

INAF



**ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS**

Piano Triennale 2014/2016

INDICE

Executive summary - 5

1. Introduzione storico-politica e strategia dell'attuale PT 2014-2016 - 9

A. Lo stato di attuazione delle attività relative al periodo precedente. I risultati attesi e ottenuti - 12

A.1 Astronomia italiana: valutazione VQR (ANVUR) - 12

A.2 L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale - 14

A.3 I risultati scientifici attesi e ottenuti - 16

A.3.1 Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie con il redshift - 16

A.3.2 La formazione, l'evoluzione e la fine delle stelle. Le popolazioni stellari come traccianti della storia dell'Universo - 19

A.3.3 Il Sole e il sistema planetario - 21

A.3.4 Astrofisica Relativistica e Particellare - 22

A.3.5 Ricerca Di Base nel Campo delle Tecnologie Astronomiche - 24

A.4 Azioni specifiche per rendere efficace, efficiente e economica la gestione scientifica e organizzativa dell'Ente - 25

A.4.1 Direzione Generale - 25

A.4.2 I Laboratori Nazionali - 27

A.4.3 Riorganizzazione della Direzione Scientifica - 28

B. Gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio - 29

B.1 Introduzione - 29

B.1.1 Cosmologia e galassie: l'universo ad alto redshift - 29

B.1.2 Le Stelle, le Popolazioni Stellari e il Mezzo Interstellare: i laboratori per capire la storia della materia dal big bang ad oggi. I pianeti esterni al sistema solare: una grande sfida per l'astrofisica - 31

B.1.3 Il Sole e il sistema solare: le grandi potenzialità scientifiche delle missioni di esplorazione spaziale - 33

B.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare - 34

B.1.5 Strumentazione Astronomica - 35

B.1.6 Sviluppi tecnologici - 36

B.2 Obiettivi presentati per la prima volta - 38

B.2.1 Progetti Spaziali - 38

B.2.2 LIGO VIRGO - 43

B.3 Attività di terza missione - 44

B.3.1 Didattica e Divulgazione - 44

B.3.2 Biblioteche, Archivi Storici e Musei - 45

C. Il quadro delle collaborazioni internazionali, le eventuali interazioni con le altre componenti della rete di ricerca e delle partecipazioni - 47

C.1 La presenza nelle strutture europee, internazionali e nazionali - 47

C.1.1 I contributi europei - 48

C.1.2 Horizon 2020 - 52

C.2 Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano - 53

C.3 Rapporti con l'industria nazionale - 55

C.4 Partecipazioni societarie - 56

D. Le infrastrutture di ricerca - 58

D.1 Le Infrastrutture di Ricerca in Esercizio da Terra e da Spazio - 58

D.1.1 Infrastrutture da Terra - 58

D.1.2 Spazio - 69

D.2 Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio - 71

D.2.1 Terra - 71

D.2.2. Spazio - 77

D.3 e-Infrastructures ed ICT - 80

E. Risorse umane necessarie per la realizzazione delle attività - 82

E.1 Dotazione organica - 82

E.1.1 Personale in servizio al 31/12/2013 - 82

E.2 Costo del personale - 82

E.2.1 Costo del personale a tempo indeterminato - 82

E.2.2 Costo del personale a tempo determinato - 83

E.2.3	Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato 2013	- 83
E.2.4	Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca 2013	- 84
E.2.5	Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE 2013	- 84
E.2.6	Previsione dei costi del personale – anno 2014	- 85
E.3	Programmazione triennale del fabbisogno del personale	- 86
E.3.1	Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014/2016	- 86
E.3.2	Previsione di assunzioni di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014/2016	- 89
E.3.3	Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato – anno 2014	- 91
E.3.4	Assunzioni obbligatorie di personale disabile ex legge n. 68/1999	- 91
E.3.5	Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001	- 92
E.3.6	Assunzioni per mobilità: mobilità intercompartimentale ex art. 30 D. Lgs. N. 165/2001	- 93
F.	Le risorse finanziarie	- 94
F.1	Fondi MIUR	- 94
F.1.1	Progetti bandiera	- 94
F.1.2	FOE straordinario/internazionale	- 94
F.2	FOE ordinario	- 95
F.3	Premiali	- 95
G.	Lista degli acronimi	- 96
	Allegato	- 98

Executive summary

La missione dell'INAF è efficacemente riassunta dall'articolo 1 del nuovo statuto che recita: *“L'INAF è ente pubblico nazionale di ricerca e 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.”* L'INAF svolge questa missione tramite le proprie Strutture distribuite sul territorio e attraverso le grandi infrastrutture osservative da terra e dallo spazio. L'Ente è inserito nei più grandi progetti e collaborazioni internazionali e concorre a determinare le strategie programmatiche degli organismi europei attivi nel settore della ricerca astronomica, quali l'ESO e l'ESA. I risultati dell'attività dell'INAF sono testimoniati dai contributi alla realizzazione di progetti internazionali e di missioni spaziali e sono esposti nelle pubblicazioni scientifiche sulle più prestigiose riviste internazionali. La valutazione comparativa dei risultati raggiunti è oggetto di continua analisi da parte di agenzie indipendenti e dimostra l'eccellenza dell'astrofisica italiana, che si posiziona sempre al top del ranking.

PER IL 2006-2010 L'ITALIA, CON INAF, E' QUARTA ASSOLUTA NEL MONDO.

Per il prossimo triennio INAF ha selezionato le tematiche scientifiche più incisive, considerando il Documento di Visione Strategica (DVS) dell'Ente. Nel fare ciò ha tenuto conto della roadmap scientifica definita nel piano europeo ASTRONET, che include le priorità del programma scientifico dell'ESA “Cosmic Vision 2015-2025”, a cui gli stessi astronomi dell' INAF hanno contribuito. Naturalmente tale programma è orientato anche al settennio 2014-2020 che vedrà il passaggio da FP7 a Horizon 2020. Queste scelte squisitamente europee si basano anche sulle capacità dell'INAF di guidare l'innovazione tecnologica, stimolando le industrie più sensibili a investimenti mirati in settori altamente innovativi.

Per rispondere alle questioni scientifiche fondamentali, l'INAF partecipa, nel contesto europeo sopra menzionato, alla costruzione di grandi infrastrutture e alla realizzazione di missioni spaziali in collaborazione con i corrispondenti Enti nazionali e internazionali. La complessità e i costi di ogni singola infrastruttura o missione spaziale non sono infatti tali da consentire una programmazione autonoma. Questo è il motivo per cui tutte le missioni sono discusse e approvate dai *board* dei programmi quadro della Commissione Europea per la ricerca, dall'Osservatorio Europeo Australe (ESO), e/o dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). I relativi fondi sono in gran parte finalizzati alla costruzione dell'infrastruttura. Essi non includono la parte di sviluppo scientifico e tecnologico di eccellenza propedeutica alla costruzione degli strumenti e quelli per il loro utilizzo attraverso l'analisi dei dati prodotti, che è invece in carico alle nazioni partecipanti. In questo contesto, risulta strategico per l'INAF e per la competitività tecnologica del complesso industriale italiano avere il pieno sostegno da parte delle istituzioni nazionali, per garantire il vero ritorno scientifico e tecnologico legato a questo contributo. È una strategia che permette poi all'industria italiana di competere con buona probabilità di successo anche alle commesse, ben più rilevanti, per la costruzione di infrastrutture e di carrozze per satelliti.

A questo scopo l'INAF ha selezionato, nel presente piano triennale, le richieste già presentate al MIUR come progetti premiali e bandiera, o come contributi straordinari, elencate nei capitoli successivi.

Infine, le missioni spaziali che INAF presenta in questo piano sono parte della programmazione dell' ESA, definita anche con il concorso dell'ASI. Il ruolo dell'ASI è quindi

cruciale nel permettere ad INAF di garantire che i programmi dell'ESA abbiano un ritorno scientifico, tecnologico e industriale commensurato al contributo obbligatorio all'ESA.

Grandi infrastrutture di ricerca (esistenti)

Da terra	<p>VLT: sistema di 4 telescopi della classe 8m, gestito dall'ESO. L'INAF ha già partecipato alla costruzione degli strumenti di piano focale Flames, X-Shooter, UVES e VIMOS. Nel prossimo triennio parteciperà alla costruzione dei due nuovi strumenti, SPHERE e ESPRESSO.</p> <p>ALMA: radiotelescopio in fase di completamento nel Nord del Cile, in collaborazione tra Europa (ESO), Stati Uniti e Giappone, operante nel millimetrico e di fondamentale importanza per lo studio della formazione stellare nell'universo. Le antenne ESO sono state progettate (EIE Mestre) e in parte realizzate in Italia.</p> <p>LBT: Il più grande telescopio ottico al mondo, costruito da INAF in collaborazione con Istituti tedeschi e americani. INAF gestisce l'archivio generale tramite il Centro Italiano Archivi IA2 e l'LBT Survey Center per la raccolta dei dati e la loro distribuzione alla comunità scientifica.</p> <p>SRT: la più grande antenna radio italiana dedicata principalmente allo studio dell'emissione da parte di oggetti compatti relativistici e inserita nel progetto internazionale VLBI come anche le due antenne radio di Medicina e Noto.</p> <p>VST: il maggiore telescopio del mondo per survey ottiche da terra, realizzato dall'INAF in collaborazione con ESO per effettuare grandi mappature del cielo australe e di rilievo strategico per la scienza coi telescopi del futuro.</p> <p>TNG: telescopio nazionale di 3.5 m di diametro, focalizzato su specifici programmi scientifici altamente competitivi soprattutto di caratterizzazione dei pianeti extrasolari.</p>
Dallo spazio	<p>Esplorazione del Sistema Solare: Cluster studia la magnetosfera terrestre. Mars Express, Venus Express e Cassini studiano l'atmosfera, la superficie e il sottosuolo rispettivamente di Marte, Venere e Saturno. Dawn è una missione sugli asteroidi Vesta e Cerere. Juno misura la struttura interna di Giove, mentre Rosetta effettua rilevazioni in situ di una cometa.</p> <p>Stelle Galassie e Cosmologia: HST, frutto della collaborazione NASA-ESA, continua a fornire dati rivoluzionari su popolazioni stellari risolte, pianeti extrasolari, galassie vicine e lontane, supernovae e oggetti primordiali. Herschel analizza la formazione stellare e lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie nell'Universo. Planck è la prima missione europea dedicata allo studio della nascita dell'universo e della radiazione cosmica di fondo, tramite la produzione di mappe ad alta risoluzione. Gaia, appena lanciata, è dedicata a studiare la scala delle distanze e la struttura della nostra Galassia.</p> <p>Studio dell'Universo estremo: Le missioni europee XMM e INTEGRAL e la missione NASA SWIFT, tutte con rilevante contributo italiano (INAF, INFN, ASI), approfondiscono lo studio dell'emissione X di numerose classi di sorgenti astronomiche, permettendo, ad esempio, lo studio dei buchi neri su scale da poche a milioni di masse solari, della materia e dei campi magnetici in condizioni estreme, e delle peculiari esplosioni stellari che generano i potentissimi lampi gamma cosmologici. A queste si aggiungono le missioni AGILE e FERMI, la prima totalmente italiana, la seconda in collaborazione con la NASA, che permettono la caratterizzazione dell'emissione alle altissime energie di numerose classi di sorgenti galattiche ed extra-galattiche.</p>

Grandi infrastrutture di ricerca (future)

Da terra	<p>E-ELT: rivoluzionario telescopio ottico/infrarosso, di gran lunga il più grande al mondo. Esso è indicato come progetto di più alta priorità fra le grandi infrastrutture europee (ESFRI). Il programma per la realizzazione di E-ELT è stato recentemente approvato dal Consiglio dello European Southern Observatory (ESO), l'organo direttivo dell'Organizzazione europea per l'Astronomia, riunito nella sua sede di Garching, in Germania.</p> <p>SKA: il più grande e potente radiotelescopio mai concepito, frutto di una collaborazione mondiale che si svilupperà nel corso dei prossimi dieci anni.</p> <p>CTA: progetto strategico selezionato nella roadmap scientifica di ASTRONET e infrastrutturale di ESFRI dedicato alla rilevazione di raggi gamma di origine cosmica di altissima energia, fondamentali per lo studio della cosmologia e delle astro-particelle (vd. Progetto Bandiera ASTRIS).</p> <p>FLY-EYE: telescopio a grande campo da terra di nuova concezione tecnologica per lo studio di debris orbitanti (in collaborazione con il Ministero della Difesa)</p> <p>EST: telescopio solare con un'apertura di 4 metri inserito nella roadmap di ASTRONET.</p>
Dallo spazio	<p>Missioni vicine al lancio: Bepi-Colombo è la missione "cornerstone" ESA-JAXA per studiare Mercurio: la geofisica, la geochimica, il campo magnetico, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali in relatività generale.</p> <p>Missioni in preparazione: Solar Orbiter è una missione ESA di classe "M", selezionata per studiare il plasma del vento solare, il campo magnetico da esso trasportato e le sorgenti solari che lo hanno generato. Euclid è la missione ESA "M" dedicata alla studio di Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla teoria della Relatività Generale. JWST è la missione congiunta NASA, ESA e CSA che porterà in orbita nel 2018 il più grande telescopio spaziale ottico-IR. JWST studierà i pianeti extra-solari, le regioni di formazione stellare, le popolazioni stellari e le galassie ad altissimo redshift, fino a vedere quelle formatesi in un universo giovanissimo. Juice è una missione ESA "L", selezionata con l'obiettivo di studiare il sistema di Giove e, in particolare, le tre maggiori lune ghiacciate (Europa, Ganimede e Callisto).</p> <p>Le missioni selezionate: Medium Missions ESA: Plato per l'individuazione e la caratterizzazione di pianeti extrasolari in cui l'Italia ha un ruolo preponderante. Small Missions ESA: E' stata già selezionata, come prima classificata, la missione Cheops, il cui obiettivo è fare osservazioni follow-up di stelle con pianeti già noti (o potenziali transitanti), in modo da misurarne i transiti con fotometria ad alta precisione, Large Missions Athena missione per l'astrofisica in raggi X in cui l'Italia gioca di nuovo un ruolo importante sia in termini scientifici che nella costruzione della strumentazione.</p>

QUADRO GENERALE DELLE PARTECIPAZIONI SOCIETARIE

In via preliminare, bisogna evidenziare che l'INAF ha partecipazioni societarie che hanno una natura strettamente scientifica. Si tratta infatti di partecipazioni a organizzazioni senza scopi di lucro, il cui "utile" è rappresentato dal ritorno scientifico, messo poi a disposizione della comunità scientifica.

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. Non esistendo allora un Istituto Nazionale, la comunità scientifica italiana è stata rappresentata inizialmente dall'Osservatorio Astrofisico 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.

SKA Organization LTD

La recente istituzione di questa società *no profit* ha lo scopo di seguire la gestione della progettazione del telescopio SKA - Square Kilometre Array. Oltre all'Italia, la SKA Organization LTD comprende Olanda, Regno Unito, Cina, Sud Africa, Australia, Nuova Zelanda, Svezia e Canada, che partecipano in maniera paritetica. Sono in procinto di aderire anche la Germania e l'India. Le entrate della SKA Organization sono rappresentate dalle quote di ciascun partner e la quota che l'INAF è tenuto a versare si aggira intorno ai 250.000 €/anno.

Fondazioni

Fundacion Galileo Galilei: è una fondazione privata senza scopo di lucro, regolamentata dal diritto spagnolo, costituita per la gestione del TNG (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, il Direttore Scientifico e il Direttore Generale.

L'attività della fondazione è finanziata dai soci (INAF) e possibilmente da altre fonti, anche se di fatto fino ad oggi è stata esclusivamente finanziata dall'Ente.

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).

Organizzazioni in via di formalizzazione

CTA: Nel luglio 2012, l'INAF ha aderito ufficialmente al **Funding Board del CTA** (assumendone la vicepresidenza), che ha lo scopo di condurre l'organizzazione del CTA verso una forma societaria legale europea sul modello degli ERIC. Al momento è in fase di costituzione una società a responsabilità limitata di diritto tedesco (GmbH) per la gestione della fase finale di progettazione.

Jive ERIC Il sistema delle antenne radio europee componenti il Very Long Baseline interferometer (EVN) raccolgono dati che vengono correlati presso il Jive in Olanda. Questa organizzazione ha la forma giuridica di una fondazione di diritto olandese che è in fase di trasformazione in un ERIC. L'Italia è in fase di possibile adesione a questa nuova forma statutaria.

European Research Area

Nell'ambito delle azioni implementate per la realizzazione dello Spazio Europeo della Ricerca INAF partecipa da anni attivamente alla Roadmap nazionale per ESFRI registrando contestualmente un incremento di proposte presentate e selezionate, in particolare

nell'ambito dei bandi FP7, per un importo complessivo di finanziamenti per il triennio 2013-2015 pari a 6.8 M€. Tra i progetti comunitari di particolare rilievo si segnala il finanziamento di n. 4 ERC Grant coordinati da PI INAF e 2 ERC Grant in cui partecipano Strutture dell'INAF, e del COFUND (Co-funding of Regional, National and International Programmes), azione finalizzata a sostenere programmi di mobilità internazionale condotti e cofinanziati da singole organizzazioni. L'INAF è tra i pochissimi enti di ricerca italiani ad avere in corso un programma COFUND (AstroFlt - Astronomy Fellowships in Italy).

A partire dal 2014 con l'avvento del programma Horizon 2020 INAF sarà, come nel passato per FP7, impegnata a cercare di trarre il massimo profitto dai bandi europei. Sia nelle azioni di individuazione di progetti di eccellenza (ERC) che nella mobilità dei ricercatori, nel coordinamento e nelle infrastrutture di ricerca etc. A tale scopo è stata costituita una task force Horizon 2020 che ha lo scopo di esaminare diffondere e coordinare le risposte ai diversi bandi che si susseguiranno. Già la risposta al primo bando di interesse INAF (Space) si è avuta una notevole risposta in termini di progetti sottomessi dalla comunità dei ricercatori dell'INAF.

