sopra dello zero assoluto, cioè intorno ai 250 gradi centigradi sotto zero, hanno iniziato a mappare la radiazione emessa nello spazio da questa polvere all'interno delle galassie dell'ammasso. Finora è stato completato solo il 6 per cento del lavoro previsto, ma i primi dati registrati dall'osservatorio spaziale sono così ricchi di informazioni che hanno permesso al team di scoprire una profonda differenza fra le galassie a spirale, che attualmente stanno formando nuove stelle, e le galassie ellittiche, in cui sono presenti solo stelle di più antica formazione. Le prime appaiono brillanti anche agli strumenti di Herschel a causa della quantità di polvere che contengono, mentre nelle galassie ellittiche la polvere risulta quasi totalmente assente. Un risultato davvero sorprendente perché con un altro telescopio spaziale infrarosso, lo Spitzer della NASA, proprio in queste galassie ellittiche lo stesso team aveva rilevato recentemente che la polvere viene continuamente prodotta e immessa nello spazio interstellare dalle stelle giganti rosse, oggetti celesti simili per massa al nostro Sole e molto numerosi, che al termine del loro processo evolutivo si espandono e perdono i loro strati più esterni composti di gas e polveri.

E allora che fine fa tutta quella polvere che viene rilasciata e che poi misteriosamente sembra sparire? Le conclusioni dello studio sono pubblicate in un articolo dell'ultimo numero online di "Astronomy and Astrophysics" dedicato interamente ai primi risultati scientifici ottenuti da Herschel: il primo autore è Marcel Clemens, ricercatore inglese attualmente all'Osservatorio Astronomico di Padova dell'INAF. Facendo tesoro dei dati accumulati dai due telescopi, gli scienziati hanno mostrato che la polvere viene sì prodotta continuamente nelle galassie ellittiche, ma il suo destino è già segnato. Sembra infatti che essa non può sopravvivere per più di 50 milioni di anni, un tempo molto piccolo se paragonato alle scale temporali dei processi cosmici. Il motivo di questa "breve esistenza" dei granelli di polvere che hanno abbandonato le stelle sarebbe dovuto agli urti con il gas caldo che permea queste galassie. Urti che disintegrerebbero nel tempo le particelle fino a farle sparire completamente. Ecco dunque spiegato il motivo per la mancanza di formazione stellare nelle galassie ellittiche: in esse, a causa di questo processo, verrebbero a mancare i "mattoni" stessi delle stelle.

"La mancanza della polvere a temperature basse - dell'ordine di 250 gradi centigradi sotto zero - nelle galassie ellittiche meno ricche di nuove stelle rappresenta un'evidenza molto chiara dell'importanza della polvere nel processo di formazione stellare" dice Clemens.

Barbara Negri, responsabile dell'Agenzia Spaziale Italiana per l'esplorazione e osservazione dell'Universo aggiunge: "Il telescopio Herschel, progettato con lo scopo di indagare sulla formazione ed evoluzione dell'Universo - in particolare osservando l'interno di regioni di formazione stellare-, sta dimostrando di eseguire perfettamente i suoi compiti! I primi dati raccolti dall'osservazione dell'emissione nell'infrarosso della polvere a bassa temperatura in alcune zone dell'ammasso della Vergine stanno fornendo importanti risultati sulla differenza fra le galassie a spirale e quelle ellittiche. Ed è proprio la presenza o la mancanza della polvere che permea lo spazio tra le stelle che fornirà una prova fondamentale nella comprensione dei meccanismi di formazione di nuove stelle".

Nel team che ha condotto la ricerca hanno partecipato anche: A. Bressan (INAF - Osservatorio Astronomico di Padova e SISSA-ISAS, International School for Advanced Studies), S. Bianchi, E. Corbelli, S. di Serego Alighieri, C. Giovanardi, L. K. Hunt, (INAF - Osservatorio Astrofisico di Arcetri), G. Gavazzi (Università di Milano-Bicocca), S. Sabatini (INAF-Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica), A. Boselli (Laboratoire d'Astrophysique de Marseille), L. Cortese (Department of Physics and Astronomy, Cardiff University), J. Fritz (Sterrenkundig Observatorium, Universiteit Gent), M. Grossi (CAAUL, Observatorio Astronomico de Lisboa,

PIANO TRIENNALE 2011 - 2013



Universidade de Lisboa), D. Pierini (Max-Planck-Institut fuer extraterrestrische Physik, Garching), S. Zibetti (Max-Planck-Institut fuer Astronomie).

PER INFORMAZIONI

INAF - Marco Galliani – 06.3553.3390 – 335.1778.428

ASI - Fabrizio Zucchini 06 8567231 - 328 0117244; Nicola Nosengo 06 8567812 - 328 0696774



22 luglio 2010

COMUNICATO STAMPA CONGIUNTO INGV-INAF

Science: Egitto Meridionale, una spedizione scientifica italo-egiziana identifica un cratere d'impatto da meteorite perfettamente conservato.

E' quello che si direbbe un cratere "perfetto": nonostante i secoli o forse i millenni trascorsi dalla sua formazione, mantiene ancora perfettamente conservate tutte le sue strutture. La cavità, del diametro di 45 metri e profonda 16, è stata scoperta nel deserto dell'Egitto meridionale da una equipe di ricercatori italo-egiziani. Sul nostro pianeta è un cratere dalle caratteristiche davvero uniche. Finora infatti tutti i crateri da impatto conosciuti presentavano deterioramenti prodotti dagli agenti esogeni, come ad esempio acqua, vento, vegetazione. Tutti, tranne questo: il suo stato di conservazione, probabilmente agevolato dal clima desertico e da una coltre di 6 metri di sabbia che lo ricopre, è paragonabile a quello di strutture simili osservate nel Sistema solare su pianeti privi di atmosfera o coperti da ghiaccio.

La conservazione delle strutture primarie di impatto, associate alla presenza degli abbondanti resti di un meteorite metallico e di tipiche strutture metamorfiche (metamorfismo da shock) nelle rocce incassanti (delle arenarie del Cretaceo), contribuiscono a fornire un'immagine unica sui crateri da impatto causati da meteoriti a piccola scala. Questi ultimi sono infatti molto rari sulla superficie terrestre in quanto vengono erosi rapidamente ed i pochi identificati fino ad ora (15 inferiori ai 300 m di diametro contro i 176 di diametro maggiore ai 300 km) mostrano assenza di alcune o tutte le loro strutture primarie.

Inoltre, al contrario di quanto fino adesso supposto dai modelli geofisici, rappresenta la dimostrazione che masse meteoritiche metalliche superiori alle decine di tonnellate possono penetrare l'atmosfera terrestre senza che avvenga una frammentazione significativa. Studi statistici prevedono che la frequenza di impatto sulla superficie terrestre di oggetti simili a questo avvenga su una scala di tempo decennale-secolare.

In base alle analisi effettuate, il meteorite è stato classificato come una Ataxite ricca in Nichel, con dimensioni pari a circa 1.3 m di diametro e di massa presunta pari a 5-10 tonnellate (massa originaria all'impatto con l'atmosfera circa 20-40 tonnellate). La velocità di impatto calcolata è risultata pari a circa 3.5 km/s, ossia quasi 13.000 km all'ora (velocità iniziale di entrata 18 km/s, circa 65.000 km orari) con angolo di entrata di 45°.

Il cratere è stato identificato per la prima volta nel 2008 dal dott. Vincenzo De Michele (curatore del Museo Civico di Storia Naturale di Milano) nel corso di un sorvolo virtuale dell'area effettuato su Google Earth. Nel Febbraio 2009 una prima spedizione esplorativa condotta dal dott. Mario Di Martino (Istituto Nazionale di Astrofisica) ha confermato di essere in presenza di un caso unico di studio sui crateri meteoritici di dimensione medio-piccola: "Sul sito inoltre abbiamo raccolto una tonnellata di meteoriti metalliche, composte prevalentemente di ferro e nichel. Il frammento più grande è un masso di 83 chili, staccatosi in atmosfera prima dell'urto a Terra e rinvenuto a circa 200 metri dal cratere". Nel Febbraio 2010, nell'ambito degli accordi di collaborazione EISY 2009 (Egyptian-Italian Year of Science and Technology), una spedizione ufficiale congiunta italo - egiziana è partita allo scopo di studiare le caratteristiche uniche di quest'oggetto.

A guidare la spedizione hanno contribuito le immagini radar della regione riprese dai satelliti italiani di osservazione della Terra COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana, ed elaborate da e-GEOS (azienda Telespazio/ASI), che hanno permesso una analisi dettagliata della morfologia del terreno alla ricerca di crateri secondari.

Di questa spedizione hanno fatto parte anche parte i geologi Stefano Urbini e Iacopo Nicolosi, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che si sono occupati in maniera particolare dell'esplorazione geofisica del sito. Sotto quest'ultimo aspetto sono stati effettuati: un modello digitale del terreno (DTM) tramite rilievo differenziale GPS; un rilievo tramite Ground Penetrating Radar (GPR) per comprendere la reale morfologia del fondo del cratere e del terreno circostante la zona d'impatto; un rilievo magnetico allo scopo di individuare l'eventuale presenza di

un corpo principale del meteorite sepolto al di sotto dell'area del cratere. I risultati ottenuti sono di grande interesse per il programma dell'Agenzia Spaziale Europea "Space Situational Awareness", nell'ambito del quale Telespazio e INAF collaborano strettamente per realizzare un centro operativo dedicato al monitoraggio del rischio di collisione con i piccoli asteroidi che orbitano nelle vicinanze della Terra (NEO – Near Earth Objects)., responsabili della formazione del cratere Kamil.

Per maggiori informazioni:

Stefano Urbini 06.51860369 urbini@ingv.it

ufficio stampa@ingv.it

06.51860543 – 515



ROMA PLANETARIA

DAL 20 AL 24 SETTEMBRE 6° CONGRESSO INTERNAZIONALE DI SCIENZE PLANETARIE

Dal 20 settembre 2010 a Roma si apre un'intensa settimana scientifica per professionisti ed appassionati. Astronomi da tutto il mondo si riuniscono nella capitale per parlare delle ultime scoperte nel campo della planetologia. L'appuntamento è il Congresso di Scienze Planetarie (EPSC2010). <http://meetings.copernicus.org/epsc2010>

Quest'anno per la prima volta l'Italia ospiterà questo importante Congresso che nelle cinque precedenti si è svolto sempre in Germania, dove è nato: saranno le sale della pontificia Università S. Tommaso Angelico a Roma ad accogliere le nove sessioni parallele, e i più di 700 scienziati impegnati ad animare centinaia di interventi sui pianeti simili alla Terra, sui giganti gassosi come Giove, sulle missioni spaziali e molti altri argomenti affascinanti.

I protagonisti non saranno solo i pianeti del nostro Sistema Solare ma anche quelli più lontani, corpi celesti che ruotano attorno ad altre stelle diverse dal nostro Sole e che potrebbero ospitare qualche forma di vita. Ma tutto questo non sarà solo per "gli addetti ai lavori"! E' previsto infatti un ricco programma di incontri per il pubblico.

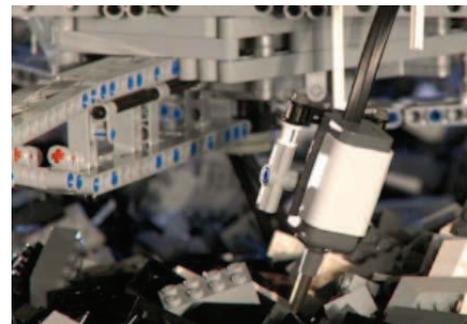
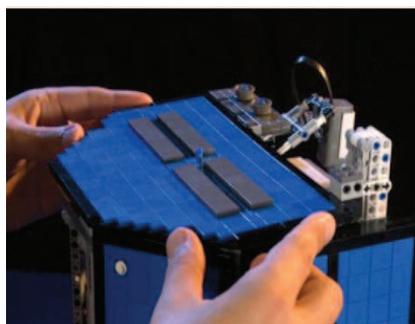
MOONWATCH PARTY

La "caccia ai pianeti" sarà infatti aperta a tutti già a partire da **sabato 18 settembre, alle ore 18 e 30** con l'evento **promosso dalla NASA** e organizzato dall'Istituto Nazionale di Astrofisica e dall'Unione Astrofili Italiana con **l'osservazione diretta del nostro satellite** con i telescopi **in più di 60 località italiane**, compresa naturalmente Roma. www.media.inaf.it/moonnight

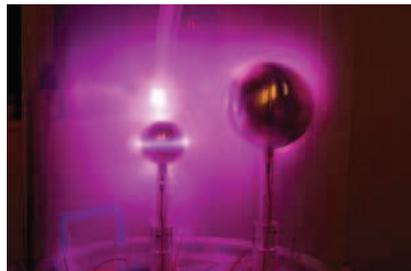
SAN PIETRO IN VINCOLI – FACOLTA' DI INGEGNERIA

Tutte le sere, da lunedì 20 a giovedì 23 settembre, grazie alla collaborazione con l'Università la Sapienza – Facoltà di Ingegneria, gli stessi astronomi impegnati nel Convegno potranno parlare al pubblico nel Chiostro di San Pietro in Vincoli. Gli argomenti toccheranno le ultime frontiere della ricerca scientifica, dalla ricerca della vita nello Spazio fino ai crateri lunari sulla Terra.

Per gli appassionati presentazioni interattive: un Kit della LEGO per costruire la sonda Rosetta – missione sviluppata dall'Agenzia Spaziale Europea e lanciata nel 2004 per studiare la cometa 67P/Churyumov- Gerasimenko e un simulatore di aurora, la Planeterella, che permette di ricreare e visualizzare questi affascinanti fenomeni astronomici.



Nelle immagini, da sinistra a destra: La missione ESA Rosetta, il kit Lego del lander, un dettaglio del lander.



Nelle immagini, da sinistra a destra: un'aurora; lo strumento Planeterella ; Planeterella in azione.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



13 ottobre 2010

Piccole galassie crescono. Inghiottendo idrogeno primordiale

In che modo si sono sviluppate le prime galassie agli albori dell'Universo? E' questa una delle domande più dibattute dell'astrofisica e della cosmologia contemporanea.

Fino ad ora l'idea prevalente tra gli scienziati era che fossero drammatici e spettacolari scontri fra galassie a formare gli oggetti più massicci osservati, come ad esempio la nostra Via Lattea. Oggi però un lavoro pubblicato sull'ultimo numero della rivista Nature da parte di un team tutto italiano di ricercatori dell'INAF e dell'Università di Firenze propone un nuovo scenario: le prime galassie si sarebbero accresciute catturando enormi quantità di gas, essenzialmente idrogeno ed elio, presente in regioni di spazio vicine ad esse.

“Da qualche anno alcuni modelli teorici e osservazioni di galassie lontane hanno cominciato a suggerire che l'assorbimento continuo di gas potesse essere uno dei meccanismi principali che guida la formazione di nuove stelle nelle galassie più massicce dell'Universo primordiale” spiega Giovanni Cresci, dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, primo autore dell'articolo.