Personale

Per la realizzazione dei programmi e progetti scientifici e tecnologici sopra illustrati, è fondamentale che l'Istituto possa avvalersi di risorse umane altamente specializzate, ovvero di ricercatori e tecnologi, nonché personale di supporto alla ricerca, che possano garantire l'attuazione dei suddetti programmi nel rispetto delle definite roadmaps. Come più dettagliatamente illustrato nel prosieguo, il fabbisogno di personale dell'INAF nel triennio 2014-2016 è di gran lunga superiore alle possibilità assunzionali consentite dalle vigenti normative per gli Enti di ricerca, che limitano ad un'esigua percentuale l'utilizzo dei risparmi derivanti dal turn-over. Nel dettaglio, si evidenzia che a fronte di una rilevante vacanza di personale al 31 dicembre 2013, pari a complessive n. **210 unità**, i vincoli assunzionali, cui anche l'INAF è normativamente soggetto, permettono l'acquisizione di un contingente di personale purtroppo limitato a sole n. 7 unità relative al budget assunzionale 2012, n. 3 al 2013, n. 10 al 2014, n. 4 al 2015 e n.6 al 2016; per un totale complessivo di sole **30 unità** di personale, nel triennio indicato (vedi cap. E piano assunzionale).

1. Introduzione storico-politica e Strategia dell'attuale PT 2014-2016

Il piano triennale INAF per il 2011-2013 era stato redatto in condizioni politico-economiche completamente diverse per l'Europa, per l'Italia e per INAF. Il PT (2013-2015) recepiva quelli precedenti ma teneva conto delle novità e delle discontinuità intervenute nell'anno di riferimento. Il presente PT (2014-2016) rappresenta un aggiornamento sulla traccia della nuova linea definita con il PT (2012-2014). Gli enti di ricerca italiani sono mutati (vd. D. Lgs. n. 213 del 31/12/2009).

Il piano europeo per l'astronomia, ASTRONET, è entrato nella sua fase operativa; la UE ha emanato la strategia Horizon 2020, e i grandi Enti europei cardini della ricerca astronomica, ESO ed ESA, hanno lanciato o stanno lanciando a breve nuovi importantissimi progetti: due per tutti, lo *European Extremely Large Telescope*, che sarà il più grande telescopio ottico del mondo e la missione ESA L2, dedicata allo studio dell'Universo energetico, a sua volta la più ambiziosa missione spaziale di astrofisica delle alte energie al mondo.

Il nuovo PT della nuova INAF contempla, come si vedrà, sia un *roll-on* dei precedenti piani triennali, riguardante attività in corso, giudicate di continuo interesse, sia azioni completamente nuove o che cominciano a impegnare l'ente in modo crescente per il loro interesse strategico.

Il contenuto della parte nuova del PT prende spunto, a livello nazionale, dalla lettura del PNR, del Piano Nazionale Infrastrutture (compresa la presenza italiana in ESFRI) e, naturalmente, dal DVS. Sempre a livello nazionale, tiene conto della crescente importanza dei progetti bandiera e di quelli premiali (per alcuni dei quali si vedrà un vero *ramp up* dei fondi) nonché della necessità di collaborazione con altri Enti, primi tra tutti ASI, INFN e CNR, e con le Università, parte essenziale della ricerca astronomica italiana.

La presenza della componente universitaria diventa infatti sempre più importante sia per l'apporto finanziario esterno sia, soprattutto, per l'apporto di capitale umano e di conoscenze: capitale del quale l'Ente gode sempre più attraverso un numero crescente di associati universitari. Attualmente sulle 446 associazioni ad oggi attive, 263 sono relative a Università italiane (incluso un associato dell'Università di San Marino) e 23 riguardano Università straniere.

Il presente Piano 2014-16 ha una ulteriore novità importante: la pianificazione della attività di astronomia dallo spazio in un modo nuovo, diverso dal passato. Nella visione di questo PTA è necessario che il supporto finanziario per le missioni di astronomia spaziale sia garantito ad INAF con un livello compatibile con la partecipazione, cioè l'investimento, dell'Italia in ESA.

Le cifre necessarie per tale supporto sono dettagliate (tenendole conservativamente costanti nel triennio) nella Tabella F.4. Si tratta di 44.5 Meuro/anno, calcolati sulla base della finanziamento che ASI dedicava alle "Osservazioni dell'Universo" nel passato e che nell'ultimo periodo (2012-oggi e previsioni sulla base del PTA ASI), invece, non ha più erogato. La drammatica situazione del supporto (o meglio, della sua mancanza) all'astronomia dallo spazio è ben descritta dalla tabella finale della sezione B.2.1, nella quale si vede come il contributo alle Osservazioni dell'Universo da parte di ASI siano passate dal 14% (2009) all'1% (dati PTA ASI).

Tale situazione è inaccettabile nel contesto di una attività spaziale bilanciata per un paese, come l'Italia, che è il terzo investitore europeo in ESA, e che finora ha sempre avuto, grazie anche alla presenza di INAF, risultati di alto livello scientifico, tecnico ed industriale.

Per questo, proponiamo una serie di attività, mirate alla astrofisica e tecnologia spaziali, descritte in dettaglio nel par. B.2.1, che individuano la necessità finanziaria annuale per il triennio, sommata sulle varie dimensioni. Come si vede, la cifra risultante si limita a circa la metà del budget di partenza (2009) per le "Osservazioni dell'Universo" in ASI e lo segue fino a metà della sua discesa da 88 Meuro (2009) a 6 Meuro (!), attualmente previsti nel PTA ASI per il 2016.

Sia a livello nazionale che internazionale, il PT terrà conto delle numerose collaborazioni in atto tra INAF e il resto del mondo.

Anche per una disciplina "di base" come è l'astrofisica, il PT non può prescindere da una sempre più stretta collaborazione con l'industria su svariati piani: dallo sviluppo e realizzazione di tecnologie nuove nel campo dell'ottica, della elettronica e della meccanica, alle attività di sistema, di AIV (Assembly, Integration & Verification), di controllo di qualità, incluso naturalmente il software a esse associato. Anche per questo, il PT prevede forte attenzione allo sviluppo tecnologico, con particolare riguardo ad alcune specialità "made in

Italy” e al loro trattamento in brevetti anche internazionali, e soprattutto all'industria nazionale.

Oltre allo sviluppo tecnologico, l'implementazione del PT richiede un piano di sviluppo delle infrastrutture. Tale piano seguirà una nuova strategia, già iniziata nel 2011 con accorpamenti di strutture esistenti e con lo studio di possibili strutture nazionali: Laboratori Nazionali per aumentare l'efficienza degli interventi, la sezione d'urto dell'industria nazionale nelle gare europee e la competitività del *made in Italy*, e nel contempo realizzare qualche economia di scala. La strategia è mirata all'ottimizzazione delle eccellenze scientifico-tecnologiche che oggi INAF possiede sul territorio, anche in rapporto con industrie e altri enti di ricerca.

In parallelo, il PT propone un piano di sviluppo di risorse umane per INAF, basato dapprima sul completo sfruttamento delle posizioni da bandire ai vari livelli, ma anche su un allargamento di organico (TD e TI) volto al superamento, in tempi medi, del cosiddetto “precariato” a favore di dignitosi contratti TD.

Infine, il piano delle risorse economiche necessarie alla realizzazione mostrerà lo sforzo dell'Ente di ottenere finanziamenti prima di tutto in Europa e poi in Italia, da fonti esterne al “classico” FFO.

Dopo una breve fotografia dell'INAF attuale, con la sua struttura sul territorio, la sua organizzazione in macroaree scientifiche e la sua attuale consistenza di risorse umane e finanziarie, si passerà a descrivere il PT del nuovo INAF, delineando sia le grandi tematiche astronomiche sul tappeto sia i metodi proposti per affrontarle.

A. Lo stato di attuazione delle attività relative al periodo precedente. I risultati attesi e ottenuti

La missione dell'INAF

La missione dell'INAF è efficacemente riassunta dall'articolo 1 dello Statuto, ai sensi del quale "L'INAF è Ente pubblico nazionale di ricerca e 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." L'INAF svolge la sua missione attraverso l'attività scientifica e tecnologica presso i propri istituti distribuiti sul territorio e attraverso le grandi infrastrutture osservative da terra e dallo spazio. Le sedi territoriali sono 17, così distribuite: 1 a Torino, 2 a Milano, 1 a Padova, 1 a Trieste, 3 a Bologna, 1 a Firenze, 2 a Roma, 1 a Teramo, 1 a Napoli, 1 a Catania, 2 a Palermo ed 1 a Cagliari.

Il personale è costituito da 1046 ricercatori, tecnologi e tecnici, nonché da 168 unità che svolgono funzioni amministrative, per un totale di 1214 dipendenti del ruolo organico. Ad essi vanno aggiunti circa 450 associati e circa 250 tra assegnisti, borsisti etc.. Questa ampia base, che quasi raddoppia la capacità di ricerca dell'INAF, è frutto di ampie collaborazioni con Università italiane e straniere, grazie anche a progetti di eccellenza dell'INAF finanziati su base competitiva da istituzioni, enti e organismi nazionali ed internazionali.

Infatti, l'INAF è inserito nei più grandi progetti e collaborazioni internazionali e concorre a determinare le strategie programmatiche dei grandi organismi europei attivi nel settore della ricerca astronomica, quali l'ESO e l'ESA. Nei capitoli seguenti vengono elencate e presentate le principali convenzioni e i più rilevanti rapporti di collaborazione, sia a livello internazionale che nazionale.

L'impegno dell'INAF, negli ultimi anni, si sostanzia nel contributo alla realizzazione di progetti internazionali e di missioni dallo spazio finalizzati allo studio delle tematiche scientifiche descritte nei capitoli successivi. I risultati di tali studi sono testimoniati dalle pubblicazioni scientifiche e tecniche sulle più prestigiose riviste internazionali.

A.1 Astronomia italiana: valutazione VQR (ANVUR)

Nel corso del 2013 si è concluso il processo della Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) avviato dall'ANVUR alla fine del 2011. L'INAF ha chiesto e ottenuto di essere valutato come una singola entità: tale richiesta trova motivazione, da una parte, nella natura di ente monoculturale in cui la quasi totalità delle attività è concentrata nel settore scientifico-disciplinare FIS/05 e, dall'altra, nel fatto che molte attività convergono in progetti di ampio respiro che vedono coinvolti ricercatori che operano cooperativamente presso le varie strutture di ricerca dislocate sull'intero territorio nazionale.

In questa situazione, anche al fine di poter correttamente ottemperare alle richieste dell'ANVUR, l'INAF ha costituito uno specifico gruppo di coordinamento incaricato di fornire supporto ai propri ricercatori e ai propri associati nel processo di selezione dei prodotti da sottoporre alla VQR e di coordinare il flusso delle informazioni da sottoporre al processo di VQR, attraverso le risorse del CRIS dell'INAF ovvero del database di tutte le pubblicazioni dell'Ente con i relativi indici bibliometrici.

L'analisi di VQR utilizza 7 indicatori della qualità della ricerca e a ciascuno di essi è assegnato uno specifico peso. Gli indicatori e i pesi associati sono:

- qualità della produzione scientifica [peso 0.5];
- attrazione di risorse esterne [peso 0.1];
- mobilità, in termini di reclutamento o promozione di personale [peso 0.1];
- internazionalizzazione (numero dei mesi/uomo di ricercatori incoming o outgoing) [peso 0.1];
- alta formazione (dottorandi, assegnisti, borsisti) [peso 0.1];
- risorse proprie dedicate ad attività di ricerca [peso 0.05];
- miglioramento rispetto al processo di valutazione del CIVR [peso 0.05].

Per ciò che concerne la qualità della produzione scientifica, sono stati utilizzati 4 indici:

- I (voto medio dei prodotti);
- S (voto medio normalizzato alle dimensioni della struttura);
- R (rapporto fra il voto medio della struttura valutata nella data Area scientifica e il voto medio di tutti i prodotti nella stessa Area);
- X (rapporto fra la frazione di prodotti eccellenti della struttura nella data Area scientifica e la frazione dei prodotti eccellenti nella stessa Area).

Dei tre grandi enti (CNR, INAF e INFN) individuati da ANVUR, l'INAF è posizionato al secondo posto per 2 centesimi di punto dopo l'INFN, sia rispetto all'indice I che a quello R, mentre è posizionato secondo, dopo il CNR, rispetto alla frazione di prodotti di eccellenza (indice X).

L'analisi dei 7 indicatori di cui sopra evidenzia:

- come punti di forza, la qualità della ricerca e la capacità di attrarre risorse esterne;
- come punto di debolezza, la scarsa quantità di risorse interne impegnabili per attività di ricerca, in larga parte determinata dalla esiguità delle risorse complessivamente disponibili.

L'analisi evidenzia inoltre:

- la necessità di potenziare la capacità di assumere e promuovere personale qualificato attraverso processi selettivi e quella di incidere e partecipare ai processi di formazione e alta formazione (circostanza, questa, che ha stimolato un rinnovato impegno dell'Istituto nel sostegno ai dottorati di ricerca);
- la necessità di diventare maggiormente attrattivi per i ricercatori stranieri (problema che, peraltro, affligge l'intero sistema della ricerca nazionale).

Il rapporto finale VQR evidenzia, inoltre, come l'Istituto:

- abbia selezionato con grande cura i prodotti sottoposti a valutazione;
- abbia una frazione di prodotti eccellenti superiore alla media dell'area di Astrofisica in cui, essenzialmente, opera;
- unico fra i grandi enti di ricerca, abbia un positivo indicatore per le attività di terza missione.

A.2 L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale

L'Astrofisica è una tematica di ricerca a capillare diffusione nella maggioranza della Nazioni del mondo. L'Astrofisica osservativa, in particolare, richiedendo accesso a Infrastrutture di grande rilevanza economica, è tradizionalmente condotta in grandi progetti consortili internazionali che favoriscono la cooperazione ed al tempo stesso la competizione tra ricercatori, Istituti, Paesi.

Si deve aggiungere che l'accesso alle grandi infrastrutture di ricerca avviene nella maggioranza dei casi in modo competitivo, attraverso la sottomissione di proposte giudicate da appositi comitati scientifici. Lo stimolo competitivo a produrre nuove idee è pertanto condizione necessaria per avere accesso alle infrastrutture, acquisire i propri dati ed infine condurre e pubblicare la propria ricerca.

L'impatto dell'Astronomia Italiana nel contesto internazionale può essere particolarmente apprezzato prendendo in considerazione un dato: il numero di autori italiani (primi autori) tra i 200 articoli più citati di ogni anno nell'intervallo 2008-2010. La Tabella che segue¹ mostra che l'Italia si posiziona al quarto posto nella classifica mondiale.

Posizione	Nazione	Totale	Frazione
1	United States	297	0.495
2	Germany	69	0.115
3	United Kingdom	61	0.102
4	Italy	39	0.065
5	France	34	0.057
6	Switzerland	21	0.035
7	Canada	17	0.028
8	Netherland	15	0.025
9	Australia	9	0.015
10	Japan	6	0.010
	Spain	6	0.010

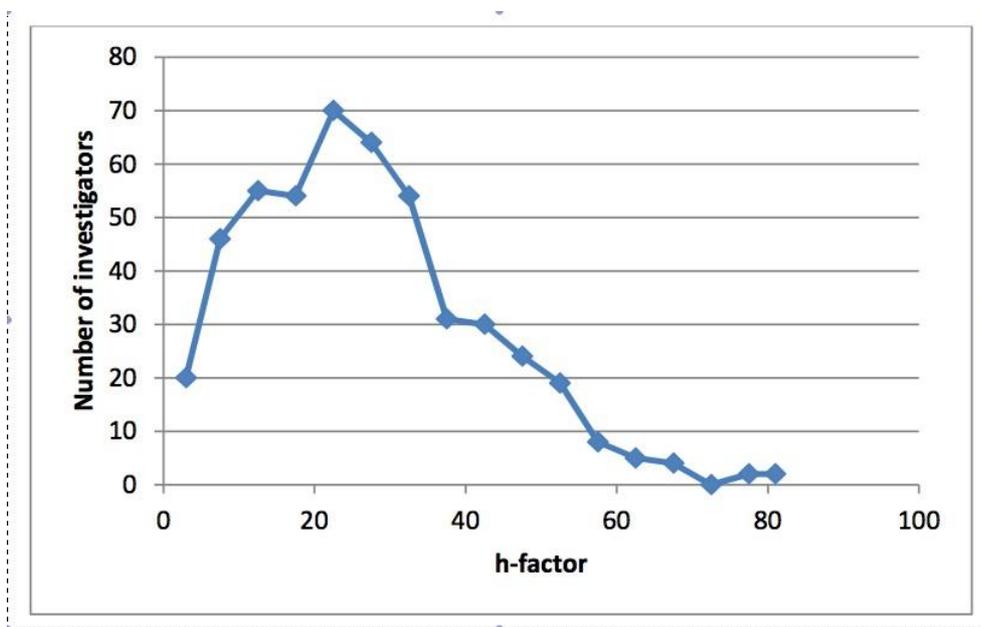
In seconda colonna sono indicati i vari stati esteri, in terza colonna la frazione di articoli per ogni nazione inclusi nei 200 più citati nel periodo considerato. Infine, in quarta colonna, troviamo la frazione rispetto al totale.