“Tuttavia mancava ancora l'osservazione diretta di questo gas all'interno delle galassie stesse: grazie agli innovativi e potenti strumenti del Very Large Telescope (VLT) ci siamo finalmente riusciti”.

Gli astronomi hanno utilizzato lo strumento SINFONI installato al telescopio VLT dello European Southern Observatory (ESO) in Cile, per studiare la composizione chimica del gas presente in tre galassie a disco, distanti oltre 12 miliardi di anni luce da noi e che quindi si erano già formate solo 2 miliardi di anni dopo il Big Bang. Il punto di forza di SINFONI è la sua capacità di fornire informazioni su come è distribuita la materia nelle galassie e, soprattutto, da cosa è composta. Questo ha permesso di studiare per la prima volta in galassie così distanti la variazione della composizione chimica del gas dal loro centro fin verso la periferia. In ognuna delle tre galassie sono state individuate alcune regioni prossime al centro, in corrispondenza delle zone di formazione stellare più intensa, assai povere di elementi chimici più pesanti dell'idrogeno. Una scoperta sorprendente, che è in disaccordo con le previsioni fornite dalla maggior parte dei modelli teorici di evoluzione chimica e a quello che si osserva in galassie vicine, dove la quantità di elementi chimici più pesanti dell'idrogeno diminuisce via via che ci si sposta verso regioni esterne della galassia.

Le osservazioni confermano dunque lo scenario in cui la formazione di nuove stelle è associata all'accrescimento di gas primordiale nelle regioni centrali: le zone esterne delle galassie sono arricchite in elementi pesanti prodotti all'interno delle stelle, mentre la scarsità di elementi pesanti in quelle prossime al centro è dovuta al nuovo gas extragalattico, quasi totalmente composto da idrogeno. Ecco dunque la prova mancante che l'assorbimento di ingenti quantità di gas, senza il bisogno di più violente fusioni fra galassie, è davvero presente e capace di sostenere la formazione di nuove stelle, almeno nelle galassie più massicce dell'universo primordiale.

“Molti dei modelli di formazione ed evoluzione delle galassie andranno ripensati alla luce di questi risultati” prosegue Cresci. “Ed è grande la soddisfazione che un tassello così importante del mosaico sia stato ottenuto dal nostro gruppo di ricerca, tutto italiano”. Soddisfazione condivisa anche dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), che ha in parte finanziato l'attività di ricerca del team: “ASI da anni supporta lo studio dell'Universo attraverso il finanziamento sia di attività di sviluppo di modelli teorici che di analisi dati, finalizzate alla progettazione di nuovi strumenti per le future missioni spaziali” dice Barbara Negri, Responsabile dell'Unità Esplorazione e Osservazione dell'Universo dell'Agenzia Spaziale Italiana.

Il team di ricerca che ha condotto il lavoro pubblicato su Nature è composto, oltre Giovanni Cresci, da Filippo Mannucci e Laura Magrini dell'INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Roberto Maiolino dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma e da Alessandro Marconi e Alessio Gnerucci del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Firenze.



14 ottobre 2010

Scherzi da magnetar

Per gli astrofisici che l'avevano scoperto il 5 giugno del 2009 grazie al satellite Fermi, la natura dell'oggetto celeste denominato SGR 0418+5729 sembrava chiara: una stella di neutroni che, improvvisamente, aveva rilasciato un'enorme quantità di energia in gran parte sotto forma di raggi X e gamma, che per tali manifestazioni viene classificata come "magnetar". Questa sorgente, stando a quanto finora noto, avrebbe dovuto possedere un campo magnetico smisurato, con i valori più elevati che si possano incontrare nell'Universo e dunque molto maggiori anche delle stelle di neutroni "classiche". Le ultime approfondite indagini su SGR 0418+5729 hanno però evidenziato che questo corpo celeste ha un campo magnetico simile a quello delle stelle di neutroni normali, facendo così vacillare alcune delle certezze sulle proprietà dei magnetar. I sorprendenti risultati di questo lavoro, realizzato da un team internazionale di scienziati a cui hanno partecipato alcuni ricercatori italiani e dell'INAF, saranno pubblicati a breve sulla rivista *Science*, e vengono anticipati oggi sul sito *Web Science Express*.

Negli ultimi mesi SGR 0418+5729 è stato passato letteralmente al setaccio dai migliori strumenti a disposizione degli astrofisici per lo studio dell'Universo nelle alte energie. I satelliti Chandra e Swift della NASA e XMM-Newton dell'Agenzia Spaziale Europea, ESA, sono stati puntati verso questa sorgente celeste svariate volte negli scorsi 490 giorni. Grazie a queste osservazioni nella banda X, è stato possibile ricavare che SGR 0418+5729 compie un giro completo intorno al suo asse in 9.1 secondi, un tempo assolutamente normale per una stella di neutroni. A lasciare perplessi i ricercatori è stata però la constatazione che la velocità di rotazione di SGR 0418+5729, contrariamente a quanto atteso, non sembra dare segni di diminuzione. Nei magnetar finora noti, e anche in molte "semplici" stelle di neutroni, il potentissimo campo magnetico superficiale di cui sono dotati questi corpi celesti crea una sorta di attrito che, seppur in quantità modestissime, ne rallenta la velocità di rotazione. Dunque SGR 0418+5729 deve avere un campo magnetico sì elevato, ma assolutamente in linea con quelli delle altre stelle di neutroni, se non addirittura inferiore, pur comportandosi come un magnetar.

"Alla luce di questi risultati, dobbiamo riconsiderare quelle caratteristiche che fanno di una stella di neutroni un magnetar" dice Paolo Esposito, dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari, che ha partecipato allo studio pubblicato su *Science Express*. "Ad esempio, non bisognerebbe prendere in esame solo la taglia e l'intensità del loro campo magnetico superficiale, ma anche l'intensità e la configurazione della componente del campo magnetico interno alla stella. Il nostro lavoro suggerisce che nel cosmo anche stelle di neutroni apparentemente "normali" sono potenziali magnetar, pronte a emettere da un momento all'altro flussi di radiazione di altissima energia".

Nel team che ha realizzato il lavoro pubblicato oggi su *Science Express*, guidato da Nanda Rea dell'Institut de Ciències de l'Espai di Barcellona, partecipano i ricercatori INAF Paolo Esposito dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari, Gian Luca Israel e Luigi Stella dell'Osservatorio Astronomico di Roma, Sandro Mereghetti e Andrea Tiengo dello IASF di Milano insieme a Roberto Turolla dell'Università di Padova.

Per ulteriori informazioni:

INAF: Marco Galliani, 06 35533390 – 335 1778428



4 novembre 2010

Herschel scopre cinque lontanissime galassie con l'aiuto di altrettante "lenti gravitazionali"

La loro luce ha viaggiato per circa 11 miliardi di anni, fino ad essere scoperta e catturata da Herschel, il satellite dell'agenzia spaziale europea dedicato allo studio dell'Universo nell'infrarosso. Sono state individuate così cinque nuove galassie primordiali, che si sono formate quando l'Universo aveva appena un quinto dell'età attuale. Ma la scoperta sarebbe stata irrealizzabile se quella luce non fosse stata amplificata da "lenti gravitazionali", un effetto predetto dalla Teoria della Relatività di Einstein. I risultati della ricerca, a cui hanno contribuito Luigi Danese e Joaquin Gonzalez-Nuevo della Sissa-Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste e Gianfranco De Zotti e Sara Buttiglione dell'Inaf - Osservatorio Astronomico di Padova, vengono pubblicati nell'ultimo numero della rivista *Science* e consentono di gettare nuova luce su uno dei problemi chiave della cosmologia: capire la formazione delle galassie e l'evoluzione del nostro Universo. "Questo studio ha dimostrato come il metodo da noi utilizzato sia straordinariamente efficiente per scoprire i rari fenomeni di forte amplificazione gravitazionale dei flussi di galassie lontane" commenta Gianfranco De Zotti. "Questi fenomeni sono di estremo interesse per numerosi motivi. Per esempio ci consentono di studiare le condensazioni di materia che agiscono da lenti gravitazionali e che sono prevalentemente composte di materia oscura, quindi inaccessibile alle normali osservazioni astronomiche".

"Le cinque galassie individuate sono molto distanti da noi eppure appaiono come sorgenti luminose particolarmente brillanti, grazie allo *strong lensing* gravitazionale" - precisa Luigi Danese, astrofisico della Sissa. Con questo termine si intende l'effetto prodotto da un oggetto celeste di grande massa, come ad esempio una galassia, quando si trova lungo la linea di vista tra una sorgente luminosa e l'osservatore". Secondo la Teoria della Relatività Generale formulata da Einstein infatti, qualunque corpo celeste dotato di massa provoca una deflessione dei raggi luminosi che passano nelle sue vicinanze per effetto della sua forza di attrazione gravitazionale. In caso di particolare allineamento tra sorgente luminosa, "lente gravitazionale" e osservatore, la luce della sorgente viene focalizzata, analogamente a quanto succede quando si utilizza una normale lente, e la sorgente ci appare molto più luminosa di quanto sia in realtà.

Ed è stato proprio grazie a questo fenomeno che Herschel è riuscito a scoprire le cinque galassie remote con osservazioni nelle onde submillimetriche. "Si tratta di galassie nate in un ambiente pieno di gas e polvere che, come un alone di nebbia, attenuano il bagliore delle stelle che le compongono, rendendole invisibili agli strumenti ottici tradizionali" continua Danese.

"Nell'ambito del progetto H-ATLAS (Herschel Astrophysical Terahertz Large Area Survey) - spiega Mattia Negrello, ricercatore all'Open University e coordinatore del team di ricerca - abbiamo testato un modo nuovo per individuare galassie la cui luce fosse amplificata per via gravitazionale. Un metodo più efficiente rispetto ad altri che si basano sull'utilizzo di radiotelescopi e telescopi ottici".

"Il modello alla base della ricerca - precisa Negrello, che ha conseguito il dottorato alla Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste - è stato elaborato da un gruppo di astrofisici della Sissa in collaborazione con l'Inaf-Osservatorio Astronomico di Padova nel corso degli ultimi dieci anni. E i primi dati raccolti a bordo di Herschel dimostrano la validità di questo modello".

Il modello prevedeva che osservando un'ampia regione di cielo a lunghezze d'onda submillimetriche - come si sta facendo con la missione H-ATLAS - gli oggetti sufficientemente brillanti identificati in tale area fossero o galassie molto vicine a noi, e quindi facilmente osservabili con i telescopi ottici, oppure galassie molto lontane il cui bagliore è amplificato per effetto della lente gravitazionale. "Cinque delle sorgenti luminose che abbiamo individuato nella regione del cielo osservata con Herschel sono effettivamente galassie molto distanti - commenta Danese, che fin dal 2002 ha lavorato insieme a Gianfranco De Zotti, Andrea Lapi, Francesca Perrotta, Gianluigi Granato e Laura Silva, all'elaborazione del modello che ha portato all'identificazione delle nuove galassie. Noi le vediamo quando l'Universo aveva solo poco più di 2 miliardi di anni. E il loro tenue bagliore è amplificato per effetto del *lensing*". Osservando queste galassie con i radiotelescopi, i

ricercatori hanno rilevato che le righe di emissione del monossido di carbonio (CO) sono spostate a lunghezze d'onda molto più alte di quanto si osserva in laboratorio. In questo modo hanno calcolato il redshift di queste galassie, che è risultato molto grande: dato che indica che sono molto lontane. La luce da loro emessa ha impiegato infatti circa 11 miliardi di anni per arrivare fino a noi. “Il *lensing* gravitazionale è un potente strumento d'indagine per l'astrofisica e la cosmologia – conclude Joaquin Gonzalez-Nuevo, ricercatore alla Sissa -. Una sorta di telescopio cosmico che ci permette di studiare le proprietà delle galassie che agiscono da lente, per esempio la distribuzione della materia luminosa (barionica) e della materia oscura, e di scrutare i dettagli delle sorgenti luminose che ne subiscono l'effetto. In definitiva contribuisce a farci comprendere come si è evoluto il nostro Universo”.

Herschel-ATLAS:

ATLAS (Astrophysical Terahertz Large Area Survey) è il più ampio progetto chiave di tipo *opentime* della missione. Ad esso sono state assegnate 600 ore di tempo osservativo di Herschel per analizzare 550 gradi quadrati di cielo in 5 bande di radiazione (110um, 170um, 250um, 350um, e 500um). Questa indagine dovrebbe individuare circa 250.000 galassie, da quelle che si trovano nel nostro Universo vicino fino a redshift di 3 o 4. I dati utilizzati in questo lavoro sono stati raccolti durante la *Science Demonstration Phase* della missione Herschel e coprono una singola area di cielo di quattro gradi per quattro, pari a circa 1/30 della superficie totale prevista dal progetto.

Herschel:

Herschel è un osservatorio spaziale dell'ESA i cui strumenti scientifici sono stati realizzati da consorzi e Principal Investigator europei, con un'importante partecipazione della NASA. Dopo il suo lancio, avvenuto il 14 maggio del 2009, Herschel è stato sottoposto per parecchi mesi ad accurati test sulle prestazioni della strumentazione e sulla sua calibrazione. Subito dopo si è svolta la *Science Demonstration Phase*, ovvero il periodo in cui gli strumenti sono stati provati al pieno delle loro capacità.

Per maggiori informazioni:

INAF: Marco Galliani, tel. 335 17 78 428

SISSA: Simona Regina, regina@sissa.it, tel. 040 3787557, cell. 320 4314756



24 novembre 2010

Sciolti l'enigma delle Variabili Cefeidi: più precise le distanze astronomiche

Il dilemma sulla massa delle Cefeidi, un particolare tipo di stelle la cui luminosità varia ciclicamente, sembra essere giunto al suo capolinea. Negli ultimi quarant'anni infatti due teorie, quella sulla pulsazione e quella sull'evoluzione stellare hanno letteralmente diviso la comunità internazionale degli astronomi, fornendo previsioni sulla massa delle Cefeidi piuttosto diverse tra loro. Ora però un team internazionale di astronomi, tra cui Giuseppe Bono dell'Università di Tor Vergata e dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma, è riuscito a misurare la massa di una Cefeide con una incertezza piccolissima, solo l'1 per cento. E' stato possibile raggiungere questa precisione nella misura perché la Cefeide oggetto dell'osservazione si trova in un sistema binario soggetto a eclissi periodiche. Questi sistemi, infatti, consentono una misura della massa dinamica degli oggetti che compongono il sistema binario che è indipendente da calcoli teorici. Il risultato è in buon accordo con le predizioni del modello teorico pulsazionale, basato su parametri osservativi quali il periodo delle variazioni di luminosità e il raggio medio. Ma al di là dell'eccezionale precisione raggiunta dalla misura, questo risultato è di fondamentale importanza per migliorare la stima delle dimensioni e dell'età nell'universo, poiché le Cefeidi sono utilizzate dagli astronomi per determinare la distanza delle galassie che le ospitano.