La tabella seguente mostra, invece, le prime 15 nazioni ordinate secondo il rapporto impatto nell'Astronomia/prodotto interno lordo (PIL). L'indice di impatto è calcolato considerando il rapporto tra il numero di citazioni relative ad una Nazione ed il resto del mondo. Tale indice misura la produzione scientifica astronomica di una nazione in relazione alla sua ricchezza: l'Italia occupa, in questa graduatoria, la sesta posizione nel mondo. Si fa notare che la prima posizione del Cile è essenzialmente dovuta al fatto che gli astronomi cileni beneficiano, attraverso tempo di osservazione loro garantito, dell'utilizzo dei telescopi europei (ESO) che si trovano nel deserto di Atacama.

¹Dati da: Gratton, 2014, arXiv:1402:4080, "Evaluation of Italian Astronomical Production 2010-2012"

Posizione	Nazione	ImpattoAstronomia/PIL
1	Chile	4.33
2	United Kingdom	2.19
3	Netherland	2.09
4	Germany	1.88
5	Israel	1.77
6	Italy	1.68
7	Switzerland	1.67
8	France	1.43
9	Canada	1.39
10	Spain	1.38
11	United States	1.37
12	Denmark	1.25
13	Portugal	1.24
14	South Africa	1.23
15	Sweden	1.00

Un altro parametro interessante da considerare è l'indice-H, o indice di Hirsh², una misura della produttività scientifica e del riconoscimento internazionale di un ricercatore. La distribuzione dell'indice-H per gli astronomi italiani viene mostrata nelle seguente figura, da cui si evince che l'indice-H medio degli italiani è 25 e che 43 ricercatori hanno un indice-H superiore a 50.



Si tenga conto che un indice-H maggiore o uguale a 30 significa “eccellenza scientifica ed alta rinomanza internazionale” e rappresenta il valore minimo per far parte della lista dei Top Italian Scientists stilata da VIA-Academy³. Si consideri, poi, che l'indice-H medio di

²Definizione da: Hirsch, 2005, arXiv:physics/0508025, “An Index to Quantify an individual’s Scientific Research Output”

³ www.topitalianscientists.org/Top_italian_scientists_VIA-Academy.aspx

altri paesi risulta inferiore o simile a quello italiano: si vedano, ad esempio, la Francia (21.1), la Germania (24.2), il Regno Unito (23.5) e gli USA(24.5)⁴.

Il valore dei prodotti della ricerca dei ricercatori e degli associati INAF è testimoniato dalle pubblicazioni scientifiche e tecniche sulle più prestigiose riviste internazionali. La valutazione comparativa di tali risultati è oggetto di continua analisi da parte di agenzie di valutazione indipendenti, quali, ad esempio, la Thomson Reuters che, nel contesto del monitoraggio generale della ricerca, ha confrontato l'impatto mondiale della ricerca astrofisica nel periodo 2008-2012. Questa analisi mostra l'eccellenza dell'astrofisica italiana, che ha un parametro di impatto superiore del 33% rispetto alla media mondiale e si colloca al top del ranking e con un significativo incremento, pari a ben 5 punti percentuali rispetto al periodo 2006-2010.

A.3 I risultati scientifici attesi e ottenuti

L'INAF ha conseguito un livello di eccellenza internazionale, illustrato nel paragrafo precedente, grazie ai risultati scientifici e tecnologici ottenuti nei campi più moderni e innovativi dell'astrofisica teorica e sperimentale. Nel seguito viene elencata una selezione dei risultati più brillanti ottenuti dai ricercatori dell'INAF.

A.3.1 Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie con il redshift.

La cosmologia moderna copre un vasto insieme di tematiche fondamentali e consente di comprendere le prime fasi dell'Universo, la sua geometria globale e la sua evoluzione, di capire la natura e le proprietà dei suoi costituenti, ovvero delle particelle sia conosciute sia ancora sconosciute, di **collegare la cosmologia alla fisica fondamentale**, incluse le teorie della gravità. E' inoltre fondamentale ricostruire e comprendere le fasi tardive dell'evoluzione dell'Universo, con la sua ricca fenomenologia astrofisica, e le fasi primordiali della formazione delle strutture che includono l'epoca della reionizzazione cosmologica e la generazione delle prime stelle. La determinazione precisa dei parametri cosmologici, in scenari standard e non, permette di fornire risposta a questi quesiti.

La comprensione della **natura della materia oscura** (dark matter, DM) e dell'energia oscura (dark energy, DE) rivestirà un ruolo cruciale per le ricerche del prossimo decennio. Il loro impatto sulla struttura su larga scala, sul fondo cosmico a microonde (cosmic microwave background, CMB) e la loro correlazione è fondamentale per investigarne le proprietà fisiche, le loro interazioni, la loro evoluzione nel tempo cosmico, e per la comprensione della gravità sulle grandi scale cosmologiche. I dati osservabili consentono inoltre di indagare su aspetti di fisica fondamentale, quali le proprietà dei neutrini, l'eventuale violazione delle leggi e simmetrie fondamentali della fisica, la variazione delle costanti, etc. Questi studi, strettamente interdisciplinari, hanno una profonda sinergia con la ricerca diretta della DM e di altre particelle e con gli esperimenti di fisica. Si rileva, inoltre, come l'approccio multifrequenza a questi studi cosmologici consenta di conseguire un'elevata affidabilità statistica nelle risposte a queste domande fondamentali, eliminando (o limitando) l'impatto di possibili effetti sistematici.

⁴ dati tratti da Organizations, People and Strategies in Astronomy I (OPSA I), 245-252, Ed. A.Heck, @2012 Venngeist

La materia nell'universo non è distribuita in modo uniforme, ma è organizzata in strutture galattiche che si dispongono nello spazio in una ragnatela cosmica di filamenti (detta anche *cosmic web*) alla cui intersezione si formano i **gruppi e gli ammassi di galassie**, le strutture autogravitanti più massicce dell'universo. Circa l'85% di questa materia⁵ è in una forma ancora non identificata di materia oscura (DM, originariamente identificata con considerazioni di natura dinamica), mentre la materia barionica (identificabile principalmente tramite la radiazione elettromagnetica e quindi tracciata dalla cosiddetta "materia luminosa") ne compone solo il 15%.

Le galassie si formano quando il gas cosmologico cade nelle buche di potenziale degli aloni di materia oscura e collassa fino a formare stelle. Questo processo è iniziato alcune centinaia di migliaia di anni dopo il Big Bang, a partire dall'amplificazione delle piccole fluttuazioni di densità dell'universo primordiale e non si è più fermato. La distribuzione attuale delle galassie e delle strutture dell'Universo è, infatti, dovuta all'evoluzione dei semi di materia oscura primordiali ai quali i barioni si sono legati e nei quali hanno dato origine alla complessa varietà di galassie, innanzitutto ad opera dell'effetto del collasso gravitazionale, e poi per una complessa alchimia di processi fisici legati alla formazione delle stelle e ai meccanismi di riscaldamento del gas che gravità e formazione ed evoluzione stellare hanno indotto.

La mappa di Planck dell'universo è la notizia dell'anno 2013 per i lettori di "Le Scienze", a testimonianza della risonanza dei risultati di questa missione anche tra l'opinione pubblica. La comunità scientifica italiana (con il ruolo chiave dell'INAF) è impegnata nell'analisi dei dati dal satellite *Planck* dell'ESA. Già dalle sole mappe di anisotropia in temperatura delle prime due survey di *Planck* si è ottenuta la stima più accurata mai raggiunta dei parametri cosmologici. Questa misura del CMB riveste un ruolo chiave per discernere tra i modelli cosmologici e per misurarne i parametri, essendo l'osservabile dell'universo primordiale che attualmente si misura con la miglior precisione.

Si è verificato come un modello CDM di universo caratterizzato da soli sei parametri, con DM fredda (cold DM, CDM, con un contributo del 26.5% alla densità di energia totale attuale dell'universo), un contributo attualmente dominante di DE (68.5%), rappresentabile in termini di costante cosmologica (Λ), e solo una piccola frazione (5%) in materia barionica (quella ordinaria - atomi e molecole - sotto forma di gas, stelle, polveri, pianeti, etc.), costituisca un'ottima descrizione dei dati. I limiti stringenti posti alle non-gaussianità delle fluttuazioni del CMB, all'indice spettrale delle perturbazioni primordiali e al livello di perturbazioni tensoriali hanno permesso di escludere vaste classi di modelli inflazionari, contribuendo altresì a circoscriverne quelli più promettenti, come ad esempio il modello di Starobinsky e l'inflazione di Higgs. Rilevante è stata l'identificazione accurata dell'effetto di *weak lensing*, dovuta alle deflessioni cumulative dei fotoni del CMB nell'attraversare la struttura su larga scala, un altro promettente strumento di indagine cosmologica.

Tuttavia, alcune anomalie, specie a larga scala angolare, destano particolare interesse: *Planck* ha dimostrato come, verosimilmente, non siano dovute a effetti strumentali spuri, e siano quindi un segnale di fisica primordiale, o legato alla geometria dell'universo, o di *foreground*. L'ampia copertura di frequenza di *Planck* ha consentito di realizzare mappe accurate a tutto cielo dei segnali astrofisici (di *foreground*) galattici ed extragalattici nel

⁵ Ci si riferisce qui alle proporzioni relative tra le sole DM e materia barionica.

millimetrico e sub-millimetrico, e la produzione del miglior catalogo di sorgenti esistente a quelle lunghezze d'onda. In particolare, l'analisi dell'effetto Sunyaev-Zeldovich (SZ) sugli ammassi di galassie è stato utilizzato per analisi cosmologiche, anche sui parametri, complementari a quelle ottenute dal CMB.

La struttura su grande scala viene studiata usando anche altri traccianti cosmologici a scale più piccole rispetto al CMB quali: le galassie, gli ammassi di galassie e il mezzo intergalattico. In particolare, la comunità scientifica è coinvolta in **grandi survey** (BOSS/SDSS-III, VIPERS, ATLAS), che mirano non solo a misurare i parametri cosmologici nel modello standard ma anche a capire se vi siano deviazioni dalla relatività generale (distorsioni nello spazio dei redshift, clustering di galassie) e, più in generale, a ricostruire lo stato geometrico e dinamico dell'universo in scenari non-standard.

In particolare, la survey VIPERS (P.I. INAF) ha recentemente permesso di misurare ad epoche cosmiche ancora poco esplorate il clustering delle galassie e le distorsioni nello spazio dei redshift. E' da notare comunque che, specie su alcuni parametri cosmologici, i limiti più stringenti sono ricavati combinando le informazioni dal CMB e dalla struttura a grande scala, anche attraverso lo studio delle cross-correlazioni (effetto ISW, lensing, studi di gaussianità, masse dei neutrini, etc.).

Particolarmente rilevante, dal punto di vista scientifico, è lo studio cosmologico degli ammassi di galassie, specie ad alto redshift (sia per le proprietà di clustering che il loro numero), svolto con campagne **multi-frequenza** (CHANDRA, XMM-Newton, Swift, EVLA, GMRT, HST, LOFAR, progetto CLASH) che permettono una caratterizzazione fisica di queste importanti strutture cosmiche anche attraverso il lensing gravitazionale. Il mezzo intergalattico permette, inoltre, di stimare la temperatura della materia oscura a piccole scale attraverso la foresta Lyman-alpha (con dati ottenuti da spettrografi SDSS, UVES, Keck e X-Shooter) e in generale la struttura cosmica a $z=2-5.5$, fornendo misure geometriche e dinamiche sull'universo primordiale. Gli aspetti interpretativi vengono affrontati anche utilizzando super-computer paralleli internazionali e nazionali (per esempio "Fermi", presso il CINECA) che modellano la struttura a grande scala e sono necessari per l'analisi dati.

Per la complessità della fisica coinvolta e per le questioni ancora aperte, lo studio delle galassie e delle strutture cosmiche è uno dei campi più attivi e trainanti dell'astrofisica moderna a livello internazionale. Il ruolo dell'Italia in questo campo è di primo piano. Ricercatori dell'INAF sono alla guida di grandi survey spettroscopiche - condotte principalmente con telescopi ESO quali VLT - e fotometriche - grazie alla posizione di primo piano nello sfruttamento del VST e all'utilizzo dell'LBT. L'eccellenza italiana si evidenzia sia sul fronte osservativo, con l'utilizzo di strumentazione che copre tutto lo spettro elettromagnetico dalle lunghezze d'onda X e gamma al radio, sia sul fronte teorico con lo sviluppo numerico e analitico di simulazioni cosmologiche e modelli di evoluzione spettrofotometrica e chimica di avanguardia.

Complessivamente, l'astronomia italiana si colloca al quarto posto dell'astronomia mondiale in questo campo di ricerca, con punte di eccellenza (terzo posto nel mondo⁶) nello studio degli ammassi di galassie, degli aloni galattici e delle galassie attive.

⁶ Il ranking italiano nei vari settori e l'impatto della produzione italiana è qui ottenuto a partire dal numero di citazioni ad articoli con primo autore italiano rispetto al totale mondiale.

L'impatto della ricerca in questo campo da parte dei ricercatori italiani è testimoniato dal grande numero di citazioni degli articoli su riviste del settore e dalla loro partecipazione a grandi progetti per nuova strumentazione (CTA, ATLAS, NuSTAR, *Euclid*) e a rilevanti collaborazioni scientifiche (SDSSIII/BOSS, UltraVISTA, CANDELS, Hershel/GOODS) anche a PI-ship italiana (VIPERS).

Oltre a questi grandi progetti, altri studi hanno avuto un elevato impatto ed ottenuto risultati di primo piano nel 2013 (articoli più citati dell'anno con primo autore o forte componente italiana): si pensi, ad esempio, allo studio della struttura su grande scala dell'universo (tramite clustering di galassie, la riga Lyman- α e le simulazioni); allo studio delle galassie massicce ad alto redshift; all'analisi della variazione della Funzione Iniziale di Massa Stellare nelle galassie ellittiche, all'evoluzione delle relazioni di scala (relazione massa-raggio galattica) e all'osservazione di fenomeni di grande energie quali Gamma Ray Burst, buchi neri e pulsar.

A.3.2 La formazione, l'evoluzione e la fine delle stelle. Le popolazioni stellari come traccianti della storia dell'Universo.

Nel campo dell'astrofisica stellare, l'INAF ha consolidato il suo ruolo di leadership internazionale conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. Ad esempio, in settori come quelli riguardanti gli ammassi stellari, le popolazioni stellari e le abbondanze degli elementi chimici nelle stelle, l'Italia risulta al terzo posto (dopo Stati Uniti e Germania) nel ranking del numero di citazioni grazie al contributo dei ricercatori dell'INAF (R. Gratton ArXiv: 1402.4080). Nel settore dell'astrofisica stellare, i ricercatori dell'Istituto hanno sviluppato un invidiabile network di collaborazioni europee e internazionali e sono presenti nelle principali "joint venture" scientifiche (Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey, VST surveys, PESSTO, etc) spesso con ruoli di leadership.

Le specifiche competenze nell'analisi dei dati fotometrici e spettroscopici presenti nell'INAF hanno consentito di utilizzare le migliori strumentazioni osservative oggi disponibili ai limiti massimi delle loro capacità tecnologiche. In questo modo, i dati di HST, VLT, LBT e dei telescopi della classe dei 10 metri hanno fornito risultati completamente innovativi nel campo degli ammassi stellari e delle stelle individuali e del mezzo interstellare (nebulose planetarie e regioni HII) nella nostra Galassia e nelle galassie del Gruppo Locale. In particolare, gli studi dei ricercatori italiani hanno dimostrato che **gli ammassi globulari sono formati da più popolazioni stellari**, rivoluzionando, in questo modo, l'idea originaria di oggetti formati di stelle di uguale età e composizione chimica e aprendo, di fatto, la strada a moderne linee di ricerca dedicate a svelare la natura di questa nuova e insospettata complessità.

Alla fine del 2013, **il satellite GAIA** ha iniziato la sua missione e, dopo aver raggiunto la sua posizione a $1.5 \cdot 10^6$ km dalla terra, ha già inviato le prime immagini di calibrazione (l'ammasso NGC1818 appartenente alla Grande Nube di Magellano, una delle galassie più vicine alla Via Lattea). E' stato, dunque, già ottenuto un primo risultato fondamentale per questo satellite destinato a rivoluzionare la nostra conoscenza sulle dimensioni spaziali e sullo stato evolutivo e dinamico della nostra galassia.

Il satellite HERSCHEL, che ha terminato le sue osservazioni scientifiche nell'aprile 2013, ha fornito osservazioni uniche della materia interstellare, migliorando la nostra conoscenza della formazione delle stelle e delle nubi di polvere e molecole fredde.

HERSCHEL ha scoperto, ad esempio, molecole sempre più complesse nelle nubi molecolari di gas interstellare.

Gli studi dei **modelli teorici** di evoluzione e pulsazione stellare, dei progenitori degli eventi esplosivi di Supernova e dei processi di nucleosintesi hanno fornito accurate previsioni teoriche relative alla composizione chimica del materiale (gas, polvere, etc.) espulso da stelle di masse differenti (Supernovae, stelle di Ramo asintotico delle giganti e di grande massa, etc). I nuovi risultati di questo scenario teorico, insieme all'ampio quadro osservativo fornito dai ricercatori dell'INAF, hanno consentito di realizzare progressi importanti nella conoscenza della fisica delle stelle e costituiscono strumenti insostituibili per la comprensione della storia della materia dal Big Bang fino alla definizione dell'Universo attuale in tutte le sue componenti.

Analogamente, lo studio con tecniche e metodi innovativi degli indicatori di distanza stellari (ad esempio variabili, Supernovae e fluttuazioni di brillantezza superficiale), sia dal punto di vista osservativo che teorico, ha permesso di ottenere una visione più accurata e precisa delle dimensioni delle galassie dal Gruppo Locale (es. Grande Nube di Magellano) sino ad oltre 100 Mpc e di porre vincoli fondamentali ai parametri cosmologici (es. Supernovae di tipo Ia). In questo quadro, gli studi sulle stelle variabili sia teorici che osservativi sono stati cruciali.