"Il sistema di stelle che abbiamo studiato è quanto di meglio il Cosmo potesse metterci a disposizione per questo tipo di misure" dice Giuseppe Bono, co-autore dell'articolo in cui vengono presentati i risultati della misura della Cefeide, pubblicati nel numero del 25 novembre della rivista *Nature*. "Dalla Terra infatti i due astri orbitano esattamente di taglio. Questa fortunata e finora unica configurazione osservativa causa delle eclissi periodiche tra le due stelle, che è stato possibile misurare nelle regolari diminuzioni della luce proveniente da questo sistema. Grazie alla precisione e stabilità della strumentazione utilizzata, siamo così riusciti a misurare la massa della Cefeide con una precisione senza precedenti".

Gli astronomi hanno scovato questo sistema stellare grazie al progetto OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment), che ha mappato in modo sistematico le stelle variabili appartenenti alle Nubi di Magellano, due galassie satelliti della nostra. OGLE-LMC-CEP0227 - questa la sigla della coppia di astri che si trova nella Grande Nube di Magellano, a circa 160.000 anni luce da noi - è stata studiata con lo strumento HARPS all'Osservatorio di La Silla in Cile dell'European Southern Observatory (ESO) e con lo strumento MIKE disponibile all'Osservatorio di Las Campanas, sempre in Cile, per ricavare le misure delle loro velocità relative. Da questi dati è stata poi calcolata la massa della variabile Cefeide, pari a 4,14 volte quella del nostro Sole. Questa misura è in buon accordo con le predizioni del modello pulsazionale e consentirà un significativo miglioramento delle assunzioni fisiche adottate per calcolare sia i modelli evolutivi che quelli pulsazionali. Per riuscire nell'intento saranno però necessarie ulteriori indagini e osservazioni. "Quello che è certo è che grazie a questa misura possiamo comprendere meglio le leggi fisiche che regolano le proprietà di questi astri" prosegue Bono. "E questa conoscenza renderà ancora più affidabile l'utilizzo delle Cefeidi come "metro campione": la misura delle distanze delle galassie e più in generale delle dimensioni dell'universo saranno decisamente più accurate".

Il team che ha condotto la ricerca, oltre a Giuseppe Bono, è composto da: G. Pietrzyński e B. Pilecki (Universidad de Concepción, Cile, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego, Polonia), I. B. Thompson (Carnegie Observatories, USA), W. Gieren e D. Graczyk (Universidad de Concepción, Cile), A. Udalski e I. Soszyński (Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego, Polonia) e D. Minniti (Pontificia Universidad Católica de Chile).

Per maggiori informazioni:

INAF: Marco Galliani, tel. 335 17 78 428



7 dicembre 2010

Ecco VST, l'esploratore italiano dei cieli del Sud

Sulla montagna del Cerro Paranal, in Cile, a oltre 2600 metri di quota, nel bel mezzo del deserto di Atacama, il più arido al mondo, c'è un nuovo strumento tutto italiano accanto ai quattro giganteschi telescopi europei che compongono il Very Large Telescope (VLT): è il telescopio VST (VLT Survey Telescope), con il quale l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) contribuisce ad una prestigiosa *joint venture* con l'European Southern Observatory, proprietario dell'Osservatorio di Paranal. Il VST è un riflettore di nuova generazione con montatura altazimutale e specchio principale di 2.6 metri di diametro. Progettato per garantire un'elevata qualità delle immagini astronomiche su un grande campo di vista, potrà valersi di un sofisticato sistema di ottica "attiva" per ottimizzare la qualità delle immagini raccolte.

Queste caratteristiche lo renderanno un eccellente strumento per l'esplorazione sistematica del cielo e una valida "spalla scientifica" del VLT, cui potrà fornire una messe di "bersagli" snidati nella vastità del cosmo. La "prima luce tecnica" di VST - così gli astronomi chiamano le prime osservazioni che fanno parte di quella lunga e laboriosa attività dedicata a verificare e certificare il funzionamento dei diversi apparati e delle ottiche - è stata raccolta proprio nei giorni scorsi, dopo che la squadra storica dell'Osservatorio Astronomico INAF di Napoli e della Sede centrale aveva completato l'integrazione delle ottiche, da un team degli Osservatori di Padova e Arcetri, fornendo così le prime immagini del cielo registrate attraverso l'utilizzo di un dispositivo commerciale. All'inizio di marzo del prossimo anno verrà poi installata al telescopio la potente camera per immagini il cui rivelatore, un mosaico di 32 CCD per complessivi 256 milioni di pixel, è capace di coprire un campo di vista nel cielo pari a un grado quadrato (equivalente alla superficie apparente di quattro lune piene). Denominata OmegaCam, è stata realizzata da un consorzio internazionale di cui, oltre all'ESO, fanno parte Istituti di ricerca tedeschi, olandesi e italiani.

Per il nostro Paese sono coinvolti gli Osservatori INAF di Padova e Napoli. Siamo quindi ancora nelle fasi iniziali del collaudo del telescopio, ma già si intravedono dai primi risultati le sue grandi potenzialità.

"La prima luce di un telescopio ha un forte significato simbolico. Essa interviene quando tutti i pezzi sono andati al loro posto, e l'integrazione dello strumento in cupola può dirsi completata. Ma non implica che il telescopio sia già pronto all'entrata in servizio" dice Massimo Capaccioli, *Principal Investigator* di VST. "Se è vero che i diversi sottosistemi di quella complessa macchina che è VST, presi uno per uno, funzionano tutti, con prestazioni talvolta anche migliori di quanto richiesto dal progetto, restano da verificare il funzionamento corale, che tra l'altro comporta la *fine tuning* di innumerevoli parametri e, cosa importante e critica, l'accoppiamento tra il telescopio e la sua camera. Tutto ciò richiederà ancora dei mesi di duro lavoro, da farsi per lo più di notte, con la cupola aperta e con le ottiche che guardano le stelle, come si conviene a un'intricata sintesi di acciaio, vetro, cavi e silicio che s'avvia a farsi chiamare telescopio. Dopo tanta fatica, la metà è a un passo. Davanti a noi stanno anni bellissimi in cui VST ci aiuterà a svelare altri segreti del cielo."

Il VST, primo strumento del suo genere nel panorama internazionale insieme a VISTA, l'altro telescopio a grande campo di Paranal specializzato per osservazioni nell'infrarosso ed entrato in servizio nel 2010, è stato ideato e progettato all'INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, che lo ha inizialmente finanziato con fondi attribuiti all'Osservatorio dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (oggi MIUR), dal Consorzio Nazionale di Astronomia e Astrofisica (CNAAN), e dal Consiglio Regionale della Campania. L'attuale gestione del progetto VST è affidata all'Osservatorio Astronomico di Capodimonte. In base a un Memorandum of Understanding sottoscritto nel giugno del 1998, l'ESO, oltre a sovrintendere le diverse fasi della costruzione del telescopio, è responsabile diretto delle opere civili, delle infrastrutture, e della gestione e manutenzione dello strumento. Le risorse umane ed economiche messe in campo dall'INAF per la realizzazione del VST saranno ricompensate con una frazione di tempo di osservazione del VST pari al 15%, cui si aggiunge una quota di notti di osservazione al VLT.

Soddisfazione è stata espressa dal direttore dell'Osservatorio Astronomico INAF di Capodimonte, Massimo Della Valle, per l'importante passo in avanti verso la prima operatività del telescopio. "Siamo tutti orgogliosi di aver contribuito, ognuno per la parte di propria competenza, ad installare un telescopio italiano su una delle piattaforme astronomiche più prestigiose del mondo" commenta Giacinto De Paris, dell'INAF, Project Manager VST. "Questo risultato è stato raggiunto da un gruppo piccolo ma molto coeso, costituito da persone tecnicamente validissime e molto motivate. Un ruolo rilevante è stato poi svolto dall'Industria nazionale. Ditte quali la Tomelleri S.r.l. e l'ADS International, vere punte di eccellenza nel settore dell'astronomia a livello internazionale, hanno dato un contributo sostanziale alla costruzione e alla messa in opera del VST, insieme alla EIE S.r.l. e alla ditta campana MecSud". Una soddisfazione condivisa anche da Pietro Schipani, dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Project Engineer VST: "Questo telescopio, per le sue caratteristiche uniche, è una macchina molto complessa sia come strumento scientifico che come opera di ingegneria. E ci rende orgogliosi ricordare che il progetto è stato seguito da un team totalmente italiano che sta realizzando un'opera per il committente più esigente al mondo nel settore dei telescopi, lo European Southern Observatory!"

Il telescopio verrà utilizzato prevalentemente per vaste e ambiziose ricerche sistematiche che sfrutteranno il grande campo di vista e l'elevata risoluzione della sua strumentazione. Dal VST si attendono risposte su questioni che vanno, per esempio, dallo stato dell'interazione tra la Via Lattea e le galassie satelliti all'accertamento dell'esistenza e dell'abbondanza della materia oscura, rivelata tramite minuscole deformazioni indotte da questo elusivo ingrediente cosmico su sorgenti luminose distanti, e molto altro ancora. Ma ci attendiamo anche nuove e inattese scoperte, che forse apriranno nuovi scenari in una scienza, l'astronomia, che soprattutto oggi è in rapidissima evoluzione.

"Sembra finalmente concludersi con soddisfazione di tutti un progetto che nel suo svolgersi ha dovuto superare alcune importanti difficoltà" commenta Tommaso Maccacaro, Presidente dell'INAF. "Un risultato ottenuto grazie all'eccezionale impegno del personale INAF coinvolto. Altrettanto eccezionali saranno sicuramente i risultati scientifici che VST potrà ottenere. E visto che questo telescopio si occuperà di indagini su vaste porzioni di cielo - prosegue Maccacaro- prepariamoci a scoperte inattese".

Per maggiori informazioni:

INAF: Marco Galliani, tel. 335 17 78 428



14 dicembre 2010

Un ammasso di galassie riscrive la storia del cosmo

Si chiama JKCS041, ed è un ammasso di galassie prodigio: è talmente antico da mettere in crisi i più accreditati modelli di formazione delle galassie e degli ammassi di galassie. Al punto che i cosmologi stentano ad ammettere la sua esistenza in un'epoca così remota. Ma i nuovi dati, pubblicati oggi su Astronomy & Astrophysics, raccolti da Stefano Andreon, l'astrofisico dell'INAF-Osservatorio di Brera che per primo ne ha misurato la distanza record, e Marc Huertas-Company, dell'Osservatorio Astronomico di Parigi-Meudon, offrono ora ulteriori conferme: quando l'Universo non aveva nemmeno un quarto dell'età attuale, JKCS041, con i suoi 10 miliardi e 620 milioni di anni, era già lì e non era dissimile dagli ammassi di galassie odierni.

JKCS041 è l'ammasso di galassie più lontano mai osservato. Dunque, il più antico. Un record, certo. Ma JKCS041 rappresenta molto più dell'ennesimo limite infranto nella gara fra gli astronomi a chi riesce a spingere lo sguardo più in là. In base ai modelli di evoluzione delle galassie più accreditati, imbattersi in un ammasso con una sequenza di galassie rosse pienamente formata a 10.6 miliardi di anni luce di distanza è un po' come aprire un antico sarcofago egizio e trovarci dentro un iPod: semplicemente, quell'oggetto non dovrebbe essere lì.

Nel linguaggio degli astrofisici, JKCS041 è un ammasso di galassie al alto *redshift*, dove il *redshift* misura la distanza dell'oggetto osservato. Ebbene, già nell'ottobre del 2009 un team internazionale di scienziati, guidati da **Stefano Andreon** dell'INAF-Osservatorio astronomico di Brera, incrociando dati dallo *United Kingdom Infrared Telescope* e dal telescopio spaziale Chandra della Nasa, aveva stabilito che il *redshift* di JKCS041 era circa $z=2$. L'annuncio non mancò di suscitare stupore e qualche perplessità fra gli astronomi, in particolare relativamente alla distanza, alquanto incerta, dell'ammasso. Verifiche che Stefano Andreon e il suo collega Marc Huertas-Company hanno portato a termine nel corso dell'ultimo anno, utilizzando questa volta dati provenienti dalle *survey* CFHTLS (*Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey*) e WIRDS (*WIRCAM Deep Infrared Cluster Survey*). I risultati, pubblicati sul numero odierno di *Astronomy & Astrophysics*, non solo confermano la stima del 2009, ma spostano addirittura più indietro la lancetta del tempo di qualche centinaia di milioni di anni, collocando JKCS041 a $z=2.2$.

Il metodo seguito da Andreon e Huertas-Company per la calcolare la distanza di JKCS041 si basa sulla misurazione del colore delle galassie che appartengono all'ammasso: più sono rosse, più sono distanti. «Paragonandolo al colore di IRC0218A, un altro ammasso estremamente distante, ma con una misura diretta di distanza, al *redshift* $z=1.62$, risulta evidente che JKCS041 è enormemente più distante», spiega Andreon. E il ridotto margine d'errore della nuova misura lascia ben poco spazio a ulteriori dubbi.

L'analisi dei dati raccolti ha riservato una sorpresa: non solo l'ammasso è a una distanza da record, ma la sequenza galassie rosse, molto comuni negli ammassi dell'universo locale, era già in bella evidenza in JKCS041 quando l'universo aveva solo 3 miliardi di anni. Eppure, sottolinea Andreon, «stando al paradigma standard di formazione delle galassie, queste galassie non dovrebbero nemmeno esistere, perché dovrebbero formarsi quando l'universo è ben più vecchio». Non solo: «La sequenza di galassie rosse», aggiunge Andreon, «è formata da galassie il cui ultimo episodio di formazione stellare è avvenuto nel loro lontano passato».

Peccato che le galassie di JKCS041 non possano avere un "lontano passato", visto che risalgono a quando l'universo aveva appena 3 miliardi di anni. Insomma, pare sia giunto il momento di iniziare a pensare come riscrivere le prime pagine della storia delle galassie.

Per maggiori informazioni:

INAF: Marco Galliani, tel. 335 17 78 428

PREMESSA

Lo scopo principe della ricerca condotta dall'INAF è di rispondere alle domande: Quali sono l'origine, la natura e la diversità dell'Universo in cui viviamo? Qual è la natura della materia oscura e dell'energia oscura? Come si sono formate galassie, stelle, buchi neri e pianeti? Come si è formato e come evolve il nostro Sistema Solare? È possibile che le condizioni che hanno portato all'emergere e all'evoluzione della vita sulla Terra possano realizzarsi in altri sistemi planetari?

Questa è una formulazione moderna di domande profonde che risuonano attraverso tutta la storia dell'Umanità, e che tuttora sono profondamente sentite dall'intera società. Con il passare dei secoli l'astronomia si è evoluta da una disciplina matematico/filosofica, o addirittura esoterica, ad una moderna scienza di frontiera che sfrutta il cosmo come un immenso laboratorio naturale per studiare fenomeni di fisica fondamentale inaccessibili agli esperimenti terrestri. L'astronomia è inoltre una scienza che si presta assai bene ad essere divulgata e svolge un'importante funzione culturale e di indirizzo delle nuove generazioni verso la scienza.