L'analisi della **formazione ed evoluzione delle galassie** rappresenta un passo fondamentale per la comprensione dell'evoluzione dell'universo. L'evoluzione chimica e dinamica delle galassie è segnata dall'abbondanza di sostanze chimiche presenti nelle atmosfere delle stelle e nel gas interstellare e dalla cinematica delle stelle. I migliori laboratori per questo tipo di analisi sono certamente la nostra Galassia, o Via Lattea, e le galassie del Gruppo Locale.

I principali risultati ottenuti indicano che l'evoluzione delle abbondanze di elementi diversi, quali gli elementi alfa (O, Ne, Mg, Si e Ca) ed il ferro (Fe), sono state molto diverse e dovute ai diversi produttori stellari di questi elementi. Le supernovae II, che sono l'esplosione di stelle massive che vivono poco, sembrano infatti essere i progenitori degli elementi alfa mentre il Ferro sembra essere prodotto essenzialmente dalle supernovae di tipo Ia (nane bianche in sistemi binari). Negli anni appena passati sono stati analizzati gli effetti dei flussi di gas radiali nel disco della Galassia e di Andromeda ed il loro effetto sui gradienti di abbondanza. Da questi studi si è evinto che i dischi galattici si sono formati da dentro a fuori (inside-out). Inoltre, grazie alla grande mole di dati sulle abbondanze stellari in media ed alta risoluzione per il nucleo della Galassia, si è visto che il nucleo contiene due popolazioni principali, una legata alla presenza della barra e l'altra più simile alle stelle dell'alone: in questo modo, è stato possibile sviluppare modelli atti a riprodurre questa bimodalità. Sono state altresì misurate le abbondanze chimiche nelle stelle delle galassie sferoidali nane del Gruppo Locale, al fine di comprendere se l'alone della nostra Galassia abbia avuto origine per accrescimento di sistemi stellari simili a queste galassie. Sono stati realizzati diagrammi Magnitudine-Colore molto dettagliati per questi oggetti, onde ricostruirne la storia di formazione stellare grazie a HST, LBT e VLT.

Lo studio dei **pianeti extra-solari** è uno dei campi più attivi dell'astrofisica. Grazie alle survey di velocità radiali da Terra, di transiti da Terra (es.: HARPS-N operativo al telescopio Nazionale Galileo dell'INAF) e dallo spazio (missioni Corot e Kepler), alle rivelazioni dirette con osservazioni ad alto contrasto con grandi telescopi da Terra, e alle rivelazioni di eventi di microlenti (sempre da Terra), sono stati rivelati oltre mille sistemi planetari. L'INAF è

strategicamente coinvolto in questo tipo di ricerche non solo per lo spettrografo HARPS-N ma anche in un campo in cui l'Istituto detiene la leadership tecnologica internazionale: l'Ottica Adattiva, una sofisticata tecnologia che permette ai telescopi di contrastare la turbolenza atmosferica. Grazie a questa tecnica, è stato possibile osservare direttamente la debolissima luce riflessa dei pianeti all'interno del brillantissimo (un milione di volte più intenso) alone della stella centrale.

Il quadro che emerge è complesso ed affascinante: se, da un lato, i sistemi planetari sono molto frequenti, dall'altro solo una parte di essi somiglia al nostro; inoltre, sono molto comuni i sistemi con pianeti delle dimensioni simili a Nettuno o con super-Terre a distanze dalla loro stella inferiori a quelle della Terra. Viceversa, comincia anche ad emergere un numero significativo di sistemi simili al nostro.

Rimane ancora molto incerta la frequenza di pianeti a grandi separazioni dalla stella, che possono originarsi sia mediante il meccanismo di "core accretion" all'interno del disco proto-planetario, che si pensa sia all'origine dei pianeti del sistema solare, sia per instabilità nel disco: per questo aspetto future osservazioni ad alto contrasto avranno potenzialmente un grande impatto. L'enfasi nella ricerca si sta comunque spostando dalla semplice rivelazione alla caratterizzazione dei pianeti extra-solari, che riguarda principalmente tre aspetti: l'architettura dei sistemi, la struttura dei pianeti e la composizione delle loro atmosfere. Mentre per il primo aspetto sono essenziali le misure dinamiche (massa e periodi), l'analisi della struttura richiede la misura della densità e, quindi, del raggio del pianeta e quella delle atmosfere planetarie è possibile solo attraverso misure spettroscopiche. Questi ultimi due aspetti sono possibili per i pianeti in transito e in parte anche per quelli osservati con immagini dirette.

A.3.3 Il Sole e il sistema planetario.

Diversi progetti per lo studio del **Sole** sono stati premiati con finanziamenti, tra questi lo "Studio della corona solare" (fondi ASI) dedicato alla struttura fine del riscaldamento impulsivo degli archi coronali, di fenomeni di turbolenza e di sorgente e meccanismi di accelerazione del vento solare; lo studio dei processi di accelerazione e trasporto del plasma e dei raggi cosmici nell'ambiente interplanetario/magnetosferico, utilizzando le osservazioni di recenti missioni spaziali (e.g. ESA-CLUSTER). Inoltre, il progetto eHEROES (EU-FP7-2010-Space) ha studiato le caratteristiche dello spazio interplanetario; il progetto SOLID (EU-FP7-2011-Space) ha permesso l'analisi delle misure dell'irradianza solare prodotte da missioni spaziali, lo sviluppo di modelli delle variazioni dell'emissione radiativa del Sole e la modellizzazione del clima terrestre; il progetto F-Chroma (EU-FP7-2012-Space) studia i brillamenti (flares). Infine, vi sono stati contributi alla COST Action ES0803, "*Developing Space Weather Tools and Services in Europe*", alla COST Action ES1005 "*Towards a more complete assessment of the impact of Solar variability on the Earth's Climate*" e anche il progetto PRIN MIUR 2012 "*The active sun and its effects on space and Earth climate*" ha ricevuto un finanziamento. Tra le attività che includono osservazioni da terra del sole vi è la partecipazione al consorzio EAST (European Association for Solar Telescopes), un progetto (EU-FP7-2011-I3-High-Resolution Solar Physics) volto all'integrazione delle maggiori infrastrutture europee dedicate alle osservazioni ad altissima risoluzione del Sole e alla progettazione del telescopio di nuova generazione EST. Queste risorse osservative hanno lo scopo di costituire una efficace rete a supporto di un servizio nazionale e internazionale per lo Space Weather. Infine, il progetto STORM (EU-FP7-2012-Space *Solar system plasma turbulence: observations, intermittency and*

multifractals) studia le proprietà della turbolenza osservata nell'ambito dei plasmi solari, interplanetari e magnetosferici.

L'INAF da anni partecipa, rivestendo anche un ruolo primario, alle più grandi missioni spaziali internazionali di **esplorazione planetaria**, nell'ambito di missioni dell'ESA e della NASA, supportate dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). In particolare, l'Istituto aderisce alle missioni spaziali Rosetta (ESA) e DAWN (NASA), dedicate, rispettivamente, all'esplorazione *in loco* della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko (Rosetta), che sarà raggiunta tra pochi mesi, e del pianeta nano (1) Cerere e dell'asteroide (4) Vesta (DAWN). DAWN ha già visitato Vesta ed è adesso in viaggio verso Cerere, che sarà raggiunto nel mese di febbraio del 2015: sono stati analizzati e studiati i primi dati disponibili per rispondere ad alcune questioni fondamentali che riguardano la formazione del nostro Sistema Solare e la composizione originale del disco protoplanetario. Alcuni dei principali strumenti scientifici di bordo (VIRTIS e GIADA per Rosetta, VIR per DAWN) sono a responsabilità italiana, con finanziamenti importanti da parte dell'ASI. Per quanto riguarda l'esplorazione spaziale dei pianeti giganti, è in viaggio la missione NASA Juno, dedicata allo studio di Giove, cui l'INAF contribuisce (finanziamento ASI) con uno spettrometro ad immagine (JIRAM) e con tre CoI-ship nel team scientifico. In attesa del suo arrivo, previsto per il 2016, sono stati già raccolti ed analizzati dati relativi alla Terra, nella prima fase del viaggio verso Giove.

L'INAF, inoltre, partecipa direttamente con vari team members nei comitati di missione, con il coordinamento scientifico per la parte italiana (stabilito a Roma) e con strumentazione a bordo della sonda (canale visibile strumento VIMS) alla missione a Saturno "Cassini", i cui dati sono in fase avanzata di studio.

Per i pianeti interni, l'INAF partecipa all'esplorazione di Marte (missione ESA Mars Express, in corso da alcuni anni); gli obiettivi scientifici della missione sono lo studio dell'atmosfera, della superficie e del sottosuolo del pianeta, con cinque esperimenti (ASPERA, HRSC, MARSIS, OMEGA e PFS).

Lo studio di Venere è realizzato attraverso un altro progetto ESA, denominato Venus Express: anche questo progetto, in corso da alcuni anni, vede la partecipazione dell'INAF che esprime, tra l'altro, una CoPI-ship dello spettrometro ad immagine VIRTIS, dedicato allo studio dell'atmosfera e della superficie del pianeta.

Inoltre, l'ESA ha recentemente lanciato Gaia, missione dedicata allo studio degli oggetti del Sistema Solare, nell'ambito della quale l'Istituto riveste un ruolo fondamentale nel Data Processing and Analysis Consortium (DPAC), il consorzio europeo che si occupa della riduzione dei dati della missione. Gaia fornirà dati fondamentali sulla popolazione degli asteroidi, e in particolare le prime misure accurate di massa e densità per un campione importante della popolazione.

Infine, la planetologia italiana fornisce un contributo importante allo studio degli oggetti con orbite molto vicine alla terra (near-Earth objects, NEO): in particolare, va citato il progetto NeoDys (Università di Pisa, IAPS Roma), finanziato in parte dall'ESA nell'ambito del programma SSA (Space Situational Awareness).

A.3.4 Astrofisica Relativistica e Particellare

L'astronomia delle alte energie e relativistica è stata, ed è tuttora, protagonista di un'epoca d'oro caratterizzata dalla continua entrata in funzione di nuove strumentazioni sia da satellite che da terra. Parallelamente, si è assistito ad una continua crescita delle competenze teoriche, modellistiche ed interpretative fino a portare questo settore di

ricerca ad essere certamente uno dei punti di eccellenza dell'INAF. Peraltro, tutte queste attività si sviluppano a partire da una consolidata tradizione strumentale dell'INAF in questo settore e numerosi e grandi sono i progetti supportati dall'Istituto ma anche dall'ASI e dal MIUR.

Astronomia dai Raggi Gamma al TeV. I risultati ottenuti in questi ultimi anni dalle missioni spaziali *Fermi* e AGILE e dai telescopi Cherenkov, come MAGIC, sono tali da rappresentare una vera rivoluzione nel campo dell'astronomia gamma. L'ultimo catalogo di sorgenti gamma rivelate da *Fermi*, che comprende circa 2000 sorgenti, ha permesso di aprire il campo allo studio delle proprietà statistiche in banda gamma di diverse popolazioni di oggetti astrofisici. I più rilevanti risultati di *Fermi* sono: (i) i limiti alla Dark Matter (DM, sia da emissione isotropa diffusa che da emissione della galassia); (ii) la conferma dell'eccesso positrone/elettrone con rilevanti conseguenze sulla sua origine; (iii) la scoperta delle "Fermi Bubbles", emissioni gamma probabilmente connesse con l'attività del nucleo della nostra galassia; (iv) l'identificazione e lo studio di più di 100 pulsar nuove e, infine, (v) l'osservazione dell'emissione GeV dai Gamma-Ray Burst (GRB).

Molto importanti e promettenti sono anche gli studi sulle Wind Nebulae delle pulsar (PWN), sui fenomeni transienti e/o di variabilità sia da oggetti noti che non classificati nella nostra Galassia. Fra i risultati più rilevanti per l'astronomia Cherenkov spiccano: (i) la scoperta di pulsazioni della Crab Nebula ad energie fino a 25 GeV; (ii) la definizione di importanti limiti osservativi sulla presenza di materia oscura in galassie vicine; (iii) lo studio delle Spectral Energy Distribution di molti Nuclei Galattici Attivi (AGN) e, infine, (iv) la possibilità di verificare sperimentalmente le proprietà degli assiomi, particelle previste dal modello standard e da diverse sue estensioni.

Accelerazione di particelle in astrofisica e fenomeni non termici. Uno dei principali campi di attività riguarda lo studio dell'accelerazione di particelle in resti di SN e la loro connessione con l'origine dei raggi cosmici (CR). Importanti risultati sono stati ottenuti nello studio dell'accelerazione "non-lineare" di particelle da shock e delle sue implicazioni sull'amplificazione di campi magnetici agli shock e alla massima energia accelerabile. Altre ricerche sono state orientate, negli ultimi anni, allo studio dell'accelerazione di particelle negli shock delle PWN mediante uso di simulazioni numeriche di tipo magneto-idrodinamico (MHD). Su più grandi scale, negli ammassi di galassie e filamenti, risultati importanti sono stati ottenuti nella fisica dell'accelerazione di particelle e dei fenomeni non termici. Uno dei campi di attività principali riguarda lo studio dell'interazione non lineare fra particelle e turbolenza MHD e l'accelerazione di particelle da shock cosmologici. In questo campo, i dati derivano principalmente da osservazioni in banda radio di ammassi e filamenti (VLA, GMRT, WSRT).

La problematica dell'accrescimento su oggetti compatti e la espulsione di getti relativistici coinvolge fenomenologie estremamente differenti dal punto di vista osservativo. Basti pensare alle sorgenti blazar, in cui il getto domina il sistema, o alle binarie X e agli AGN in generale, in cui le proprietà di accrescimento e getto sono strettamente legate, anche se su scale spaziali molto differenti; oppure al comportamento della materia nelle vicinanze di buchi neri di taglia intermedia o, per finire, all'ampia fenomenologia legata ai GRB ed alle supernove ad essi a volte associati. Caratteristica comune di questo settore di ricerca è l'estrema dinamicità temporale dei fenomeni studiati, che ha generato lo sviluppo e l'applicazione di specifiche tecniche osservative e strumentali.

La missione AGILE. Fra i più importanti risultati di AGILE (missione italiana) menzioniamo: (i) la scoperta di emissione gamma transiente dalla Crab Nebula, con importanti ripercussioni nel campo della fisica dell'accelerazione di particelle; (ii) la scoperta e la caratterizzazione di processi di emissione adronica in diversi resti di SN; (iii)

la rivelazione e l'annuncio rapido del super-flare gamma del blazar 3C454.3 ("Crazy Diamond"), che ha permesso di effettuare una campagna a multifrequenza di grande precisione. Infine, (iv) la scoperta di emissione a energie fino a 100 MeV da parte dei Flash Gamma Terrestri (TGF) che ha avuto un grande impatto sugli studi di fisica dell'atmosfera.

La missione Swift ed i GRB. Anche la missione Swift merita, a diversi anni dal lancio, attenzione particolare per il perdurante, elevato contributo scientifico nel campo, principalmente, dei GRB ma anche della fisica delle alte energie. L'INAF è direttamente coinvolto nella gestione e nella progettazione della missione, che prosegue con la continua attività di rivelazione e caratterizzazione di circa un centinaio di GRB per anno. Questi risultati hanno condotto a studi dettagliati sulla definizione delle varie categorie di eventi di questa natura ed al loro possibile uso come indicatori cosmologici. Inoltre, una parte importante del tempo di osservazione è dedicata a sorgenti di altra natura e non si può tacere dell'eccezionale scoperta di sorgenti alimentate dalla distruzione mareale di oggetti di varia taglia, da asteroidi a stelle, seguiti per tutta la durata dell'evento.

Di grande rilievo per il ruolo dell'INAF nell'ambito dell'ESO sono poi le attività osservative in corso con lo strumento ESO X-shooter dedicate ai GRB, alle SN ed alle galassie ospiti di questi oggetti.

Studio di Oggetti Compatti con proprietà estreme. Tra le classi di oggetti compatti identificate negli ultimi anni e oggetto di studi approfonditi spiccano i Transienti X veloci con compagna super- massiccia (SFXT) e i Transienti X estremamente deboli (VFXT). Tra le classi con proprietà fisiche estreme spiccano le Magnetar, le pulsar (radio o in accrescimento) con periodi di spin al millisecondo e i candidati buchi neri di massa stellare. Lo studio degli oggetti relativi alle prime due classi hanno anche un impatto diretto su uno degli argomenti più caldi dell'astronomia moderna, ovvero la determinazione dell'equazione di stato che governa la materia di una stella di neutroni.

In molti casi gli studi degli oggetti compatti sono basati su dati acquisiti da strumenti in più bande dello spettro elettromagnetico (dal radio all'infrarosso, all'ottico, alla banda X e Gamma). In aggiunta, ricordiamo che lo studio di questa categoria di fenomeni offre anche unici strumenti per indagare su problematiche di fisica fondamentale.