Per condurre in modo competitivo la ricerca astrofisica, l'INAF deve necessariamente partecipare ai principali progetti internazionali in corso ed in via di definizione, sviluppando nuove tecnologie, strumentazione di punta e grandi infrastrutture osservative, sia a livello nazionale che in ambito internazionale, e individuando di volta in volta i programmi più vantaggiosi sia in termini di prospettive scientifiche che di benefici per il Paese. Ciò implica uno stretto rapporto con il tessuto industriale italiano; un alto livello di sinergia, reciprocamente remunerativa, con le attività produttive nazionali è indubbiamente riconosciuta da anni nella progettazione e realizzazione sia dei telescopi terrestri sia delle attività spaziali, di concerto con l'Agenzia Spaziale Italiana.

La partecipazione dell'INAF alla progettazione e realizzazione delle grandi infrastrutture di osservazione da terra sia Italiane che internazionali (in particolare in collaborazione con lo European Southern Observatory) hanno assicurato un forte ritorno di commesse all'industria nazionale. Allo stesso modo, lo sviluppo di tecnologie per osservatori e missioni spaziali ha assicurato e continua ad assicurare un notevole ritorno di commesse industriali in ambito aerospaziale, soprattutto grazie alle missioni nazionali (ASI) e internazionali (ESA e NASA) per l'astronomia e l'esplorazione planetaria.

Ciò ha permesso lo sviluppo di competenze che rendono l'industria nazionale molto competitiva per la realizzazione delle grandi infrastrutture astronomiche del futuro, ma anche per altre applicazioni tecnologiche avanzate e *spin-off* industriali.

Missione dell'INAF

Dallo Statuto dell'INAF (Art. 2):

"L'INAF ha il compito di svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di diffonderne e divulgarne i relativi risultati, di promuovere e favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria, perseguendo obiettivi di eccellenza a livello internazionale."

Obiettivi strategici dell'INAF

- Promuovere e coordinare la ricerca scientifica italiana nel campo dell'astrofisica perseguendo risultati di eccellenza a livello internazionale.
- Provvedere ai propri ricercatori le necessarie infrastrutture osservative (telescopi a terra e satelliti) operanti in tutte le bande dello spettro elettromagnetico, o facilitare il loro accesso a quelle internazionali. Provvedere ai propri ricercatori le risorse necessarie a condurre le loro ricerche, quali le infrastrutture di calcolo, l'accesso alla documentazione scientifica, la mobilità nazionale e internazionale necessaria all'instaurazione e al mantenimento delle collaborazioni a progetti e programmi nazionali e internazionali, nonché alla disseminazione dei risultati scientifici delle ricerche.
- Concorrere di concerto con le organizzazioni internazionali operanti nel campo dell'astrofisica a definire gli obiettivi strategici della moderna ricerca astrofisica, e quindi alla scelta, progettazione e costruzione delle grandi infrastrutture di ricerca necessarie a realizzarli.
- Promuovere la ricerca di nuove tecnologie atte a potenziare le capacità delle infrastrutture osservative, coinvolgendo le industrie nazionali e collaborando con esse.
- Mantenere informate le industrie nazionali potenzialmente interessate relativamente ai grandi progetti internazionali in gestazione, per favorire la preparazione e la competitività dell'industria nazionale in vista di possibili importanti commesse per la costruzione di infrastrutture di grandi dimensioni.
- Collaborare alla formazione di nuovi ricercatori coadiuvando le istituzioni universitarie nei corsi di laurea e di dottorato e nella supervisione di tesi di ricerca.
- Disseminare presso il vasto pubblico le conoscenze e le scoperte astronomiche e contribuire ad orientare un numero crescente di giovani verso studi scientifici e tecnologici, promuovendo e favorendo così l'alfabetizzazione scientifica.

Lo sviluppo dell'astrofisica

L'astronomia è la scienza più antica del mondo e forse quella che ha avuto il maggior impatto a lungo termine sui processi di civilizzazione. Dalle osservazioni astronomiche cinesi e babilonesi di migliaia di anni fa, alla Grecia classica di Aristarco e Tolomeo, dalla rivoluzione copernicana all'innovazione galileiana del primo telescopio astronomico nel 1609 (appena celebrata con l'anno internazionale dell'Astronomia), fino al lancio di satelliti e telescopi spaziali che ci hanno fatto conoscere l'Universo più remoto, l'astronomia ha conosciuto uno sviluppo sempre più rapido e fruttuoso di scoperte sensazionali.

Negli ultimi decenni la nostra visione dell'Universo, vicino e lontano, si è incredibilmente

arricchita. La porzione di Universo accessibile alle nostre osservazioni si è originata 13,7 miliardi di anni fa a partire da un evento primordiale che chiamiamo *Big Bang*. Da allora l'Universo si espande con grande velocità e le evidenze osservative ci indicano che questa espansione è in forte accelerazione e continuerà indefinitamente, mossa da una fonte di energia che ci è ignota e che perciò chiamiamo "*oscura*".

I moti degli astri a varie scale ci indicano altresì che deve esistere molta più materia di quanta ne possiamo vedere direttamente, se non attraverso i suoi effetti gravitazionali, e che perciò chiamiamo "*materia oscura*". Materia ed energia oscure costituiscono il 95% dell'Universo in cui viviamo, il che dà la misura di quanto ancora rimane da indagare.

Col proporre l'esistenza della materia oscura e dell'energia oscura l'astronomia ha posto due nuovi, rivoluzionari quesiti di fisica fondamentale, relativamente alla loro natura e alla loro possibile interazione, seppur debolissima, con la materia ordinaria, oltre quella gravitazionale. Guidati da conoscenze astronomiche, da anni sono in corso complessi esperimenti fisici in laboratori a grandi profondità nel tentativo di rivelare direttamente le ipotetiche particelle costituenti la materia oscura. **Le scoperte astronomiche hanno quindi anticipato ed ora promuovono futuri sviluppi della stessa fisica fondamentale.**

L'osservazione di corpi celesti quali le galassie e gli ammassi di galassie e di esplosioni stellari estremamente energetiche si spinge a distanze sempre maggiori, sino ai confini dell'Universo accessibile. Ciò consente lo studio dell'evoluzione delle galassie e delle strutture dell'Universo, permettendo di vedere direttamente le trasformazioni da esse subite attraverso gran parte del tempo cosmico.

Più vicino a noi, le osservazioni astronomiche hanno consentito di rivelare l'esistenza al centro della nostra galassia di un buco nero milioni di volte più massiccio del sole, mentre altri buchi neri, centinaia di volte ancora più massicci, sono ospitati al centro delle galassie giganti. Inoltre dallo studio di alcune decine di buchi neri di massa stellare e di pulsars in sistemi binari nella nostra Galassia è stato possibile confermare alcuni degli aspetti più profondi della teoria della Relatività Generale di Einstein.

Da quindici anni abbiamo la prova che il nostro Sistema Solare non è unico nella Via Lattea, ma anzi una gran parte delle stelle è attorniata da sistemi planetari e i pianeti scoperti si contano oramai a centinaia. Si avvicina il giorno in cui pianeti simili alla Terra per massa e dimensioni potranno essere rivelati attorno alle stelle vicine, mentre già si progettano gli strumenti che potranno rivelare se alcuni di essi ospitano forme di vita simili alla nostra.

Infine, l'esplorazione del Sistema Solare, dei pianeti e dei loro satelliti, delle comete e degli altri corpi minori, ha fatto passi giganteschi grazie a sonde automatiche sempre più sofisticate, anticipando l'esplorazione umana diretta, ora entrata in fase preparatoria per l'esplorazione del pianeta Marte. Particolare interesse è rivolto al satellite di Giove, Europa, e a quello di Saturno, Enceladus, in quanto si ritiene che sotto la loro superficie ghiacciata si trovi un oceano di acqua mantenuta allo stato liquido grazie al calore sprigionato dall'interno del satellite. Forme di vita potrebbero pertanto essersi sviluppate in tale ambiente, e missioni spaziali sono in fase di studio per andare a verificarlo direttamente.

La vastità delle scoperte astronomiche degli ultimi decenni non ha pari in altri settori delle scienze fisiche. Tali scoperte, di grande impatto culturale, hanno radicalmente cambiato ed arricchito la nostra concezione dell'Universo. Esse sono state possibili grazie ai consistenti investimenti per nuove infrastrutture per l'osservazione astronomica operati da tutti i paesi

sviluppati: telescopi sempre più grandi sono stati installati nei luoghi più aridi e isolati del pianeta, e decine di satelliti astronomici sono stati lanciati nello spazio per consentire osservazioni altrimenti degradate o impedita del tutto dall'atmosfera terrestre.

Il costo materiale di tale sviluppo è stato certamente notevole. Basti pensare al costo delle cinque distinte missioni dello *Space Shuttle*, i cui equipaggi hanno rischiato le loro vite per rifornire e riparare un telescopio nello spazio, il NASA/ESA Hubble Space Telescope (HST), e consentirgli così di fare ulteriori scoperte. È pertanto lecito chiedersi quale beneficio tutto ciò abbia comportato per la società nel suo complesso, e se questo beneficio sia proporzionato agli investimenti effettuati. La risposta, indubbiamente positiva, nasce dalle considerazioni seguenti.

Ricerca pura, tecnologia, ricadute industriali

La ricerca astronomica è primariamente mossa dalla curiosità scientifica, ovvero dal desiderio di esplorare l'ignoto fino ai confini dell'Universo osservabile. Ciò richiede lo sviluppo di tecnologie sempre più sofisticate, vuoi da parte degli astronomi stessi, vuoi da parte delle industrie cui gli astronomi rivolgono richieste sempre più esigenti. Basti pensare, a titolo di esempio, che gli astronomi hanno cominciato ad usare rivelatori ottici a CCD (Charge Coupled Device) una ventina d'anni prima che diventassero di uso comune nelle nostre macchine fotografiche, sicché l'alto standard tecnologico necessario per le osservazioni astronomiche ha stimolato in modo determinante lo sviluppo di sistemi sempre più economici e performanti.

Sorprenderà molti sapere che i rivelatori per raggi X in dotazione negli aeroporti per i controlli di sicurezza si basano su tecnologie sviluppate per le osservazioni astronomiche da satellite, o che astronomi e fisici hanno cominciato a comunicare fra loro per posta elettronica almeno una quindicina d'anni prima che ciò diventasse di uso comune. La realizzazione di specchi per astronomia in raggi X tramite elettroformatura di Nichel (sviluppata presso Istituti INAF) ha trovato un importante *spin-off* nelle applicazioni nano-litografiche, per la produzione dei microprocessori di prossima generazione.

Così, la ricerca astronomica non ha di per sé finalità applicative immediate. Come altri settori della ricerca fondamentale è primariamente mossa dal desiderio di conoscere meglio la natura, ma per farlo è indispensabile sviluppare tecnologie sempre più raffinate. Possibili applicazioni pratiche in altri settori delle attività umane non sono quasi mai immaginabili a priori, ma l'inventiva umana quasi mai tarda a trovarne. Per questo motivo INAF si è dotata di un Servizio di Innovazione Tecnologica (SIT) che, in pochi anni, ha permesso il deposito di diversi brevetti e lo *start-up* di alcune nuove industrie che sfrutteranno le tecnologie sviluppate nell'ambito dell'Ente.

Esiste pertanto un nesso indissolubile fra ricerca pura e innovazione tecnologica. La prima non progredisce senza la seconda, e l'innovazione tende a stagnare senza lo stimolo che proviene dalle esigenze sempre nuove poste dalla ricerca di base. In questo contesto generale la ricerca astronomica, da terra e dallo spazio, ha assunto un ruolo sempre crescente nel quadro della ricerca scientifica a livello mondiale. La costruzione di grandi telescopi ottici e radio, e il lancio di satelliti per astronomia in raggi gamma e raggi X, così come pure nelle bande ottiche e infrarosse, hanno comportato e comporteranno importanti ricadute industriali specialmente per i settori optomeccanico di grande precisione, aerospaziale, elettronico ed opto-elettronico.

È utile ricordare che, secondo le stime più aggiornate, il mercato mondiale della ricerca astrofisica comporta investimenti e commesse industriali per oltre 500 milioni di Euro l'anno, non includendo in questo le attività astronomiche dallo spazio.

In questo quadro, la partecipazione a grandi progetti astronomici internazionali è stata

accompagnata dal ritorno di importanti commesse per l'industria italiana. Basti pensare che le strutture di una buona parte dei maggiori telescopi e radiotelescopi al mondo sono state progettate e costruite in Italia, e altrettanto dicasi per molti dei progetti di astronomia spaziale promossi dalla European Space Agency (ESA). A titolo di esempio, si può riportare la recente notizia che un'azienda italiana specialista nell'offerta di ingegneristica applicata, si è aggiudicata la progettazione della struttura meccanica dell'European Extremely Large Telescope (E-ELT) che sarà il più grande telescopio ottico del mondo con uno specchio di 42m, nonché dell'enorme cupola destinata a contenerlo. L'azienda si è anche aggiudicata precedentemente altre commesse importanti, in consorzio con altre aziende italiane e straniere. Tra esse la progettazione e costruzione della struttura meccanica del Large Binocular Telescope (LBT) installato in Arizona, il più grande telescopio binoculare mai realizzato (due specchi da 8.4m di diametro) che ha recentemente prodotto immagini più nitide dello Hubble Space Telescope. Lo stesso dicasi per le antenne paraboliche da 12m di diametro per l'Atacama Large Millimeter Array (ALMA), il maggior radiotelescopio al mondo che opera grazie ad un sofisticato sistema di 66 antenne, di cui è stato realizzato il prototipo (per quelle di costruzione europea) e garantito il coordinamento tecnico della produzione. Viste tali premesse, non sorprende che l'industria meccanica nazionale voglia partecipare alla gara per guidare la realizzazione di SKA (Square Kilometer Array), il maggior radiotelescopio mai concepito, con le sue 1500 antenne distribuite su scala continentale. Un progetto da 2 miliardi di Euro!

In questo scenario, l'INAF supporta la competitività delle imprese nazionali nel "mercato" mondiale dell'astronomia, agendo da trade-union fra le frontiere tecnologiche generate dai grandi progetti internazionali e l'industria italiana.

A questo scopo è stato implementato un apposito Programma di Politiche Industriali che vede l'Istituto promotore di quelle sinergie di sistema con il tessuto produttivo nazionale indispensabili per massimizzare i ritorni industriali a fronte degli investimenti nazionali nel settore, a cui il nostro Paese è chiamato a contribuire.

Le Principali Sfide Astronomiche nei Prossimi Dieci Anni

L'astronomia moderna si confronta con oggetti astronomici alle più diverse scale spazio-temporali, dai satelliti dei pianeti del sistema solare agli ammassi di galassie, dalle comete all'Universo nel suo insieme, da fenomeni che avvengono ora a poca distanza da noi a quelli avvenuti nell'Universo primordiale oltre 10 miliardi di anni fa. Questa caratteristica imprescindibile dell'astronomia e astrofisica comporta la necessità di diversificare enormemente le tecniche osservative e quindi le infrastrutture necessarie ad implementarle: un unico telescopio o satellite, per quanto grande, non può soddisfare che un segmento delle attuali ricerche e di quelle future. Le necessità della ricerca astrofisica sono quindi sostanzialmente di natura diversa da quelle di altri settori delle scienze fisiche. L'ampio arco di tematiche che attualmente costituiscono la frontiera delle ricerche astrofisiche viene qui sintetizzato seguendo l'elencazione del Piano a Lungo Termine dell'INAF.

1. Geometria e natura dell'Universo

Lo studio dell'Universo primordiale sarà uno dei temi centrali della fisica nel prossimo decennio.

Quali erano le sue proprietà fisiche iniziali? Cos'ha prodotto le prime fluttuazioni? Cosa c'era prima del Big Bang? Se c'è stata un'accelerazione inflazionaria, cosa l'ha provocata? Qual'è la natura fisica della materia oscura e dell'energia oscura, e come sono legate alle proprietà fondamentali dello spazio-tempo?

2. Formazione ed evoluzione delle galassie e delle strutture cosmiche

Quando e come hanno cominciato a brillare le prime stelle e che massa avevano? Quando e come si sono formati i buchi neri? Quand'è che l'Universo è stato ionizzato e da cosa? Come si sono formate le galassie e attraverso quali processi sono evolute fino alla loro attuale struttura? Quali processi fisici avvengono in prossimità dei buchi neri al centro delle galassie? Possiamo unificare in un unico quadro coerente l'evoluzione delle galassie e dei buchi neri in esse contenuti? Come si formano le strutture di grande scala quali gli ammassi e i superammassi di galassie? Come si originano i campi magnetici cosmici, e quale ruolo svolgono nella formazione ed evoluzione della struttura a grande scala?

3. Storia della Galassia e delle galassie vicine

Quale è stata la storia della formazione stellare nella nostra Galassia, la Via Lattea? Come si sono formati gli ammassi di stelle in essa contenuti? Come si sono originate e differenziate le sue componenti, quali il disco e lo sferoide centrale? Quale percorso ha seguito l'evoluzione chimica della Galassia e quella dei suoi componenti? Le galassie vicine hanno seguito percorsi evolutivi analoghi o molto diversi? La storia della Galassia ricostruita dalle osservazioni delle sue componenti è coerente con quella dedotta dall'osservazione delle galassie a grandi distanze cosmologiche?

4. Nascita delle stelle nell'Universo vicino e lontano

Attraverso quali meccanismi fisici si formano le stelle di diversa massa e in diverse condizioni ambientali? La distribuzione in massa delle stelle è universale o risente delle condizioni ambientali? Era la stessa di oggi nell'Universo primordiale? Cosa regola i tassi di formazione stellare nelle galassie vicine e in quelle a distanze cosmologiche?

5. Il ciclo di vita delle stelle e delle popolazioni stellari

Qual è la struttura delle stelle e come evolvono? Quale grado di affidabilità possiamo assegnare ai modelli teorici della loro evoluzione? Con quale accuratezza possiamo misurare l'età, la massa, e il tasso di formazione stellare delle popolazioni stellari, sia quelle locali che quelle a grandi distanze cosmologiche? Qual'è la produzione di nuovi elementi chimici da parte delle popolazioni stellari?

6. Fisica solare, interplanetaria e magnetosferica

Qual è l'origine del campo magnetico solare e delle sue variazioni? Quali meccanismi sono responsabili del riscaldamento dell'alta atmosfera solare? Come viene originato e accelerato il vento solare? Quale influenza ha il ciclo di variabilità solare sul vento solare? Quali fenomeni si producono dall'interazione del vento solare con i pianeti? Che influenza ha tale interazione sul clima terrestre?

7. Il sistema solare

Come si è formato il sistema solare e quanto è durato il processo di formazione di ciascun pianeta? Perché i pianeti terrestri hanno avuto evoluzione così diversa fra loro? Se in passato è esistita su Marte acqua allo stato liquido, vi si sono sviluppate forme di vita? Quali sono le dimensioni dei nuclei dei grandi pianeti gassosi? Esiste acqua allo stato liquido in alcuni dei satelliti di Giove e Saturno, e vi si sono sviluppate forme di vita? Quale ruolo hanno avuto i corpi minori (asteroidi e comete) nell'evoluzione del sistema solare?

8. La ricerca di pianeti extra-solari e di vita extra-terrestre

Quanto è comune la formazione di sistemi planetari attorno alle stelle? Esistono sistemi planetari simili al nostro, con pianeti di massa, dimensioni e condizioni di abitabilità simili alla Terra? Esistono pianeti in cui forme di vita relativamente complesse hanno modificato l'atmosfera planetaria in misura tale da consentire alle nostre osservazioni di rilevarlo? Il nostro sistema planetario è un evento comune nei processi di formazione stellare o è invece un caso (estremamente) raro?

9. L'Universo violento: buchi neri, lampi gamma e raggi cosmici

Come si sono formati i buchi neri di massa stellare e quelli supermassicci? Attraverso quali meccanismi avviene il rilascio della grande quantità di energia che sembra accompagnarne la formazione, quali i lampi gamma (GRB) e i quasars? Qual è il meccanismo di formazione di getti collimati a energie relativistiche? Come e dove avviene l'accelerazione dei raggi cosmici ultra-energetici? Cosa avviene quando due buchi neri o due stelle di neutroni collidono e quindi coalescono? E quali segnali in onde elettromagnetiche e onde gravitazionali vengono emessi?

Dalle tematiche sopra esposte deriva una grande varietà di progetti, grandi, piccoli e medi, che la comunità dei ricercatori continuamente propone per affrontare queste diverse sfide. Di qui la necessità di vagliare tali progetti, fare delle scelte e prioritarizzarli. In tal senso si sono mosse le organizzazioni Europee preposte alla ricerca, e con il supporto della **Comunità Europea** è stata creata la rete di coordinamento **Astronet** con lo scopo di stabilire e facilitare l'implementazione di un comprensivo Piano Strategico per lo sviluppo dell'Astronomia Europea.

Il Piano Strategico dell'Astronomia Europea

In questi anni di grandi successi dell'Astronomia mondiale, in un mondo in cui la competizione è altissima e globale, le varie comunità astronomiche europee hanno ritenuto indispensabile procedere all'individuazione di un Piano Strategico comune su cui concentrare gli sforzi del nostro continente, tenendo conto di quanto avviene nelle altre parti del mondo, in particolare negli USA, ma anche in Cina ed in India, dove la crescita è rapidissima sia in generale che specificamente nel settore della ricerca astronomica.

Grazie soprattutto alla spinta delle principali istituzioni europee attive nel coordinamento della ricerca, e di quella astronomica in particolare, quali lo European Research Council (ERC), lo European Southern Observatory (ESO) e la European Space Agency (ESA), ma con la partecipazione attiva di rappresentanti di tutte le comunità astrofisiche nazionali fra cui l'INAF, si è prima pervenuti tramite Astronet alla stesura del documento Science Vision for European Astronomy che individua le principali priorità scientifiche, pubblicata nel 2007, e successivamente a quella dell'Astronet Infrastructure Roadmap del 2008, che indica le grandi infrastrutture necessarie per perseguirle. L'Astronet Infrastructure Roadmap preconfigura i principali piani a lungo termine, sia scientifici che di investimento, per l'astronomia europea dei prossimi 10-20 anni, volti ad affrontare le quattro questioni fondamentali individuate dalla Science Vision for European Astronomy: A. La comprensione dell'Universo, anche nei suoi stadi più estremi; B. La formazione ed evoluzione delle galassie; C. L'origine ed evoluzione di stelle e pianeti; D. Il ruolo dell'umanità in questo contesto.

Nel 2006, **ESFRI** (European Strategy Forum on Research Infrastructures), l'organo consultivo dei Ministri della Ricerca dell'Unione Europea, formato da esperti nominati dai rispettivi Ministeri e da un rappresentante della Commissione europea, pubblica la sua prima Roadmap per le

Infrastrutture di Ricerca di rilevanza europea e nel 2008 pubblica un primo aggiornamento. Per arrivare ad una valutazione razionale delle priorità a livello europeo, ESFRI ha preso in considerazione sia gli aspetti puramente scientifici che quelli tecnologici, comprese le capacità industriali già esistenti e quelle acquisibili nei prossimi anni, privilegiando: impatto scientifico, competitività e unicità, coinvolgimento europeo, utenza scientifica di riferimento, rilevanza industriale. Per la astrofisica entrambe le Roadmap (ASTRONET e ESFRI) indicano come priorità assoluta per il prossimo decennio le seguenti infrastrutture da terra

Infrastrutture di grande scala:

E-ELT (European Extremely Large Telescope)

SKA (Square Kilometer Array)

Infrastrutture di scala intermedia:

CTA (Cherenkov Telescope Array)

KM3NeT (Cubic Kilometer Neutrino Telescope)

Queste infrastrutture permetteranno un enorme salto di qualità nel campo rispettivamente della astronomia ottica/infrarossa, radio e gamma e nel campo della fisica ed astrofisica dei neutrini.

Per ciò che riguarda la scienza dallo spazio, Astronet concorre con le priorità individuate nel documento **Cosmic Vision di ESA**. Attualmente sono in esame le seguenti missioni spaziali:

Missioni L (large class): IXO, Europa Jupiter System Mission/Laplace, LISA

Missioni M (medium class): EUCLID, PLATO, SOLAR ORBITER

Mission of Opportunity: SPICA

ma molti altri progetti di scala minore sono considerati indispensabili al mantenimento dell'eccellenza della ricerca astrofisica europea.

La Roadmap di Astronet per le Infrastrutture Astronomiche Europee

La Roadmap di Astronet è interamente dedicata all'astrofisica ed è sicuramente il documento che descrive più in dettaglio i progetti esistenti e futuri più rilevanti per la astrofisica europea. Tale documento considera tutti i più importanti settori della ricerca astronomica, dal Sistema Solare ai più remoti confini dell'Universo, dall'astrofisica delle alte energie a quella in banda ultravioletta, ottica, infrarossa, millimetrica e radio, dagli studi in laboratorio di materiali provenienti dal Sistema Solare a quelli teorici di grande impegno computazionale, dalla banca dati astronomica globale (Virtual Observatory, VO) a educazione e divulgazione.

Nel settore dell'**Astrofisica delle alte Energie, Astro-particelle e Onde Gravitazionali** l'Astronet Infrastructure Roadmap ha elencato fra i progetti in corso di maggior successo, di cui è fondamentale consentire lo sfruttamento il più a lungo possibile, i satelliti europei XMM-Newton e INTEGRAL, l'italiano AGILE e i due americano-europei Fermi e Swift, nonché i telescopi a conduzione europea HESS e MAGIC. Si raccomanda di procedere alla realizzazione della missione congiunta NASA-ESA-JAXA per l'International X-ray Observatory (IXO) molto più sensibile e di ben più grandi dimensioni di qualsiasi altro telescopio per raggi X finora lanciato nello

spazio. Viene inoltre enfatizzata l'importanza di una missione di alta sensibilità dedicata ad una survey del cielo nei raggi X e una seconda dedicata a telescopi focalizzanti con alta risoluzione angolare sensibile ai raggi X duri. Al contempo è stata sottolineata l'importanza scientifica e tecnologica del Cherenkov Telescope Array (CTA) dedicato alla rilevazione di raggi gamma di origine cosmica di altissima energia, con superfici riflettenti di tecnologia INAF realizzate da industrie italiane, che saranno fondamentali per lo studio della cosmologia e delle astro-particelle. Il CTA è un progetto modulare formato da decine di repliche di tre tipi di telescopi base mirati a coprire un amplissimo intervallo di energia dei raggi gamma (da circa 10 GeV a 200 TeV). Il progetto rappresenta il passaggio dalla generazione attuale di esperimenti singoli (HESS, VERITAS, MAGIC) ad una unica grande infrastruttura scientifica di calibro mondiale ("osservatorio al TeV"). Nei prossimi anni sarà anche finalmente possibile lo studio sperimentale dei neutrini di altissima energia, finora rimasti una disciplina essenzialmente teorica a causa della difficoltà tecnica di rivelarli. Gli esperimenti ANTARES e AMANDA hanno ora dimostrato di poter rilevare queste particelle e ci si aspetta che la nostra conoscenza nel campo cambi drasticamente con l'entrata in funzione di rivelatori di nuova generazione di scala chilometrica, come IceCube e KM3NeT.

Nel decennio in corso gli interferometri Advanced-Virgo e LIGO saranno in grado di rivelare i primi segnali di onde gravitazionali, confermando così in maniera diretta una previsione cruciale della teoria della relatività generale. Ciò consentirà di aprire una nuova branca dell'astronomia moderna, legata a fenomeni rari e straordinariamente violenti, quali la coalescenza di stelle di neutroni e di buchi neri e l'esplosione di stelle massicce.

Nel settore dell'**Astronomia Ultravioletta, Ottica e Infrarossa** l'Astronet Infrastructure Roadmap ha sottolineato l'assoluta eccellenza della ricerca europea, soprattutto grazie ai 4 telescopi di 8 metri del Very Large Telescope (VLT) dell'ESO, che surclassano in capacità organizzativa e qualità dei dati tutti gli altri telescopi ottici a terra. Grazie all'ultima missione dello Shuttle che ha permesso di riparare HST e di fornirgli di nuova strumentazione scientifica, questo telescopio spaziale capace di osservare dall'ultravioletto all'infrarosso ha raggiunto una capacità ed efficienza ancora superiori che in passato, nonostante sia in orbita da 20 anni. La combinazione di dati VLT con quelli dell'Hubble Space Telescope (HST), cui gli astronomi europei hanno diritto di accesso per il 15% del tempo, produce risultati scientifici di gran lunga al primo posto per impatto mondiale.

L'Astronet Infrastructure Roadmap chiede quindi che venga garantito pieno supporto alla partecipazione europea a HST e al mantenimento di un programma aggressivo per lo sviluppo di nuova strumentazione per VLT. Sempre nell'ottico grandi aspettative sono riposte nel satellite interamente europeo GAIA, mirato ad ottenere la più dettagliata mappa tridimensionale della nostra Galassia, misurando posizioni e moti di circa un miliardo di stelle. Grandi attese si hanno anche per JWST, telescopio infrarosso di 6.5 m, la cui messa in orbita è attualmente prevista per il 2014. JWST è attualmente il principale progetto NASA e, a somiglianza di HST, prevede una partecipazione europea (tramite ESA) del 15%, grazie alla realizzazione di due strumenti e all'utilizzo del vettore di lancio Ariane. L'ESO conta infine di riuscire nel prossimo decennio a costruire lo European Extremely Large Telescope (E-ELT). Con i suoi 42m di diametro, E-ELT sarà il più grande telescopio ottico/infrarosso mai realizzato dall'Europa. E-ELT è nella fase di *design study* che prevede contratti con le industrie per progettare e costruire prototipi di elementi chiave come i segmenti per lo specchio principale, il quarto specchio adattivo e la struttura meccanica. L'ESO ha recentemente identificato nel Cerro Armazones, a 3000m di quota nel deserto Cileno e non lontano dagli altri Osservatori dell'ESO, il miglior sito al mondo dove edificarlo. Progettato con tecniche d'avanguardia che gli consentiranno di sfruttare appieno i vantaggi dell'ottica adattiva,

esso consentirà di spingere le osservazioni a distanze finora mai raggiunte e di studiare galassie appena formatesi, buchi neri, sistemi planetari in via di formazione, pianeti con caratteristiche simili alla Terra e possibilmente abitabili. Vengono infine raccomandate le missioni Euclid (per lo studio dell'equazione di stato dell'energia oscura per mezzo delle oscillazioni acustiche barioniche e del *lensing* gravitazionale debole), e Plato (per la scoperta e lo studio di pianeti extrasolari di tipo terrestre).