A.3.5 Ricerca di Base nel Campo delle Tecnologie Astronomiche

La ricerca in campo astronomico, nell'accezione teorica ed interpretativa, è sostanzialmente ricerca di base, con importanti ricadute culturali ma priva di risvolti applicativi diretti. Ciononostante, l'evoluzione recente dell'Astronomia Osservativa ha determinato la necessità di costruire strumenti sempre più complessi per venire incontro alle esigenze degli esperimenti. In alcuni casi, nuovi processi di base o nuovi materiali sono stati sviluppati *ex novo* per consentire il loro utilizzo nella strumentazione astronomica all'avanguardia. Per questa ragione, l'INAF porta avanti progetti di ricerca di base ed applicata nel settore delle tecnologie astronomiche sia nei propri laboratori che in collaborazione con l'industria Nazionale. Questi progetti, pur orientati alla strumentazione Astronomica, hanno risvolti applicativi diretti anche in altri settori, al punto che l'Istituto ne promuove attivamente la diffusione e la valorizzazione. La linea di ricerca tecnologica dell'INAF abbraccia attività estremamente multidisciplinari che spaziano dalla scienza ed ingegneria dei materiali, ai modelli matematici per il processo di immagine, allo studio delle diffusioni in atmosfera e dalla turbolenza.

Nel campo della Ricerca Tecnologica Applicata lo sviluppo è normalmente temperato dall'esigenza di abbattere i rischi connessi all'utilizzo di tecnologie non sufficientemente

mature nella realizzazione di strumentazione astronomica innovativa. Per questa ragione, si investe in programmi di R&D, paralleli alla costruzione della strumentazione, finalizzati all'innovazione e allo sviluppo di nuove tecnologie, da sottoporre poi a collaudo per la verifica delle prestazioni e dell'affidabilità, che possano essere implementate in progetti internazionali di punta. In questo contesto è essenziale la collaborazione con l'industria nazionale, anche attraverso le opportunità di partnerships di reti pubblico-private finanziate dalla Comunità Europea e/o dal Governo Italiano, quali la partecipazione a Distretti Tecnologici e Clusters fra Università e altri Enti di ricerca, PMI e grandi imprese.

Nel campo della Ricerca Tecnologica di Base gli studi si concentrano sui materiali, sui dispositivi e sui processi in embrione di interesse per la strumentazione astronomica futura ma ancora non esistenti, neppure a livello prototipale. Questa ricerca si sviluppa internamente ai laboratori dell'INAF e viene poi proposta all'industria nazionale per la industrializzazione dei processi legati, ma non necessariamente, al settore astrofisico.

Tra i dispositivi e processi recentemente affermatosi nella tecnologia astronomica a paternità o chiara leadership italiana si elencano i seguenti, a titolo esemplificativo:

Ottiche Adattive: area di sicura leadership italiana nel settore delle Ottiche Adattive Multi-Coniugate (MCAO) e nei sensori di fronte d'onda con particolare riferimento ai sensori a Piramide.

Processi di produzione di specchi per replica: l'INAF ha sviluppato, in collaborazione con l'Industria Italiana, tecniche di riproduzione di specchi ad alta e bassa qualità superficiale mediante replica a freddo (cold slumping) e replica a caldo (warm slumping). Specchi prodotti con queste tecnologie sono correntemente installati in infrastrutture esistenti o considerate baseline per infrastrutture future.

A.4 Azioni specifiche per rendere efficace, efficiente e economica la gestione scientifica e organizzativa dell'Ente

A.4.1 Direzione Generale

In conformità a quanto disposto dallo Statuto e dal Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento, tenuto peraltro conto dell'avvenuta riduzione del numero degli Uffici dirigenziali, disposta con D.P.C.M. del 22 gennaio 2013, l'organigramma della Direzione Generale è stato così riarticolato:

SEGRETERIA

- *Particolare ed Amministrativa*

SERVIZI DI STAFF:

- *Affari legali;*
- *Controllo di gestione;*
- *Studi ed attività ispettiva;*
- *Prevenzione e sicurezza sul lavoro;*

CENTRO ELABORAZIONE DATI

UFFICIO I – RISORSE UMANE

Area funzionale I

Settore A: "Rapporto di lavoro - stato giuridico del personale"

Settore B: "Fabbisogni e reclutamento di risorse umane"

Area funzionale II

Settore A: "Formazione - adempimenti obbligatori - normativa d'interesse del personale" –

Settore B: "Relazioni sindacali e contrattazione integrativa"

Area funzionale III

Settore A: "Trattamento economico del personale"

Settore B: "Trattamento previdenziale e di fine rapporto"

UFFICIO II – AFFARI GENERALI E RISORSE ECONOMICHE

Area funzionale I

Settore A: "Piani di attività - bilancio preventivo e consuntivo"

Settore B: "Monitoraggio e gestione delle risorse finanziarie"

Area funzionale II

Settore A: "Contratti – gare - consorzi – fondazioni - convenzioni con Enti Pubblici e Privati"

Settore B: "Progettazione – edilizia - lavori pubblici"

Area funzionale III

Settore A: "Patrimonio, inventario ed acquisti in economia"

Settore B: "Servizi generali – manutenzione- fondo economale—Protocollo – archivio – accettazione e spedizione corrispondenza"

L'evidenziato nuovo assetto organizzativo della Direzione Generale è stato rivisto anche al fine di assicurare la massima possibile efficienza ed economicità dell'azione amministrativa e gestionale dell'Istituto, garantendo altresì il più efficace collegamento con gli Organi, gli Organismi e le Strutture territoriali di ricerca. L'esposizione grafica consente di rilevare, in modo schematico, i flussi decisionali e le interconnessioni attivate tra le varie articolazioni della Direzione Generale.

Il nuovo modello organizzativo della Direzione Generale, ha tenuto anche conto di talune attività amministrativo-contabili di sua competenza, storicamente svolte a livello locale dagli Uffici Amministrativi delle Strutture territoriali. Tale peculiarità ha posto in rilievo l'esigenza che le funzioni di coordinamento e vigilanza fossero assicurate a livello centrale. Tutto ciò al fine di garantire la necessaria uniformità ed omogeneità delle suddette attività decentrate, anche nell'ottica della migliore ottimizzazione delle relazioni sinergiche tra tutte le strutture dell'Ente ed il mondo esterno.

Con successivi provvedimenti direttoriali sono stati inoltre attribuiti gli incarichi ai soggetti da proporre ai Servizi, alle Aree funzionali ed ai Settori dei due Uffici dirigenziali; nonché individuate le figure responsabili della Trasparenza ed Anticorruzione.

Nel delineato nuovo assetto organizzativo della Direzione Generale INAF, si è peraltro riusciti ad evitare nuovi e maggiori oneri per il bilancio dell'Ente.



A.4.2 I Laboratori Nazionali

Nel corso del 2013 la Direzione Scientifica ha posto in essere azioni che giungeranno a compimento nel triennio 2014-2016 tese ad ottimizzare la efficienza della ricerca tecnologica e dello sviluppo di strumentazione andando a modificare la attuale distribuzione delle competenze.

L'obiettivo è porre in essere *Laboratori Nazionali Tematici*, territorialmente concentrati o distribuiti a seconda della tipologia, che riuniscano sotto una unica coordinazione le competenze di punta specifiche in un determinato settore.

Questa riorganizzazione, pensata di applicazione generale, troverà immediata applicazione in un primo progetto pilota di "Laboratorio Nazionale di Ottiche Avanzate" nel quale

confluiranno, a titolo sperimentale, le tecnologie per ottica adattiva, ottiche olografiche ed altri tipi di ottiche non tradizionali.

A.4.3 Riorganizzazione della Direzione Scientifica

L'organizzazione della Direzione Scientifica è articolata su sei Uffici che coordinano l'attività scientifica e tecnologica:

Unità Scientifica Centrale I: Coordinamento Scientifico, Servizi Nazionali e Risorse Storico Museali

Unità Scientifica Centrale II: Gestione Progetti da Terra

Unità Scientifica Centrale III: Gestione Progetti Spaziali

Unità Scientifica Centrale IV: Politiche Industriali, Innovazione e Trasferimento Tecnologico

Unità Scientifica Centrale V: Relazioni Internazionali

Unità Scientifica Centrale VI: ICT - Information and Communications Technologies

Coadiuvate da un servizio Centrale di Ingegneria che provvede supporto gestionale ai progetti

Non si prevede una riorganizzazione di questa struttura che si è rivelata efficiente e funzionale. Gli interventi previsti vanno soprattutto verso il rafforzamento del Servizio Centrale di Ingegneria che svolge un ruolo sempre più importante non solo nel coordinamento gestionale ma anche nella formazione delle capacità gestionali nelle sedi periferiche che sono i luoghi deputati alla costruzione e gestione dei progetti tecnologici. Un altro tipo di intervento previsto è quello di formare una unità per la valutazione scientifica di supporto alla DS nell'espletamento delle procedure di valutazione e nel fornire i dati su cui si basa la valutazione scientifica esterna (ANVUR).

B. Gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio

B.1 Introduzione

In questa sezione sono presentati gli obiettivi che l'INAF ritiene prioritari in ambito scientifico e tecnologico individuati come strategici nel Documento di Vision (DVS) dell'Ente. Nel fare ciò si è tenuto conto della roadmap scientifica definita nel piano Europeo ASTRONET, che include le priorità del programma scientifico dell'ESA "Cosmic Vision", alla redazione del quale hanno anche contribuito i ricercatori e gli astronomi dell'INAF. Di seguito, verranno elencati i temi e i quesiti fondamentali cui l'Istituto intende dare una risposta.

Di particolare rilevanza la novità introdotta nel par. B.2.1 relativo alla astrofisica dallo spazio: in esso si propone, operativamente, un approccio nuovo teso ad evitare il declino della astronomia dallo spazio, attualmente in corso da qualche anno a causa dei mancati interventi della Agenzia Spaziale Italiana. Nel par. B.2.1, in sostanza, si valuta la spesa necessaria alla attività di astrofisica dallo spazio e si propone di gestire direttamente tale somma, in collaborazione con ASI, senza alcun aggravio di spesa per il MIUR.

B.1.1 Cosmologia e galassie: l'Universo ad alto redshift.

Nei prossimi due anni verranno rese pubbliche **le mappe finali ottenute dal satellite Planck**, basate su quattro anni di osservazione, che includeranno il pieno utilizzo dei dati sulla **polarizzazione**. Ciò consentirà di migliorare ulteriormente la precisione sui parametri, riducendo notevolmente la degenerazione tra gli stessi e l'impatto dell'ausilio di altri set di dati, e di vincolare quindi ulteriormente i modelli e la scala di energia dell'inflazione (eventualmente scoprendo i modi B primordiali associati al campo stocastico di onde gravitazionali), la fisica fondamentale e il processo di reionizzazione. Parimenti, tutti gli studi sui segnali astrofisici si avvarranno della preziosa informazione in polarizzazione.

La legacy scientifica dei dati di Planck e le analisi accurate post-periodo proprietario dureranno per molti anni e costituiranno, assieme ai metodi originali di analisi scientifica dei dati, una base di partenza fondamentale per caratterizzare gli obiettivi e i requisiti delle prossime missioni di CMB (CORe/PRISM), la cui realizzazione viene considerata cruciale nel piano di visione dell'ESA. Tra questi obiettivi emerge, ovviamente, lo studio accurato dei modi B di polarizzazione, l'estensione allo stesso di analisi accurate di geometria e non-gaussianità, la migliore caratterizzazione in frequenza delle componenti astrofisiche e del CMB, l'analisi dell'effetto SZ su tutto il volume di Hubble, con le ovvie implicazioni per la struttura su larga scala, inclusi gli effetti cinematici, una precisa caratterizzazione del segnale di fondo astrofisico nel lontano infrarosso e del suo legame con l'evoluzione delle galassie.

Come su menzionato, un metodo di indagine cosmologica che si sta rivelando sempre più promettente è l'analisi combinata (cross-correlazione) di **mappe e survey realizzate in bande diverse di frequenza** e, in particolare, quella tra le fluttuazioni del CMB e i cataloghi di galassie (alle diverse lunghezze d'onda) fornisce informazioni preziose sull'effetto Sachs-Wolfe integrato, la natura della DE, il livello di non-gaussianità delle perturbazioni primordiali. La combinazione tra le mappe di CMB di Planck e delle future missioni con le survey che si realizzeranno con SKA, Euclid, Athena, etc. si rileverà cruciale sia per queste e altre tematiche prettamente cosmologiche, sia, più in generale, per una

visione tridimensionale dell'universo e dell'evoluzione cosmologica della sua ricca fenomenologia astrofisica.

Un'altra sfida interessante è rappresentata dal riuscire a caratterizzare l'evoluzione della componente barionica da alto a basso redshift utilizzando le informazioni provenienti da mezzo intergalattico, mezzo intra-cluster e oggetti collassati.

Gli obiettivi prioritari dell'astronomia extragalattica mondiale e italiana dei prossimi anni in quest'area possono essere riassunti secondo alcuni filoni principali:

- Lo studio **dell'universo ad alto redshift**, e la formazione delle prime stelle e galassie nell'universo giovane, al fine di comprendere quando e come si siano formate le prime stelle, quali sorgenti abbiano reionizzato l'universo e come si siano assemblate le prime galassie e formati i primi buchi neri e quasars;
- La comprensione delle leggi fisiche che governano le proprietà e **l'evoluzione delle galassie** sin dalla loro formazione e l'effetto dell'ambiente sui processi evolutivi per chiarire i fenomeni alla base della diversità di forme, masse, storie stellari nelle popolazioni delle galassie alle diverse epoche cosmiche;
- La **distribuzione della materia oscura intorno alle galassie** a varie epoche, grazie, per esempio, alle misure di strong e weak lensing su grandi volumi dell'universo (vedi le survey pubbliche ESO ai telescopi VST e VISTA, KiDS e VIKING innanzitutto) o dalle misure cinematiche in galassie di diversi tipi morfologici nell'universo locale, per comprendere i dettagli della distribuzione di materia oscura intorno alle galassie e discriminare tra modelli cosmologici con materia oscura 'cold' o 'warm';
- L'evoluzione della **struttura cosmica su grande scala** tracciata dagli ammassi di galassie e dal mezzo intergalattico al fine di caratterizzare proprietà di fisica fondamentale e parametri di modelli cosmologici standard e non-standard (progetti E-ELT, SKA, spettrografi ad alta e media risoluzione, survey CCAT per ammassi di galassie, Athena, SPICA).

Tali ricerche sono caratterizzate dallo studio delle proprietà delle galassie in epoche diverse del nostro universo, talvolta così lontane che, anche con l'utilizzo della più moderna strumentazione, le nostre conoscenze restano ancora parziali. Passi avanti si stanno compiendo con i dati ottenuti da ALMA a lunghezze d'onda millimetriche, con l'attuale strumentazione del VLT e con LBT.

Un contributo fondamentale per questi filoni di ricerca viene dalle grandi survey fotometriche e spettroscopiche che hanno giocato un ruolo molto importante negli ultimi anni, e continueranno a farlo nel prossimo triennio. In preparazione all'era dei grandissimi telescopi (e.g. E-ELT), le survey che vedranno impegnati i ricercatori dell'INAF nel prossimo triennio comprendono quelle ottenute con strumenti ESO-VLT, quali KMOS and MUSE, i telescopi VST, VISTA, ALMA, la partecipazione a survey quali SDSS-IV e la preparazione a nuovi strumenti e survey quali WEAVE. È facile prevedere uno sviluppo dell'acquisizione di dati "a campo integrale", in cui le galassie vengono mappate ad alta risoluzione per risolvere le singole regioni all'interno di una galassia. Questo porterà a progressi significativi nella comprensione della formazione delle diverse componenti delle galassie (dischi e sferoidi), nello studio dei buchi neri al centro delle galassie e del ruolo dei nuclei galattici attivi nell'evoluzione delle galassie che li ospitano.

B.1.2 Le Stelle, le Popolazioni Stellari e il Mezzo Interstellare: i laboratori per capire la storia della materia dal big bang ad oggi. I pianeti esterni al sistema solare: una grande sfida per l'astrofisica

Capire l'**origine e la natura delle popolazioni stellari multiple** negli ammassi globulari galattici e nei sistemi stellari del Gruppo Locale sarà una delle sfide più affascinanti dei prossimi anni. In attesa della futura generazione di telescopi da terra e dallo spazio (E-ELT, LSST, JWST, SKA, EUCLID, etc.), l'uso innovativo dell'attuale strumentazione dovrà svelare quantità astrofisiche fondamentali quali l'efficienza della formazione stellare, la funzione di massa iniziale, l'età, la composizione chimica, il rapporto massa luminosità, etc. degli aggregati stellari di differenti dimensioni, dai giovani ammassi stellari agli antichi globulari attraverso le deboli galassie nane fino alle distanti galassie a spirale ed ellittiche. Gli studi teorici e osservativi avranno il compito estremamente arduo di capire se la complessità delle multi-popolazioni osservate nei sistemi stellari dell'universo locale si ripeta o meno nei sistemi di ammassi globulari appartenenti a galassie di diverso tipo morfologico, storia evolutiva e caratteristiche fisiche.

E' ormai risultato acquisito che popolazioni stellari multiple sono state scoperte negli ammassi globulari galattici, una scoperta che ha rivoluzionato l'idea che le stelle di questi sistemi stellari semplici si sono formate in un unico episodio di formazione stellare. Come e quando si sono formate queste popolazioni multiple? Come e chi (stelle di AGB o di grande massa in rapida rotazione o binarie?) ha prodotto il gas necessario a formare la seconda (la terza, etc.) generazione di stelle? Quali sono le conseguenze di questa rivoluzionaria scoperta nella comprensione dei sistemi stellari esterni alla nostra galassia?