Nelle bande del **Lontano Infrarosso e Sub-millimetrico** stanno già riscuotendo grande successo i satelliti europei Herschel e Planck lanciati nel 2009, il primo prevalentemente dedicato allo studio di regioni di formazione stellare e di galassie nelle loro prime fasi di vita, il secondo dedicato allo studio dell'Universo primordiale tramite l'analisi della radiazione cosmica di fondo. Ancora nel (sub-)millimetrico, è ormai prossimo l'avvento di ALMA, eccellente esempio di progetto globale portato avanti congiuntamente da USA, Europa, Canada e Giappone, con la partecipazione di altri paesi dell'Estremo Oriente e la collaborazione della Repubblica Cilena. ALMA, situato su un altopiano andino a 5000 metri di quota, consentirà scoperte importanti nel campo della formazione di stelle, pianeti e galassie. In particolare ALMA, consentirà finalmente lo studio sistematico del mezzo interstellare e della sua composizione chimica in galassie fino ai limiti dell'Universo osservabile, nonché della produzione in ambienti astrofisici di molecole complesse e pre-biotiche.

Infine, nel campo della **Radioastronomia** l'Europa è impegnata nei progetti VLBI e VLBI Spaziale, e mira ad acquisire un ruolo di punta a livello mondiale grazie alla installazione delle stazioni LOFAR, cui aderiscono numerosi stati membri. Ancora più ambizioso e di impatto scientifico è il progetto SKA, il più grande e potente radiotelescopio mai concepito, frutto di una collaborazione mondiale. SKA ha potenzialità scientifiche enormi in tutti i campi della moderna astrofisica e cosmologia. SKA si sta sviluppando attraverso il finanziamento europeo di *design study* specifici (SKADS e PrepSKA), attraverso *pathfinder telescopes* attualmente in costruzione in Europa, Australia, e Sud Africa. L'ampliamento su scala europea di LOFAR, così come l'e-VLBI (*VLBI in real time*), sono considerati precursori tecnologici per il futuro SKA. La comunità radioastronomica europea, e quella italiana in particolare, possono giocare un ruolo di primo piano nel progetto SKA sfruttando il know-how tecnologico e l'esperienza in interferometria a lunghissima base acquisita nel corso degli anni. SKA sarà in grado di misurare l'evoluzione della materia nell'Universo primordiale, ancor prima della formazione delle primissime stelle, di derivare l'equazione di stato dell'energia oscura, di verificare le leggi della fisica in condizioni estreme, come quelle che si stabiliscono nelle vicinanze di pulsars e buchi neri, e di studiare l'origine e l'evoluzione cosmologica dei campi magnetici nell'Universo.

Per quanto attiene alla **Fisica Solare e del Sistema Solare** l'Astronet Infrastructure Roadmap ha sottolineato il ruolo fondamentale giocato dalla ricerca europea in questo campo. L'Europa opera quattro fra i principali telescopi solari al mondo, tutti situati alle Isole Canarie. Nel prossimo futuro l'Europa sarà impegnata nello sviluppo dello European Solar Telescope (EST) di 4m di diametro che opererà in sinergia con un equivalente telescopio americano (ATST) della stessa classe. A questi telescopi terrestri va aggiunto il grande successo di ESA-SOHO che, lanciato nel 1995, ha notevolmente contribuito ad ampliare le nostre conoscenze sul Sole e sul vento solare. Per quanto riguarda gli studi in-situ della fisica dei plasmi spaziali, l'Europa è leader a livello mondiale con missioni come ESA-Ulysses e ESA-Cluster. ESA-Ulysses, attiva dal 1990 al 2009, ha operato in zone dell'eliosfera mai raggiunte prima, come le regioni polari del Sole; ESA-Cluster è la prima missione che abbia permesso di studiare i processi fisici che regolano il comportamento del plasma eliosferico nelle tre dimensioni dello spazio. L'Europa intende proseguire su questa strada con la missione Solar-Orbiter dell'ESA, che risponderà ai quesiti fondamentali alla base

della nascita, accelerazione e riscaldamento del plasma del vento solare, e produrrà immagini del Sole ad una risoluzione spaziale mai raggiunta prima.

Nel campo delle **Missioni Planetarie** L'Europa ha assunto un ruolo di notevole rilievo. Basti pensare a missioni ESA di grande successo quali: Cassini-Huygens, Mars Express, Venus Express e Rosetta. Queste missioni hanno scoperto importanti fenomeni in sistemi planetari complessi come quello di Saturno, hanno svelato i segreti dell'ambiente marziano e venusiano e ci regaleranno lo studio più dettagliato mai effettuato su una cometa, con evidenti risvolti di bioastronomia. Anche in questo campo l'Europa vuole mantenere la sua leadership con il lancio di Bepi-Colombo (*Cornerstone Mission* dell'ESA), previsto nel 2014 alla volta di Mercurio e la missione Exomars propedeutica all'esplorazione umana di Marte.

L'Astronet Infrastructure Roadmap ha anche analizzato con attenzione gli aspetti computazionali legati all'astrofisica, sia per quanto riguarda lo sviluppo di modelli numerici teorici, che l'analisi computerizzata di una mole sempre maggiore di dati osservativi, nonché il Virtual Observatory (VO - un progetto per rendere accessibili i dati acquisiti da osservazioni effettuate a varie lunghezze d'onda) che rappresenta ormai una realtà e non una prospettiva futuribile.

L'installazione e l'ottimizzazione delle potenze di calcolo necessarie oggi giorno per soddisfare le necessità della scienza moderna richiedono notevoli investimenti, e questo è tanto più vero nel caso dell'astronomia, data la grandissima mole dei dati osservativi da analizzare, e la complessità dei processi fisici da simulare.

Infine, l'Astronet Infrastructure Roadmap ha voluto sottolineare l'importanza di comunicazione, divulgazione, didattica (primaria, secondaria e universitaria) e formazione in Astronomia, una scienza di altissimo contenuto culturale e che da sempre coinvolge l'immaginario collettivo. Ciò sia per informare il pubblico dei risultati scientifici, sia per attrarre ed orientare i giovani verso le carriere scientifico-tecnologiche. Su proposta dell'Italia e su richiesta dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU), l'Organizzazione delle Nazioni Unite ha proclamato il 2009 (4° centenario dell'uso del telescopio da parte di Galileo) Anno Internazionale dell'Astronomia. Ciò ha favorito enormemente l'espansione dei programmi di istruzione e divulgazione astronomica fino a raggiungere centinaia di milioni di persone sparse in 125 diversi Paesi.

La Roadmap Italiana

L'insieme dei principali progetti ritenuti indispensabili per il mantenimento di un livello di leadership o di prima linea della scienza europea comporta investimenti di diversi miliardi di euro, in parte finanziati dalla stessa Unione Europea, in parte dalle organizzazioni internazionali ESO ed ESA, ma in parte anche a carico dei singoli stati membri. È indispensabile pertanto che una comunità nazionale che intenda partecipare con un ruolo di primo piano agli sviluppi scientifici e tecnologici europei e mondiali dei prossimi decenni adegui le proprie strategie alle conclusioni e alle indicazioni strategiche delle Roadmap europee.

La Roadmap Italiana è stata recentemente definita dal Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca (MIUR), al termine di un processo di valutazione che ha visto il coinvolgimento dei Ministeri degli Affari Esteri, della Salute, dello Sviluppo Economico, dei principali Enti di ricerca, tra cui l'INAF, e della CRUI. Per quanto attiene all'astronomia da terra, i progetti risultati maturi per essere inseriti nella roadmap sono E-ELT, SKA e CTA (in accordo con quanto indicato a livello europeo da ESFRI e Astronet) e progetti strategici nazionali quali SRT (Sardinia Radio Telescope). LBT (Large Binocular Telescope), inteso come un update del progetto esistente (seconda generazione di strumenti per LBT) ed EST (incluso in Astronet), saranno

considerati nei prossimi aggiornamenti della roadmap nazionale. INAF concorda pienamente con le priorità indicate dalla Roadmap Astronet circa i maggiori progetti futuri (così come sopra elencate) e si adopera per far svolgere all'astronomia e all'industria italiane un ruolo di primo piano in questo contesto.

Parte integrante della Roadmap dell'astrofisica Italiana è la sua parte spaziale come più sotto elencato (ivi incluso il programma nazionale), alla definizione della quale ASI (Agenzia Spaziale Italiana) ed INAF collaborano attivamente.

L'Astronomia Italiana nel contesto Europeo e Mondiale

La ricerca astronomica moderna, e quindi quella italiana in particolare, sfrutta ormai in modo sistematico tutte le possibili sinergie fra osservazioni da terra e dallo spazio, utilizzando informazioni provenienti da tutto lo spettro elettromagnetico. Risulta pertanto sempre più preminente, sia in termini quantitativi che qualitativi, la frazione delle ricerche che sfruttano appieno queste opportunità, rispetto ad altre che utilizzino una sola tecnica osservativa. Coordinando al proprio interno l'attività di ricerca scientifica e tecnologica nel completo arco delle tecniche osservative, sia da terra che dallo spazio, sia ottiche che radio che ad alte energie, l'INAF è in grado di sfruttare appieno e nel migliore dei modi questa opportunità. Diversamente da altri paesi, pur astronomicamente sviluppati, dove esse sono gestite da differenti enti di ricerca.

L'INAF gestisce 19 Strutture di ricerca sul suolo nazionale, fra cui 12 Osservatori e 7 Istituti già del CNR, confluiti effettivamente nell' INAF nel 2003, una Struttura alle isole Canarie che opera il Telescopio Nazionale Galileo e inoltre partecipa allo sviluppo e alla gestione del Large Binocular Telescope situato su Monte Graham in Arizona. Attualmente il personale INAF consiste in circa 1500 unità, incluso il personale a tempo determinato e i collaboratori ed associati appartenenti ad altri enti.

Metriche della produzione e impatto della ricerca italiana

Negli ultimi decenni l'astrofisica italiana ha raggiunto posizioni di vertice, divenendo una delle comunità di riferimento a livello internazionale in vari campi sia osservativi che teorici. Inoltre, l'Italia è stata molto attiva nella progettazione e costruzione di grandi infrastrutture sia terrestri che spaziali. Per questo motivo, gli astronomi italiani si trovano in una situazione che consente loro di avere un ruolo di punta nelle ricerche più importanti del prossimo decennio.

Nel quinquennio 2005-2009 gli astronomi INAF hanno prodotto 15,623 pubblicazioni, di cui 6,305 in riviste internazionali con referee. **L'astronomia è il settore scientifico italiano di gran lunga percentualmente più produttivo e di maggiore impatto internazionale.** Secondo il sito *Science Watch* quasi l'11% degli articoli del settore Space Science sono di ricercatori italiani (http://sciencewatch.com/dr/sci/10/may16-10_1/). Non solo, se si consulta il sito *ISI-Thomson Reuters* (<http://hcr3.isiknowledge.com/>) che elenca gli scienziati di tutto il mondo con il più alto numero di citazioni, degli 86 scienziati Italiani i più numerosi sono gli astrofisici (13/86 ovvero il 15%). Quindi nell'ambito della ricerca scientifica italiana l'astronomia non è soltanto la disciplina più prolifica ma è anche quella di maggior impatto internazionale. Inoltre i risultati italiani sono fra i migliori paragonati al resto dell'astronomia Europea: nelle stesse liste ISI si trovano 26 astronomi sui 374 scienziati più citati in Gran Bretagna (7%), 15 astronomi su 264 scienziati in Germania (5%), 2 su 164 in Francia (1,2%); infine gli Stati Uniti hanno 235 astronomi su 4131 scienziati più citati (pari al 5,8%). **L'astronomia italiana eccelle in tutti i principali settori della ricerca astrofisica, situandosi al quarto posto a livello mondiale,** laddove la ricerca italiana complessiva si situa solo al nono posto. L'astronomia italiana infatti viene solo dopo USA, Regno Unito e Germania, e

prima di altri paesi con maggiore prodotto interno lordo. In particolare, la ricerca INAF eccelle in campi quali la Cosmologia Osservativa, la Formazione ed Evoluzione delle Galassie, l'Astrofisica delle Alte Energie, l'Evoluzione delle Stelle e delle Popolazioni Stellari, e l'Esplorazione del Sistema Solare.

Partecipazione Italiana a Progetti e a Organizzazioni Internazionali

Grandi Infrastrutture da Terra

L'INAF gestisce e sviluppa diversi grandi progetti tecnologici in collaborazione con partners internazionali. Tra di essi ricordiamo l'LBT (Large Binocular Telescope) situato in Arizona, in collaborazione con gli Stati Uniti e la Germania; il TNG (Telescopio Nazionale Galileo) situato alle Canarie, in collaborazione con la Spagna; il VST (VLT Survey Telescope) e il REM (Robotic Eye Mount) situati in Cile, in collaborazione con ESO. Inoltre INAF partecipa alla rete radio-interferometrica europea EVN (European VLBI Network) con due antenne di 32m situate a Medicina (Bologna) e Noto (Siracusa). La nuova antenna di 64m situata in Sardegna (SRT) si unirà alla rete EVN non appena diverrà operativa. Dal 2011 le antenne di Noto e Medicina fungeranno da stazioni da terra nell'ambito di progetti internazionali di VLBI spaziale (RadioAstron e VSOP-2).

LBT è il primo telescopio ottico/infrarosso che monta due specchi da 8.4m di diametro ciascuno, equivalenti ad uno strumento a specchio singolo di circa 12m di diametro. Grazie alla implementazione della ottica adattiva esso consente di ottenere immagini molto nitide e di competere con telescopi spaziali come HST nello studio di oggetti ai limiti dell'Universo osservabile. Le sue capacità in questo campo risulteranno notevolmente ampliate dall'implementazione del suo modo interferometrico, previsto per il 2011.

Il TNG (3.6m di diametro), situato al Roque de Los Muchachos alle Isole Canarie, è la infrastruttura ottica/infrarossa della comunità astronomica italiana. È operato dalla fondazione *Galileo Galilei* ed equipaggiato con 5 strumenti operanti permanentemente, che offrono una grande varietà di modalità di osservazione, dall'*imaging* in larga banda alla spettroscopia ad alta risoluzione. Nel prossimo futuro il TNG verrà reso più efficiente attraverso un uso finalizzato a progetti specifici, concentrando il suo utilizzo su un set di strumenti altamente competitivi.

Il VST è un telescopio di 2.6m di diametro concepito per fornire supporto al VLT. Con un campo di vista di un grado quadrato il suo compito scientifico primario è di fornire immagini a grande campo per l'esplorazione dell'Universo visibile dall'emisfero australe. Il VST ospita al suo interno una camera a grande campo frutto di una collaborazione tra Olanda, Germania, Italia ed ESO. La sua entrata in funzione è prevista per l'inizio 2011.

L'Italia è fortemente coinvolta nel progetto ALMA a vari livelli, sia scientifici, che nell'organizzazione del centro di supporto agli utenti (ALMA Regional Center, ARC), che nello sviluppo di software e strumentazione, anche in vista dell'ulteriore piano di sviluppo di questa infrastruttura. Inoltre l'industria Italiana è fortemente coinvolta nella costruzione di una grossa parte delle 66 antenne paraboliche da 12m di diametro (25 europee, 25 americane e 16 giapponesi). L'ARC italiano, uno dei sei nodi che costituiscono la rete ARC Europea, svolgerà un ruolo prezioso per permettere a gruppi nazionali, anche privi di specifiche competenze tecniche di interferometria (sub-)millimetrica, uno sfruttamento ottimale delle potenzialità scientifiche di ALMA.

Inoltre l'Italia, nella sua qualità di partner di ESO, ha accesso su base competitiva a tutte le infrastrutture osservative ESO situate sulle Ande cilene, e operanti in banda ottica/infrarossa e sub-millimetrica di La Silla (NTT, 3.6m telescope, REM, ecc.), Paranal (le quattro unità VLT, il grande interferometro ottico VLTI, e i telescopi per survey VISTA e VST) e Chajnantor (ALMA). Per ciò che riguarda le osservazioni in banda radio esiste una politica internazionale di *Open Sky*, che permette l'accesso su base competitiva a tutte le più grandi infrastrutture radioastronomiche del

mondo (VLA, ATCA, WSRT, GMRT etc.). L'Italia è quindi parte delle reti Europee denominate Opticon e RadioNet che, tra le diverse attività che coordinano, facilitano l'accesso agli osservatori ottici e radio attraverso specifici finanziamenti. La rete radio-interferometrica VLBI Europea (EVN) ha istituito, con fini di coordinamento, il Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE) finanziato dal consorzio degli Istituti membri, tra cui l'INAF.

Missioni Spaziali

Per ciò che riguarda le missioni spaziali l'ente di riferimento europeo è la European Space Agency (ESA), finanziata dalle agenzie nazionali tra cui l'Agenzia Spaziale Italiana. Il programma scientifico dell'ESA comprende una cospicua partecipazione italiana in missioni spaziali di tipo astrofisico. In ambito nazionale sono state sviluppate missioni astrofisiche di grande successo, quali *BeppoSAX* e *Agile*. Sono attivi da tempo programmi di collaborazione diretta con altre agenzie, soprattutto con la NASA. Le attività spaziali nel campo dell'astrofisica e dell'esplorazione planetaria sono svolte sotto l'egida dell'ASI, in stretta collaborazione con INAF.

È ampia la partecipazione italiana alla realizzazione di missioni spaziali di astrofisica e della loro strumentazione, e allo sfruttamento dei dati scientifici di missioni operative. L'INAF partecipa molto attivamente all'utilizzo dei dati ottenuti con missioni operative nel campo dell'astrofisica, quali ad esempio HST, XMM-Newton, INTEGRAL e Swift. *Agile*, lanciato nel 2007, è il primo satellite del programma ASI di Piccole Missioni Scientifiche, interamente realizzato dall'industria nazionale. Come *Agile*, anche il satellite Fermi della NASA, attivo dal 2008 e con un'importante partecipazione italiana, è mirato allo studio delle sorgenti astrofisiche di radiazione gamma. Dal 2009 sono operativi i satelliti ESA Planck, per lo studio dettagliato della radiazione cosmica di fondo nelle microonde, e Herschel per l'astronomia infrarossa. Entrambi i progetti hanno un importante contributo dell'INAF, che si estende dallo sviluppo e calibrazione degli strumenti, all'analisi dei dati scientifici. Nel 2012 verrà inoltre lanciato GAIA, il satellite dell'ESA su cui INAF è fortemente impegnato, sia nella sua parte spaziale che per le osservazioni complementari da terra.

Particolarmente importante è la partecipazione italiana agli studi di missioni per il programma *Cosmic Vision 2015-2025* dell'ESA. Nel programma per le missioni di classe M vengono attualmente considerate: Euclid, Plato e Solar Orbiter, quest'ultimo per ottenere immagini del sole ad altissima risoluzione e da distanza molto ravvicinata. Tra le missioni di classe L, grandi progetti che coinvolgono anche la NASA, IXO (per lo sviluppo del più grande telescopio a raggi X mai realizzato) vede una cospicua partecipazione dell'INAF, mentre è sotto la responsabilità dell'INFN la partecipazione al progetto LISA (Laser Interferometer Space Antenna), per lo sviluppo di un interferometro per la rivelazione di onde gravitazionali di bassa frequenza, emesse per lo più da sistemi di buchi neri binari supermassicci al centro delle galassie.

Altri studi vengono portati avanti in collaborazione con la NASA in contesto bi- o multilaterale e (oltre alle missioni di classe L) in questi mesi sono oggetto di valutazione da parte dei comitati NSF (National Science Foundation) per la Decadal Survey. Tra questi vengono qui menzionati le missioni di astrofisica dei raggi X e gamma EXIST (per lo studio dei buchi neri supermassicci, dei lampi di raggi gamma e di altri fenomeni violenti e transitori nell'Universo) e Wide Field X-ray Telescope (WFXT, per una survey ad alta sensibilità di tutto il cielo nella banda dei raggi X). Viene inoltre studiata attivamente in ambito italiano NHXM (New Hard X-ray Mission), il primo progetto per ottenere con alta sensibilità immagini del cielo nei raggi X duri e misure della polarizzazione dei raggi X emessa da sorgenti cosmiche.

Molte sono le partecipazioni di ricercatori INAF, anche a livello di *Principal Investigator*, ad esperimenti su sonde planetarie attualmente operative o in fase di realizzazione: Mars Express, per lo studio della superficie marziana, attiva dal 2002; Venus Express, per lo studio dell'atmosfera venusiana e della sua interazione col vento solare, attiva dal 2005; Rosetta, destinata a svelare i segreti delle comete ed attiva dal 2004; Cassini-Huygens, missione robotica interplanetaria congiunta NASA/ESA/ASI, lanciata nel 1997 e prima sonda ad essere entrata nell'orbita di Saturno per lo studio delle lune e degli anelli del pianeta; la missione NASA DAWN, destinata allo studio dei protopianeti Vesta e Cerere, lanciata nel 2007. Fra le missioni planetarie in fase di realizzazione alle quali l'INAF collabora ai massimi livelli di responsabilità vi sono: Bepi-Colombo, cornerstone mission dell'ESA, dedicata allo studio di Mercurio, il cui lancio è previsto nel 2014; ExoMars, missione ESA dedicata allo studio dell'ambiente marziano propedeutico a future missioni di esplorazione, con lancio previsto nel 2016-2018; Juno, missione facente parte del programma New Frontiers Program della NASA, destinata allo studio dell'origine e della formazione del pianeta Giove con lancio previsto nel 2011. I ricercatori dell'INAF hanno raggiunto un grado di *expertise* a livello mondiale anche nello sviluppo della spettropolarimetria solare sia da terra sia dallo spazio nonché della spettrometria planetaria dallo spazio. In particolare, la strumentazione spaziale sviluppata dall'INAF ha permesso, per la prima volta nella storia della esplorazione spaziale, che strumenti con le stesse caratteristiche osservino in modo sistematico oggetti diversi del sistema planetario, consentendo di svolgere realmente planetologia comparata.

Nel campo dello studio della fisica dei plasmi interplanetari, e in particolare dell'ambiente magnetosferico terrestre, occorre ricordare la partecipazione dell'INAF alla missione Cluster, prima *cornerstone* del programma *Horizons 2000* dell'ESA, che si prevede terminerà a fine 2012.

Infrastrutture Astronomiche sul Territorio Nazionale

La maggiore infrastruttura osservativa nazionale (oltre al TNG) è rappresentata dal Sardinia Radio Telescope (SRT), attualmente in via di completamento in Sardegna. SRT è un innovativo radiotelescopio di 64m di diametro che grazie alla superficie attiva della parabola sarà in grado di operare su un ampio intervallo di frequenza, da 0.3 a 100 GHz. SRT è un progetto interamente italiano, finanziato per la maggior parte dal MIUR, con contributi della Regione Sardegna e dell'ASI. Grazie alla sua grande superficie attiva, SRT diverrà uno dei più potenti radiotelescopi *single-dish* al mondo e contribuirà significativamente alle reti VLBI potenziandone notevolmente la sensibilità. Ci si attende da SRT un contributo notevole allo sviluppo delle conoscenze in molti campi della ricerca astrofisica, dalle pulsar ai buchi neri, dalla composizione chimica delle galassie alle onde gravitazionali. Inoltre SRT verrà utilizzato in ambito ASI per il *tracking* delle sonde interplanetarie.

Esistono inoltre diverse infrastrutture locali, costruite negli anni '70 e primi anni '80, fra cui le più significative per l'utilizzo in programmi di ricerca di respiro internazionale sono le antenne VLBI di Noto e Medicina (ciascuna di 32m di diametro).

Innovazione e Ricerca Tecnologica in INAF

Fin dai tempi di Galileo le maggiori scoperte astronomiche e astrofisiche sono state trainate dai progressi tecnologici e ne hanno stimolato di nuovi. Ciò è particolarmente vero per la astrofisica del XXI secolo, ormai da tempo diventata una *big science*. Per restare competitivi a livello internazionale è necessario avere accesso a strumentazione d'avanguardia ed è necessario partecipare allo sviluppo di tecnologie altamente avanzate e innovative. A questo scopo è necessario sviluppare programmi tecnologici aggressivi. Tali programmi debbono essere prodotti

dagli sforzi congiunti di astrofisici, ricercatori di altre discipline (fisica nucleare e delle particelle, fisica dei materiali e dello stato solido, criogenia, etc.) e industrie. Per questo motivo INAF si è dotata di un Servizio di Innovazione Tecnologica (SIT) che, in pochi anni ha permesso il deposito di diversi brevetti e lo *start-up* di alcune nuove industrie che sfrutteranno le tecnologie sviluppate nell'ambito dell'Ente. È importante però che l'attività di ricerca e sviluppo INAF sia trainata da obiettivi scientifici.

Di seguito sono illustrati alcuni esempi eccellenti dell'attività di ricerca tecnologica condotta da INAF.

INAF ha la leadership mondiale nel campo dell'ottica adattiva. Tale tecnica permette in linea di principio a telescopi da terra di grande diametro di raggiungere poteri risolutivi angolari altrimenti raggiungibili solo dallo spazio. Questa tecnica, già implementata con successo da ricercatori INAF sul telescopio binoculare LBT, è di importanza strategica per il futuro telescopio di 42m E-ELT. Gruppi INAF sono già impegnati con ESO nello studio di innovativi sistemi di ottica adattiva per E-ELT.

INAF è impegnato nello sviluppo di ottiche e specchi con tecnologie innovative, in collaborazione con industrie nazionali. In quest'ambito è stata sviluppata la tecnologia dell'*ion-figuring* per la correzione a livello sub-micrometrico di ottiche a-sferiche, è stata implementata in ambito nazionale la tecnologia del *jet-polishing* per il *figuring* ad alta precisione di specchi di grandi dimensione. È stata sviluppata con successo la tecnologia degli specchi leggeri in vetro con struttura interna a sandwich, che ha permesso di realizzare i 120 m² dello specchio del telescopio Cherenkov MAGIC II e che sarà utilizzata per realizzare i 10000 m² di superficie riflettente del progetto CTA (Cherenkov Telescope Array).

INAF ricopre sin dai tempi delle missioni SAX, XMM-Newton, INTEGRAL, SWIFT e Agile un ruolo di eccellenza internazionale nel campo dell'ottica e della strumentazione nelle bande X e gamma. In particolare, ricercatori INAF hanno sviluppato la tecnica della elettroformazione per le ottiche radenti per raggi X, una tecnica ora utilizzata per la produzione di specchi di alta qualità ottica anche per altre applicazioni, sia astronomiche che non, con particolare riguardo all'applicazione in dispositivi elettronici del futuro prodotti con tecniche nano-litografiche.

La comunità italiana ha raggiunto un alto grado di *expertise* nella costruzione di radiometri e di bolometri. Entrambe le tecnologie hanno visto una rapida evoluzione che ha portato ai recenti successi nelle osservazioni del fondo cosmico a micro-onde. È utile sottolineare che uno dei due strumenti che volano a bordo del satellite Planck, LFI (Low Frequency Instrument), è stato costruito da ricercatori INAF. Lo sviluppo tecnologico in questo campo deve progredire in entrambe le aree per sfruttare pienamente il loro potenziale.

Gli spettrometri nelle bande UV, Visibile e infrarosso e i sistemi di cattura di micro-grani di polveri cosmiche in sonde interplanetarie, sono stati sviluppati in ambito INAF in collaborazione con industrie nazionali. Non solo questi sistemi sono stati impiegati con successo in tanti progetti internazionali (per esempio Mars Express, Rosetta, PRISMA) ma trovano applicazione nel monitoraggio atmosferico terrestre, con particolare riferimento ai problemi di monitoraggio ambientale.

Esiste in INAF un alto livello di specializzazione nel campo della progettazione e sviluppo di sistemi di acquisizione dati digitali (back-end). INAF ha sviluppato e brevettato nuovi *Digital Base Band Converter* (DBBC) oggi adottati da tutte le antenne della rete interferometrica VLBI europea.

I ricercatori INAF sono all'avanguardia nella tecnica dell'ottica attiva che permette di correggere le deformazioni gravitazionali dei grandi specchi. Un nuovo sistema di ottica attiva, progettato e brevettato da INAF, è stato implementato con successo sull'antenna VLBI di Noto e verrà presto montato sulla nuova antenna parabolica di 64m di SRT.

Collaborazioni INAF con l'Università e altri Enti di Ricerca

Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare vi sono Dipartimenti di Astronomia nelle Università di Bologna e Padova. Gruppi di ricerca in astrofisica sono presenti anche in diversi Dipartimenti di Fisica, fra cui Torino, Milano, Milano Bicocca, Como-Insubria, Pavia, Trieste, Trieste-SISSA, Ferrara, Firenze, Pisa, Scuola Normale Superiore di Pisa, Cagliari, L'Aquila, Pescara, Roma La Sapienza e Roma Tor Vergata, Roma-3, Napoli Federico II e Napoli Partenope, Lecce, Cosenza, Catania e Palermo. Inoltre INAF collabora alla formazione di nuovi ricercatori, coadiuvando le istituzioni universitarie nei corsi di laurea e di dottorato e nella supervisione di tesi di ricerca. In diversi casi i rapporti di collaborazione e scambio tra INAF e Università sono regolati da apposite convenzioni. Il personale scientifico universitario ha accesso alle infrastrutture supportate da INAF alla stessa stregua del personale dell'Istituto stesso.