L'analisi dei dati del **satellite GAIA** – nella quale i ricercatori dell'INAF rivestono ruoli di primaria importanza – produrrà una "fotografia" unica della **Via Lattea** con informazioni uniche sulle dimensioni spaziali e sullo stato evolutivo e dinamico della nostra galassia, fornendo un banco di prova ineguagliabile per verificare, a un livello di precisione mai raggiunto, la validità delle moderne previsioni teoriche sulla formazione della Via Lattea e dei sistemi stellari più vicini. Inoltre, questi risultati forniranno calibrazioni eccezionali degli indicatori di distanza (ad esempio, variabili, supernovae e fluttuazioni di brillantezza superficiale) aprendo una nuova era in termini di precisione e accuratezza della **scala di distanza extragalattica** e dunque nella conoscenza delle reali dimensioni spaziali dell'Universo. Infine, Gaia avrà un impatto fondamentale nel derivare misure molto accurate dell'energia emessa da ciascuna stella per un campione enorme ($> 10^7$) di stelle della galassia. I ricercatori dell'INAF, che già detengono la leadership internazionale nel campo delle teorie di evoluzione e pulsazione stellare, saranno in grado di confrontare i loro modelli con questi dati, rendendo possibile un vero salto di qualità nella conoscenza della fisica stellare.

Tra le infrastrutture da cui si attendono informazioni innovative nell'ambito delle stelle e del mezzo interstellare, il telescopio ALMA, con il supporto e il coordinamento dell'"Alma Regional Centre", operativo presso l'IRA di Bologna, consentirà, insieme ai dati dei grandi telescopi (es. LBT), di comprendere i dettagli della formazione stellare e della formazione ed evoluzione di dischi protostellari/protoplanetari e dei fenomeni di accrescimento di massa delle stelle.

Le proprietà, i progenitori e i "rates" di **Supernovae** di tipo I e le diverse classi di SN di tipo II saranno oggetto di osservazioni (es. VLT, LBT, VST) e di studi teorici che avranno importanti conseguenze sulla cosmologia e nell'evoluzione chimica dell'Universo.

Inoltre, l'astrofisica stellare è chiamata a rispondere a quesiti fondamentali che guideranno le linee di ricerca più importanti del prossimo triennio e che avranno un impatto diretto sulla comprensione dell'**evoluzione della materia** nell'universo. Quali sono i meccanismi fisici che governano la formazione di stelle di massa diversa? Quali sono gli effetti dell'ambiente in cui si formano? Quali sono le proprietà fisiche dei dischi di accrescimento delle stelle in formazione? Quale è il ruolo dei jet collimati supersonici e degli "outflow" spesso osservati in associazione ai dischi di accrescimento? Come questi flussi energetici influenzano la struttura e i processi fisici nelle regioni dei dischi dove si stanno per formare i pianeti? La funzione di massa iniziale (IMF) è universale? Il tasso di formazione delle stelle (SFR) segue la stessa legge in galassie di differente età e "redshift"? Con quale precisione conosciamo le dimensioni dei sistemi stellari locali e di quelli remoti? Quali sono le incertezze delle Cefeidi e degli indicatori di distanza nel misurare la distanza attraverso la scala di distanza extragalattica? Cosa sappiamo realmente dei progenitori stellari che esplodono come Supernovae? In quale modo la curva di luce delle Supernovae di tipo Ia dipende dalle proprietà fisiche dei progenitori? Interpretiamo correttamente il crescente "zoo" di esplosioni di Supernovae? Siamo in grado di prevedere (e con quale precisione) gli elementi prodotti dai processi di nucleosintesi nelle Supernovae e nelle stelle di ramo asintotico delle giganti (AGB)?

Inoltre, deve ancora essere definita uno scenario convincente per **la prima generazione di stelle** comparse nell'epoca della reionizzazione e cioè della ricercatissima popolazione III. Come si sono formate le prime stelle e le prime galassie e come si sono evolute? Qual è l'interazione tra stelle, radiazione, gas e polvere durante la storia evolutiva di una galassia? Recentemente, sono state scoperte stelle raggruppate in deboli e ultra-deboli galassie nane. Queste strutture sono i reperti del processo di formazione gerarchico di galassie di massa più grande come la Via Lattea? Che cosa sappiamo riguardo al contenuto di materia oscura in queste galassie che presentano un rapporto massa-luminosità elevatissimo? I telescopi Cerenkov di nuova generazione (ASTRI, CTA) saranno in grado di dimostrare l'esistenza della materia oscura in queste galassie? Quali inesplorati eventi sulle prime fasi della formazione della nostra galassia possiamo scoprire studiando le popolazioni stellari di queste galassie?

Nel prossimo futuro ci aspettiamo nuovi ed importanti risultati relativi a distanze, velocità radiali e abbondanze chimiche per milioni di stelle ad opera di grandi surveys (RAVE, OGLE, APOGEE, HERMES, GES, LAMOST) e dai telescopi del presente e del futuro (VISTA, VST, ALMA, Gaia, JWST and E-ELT). Attraverso queste surveys e questi strumenti saremo pertanto in grado di studiare molto più in dettaglio l'evoluzione chimica della Galassia e di tutte le galassie del Gruppo Locale (sferoidali nane, nane ultra-deboli, irregolari nane e spirali) e di verificare le teorie di formazione delle galassie, nonché delle diverse componenti stellari della nostra Galassia. Questo studio chiarirà anche l'evoluzione delle galassie nelle prime fasi e consentirà di capire il ruolo delle prime stelle e la loro natura.

E' importante sottolineare che l'insieme di questi risultati, insieme alla grande esperienza dei ricercatori dell'INAF nel campo dell'astrofisica stellare, costituiranno uno strumento investigativo privilegiato e cruciale nel comprendere la formazione e l'evoluzione delle popolazioni stellari osservate nelle galassie dell'universo locale fino alle quelle remote galassie ad alto "redshift".

L'astronomia italiana ha finalmente acquisito negli ultimi anni la capacità di contribuire in modo decisivo allo studio dei **pianeti extra-solari**. Il TNG si sta specializzando come uno dei telescopi capaci delle migliori osservazioni, grazie ad HARPS-N, che fornisce velocità radiali di altissima precisione rivaleggiate solo da HARPS-S all'ESO (anch'esso fortemente

utilizzato dalla nostra comunità), e a GIANO, che nel prossimo triennio potrebbe avere un ruolo unico come spettrografo ad alta risoluzione nel vicino IR. Per sfruttare appieno queste possibilità, la comunità italiana non solo partecipa al consorzio che utilizza il tempo GTO ad HARPS-N (in particolare per il follow-up di Kepler) ma ha costituito il consorzio GAPS per utilizzare lo strumento durante il tempo italiano. Iniziative analoghe sono in progetto per l'utilizzo di GIANO. In prospettiva, la comunità è molto impegnata in ESPRESSO, il nuovo spettrografo ad alta risoluzione per il VLT, che dovrebbe entrare in funzione verso la fine del triennio. ESPRESSO dovrebbe permettere la rivelazione di pianeti analoghi alla Terra attorno a stelle un po' più piccole del Sole. Nel corso del 2014 dovrebbe inoltre diventare operativo all'ESO il nuovo strumento ad alto contrasto SPHERE, alla cui realizzazione l'INAF ha molto contribuito. SPHERE dovrebbe permettere di rivelare e caratterizzare alcune decine di pianeti a grandi separazioni, determinandone la frequenza. Uno strumento più semplice (SHARK), ma con potenzialità simili, è in studio per entrare presto in funzione ad LBT. L'Italia ha anche un ruolo importante in due missioni approvate dall'ESA (CHEOPS e PLATO) destinate allo studio di pianeti in transito: CHEOPS permetterà misure di altissima precisione su alcuni sistemi selezionati, mentre PLATO consentirà di rivelare un grande numero di sistemi, molti dei quali potranno poi essere studiati in dettaglio da E-ELT ed altri strumenti da Terra. Infine, un ruolo fondamentale sarà svolto da Gaia: mentre il pieno impatto delle migliaia di sistemi che ci si aspetta di scoprire richiederà l'analisi dei dati completi della missione, si stima che già i dati preliminari disponibili alla fine del 2015 permetteranno la determinazione delle masse per diversi pianeti rivelati con immagini dirette, contribuendo alla comprensione delle prime fasi di evoluzione dei pianeti.

B.1.3 Il Sole e il sistema solare: le grandi potenzialità scientifiche delle missioni di esplorazione spaziale

Proseguiranno gli studi dei dati di tutte le missioni spaziali in corso, sia di quelle che hanno già raggiunto i corpi da studiare, sia di quelle che sono ancora in viaggio.

Il triennio di riferimento vedrà la preparazione della missione spaziale Solar Orbiter del programma ESA Cosmic Vision 2015-2025 (lancio previsto nel 2017). La definizione dei requisiti scientifici e tecnici del coronografo METIS (PI INAF) è sotto la responsabilità italiana; METIS otterrà per la prima volta immagini della corona solare simultaneamente nelle bande del visibile, UV ed EUV e studierà origine ed evoluzione dell'eliosfera, osservando l'accelerazione del vento solare e la propagazione iniziale delle sue perturbazioni in corona.

La comunità eliosferica nazionale parteciperà poi a livello di Co-PIship anche alla suite di plasma SWA, collaborando al disegno dei 4 sensori, alla definizione dei loro requisiti scientifici e fornendo il Data Processing Unit ed il S/W di bordo. SWA fornirà misure *in-situ* di protoni, elettroni, particelle alfa e ioni minori a risoluzioni temporali mai raggiunte nell'eliosfera interna, fondamentali per individuare i meccanismi fisici alla base del riscaldamento ed accelerazione del vento solare. La comunità scientifica italiana fornirà anche un importante contributo nell'elaborazione delle tecniche di ricostruzione di immagini per lo strumento STIX dedicato all'acquisizione di immagini della corona solare nei raggi X.

E' inoltre in corso la progettazione del telescopio di futura generazione EST (European Solar Telescope), di classe 4 metri, ottimizzato per lo studio dei campi magnetici e della

dinamica nella bassa atmosfera solare; numerose parti della sua progettazione sono inserite in SOLARNET, progetto finanziato in ambito EU-FP7-2012-13 .

Per quanto concerne, poi, la missione ESA Proba-3 (formazione di satelliti), si rileva come la comunità eliosferica dell'INAF abbia sviluppato il prototipo dello spettro-polarimetro elettro-ottico ASPIICS del coronografo, che è stato già collaudato durante osservazioni di eclissi naturali e verrà installato presso il Lomnický štít Observatory, in Slovacchia; il coronografo in questione potrà osservare, per la prima volta, la base della corona solare per periodi molto estesi (grazie a una geometria di eclissi artificiali di un satellite rispetto all'altro). L'obiettivo scientifico è la diagnostica dei campi magnetici coronali. Questo progetto è supportato dalla EU-Cost Action MP 1104 "*Polarization as a tool to study the Solar System and beyond*".

Nel 2016 è previsto il lancio di Bepi Colombo, missione "cornerstone" ESA e JAXA per lo studio di Mercurio, con due satelliti che orbiteranno intorno al pianeta; numerosi – anche in questo caso - sono i contributi fondamentali dell'INAF attraverso gli esperimenti SIMBIO-SYS (un sistema di telecamere per lo studio della geologia del pianeta), SERENA (un esperimento internazionale consistente in quattro strumenti per l'osservazione di particelle cariche e neutre per lo studio delle interazioni tra superficie, esosfera e magnetosfera del pianeta), ISA (un accelerometro per rilevare la gravità del pianeta) e MORE per studi di "radio science" dedicati alle verifiche della relatività generale.

Altra missione in fase realizzativa è EXOMARS, dedicata all'esplorazione di Marte, che vede il contributo di diversi gruppi di ricercatori dell'INAF che hanno proposto la strumentazione sia per l'orbiter (NOMAD) che per il rover con l'obiettivo di studiare *in situ* l'ambiente marziano (DREAMS), la struttura geologica superficiale del pianeta attraverso un sistema di telecamere (CLUPI) e la mineralogia del sottosuolo attraverso uno spettrometro miniaturizzato (Ma_MISS).

Nell'ambito della missione GAIA, ci si attende una rivoluzione nel campo della ricerca sulle proprietà fisiche degli asteroidi, con un importante contributo dell'Istituto che è molto ben rappresentato negli incarichi di maggiore responsabilità legati alla riduzione ed interpretazione dei dati relativi ai piccoli corpi del sistema solare.

Recentemente è stata approvata dall'ESA una nuova missione che nel prossimo triennio avrà grande rilevanza: JUICE, la prima del nuovo programma di Large Missions ESA dedicata allo studio del sistema di Giove e dei suoi satelliti, alla quale l'Italia parteciperà a livello di PI in 4 strumenti (spettrometri ad immagine, camere, radar, radioscienza), uno dei quali a guida INAF; ciò contribuirà ad accrescere significativamente il ruolo dell'Italia nell'ambito della comunità scientifica internazionale.

B.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare

In un discorso ad ampio respiro, proiettato negli anni futuri, lo studio degli oggetti compatti galattici trarrà notevole giovamento dall'attuale sviluppo, con forte coinvolgimento dell'INAF, di missioni e strumenti dedicati alle diverse bande energetiche. Tra questi, vi sono certamente ASTRI e mini-arrays (come passi preliminari e fondamentali del progetto internazionale CTA) nella banda TeV, SRT e SKA nel radio e, con prospettiva molto più

lunga, ATHENA nella banda X, con lo sviluppo di microcalorimetri capaci di garantire una risoluzione spettrale mai raggiunta a queste energie.

Rilevante sarà, inoltre, il contributo della missione LOFT, che ha come obiettivo primario il timing ad alta sensibilità, e dei telescopi Cherenkov (come MAGIC, con ampia partecipazione dell'INAF) di attuale generazione, che consentiranno di proseguire gli studi dei fenomeni di accrescimento e di accelerazione di particelle fino ad altissime energie in varie sorgenti astrologiche, da binarie X e pulsar ad AGN.

Di particolare interesse ed attualità è la possibilità, tramite osservazioni ad alte energie, di ottenere importanti informazioni sulla natura della materia oscura andando a studiarne i possibili decadimenti in ambienti ad elevato rapporto massa/luminosità. In tal senso, la disponibilità di missioni come NuSTAR, con sensibilità ad energie più alte degli attuali telescopi X, permetterà di ottenere informazioni spettrali più complete per un'ampia gamma di sorgenti. La missione Swift, con il suo ricco parco strumenti, sebbene attiva ormai da quasi 10 anni, rappresenterà ancora uno strumento insostituibile per la ricerca nel campo dei GRB ma anche per il crescente interesse nei confronti dei transienti di alta energia.

I ricercatori dell'INAF stanno dando un notevole contributo all'identificazione e ottimizzazione dei progetti primari e secondari di **questi nuovi strumenti e nuove missioni in varie bande dello spettro elettromagnetico** e con varie tecniche osservative (polarimetria X, focalizzazione e rivelazione di raggi X ad energie >50 keV, ottica adattiva per alte risoluzioni angolari da Terra, osservazioni a largo campo tramite innovativi rivelatori al silicio, rivelatori per raggi gamma di bassa energia a grande area, ecc.) e dedicate a classi specifiche di sorgenti (GRB, ecc.). Gruppi di ricerca dell'INAF sono anche coinvolti in LOFAR che sta aprendo una nuova finestra all'osservazione dell'universo, alle bassissime frequenze radio, e che dovrebbe portare ad una rivoluzione della nostra comprensione dei fenomeni non termici in diversi ambiti astrofisici.

L'INAF è altresì coinvolto nella rete EVN e VLBI e in progetti in preparazione al VLBI spaziale, compreso il progetto Radioastron, con osservazioni radio ad altissima risoluzione spaziale e nella banda delle alte frequenze radio, nonché nei progetti LAGEOS e LAGEOS II e nella collaborazione internazionale LIGO/Virgo per lo studio delle Onde Gravitazionali.

L'analisi delle Onde Gravitazionali e dei neutrini di alta energia sta entrando nella piena maturità aprendo prospettive di studio della fisica fondamentale estremamente stimolanti. La cosiddetta astronomia a "multi-messaggio", dove informazioni di tipo elettromagnetico e non convergeranno nella caratterizzazione astrofisica degli oggetti studiati, appare essere uno dei settori di più promettente sviluppo nei prossimi anni e nel quale un'ampia partecipazione di scienziati del nostro ente è presente sia nel lato strumentale (NTE, VST, ecc.) che di modellizzazione ed interpretazione teorica. In questo contesto, la flessibilità operativa di Swift rappresenta ancora un contributo irrinunciabile.

B.1.5 Strumentazione Astronomica

La produzione di risultati scientifici di eccellenza è legata anche alla qualità e versatilità della strumentazione astronomica, a disposizione della comunità INAF, montata su telescopi da terra e dallo spazio.

Numerosi gruppi collaborano per la costruzione di strumentazione innovativa e tra gli strumenti in fase di costruzione, o recentemente completati, si possono citare, a titolo esemplificativo, nell'ottico:

- GIANO, spettrografo IR per il TNG;
- ESPRESSO, spettrografo ad alta risoluzione per ESO-VLT;
- SPHERE, spettropolarimetro ad alta risoluzione per ESO-VLT;

e per missioni prossime al lancio:

- Lo strumento SERENA per il satellite Bepicolombo;
- Lo spettrografo METIS per Solar Orbiter.

B.1.6 Sviluppi tecnologici

Tra i progetti di ricerca di base ed applicata nelle tecnologie astronomiche con la prospettiva di trasformarsi, in breve, in dispositivi o processi rilevanti per la futura strumentazione astronomica si elencano i seguenti:

Ottiche Adattive: Nel campo delle Ottiche Adattive INAF, insieme all'industria italiana, ricopre da molti anni una posizione di chiara leadership mondiale. I sistemi di ottica adattiva basati su specchi deformabili ad attuazione acustica di grandi dimensioni, correntemente installati nei più grandi telescopi al mondo, sono stati tutti sviluppati e prodotti da INAF e dalla industria italiana.

Anche nel settore dei sensori di fronte d'onda (sensori "a piramide) e nelle applicazioni più innovative dell'Ottica Adattiva quali quella multi-coniugata (MCAO) INAF ed Industria Italiana sono in posizione mondiale di assoluta preminenza. Tale posizione di preminenza è stata senza dubbio resa possibile dalla partecipazione italiana al Large Binocular Telescope (LBT), che ha fornito un formidabile laboratorio per lo sviluppo e messa a punto di queste tecnologie.

INAF e l'industria italiana affrontano le nuove sfide europee quali EELT (contribuendo lo specchio deformabile M4 ed il modulo post-focale di MCAO MAORY) continuando a contribuire con la propria tecnologia proprietaria alle grandi facilities americane come GMT.

Tecnologie per le Alte Energie: lo sviluppo di tecnologie e strumentazione per l'Astrofisica delle Alte Energie costituisce da sempre uno dei campi di eccellenza degli istituti INAF. Le linee lungo le quali, negli ultimi anni, si sono concentrati prevalentemente gli interessi della comunità tecnologica dell'INAF sono:

- microcalorimetri a transizione di fase superconduttiva Transition Edge Sensor (TES);
- polarimetri ad effetto fotoelettrico basato su tecnologia Gas Pixel Detector (GPD) e polarimetri Compton nella banda X duri/gamma molli;
- Single Photon Avalanche Diode (SPAD) e SiPM sia per la rivelazione di fotoni X e gamma che per la rivelazione di luce Cherenkov;

- Large-area Silicon Drift Detectors (SDD) per timing, imaging e spettroscopia nella banda 2-50 keV;
- calorimetri basati su nuovi cristalli scintillatori di nuova generazione come il LaBr₃[Ce];
- lenti di Laue a larga banda per la focalizzazione di raggi X e gamma;
- sensori 3D di CZT/CdTe per spettroscopia, imaging e polarimetria a scattering in raggi X duri/gamma molli;
- sviluppo di ottiche multilayer per raggi X molli e duri;
- segmenti di specchi di sottili (0.4 mm) formati a caldo;
- sviluppo di specchi polinomiali sottili (2 mm, 50 cm diametro) con risposta piatta su grande campo (1 deg).

A tali attività, prettamente legate allo sviluppo di rivelatori ed ottiche per l'Astrofisica delle Alte Energie, viene affiancato un significativo sviluppo dell'elettronica analogica e digitale (e.g. ASIC e FPGA) e dell'elettronica criogenica (e.g. SQUID) complemento essenziale per un pieno sfruttamento di rivelatori innovativi.

Nel loro complesso, le linee di sviluppo perseguite hanno permesso alla comunità INAF delle Alte Energie di partecipare energicamente alle Call del programma Cosmic Vision dell'ESA, in particolare con la missione LOFT, a leadership scientifica e tecnologica INAF e proposta a PI-ship italiana, arrivata in "finale" per la Call ESA M3, e con la "small mission" XIPE, anch'essa a PI-ship italiana, per la call S1. Infine, è importante notare che il consorzio europeo che ha presentato la proposta vincente, "*The Hot and Energetic Universe*", come tema scientifico per la seconda missione spaziale di classe L del programma Cosmic Vision, vede gli scienziati italiani, in particolare quelli dell'INAF, in posizioni di eccellenza sul fronte scientifico e di leadership sulla strumentazione avanzata, basata sui microcalorimetri criogenici di nuova generazione.

Nuovi materiali: si tratta di un settore molto promettente sia per l'Opto-meccanica della strumentazione (materiali polimerici e compositi per la riduzione di peso a parità di prestazioni) sia per l'elettronica (rivelatori di nuovo concetto e ad alte prestazioni) ed anche per l'ottica in senso stretto (coatings anti-riflesso a banda larga, fibre ottiche in materiale innovativo).

Elementi Ottici Olografici: Gli elementi ottici olografici (HOE) si sono affermati negli ultimi anni come una tecnologia di grande valore sia per la caratterizzazione delle ottiche di forma complessa, tipiche della strumentazione astronomica, sia come elementi disperdenti (VPHGS, Volume Phase Holographic Gratings) degli spettrografi per astronomia.

INAF ha sviluppato nell'ultima decade un ruolo di assoluta leadership mondiale nel settore proponendosi con successo in percorsi innovativi quali la realizzazione di HOEs riscrivibili a base polimerica-fotocromica e di VPHGs a base fotopolimerica.

Attuatori meccanici piezo-attuati e a base di leghe a memoria di forma: sviluppati da INAF in collaborazione con il CNR e con alcune università Italiane, questi attuatori non motorizzati, ora in fase pre-prototipale, sono molto promettenti per applicazioni sia da spazio (dispositivi non motorizzati di sgancio) che da terra (compensatori di flessione termo-meccaniche).

La tecnologia Fly-Eye: Tanto l'Osservazione dell'Universo come il monitoraggio di piccoli oggetti orbitanti la terra e di veicoli spaziali in rientro hanno manifestato l'esigenza negli ultimi anni di disporre di telescopi a campo molto largo, possibilmente più largo della configurazione Schmidt, tradizionalmente adottata.

A questo proposito i Ricercatori dell'INAF, di concerto con una delle maggiori industrie aerospaziali operanti in Italia, hanno sviluppato la tecnologia denominata "Fly-Eye" che prevede una ripartizione del campo in numerosi sotto-settori ciascuno monitorato con una camera a campo largo di ottica opportuna.

La tecnologia "Fly-Eye" è un programma di valore tecnologico particolarmente promettente e dalla applicazione in diverse aree strategiche del paese quali la difesa, la protezione civile oltre, naturalmente, alla osservazione astronomica.

B.2 Obiettivi presentati per la prima volta

B.2.1 Progetti Spaziali

Si descrivono in questo capitolo, sotto il titolo proposto per lo schema redazionale del PTA come "Obiettivi presentati per la prima volta" i progetti di astrofisica spaziale, non certo perché siano una novità per INAF ma perché, come annunciato sopra, verrà qui proposto un nuovo metodo di finanziamento dei progetti stessi.

Il metodo di finanziamento NON implica un maggiore aggravio di spesa per il FOE/MIUR. Semplicemente, dopo aver notato il pericolo di declino della astrofisica spaziale stessa indotta dalla riduzione abnorme di fondi ASI alla propria Unità "Osservazioni dell'Universo" (vedi tabella sui PTA ASI dal 2009 al 2016), si passa a valutare nel dettaglio i bisogni della disciplina nel triennio.

Il costo totale annuo (circa 44 Meuro), da gestire in collaborazione con ASI, è richiesto da INAF ma è parte dl budget "scientifico" attuale di ASI stessa, quindi NON è un aumento globale di spesa. Ovviamente, diverse soluzioni contabili sono possibili.

I progetti spaziali rappresentano una delle attività principali di INAF. Per quanto concerne i progetti spaziali attualmente in corso a cui l'INAF partecipa, i finanziamenti provengono in massima parte da contratti/accordi emessi dall'ASI: l'Istituto e l'Agenzia, del resto, vantano una lunga tradizione di collaborazione reciproca, attraverso la quale l'Italia ha ottenuto significativi successi in questa disciplina. La tabella riassume i finanziamenti allocati dall'ASI (PTA dal 2009 al 2016) alla propria Unità Esplorazione e Osservazione dell'Universo:

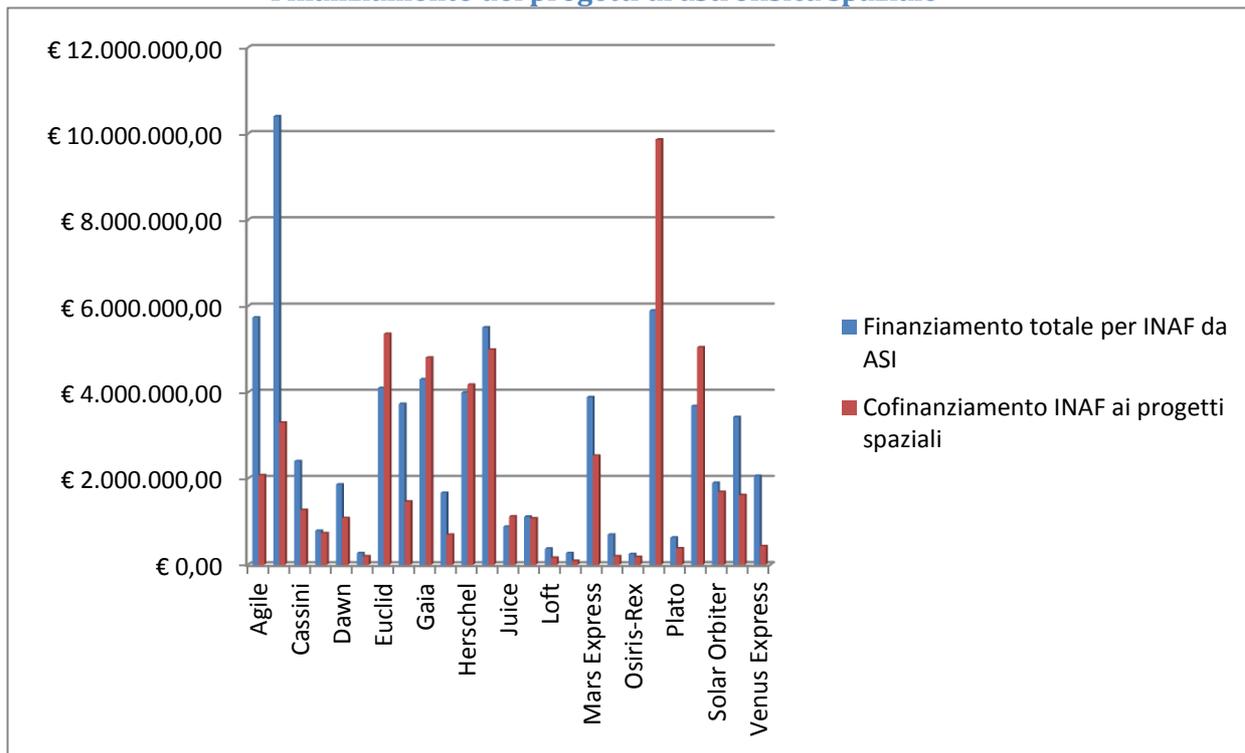
Tabella: Finanziamenti allocati dall'ASI all'Unità Esplorazione e Osservazione dell'Universo

	ANNI DI RIFERIMENTO							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Budget ASI (in M€)	613	612	538	553	495	542?	542?	542?
PTA 2008-2010	88 (14,3%)	70 (11,3%)						
PTA 2009-2011	61 (10,2%)	74 (12,5%)	79 (13,3%)					
PTA 2010-2012		69 (11,3%)	56 (9,3%)	49 (7,7%)				
PTA 2011-2013			n.a.	n.a.	n.a.			
PTA 2012-2014				n.a.	n.a.	n.a.		
PTA 2013-2015					35 (7,1%)	27 (5,5%)	27 (5,5%)	
PTA 2014-2016						23 (4,2%)	16 (3,0%)	6 (1,1%)

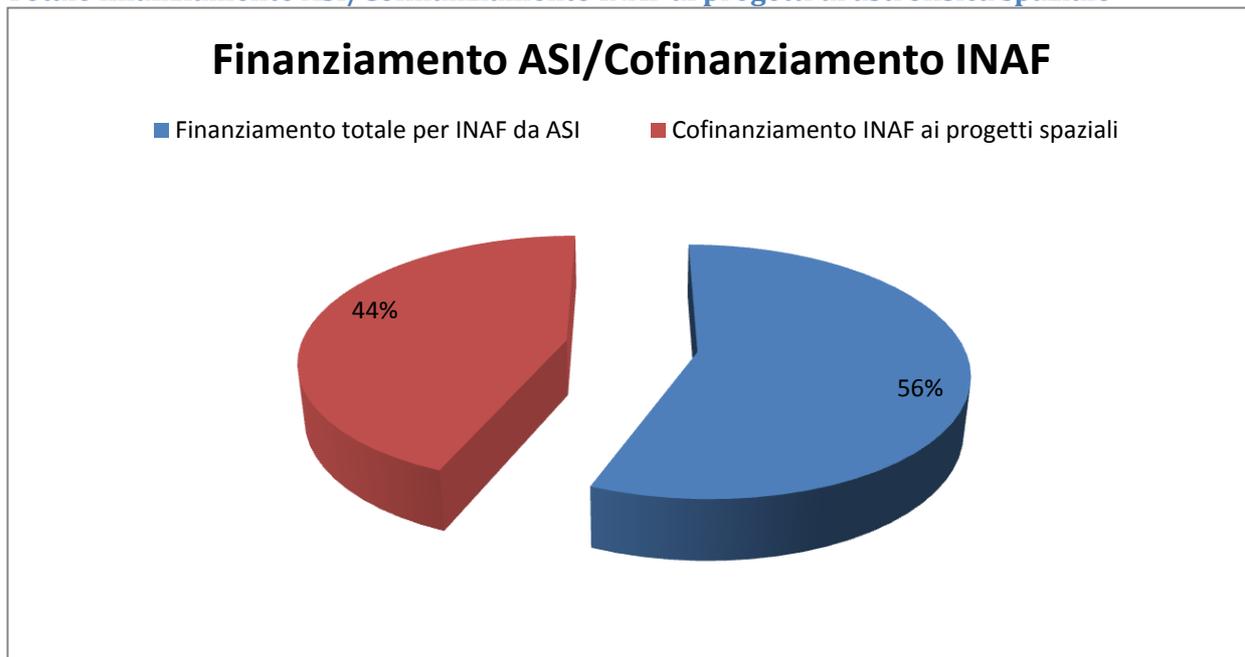
Alla luce dei dati esposti nella precedente tabella, non si può non sottolineare come, negli ultimi anni, le assegnazioni da parte dell'Agenzia Spaziale Italiana verso l'astrofisica dello spazio siano in considerevole decrescita.

Più in dettaglio, i grafici sotto riportati riguardano 25 missioni spaziali dell'ultima decade e mostrano con adeguata statistica che, fino a pochi anni fa, il contributo dell'ASI e quello dell'INAF erano sostanzialmente equivalenti, fornendo, l'una, risorse finanziarie e, l'altro, personale scientifico:

Finanziamento dei progetti di astrofisica spaziale



Totale finanziamento ASI/Cofinanziamento INAF ai progetti di astrofisica spaziale



Di seguito si propone quindi una ragionata giustificazione della varie voci di spesa per il “nuovo” (per questo PTA) capitolo di astrofisica spaziale, ancora una volta sottolineando che NON si tratta di una richiesta aggiuntiva al MIUR, ma è contenuta nel FOE ASI esistente.

Budget annuale per Astrofisica Spaziale

	Voce	Meuro
A	ESA strumenti	27.0
B1	operations and calibration	3.5
B2	an.dati comunità	1.4
C	svil.tecn.strum.ESA	5.5
D	teoria	0.3
E	bilaterali	5.8
F	SRT	1.0
	Totale	44.5

A. Costo stimato strumenti italiani (compresi contratti industriali) sulle missioni legate ai programmi scientifici dell'ESA. Il budget ESA per i programmi scientifici (obbligatori) è di 508Me/anno, che viene sostanzialmente utilizzato per pagare il management, la realizzazione dello spacecraft, il lancio e le operazioni. L'Italia contribuisce a questo budget con una quota parte del 13%. Questo budget non include la realizzazione degli strumenti, che sono contributo diretto degli stati membri, e corrispondono a ~40% della quota ESA. E' importante sottolineare come proprio la partecipazione all'ESA assicuri il ritorno scientifico e tecnologico avanzato sia alla comunità scientifica che al mondo produttivo nazionale.

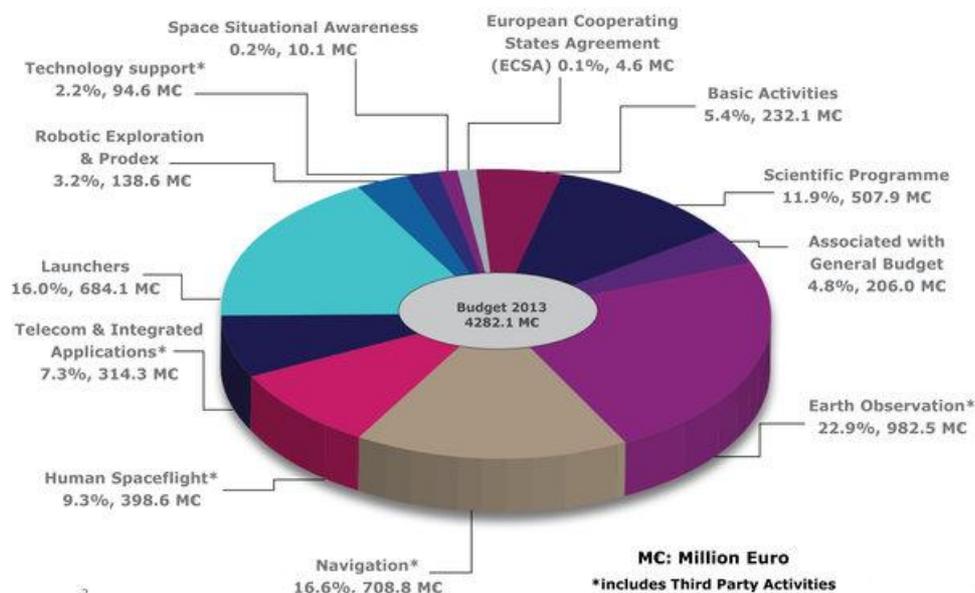


Figura. Budget ESA 2013

La mancata partecipazione, infatti, equivarrebbe a pagare lancio e operazione per il solo beneficio di altre nazioni. La minima quota parte necessaria per garantire tale ritorno all'Italia deve essere sostanzialmente simile alla stessa quota parte del budget ESA, e quindi 13% del budget dedicato alla realizzazione del payload (5% del budget ESA), ovvero 27M€ per anno. Questa stima è congruente con gli impegni delle partecipazioni italiane alle missioni del ESA Cosmic Vision.