Particolare rilevanza riveste la stretta collaborazione tecnica e scientifica dell'INAF con l'ASI per la definizione e la realizzazione di progetti spaziali di interesse comune sia in ambito nazionale e bi-/multilaterale, che all'interno del programma ESA. Numerose sono anche le iniziative comuni già in essere per lo sfruttamento scientifico e la pubblicazione dei risultati dei programmi spaziali congiunti. Da alcuni anni i rapporti tra i due Enti sono regolati da un'apposita convenzione quadro. Il coordinamento delle rispettive attività nei settori di reciproco interesse, è assicurato da un Comitato permanente paritetico di raccordo. Vi è inoltre un'importante partecipazione dell'INAF al *Centro dei Dati Scientifici* dell'ASI (ASDC). La sinergia INAF-ASI rappresenta un importante fattore propulsivo per l'industria aerospaziale italiana.

Ricercatori con background ed interessi astrofisici sono presenti in altri Enti di Ricerca, e in particolare nell'INFN. La Commissione Scientifica Nazionale 2 dell'INFN è dedicata alla fisica delle astro-particelle, che include la fisica dei raggi gamma, dei raggi cosmici, dei neutrini e lo studio delle onde gravitazionali. Il numero complessivo di ricercatori coinvolti in questi progetti è circa 150. Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati ad INAF è di circa 200 unità.

L'INAF ha nell'INFN l'ente di ricerca italiano più vicino per tematiche e interessi scientifici. Alcuni progetti spaziali per lo studio delle sorgenti cosmiche di raggi gamma, quali le missioni spaziali Fermi e Agile, e il telescopio Cherenkov MAGIC, hanno una chiara valenza astrofisica. I programmi legati agli interferometri Virgo e, in prospettiva LISA, miranti alla rivelazione e allo studio delle onde gravitazionali che INFN conduce, hanno raggiunto un grado di avanzamento tale da richiedere un supporto astrofisico, sia dal punto di vista osservativo che da quello dello sviluppo dei modelli e della teoria. Gruppi di ricerca INAF collaborano inoltre a progetti INFN nel campo dei raggi cosmici, della rivelazione dei neutrini solari e da supernove, e delle misure di sezioni d'urto nucleari di interesse astrofisico. È interesse dei due Enti proseguire e rafforzare questi rapporti di collaborazione. Per quanto riguarda l'astrofisica dei neutrini e quella delle onde gravitazionali, esiste una proficua sinergia INAF-INFN, in cui INFN dirige principalmente la parte sperimentale e INAF quella più propriamente astrofisica, combinando pertanto le specifiche competenze dei due enti.

Disseminazione delle Conoscenze e delle Scoperte Astronomiche

Le strutture INAF sono impegnate in molte attività di divulgazione, soprattutto indirizzate ai giovani, attraverso siti web dedicati, centri visite, conferenze pubbliche e seminari. Alcune strutture ospitano musei importanti, altre dedicano l'uso di piccoli telescopi all'insegnamento ed alla diffusione dell'astronomia. Spesso si osserva come giovani studenti indirizzino la loro curiosità verso astronomia e astrofisica, discipline per loro (e per molti) affascinanti e stimolanti, che poi fungono da veri e propri catalizzatori per una conoscenza scientifica più ampia. L'astronomia diventa così un attrattore per spingere i giovani verso le professioni scientifiche e tecnologiche. Immagini eccezionali ottenute da satelliti e da telescopi e sorprendenti scoperte scientifiche forniscono da sempre un forte stimolo all'interesse e all'immaginazione del pubblico, e inducono ad un rinnovato e crescente apprezzamento della grandezza e diversità dell'Universo. L'astrofisica, le tecnologie d'avanguardia sviluppate per i suoi studi, e le diverse implicazioni in moltissimi altri ambiti scientifici, sono inoltre sempre in grado di ispirare gli insegnanti, i quali a loro volta interessano i giovani alla scienza ed alla esplorazione dell'ignoto. Questi insegnanti trovano nella professionalità e nella passione degli astronomi INAF un valido supporto alle loro attività.

La proclamazione del 2009 come Anno Internazionale della Astronomia da parte dell'Unesco su proposta avanzata dall'Italia e poi ratificata dall'ONU, è stata una grande occasione per diffondere le scoperte dell'astronomia degli anni più recenti, e per illustrare il ruolo essenziale ricoperto dall'astronomia nell'educazione scientifica. Come nel resto del mondo, anche in Italia l'astronomia è stata portata nelle piazze ed ha incontrato il pubblico nei suoi luoghi quotidiani. Molte di queste iniziative sono state preparate dalle strutture dell'INAF in collaborazione con altri enti di ricerca, planetari, università, ecc.

Sempre in occasione dell'Anno Internazionale della Astronomia l'INFN, l'INAF e l'ASI hanno realizzato una grande mostra, inaugurata al Palazzo delle Esposizioni a Roma (*Astri e Particelle. Le Parole dell'Universo*), che ha raccontato la scienza, gli uomini e i grandi esperimenti astrofisici, e che ha riscosso grandissimo successo di pubblico. Ma va sottolineato anche il successo di un'infinità di iniziative locali promosse dall'INAF, anche in collaborazione con altre organizzazioni, che ha dimostrato il forte interesse del pubblico italiano per l'astronomia e le sue sensazionali scoperte. La celebrazione dell'Anno Internazionale dell'Astronomia ha consentito di stabilire un forte contatto col grande pubblico di tutte le fasce d'età, e INAF intende adoperarsi affinché tale contatto sia mantenuto ed esteso con nuove iniziative ispirate dal successo dell'anno passato.

Considerazioni conclusive

Come già menzionato, a partire dal 2005 INAF raggruppa i 12 Osservatori Astronomici, i 7 Istituti già del CNR dedicati alla ricerca astronomica e il Telescopio Nazionale Galileo (Canarie).

Tale fusione in un unico Ente di Ricerca è stata fortemente voluta dalla comunità astronomica italiana, nella prospettiva di un più incisivo coordinamento delle proprie attività di ricerca, specialmente per quanto concerne i grandi progetti nazionali ed internazionali. Tutto ciò con lo scopo di perseguire sempre più alti livelli di eccellenza nelle ricerche svolte, contribuendo, con la forza che ne deriva, alla definizione delle scelte strategiche per la ricerca astronomica in ambito europeo.

Purtroppo, la fusione in un unico Ente è avvenuta nominalmente a "costo zero", e questo assieme alla progressiva erosione del "potere di acquisto" del Fondo di Funzionamento Ordinario, ha di fatto rappresentato un forte arretramento nelle risorse finanziarie disponibili per il supporto a

tutte le attività di ricerca, quali la ricerca di base, la ricerca tecnologica, il mantenimento delle infrastrutture osservative esistenti, il completamento dei progetti già avviati, nonché la possibilità di avviarne di nuovi, e segnatamente quelli con i nostri *partners* internazionali. I margini di manovra dell'Ente si sono ridotti drasticamente, mettendo pertanto a rischio il mantenimento dei livelli di eccellenza fin qui raggiunti, e con essi la posizione dell'astronomia italiana in campo mondiale.

INAF è pienamente consapevole della difficile congiuntura attraversata dall'economia mondiale e da quella italiana in particolare. Forti tagli ai bilanci statali sono ora operati da tutti i paesi sviluppati. Alcuni però, quali Stati Uniti, Germania, Francia ed altri ancora, accanto ai tagli su gran parte delle uscite statali, hanno incrementato gli stanziamenti per l'educazione e la ricerca. Ciò secondo una logica per cui è proprio in momenti di crisi che bisogna investire sul futuro, per aprire nuove frontiere e nuove opportunità economiche, laddove alcune di quelle tradizionali non sono più competitive sul mercato globale. INAF si augura che anche l'Italia faccia parte di questo gruppo di Paesi, ed è pronto a fare fino in fondo la sua parte, operando tutti i risparmi e tutte le possibili economie di scala, convogliando le proprie risorse sui progetti e programmi scientifici più competitivi a livello internazionale, e investendo interamente in ricerca e innovazione le risorse aggiuntive che potessero rendersi disponibili.

La **Visione Strategica di INAF** è volta in special modo ai grandi progetti futuri a livello europeo e mondiale, quali in particolare E-ELT e SKA e i grandi progetti per l'astrofisica dallo spazio della prossima generazione, conducendo fin d'ora quelle ricerche di punta che meglio preparano al loro utilizzo scientifico. Parte integrante di questa visione è la partecipazione attiva allo sviluppo delle tecnologie necessarie alla definizione e progettazione di detti strumenti, così da favorire la possibilità di forti ritorni industriali verso il nostro Paese, per progetti le cui commesse industriali assommeranno complessivamente a molti miliardi di Euro.

Piano Triennale 2011/2013

Riferimenti Bibliografici

A Science Vision for European Astronomy:

<http://admin-ipj.home.pl/hostmaster-cms/users/astroparticle/multimedia/10.pdf>

Astronet Infrastructure Roadmap:

http://www.eso.org/public/outreach/products/books/pdf/astronet_lowres.pdf

ESA Cosmic Vision: <http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=38542#>

European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) Roadmap:

http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=publications#publications

Piano a Lungo Termine dell'INAF:

www.inaf.it/struttura-organizzativa/cs/plt/plt_definitivo.pdf/view

Piano Triennale 2011/2013

Lista delle abbreviazioni usate nel documento

AGILE - Astrorivelatore Gamma ad Immagini ultra Leggero
 AIA - Anno Internazionale dell'Astronomia
 ALMA - Atacama Large Millimeter Array
 AMANDA - Antarctic Muon and Neutrino Detector Array
 ANTARES - Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch
 APERTIF - APERTure Tile In Focus
 ASDC - ASI Science Data Center
 ASI - Agenzia Spaziale Italiana
 ASKAP - Australian Square Kilometer Array Pathfinder
 ASTRONET - Rete Europea per stabilire e sviluppare una visione globale comune per la ricerca astronomica
 ATCA - Australia Telescope Compact Array
 ATST - Advanced Technology Solar Telescope
 AUGER - Rivelatore di raggi cosmici, prende il nome dal fisico francese Pierre Auger
 BEPICOLOMBO - Missione per esplorare Mercurio, nominata in onore di Giuseppe (Bepi) Colombo, matematico ed ingegnere Italiano
 BEPPOSAX - Satellite di Astronomia X, chiamato Beppo in onore del fisico italiano Giuseppe (Beppo) Occhialini
 CASSINI-HUYGENS - Missione per l'esplorazione del sistema di Saturno
 CCD - Charge Coupled Device
 CLUSTER - Missione ESA per lo studio degli effetti del vento solare sulla Terra
 CMB - Cosmic Microwave Background
 CTA - Cherenkov Telescope Array
 DAWN - Missione NASA per studiare i protopianeti Vesta e Cerere
 E-ELT - European Extremely Large Telescope
 e-MERLIN - Electronically linked MERLIN
 e-ROSITA - extended ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array
 ERC - European Research Council
 ESA - European Space Agency
 ESFRI - European Strategy Forum on Research Infrastructures
 ESO - European Southern Observatory
 EST - European Solar Telescope
 EUCLID - Missione ESA per studiare l' energia oscura
 e-VLBI - Electronically linked VLBI
 EVN - European VLBI Network
 EXIST - Energetic X-ray Imaging Survey Telescope
 EXOMARS - Missione per l'esplorazione di Marte
 FERMI - Originariamente GLAST, satellite per astronomia gamma
 GAIA - Global Astrometric Interferometer for Astrophysics
 GMRT - Giant Meter Radio Telescope

Piano Triennale 2011/2013

GRB - Gamma Ray Burst o lampi gamma
 HERSCHEL - Satellite per astronomia infrarossa prima chiamato FIRST e rinominato dopo il lancio
 HESS - High Energy Stereoscopic System
 HST - Hubble Space Telescope
 IAU – International Astronomical Union
 ICECUBE - Rivelatore di neutrini in Antartide
 INAF - Istituto Nazionale di AstroFisica
 INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
 INTEGRAL - International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory
 IXO - International X-ray Observatory
 JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency
 JIVE - Joint Institute for VLBI in Europe
 JUNO - Missione per esplorazione di Giove
 JWST - James Webb Space telescope
 KM3NeT - Cubic Kilometer neutrino Telescope
 LAPLACE - Missione per esplorare Europa ed il sistema Giove
 LBT - Large Binocular Telescope
 LFI - Low Frequency Instrument
 LIGO - Laser Interferometer Gravitational wave Observatory
 LISA - Laser Interferometer Space Antenna
 LOFAR - Low Frequency Array
 MAGIC - Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov telescope
 MeerKAT - Karoo Array Telescope
 MERLIN - Multi Element Radio Linked Interferometer Network
 NASA - National Aeronautics and Space Administration
 NHXM - New Hard X-ray Mission
 NSF - National Science Foundation
 ONU - Organizzazione Nazioni Unite
 PLANCK - in origine chiamata COBRAS/SAMBA, la missione è stata rinominata in onore dello scienziato tedesco Max Planck
 PLATO - PLANetary Transits and Oscillations of stars
 PLT - Piano a Lungo Termine
 PrepSKA - Preparatory Phase for SKA
 PRISMA - PRecursor IperSpettrale della Missione Applicativa
 OPTICON - Optical Infrared Co-ordination Network
 RADIOASTRON - Satellite VLBI russo il cui lancio è previsto per fine 2010
 RADIONET - Radio Astronomy Network
 REM - Rapid Eye Mount
 ROSETTA - Missione per esplorazione cometaria prende il nome dalla famosa stele di Rosetta
 SAX - Satellite di Astronomia X
 SIT - Servizio di Innovazione Tecnologica dell' INAF

Piano Triennale 2011/2013

SKA - Square Kilometer Array

SKADS - Square Kilometer Array Design Studies

SOHO - Solar and Heliospheric Observatory

SOLAR ORBITER - Missione solare dell'ESA

SPICA - Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics

SRT - Sardinia Radio Telescope

SWIFT - Missione per rivelare gamma ray burst. Swift non è un acronimo ma si riferisce al rapido movimento del telescopio come quello di un uccello dello stesso nome

TNG - Telescopio Nazionale Galileo

ULYSSES - Missione ESA per studiare il sole

VENUS EXPRESS - Missione ESA per esplorazione di Venere

VERITAS - Very Energetic Radiation Imaging Telescope Array System

VIRGO - Interferometro per la rivelazione di onde gravitazionali

VLA - Very Large Array

VLBI - Very Large Baseline Interferometry

VLT - Very Large Telescope

VO - Virtual Observatory

VSOP-2 -VLBI Space Observatory Programme-2

VST - VLT Survey Telescope

WFXT - Wide Field X-ray Telescope

WSRT - Westerbork Synthesis Radio Telescope

XMM - NEWTON - X-ray Multi-Mirrors telescope