Gran parte di queste missioni saranno in fase di implementazione nel triennio di riferimento di questo PTA ed è quindi cruciale che ricevano il sostegno finanziario previsto.

B. Costo stimato analisi dati prodotti da tali strumenti. L'altra componente necessaria per garantire il ritorno scientifico su tali missioni è il supporto all'analisi dati delle componenti italiane, tipicamente una parte legata allo strumento per le calibrazioni e lo sfruttamento del tempo garantito (B1) ed una per la comunità di riferimento at large (B2). La parte di supporto allo strumento è tipicamente il 13% del costo dello strumento (3 anni di supporto in fase operativa per missioni medie e 5 per missioni Large) al punto A, e quindi 3.5Me/anno, mentre il supporto alla comunità at large dipende dalle aree tematiche ma si attesta, in media, sul 10% del contributo Italiano (2.8 Me/anno).

C. Costo stimato dello sviluppo tecnologico per la realizzazione degli strumenti di cui alla lett. A (compresi contratti industriali). Il supporto all'R&D della strumentazione legata alle missioni al punto A è necessario per rendere la strumentazione italiana competitiva in termini di prestazioni scientifiche e tecnologie avanzate e sostenere le fasi di consolidamento della readiness tecnologica richieste da ESA. Tale attività copre tipicamente il 20% del costo dello strumento al punto A (5.5 Me/anno).

D. Costo degli studi teorici per la preparazione dell'analisi dati di cui alla lett. B. In modo analogo, la competitività italiana nello sfruttamento dei dati richiede un supporto agli studi teorici, stimato in circa l'1% del costo degli strumenti di cui al punto A (0.3Me/anno). Si noti che la stima dei costi per il supporto dell'analisi dati della comunità (B2), sviluppi tecnologici (C) e teoria è congruente con il budget dei contratti dedicati da ASI nel periodo 2007-2010 agli studi di astrofisica delle alte energie, esplorazione sistema solare, cosmologia e fisica fondamentale, per coprire sostanzialmente le stesse voci. Tali studi sono stati fondamentali per permettere tra l'altro alla comunità scientifica e all'industria italiana coinvolta di conquistare ruoli di leadership in essenzialmente tutte le missioni del Cosmic Vision di ESA. Il loro proseguimento è strategico per mantenere e consolidare tali posizioni ed assicurare quella flessibilità d'intervento essenziale per reagire nei tempi richiesti alle inevitabili variabilità del contesto internazionale.

E. Bilaterali: costo stimato di strumenti per missioni bilaterali (NASA, CNES, JAXA, Cina) o nazionali (i.e. SAX, AGILE), compresi contratti industriali. Il ruolo di leadership dell'Italia nell'astrofisica spaziale è stato ottenuto certamente grazie alla capacità autonoma di realizzare missioni utilizzando le sole risorse scientifiche ed industriali del sistema Italia. Esempi fulgidi di tale sinergia sono le missioni BeppoSAX e AGILE. Se, da un lato, è quindi strategico mantenere questa capacità, dall'altro è altresì necessario adattarla all'attuale panorama internazionale, in cui le iniziative nazionali si devono focalizzare su piccole missioni, tipicamente strutturare su accordi bilaterali. Generalmente, il budget si attesta sui 100Meuro, la metà dei quali da sostenere in Italia. Realisticamente si può identificare la realizzazione di una piccola missione ogni 13 anni, avendo ipotizzato 2 anni per consolidare un quadro di partnership, 1 anno per la selezione, 2+3+5 anni per assessment, definizione, implementazione: 3.8 Me/anno.

Il contributo di strumenti italiani a missioni di altre agenzie (es. NASA) è egualmente cruciale, come testimoniano, ad esempio, il grande successo dei satelliti SWIFT per l'astrofisica delle alte energie e Cassini per l'esplorazione del sistema solare. Prendendo come riferimento l'Explorer program della NASA, il budget delle Small e Medium missions si attesta sui 150M\$ e 250M\$, con un cap per contributi internazionali fissato a circa il 20% del budget, quindi rispettivamente 30M\$ e 50M\$. Ipotizziamo un contributo sostanziale di 20M€ in 10 anni, corrispondente a 2Me/anno.

F: contributo ASI alla gestione SRT. Nel novembre 2007 l'INAF e l'ASI hanno sottoscritto un accordo (tuttora in corso) per la realizzazione e la gestione del Sardinia Radio Telescope (SRT). Oggetto dell'accordo (art. 1) è "(...) il completamento della costruzione, la messa in opera, la gestione operativa, la manutenzione, l'utilizzazione e la valorizzazione del

Telescopio SRT come infrastruttura di primario interesse per INAF e come infrastruttura per telecomunicazione interplanetaria, sperimentazione, prestazione di servizi di primario interesse per l'ASI". Il contributo finanziario alla gestione operativa del radiotelescopio (ora in fase operativa) da parte dell'ASI è stimato in 1 Me/anno.

B.2.2 LIGO VIRGO

L'INAF, nel suo ruolo di Ente di Ricerca per lo studio dell'astrofisica, è sede privilegiata e naturale per la proposta e sviluppo di nuovi progetti stimolati dalle continue sfide scientifiche e tecnologiche che devono essere raccolte per mantenere e incrementare il livello di eccellenza internazionale raggiunto.

Il canale per la presentazione di nuovi progetti è fornito dal programma europeo per la ricerca H2020, verso il quale l'INAF e i suoi ricercatori stanno rivolgendo richieste di supporto per i progetti innovativi in ambito astrofisico e per quanto riguarda la strumentazione da terra e dallo spazio. Questo specifico orientamento è testimoniato concretamente dai risultati del programma quadro europeo FP-7 e dalla qualità dei progetti in via di presentazione nei programmi H2020.

In questo contesto e a titolo esemplificativo, si evidenzia un nuovo progetto dell'INAF, **Astrofisica Gravitazionale**, nell'ambito della cosiddetta astronomia "multi-messenger" (dove i "messaggeri" sono onde gravitazionali e fotoni, ed anche neutrini) che rappresenta la più avvincente e promettente frontiera scientifica e tecnologica delle osservazioni del cielo.

Nei prossimi anni i rivelatori di onde gravitazionali, Virgo (European Gravitational Observatory, Pisa, Italia) e LIGO (Livingston and Hanford, USA), raggiungeranno una sensibilità ritenuta sufficiente ad osservare per la prima volta le onde gravitazionali.

L'identificazione della controparte visibile - utilizzando immagini ottiche e su un'ampia banda dello spettro elettromagnetico - dei segnali gravitazionali segnerà, di fatto, l'inizio dell'astrofisica gravitazionale, aprendo una finestra osservativa che permetterà di accedere ad una parte fino ad oggi completamente sconosciuta dei fenomeni astrofisici dell'Universo. Punto cruciale di questa nuova fisica che studia il cielo osservando diversi "messaggeri" è un'ampia interazione tra astrofisica e fisica fondamentale e dunque richiede un alto grado di interdisciplinarietà.

Per questo l'INAF, nei primi mesi del 2014, ha reso operativo un progetto dedicato alla ricerca di sorgenti di onde gravitazionali in collaborazione con ricercatori universitari e dell'INFN traendo così il massimo vantaggio dalla grande esperienza della comunità astronomica INAF nell'ambito dell'astronomia dei transienti (time domain astronomy) e la competenza italiana (Virgo/INFN) nell'ambito della fisica delle onde gravitazionali.

Tra le sfide principali di questo progetto, vi è identificare dalle immagini astronomiche le possibili sorgenti a fronte della grande incertezza nella loro posizione fornita dalle "osservazioni" gravitazionali, confermando per mezzo della caratterizzazione spettroscopica la natura e la fisica dell'oggetto astrofisico individuato.

Dato che le onde gravitazionali sono "messaggeri" in grado di sfuggire da ambienti estremamente densi e viaggiare inalterati per distanze cosmologiche, si aprirà per la prima volta la possibilità di studiare le parti più interne di sorgenti astrofisiche che sono in pratica inaccessibili alle osservazioni elettromagnetiche tradizionali. Di fatto, si avrà a disposizione un nuovo "strumento" per studiare processi fisici in cui la materia è in condizioni assolutamente estreme in termini di energia, gravità e campo elettromagnetico come, ad esempio, durante la coalescenza di stelle di neutroni e/o buchi neri, nelle fasi di

esplosione di supernovae e nei “Gamma Ray Bursts” brevi.

Tra le iniziative promosse da INAF, nell’ambito del progetto Astrofisica gravitazionale, vi è la sottoscrizione di un “Memorandum of Understanding” con il consorzio LIGO/Virgo che consentirà di ottenere la posizione stimata della sorgente già dalla prima osservazione di un’onda gravitazionale. In questo modo sarà possibile iniziare immediatamente le osservazioni elettromagnetiche con le infrastrutture ottiche, infrarosse e radio dell’INAF (es. VST) e attivare la rete di collaborazioni internazionali per la caratterizzazione spettroscopica con telescopi spaziali e di grande apertura (es. LBT, VLT).

Contemporaneamente, il progetto INAF per lo studio dell’astrofisica gravitazionale ha intrapreso una collaborazione con l’INFN con l’obiettivo di presentare un progetto nell’ambito del programma europeo per la ricerca H2020-INFRAIA e dedicato a sostenere l’interazione tra le comunità di ricercatori attivi nello studio delle onde gravitazionali e delle loro sorgenti astrofisiche.

Oltre ai risultati di eccellenza scientifica, ci si attende che la sinergia tra INAF, Virgo/INFN e università raggiunga l’obiettivo di portare la ricerca italiana a ricoprire un ruolo importante e di leadership in ambito internazionale nell’osservare, rivelare e interpretare segnali gravitazionali ed elettromagnetici, partecipando così da protagonista alla scoperta di questa nuova frontiera dell’osservazione del cielo: l’astrofisica gravitazionale.

B.3 Attività di terza missione

L’INAF ha ottenuto nell’ultima valutazione ANVUR dei risultati molto positivi in relazione alle attività di terza missione, dovuti essenzialmente alla costante attenzione ed agli investimenti in iniziative ad esse connesse.

B.3.1 Didattica e Divulgazione

L’astronomia è una delle scienze che più affascina i media ed il grande pubblico. La sua specificità le consente inoltre di essere un efficace tema di insegnamento multidisciplinare di grandi potenzialità per le scuole di ogni ordine e grado. Le competenze scientifiche di punta e le tecnologie di avanguardia che la ricerca astronomica contribuisce a sviluppare costituiscono un ottimo esempio del progresso culturale e industriale di paesi a sviluppo avanzato come vorrebbe essere l’Italia.

Le strutture di ricerca dell’INAF promuovono da anni attività di Didattica e Divulgazione (D&D) con numerosi e pregevoli iniziative per le scuole e per il pubblico, inclusi corsi di formazione per docenti e studenti, e la partecipazione a programmi di Education and Public Outreach promossi dalla Commissione Europea e dal MIUR: la “Settimana della cultura scientifica e tecnologica”, la “Settimana dell’Astronomia” e la “European Researchers’ Night”. Di grande rilievo anche le “Olimpiadi dell’Astronomia”, un’eccellenza riconosciuta dal MIUR, organizzate dall’INAF insieme alla SAI.

Una delle Unità della Direzione Scientifica ha, fra l’altro, la responsabilità di promuovere e valorizzare le attività di questo settore, coordinate e gestite da un Servizio Didattica e Divulgazione, nelle quali sono coinvolti, a diverso livello, circa 120 unità di personale dell’INAF strutturato o associato (~ 40 FTE).

Già a partire dal 2008, tale Servizio si è attivato per costituire una rete di referenti per la D&D presso tutte le strutture INAF e presso il TNG. Lo sforzo di coordinamento si è pienamente concretizzato nel 2013, con la presentazione di un progetto che ha ricevuto il maggior finanziamento tra quelli approvati dal MIUR per attività annuali a valere sui fondi della legge n. 6/2000.

Nel medio termine, la rete per la D&D dell'INAF continuerà ad operare con i seguenti obiettivi:

- promuovere, coordinare e capitalizzare a livello nazionale le iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- programmare, coordinare e promuovere, anche a livello ministeriale, l'attività di didattica astronomica nelle scuole;
- studiare l'utilizzo a fini didattici di strumentazione astronomica presso le strutture INAF;
- ideare e gestire moduli di lavoro D&D ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del 2014, tale rete pianifica il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma H2020 della UE.

B.3.2 Biblioteche, Archivi Storici e Musei

Il Servizio Biblioteche e Archivi dell'INAF soddisfa le necessità documentarie della ricerca in campo astrofisico attraverso lo sviluppo e l'organizzazione in forma coordinata delle funzioni di acquisizione, conservazione e fruizione del patrimonio bibliotecario e archivistico, la costruzione e lo sviluppo della biblioteca digitale dell'INAF, la cooperazione con altri sistemi informativi. Il patrimonio delle Biblioteche dell'INAF conta oltre 125.000 volumi monografici, 7000 volumi antichi, 500 testate di periodici cartacei e online, di cui circa un centinaio in abbonamento corrente.

Nel giugno 2014, su specifica iniziativa del Servizio Biblioteche e Archivi, si terrà a Napoli, presso l'Osservatorio di Capodimonte, la conferenza internazionale "Library and information Services in Astronomy VII", ospitata per la prima volta in Italia.

Il patrimonio storico strumentale custodito negli Osservatori Astronomici rappresenta nel suo insieme una delle collezioni più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, sia a livello italiano che a livello internazionale: lo Statuto dell'INAF lo impegna non solo a garantirne la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali. In quest'ottica, una delle Unità della Direzione Scientifica dell'INAF ha fra i suoi compiti quello di sostenere le azioni di tutela e valorizzazione di tale patrimonio, mediante un Servizio dedicato che funge da coordinamento tra le strutture museali locali. In particolare, si intende promuovere la conservazione di tutti gli strumenti scientifici non più in uso nella moderna ricerca astronomica; la catalogazione delle collezioni e il restauro dei relativi strumenti; l'esposizione e la fruizione pubblica del patrimonio storico-scientifico nelle diverse realtà locali; la valorizzazione del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale.

Il Servizio Biblioteche e Archivi, congiuntamente con il Servizio Musei dell'INAF, sta realizzando un progetto di ricognizione, tutela e valorizzazione del patrimonio storico-culturale dell'INAF denominato "I libri, le carte e gli Strumenti di Urania: Progetto di ricognizione, tutela e valorizzazione del patrimonio storico-culturale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica". Il progetto intende operare sia nell'ambito archivistico e bibliografico che in quello strumentale, per arrivare alla creazione di un portale unico dei beni culturali dell'INAF, dal quale siano accessibili tutti i database delle differenti tipologie di materiale storico. Per quanto riguarda il materiale bibliografico, si sta procedendo al censimento e alla catalogazione di tutti i libri antichi e alla digitalizzazione di una selezione tra i più

pregiati volumi della collezione, che saranno resi fruibili attraverso la creazione di una teca virtuale. Per quanto attiene agli archivi storici, è in via di completamento il riordino degli archivi di Palermo ed Arcetri; inoltre, nel corso del 2013, è stato completato l'inventario di Padova ed è stato "scoperto" l'inventario dell'Archivio storico di Roma, di cui si ignorava l'esistenza. Trattandosi di un inventario "virtuale" e non fisico è in corso un lavoro di studio del medesimo per poter arrivare ad un riordino completo. Lo scopo finale del progetto è la stesura di un inventario analitico dei fondi archivistici di ciascun istituto dell'INAF, che potrà essere consultato attraverso *Polvere di Stelle*, il portale degli archivi storici degli osservatori astronomici italiani.

Per quanto riguarda la strumentazione storica, si sta procedendo alla realizzazione di un database nazionale degli strumenti storici, che raccolga, ampli e completi a livello nazionale quanto è già stato fatto negli anni passati a livello locale.

Nel corso del 2014 si intende completare il progetto "Urania", rendendo accessibile il Portale unico al maggior numero possibile di persone interessate, dagli scienziati e gli storici agli appassionati di cose celesti, fino al grande pubblico. Il completamento del database nazionale della strumentazione storica costituirà poi anche la premessa per la successiva realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF, da realizzarsi nel biennio successivo.

C. Il quadro delle collaborazioni internazionali, le eventuali interazioni con le altre componenti della rete di ricerca e delle partecipazioni.

C.1 La presenza nelle strutture europee, internazionali e nazionali

L'INAF è presente nelle due principali istituzioni europee per la pianificazione e attuazione della ricerca da terra e dallo spazio, l'ESO e l'ESA. In particolare, la presenza dell'INAF è articolata sia in organismi scientifici volti alla definizione e selezione di programmi di ricerca che in commissioni programmatiche che valutano la realizzabilità dei diversi progetti anche in ambito tecnologico e finanziario.

L'INAF è altresì presente nel network europeo FP7 Astronet, che comprende agenzie finanziatrici della ricerca astrofisica in Europa e ha lo scopo di produrre una pianificazione strategica per tutta l'astronomia europea.

Le roadmaps scientifiche e delle infrastrutture di Astronet, prodotte alcuni anni fa, hanno costituito l'elemento coagulante di gran parte dell'astronomia europea e costituito anche la base su cui si sono sviluppati i piani nazionali, incluso quello dell'INAF.

Nel 2014 Astronet proporrà una revisione dei piani e, con Horizon 2020, proporrà una nuova struttura di coordinamento europeo, legata soprattutto alle possibilità di finanziamento di progetti comuni inter-europei e alla gestione comune di infrastrutture, come ad esempio i telescopi nell'Osservatorio del Roche de los Muchacos (Canarie). La definizione del nuovo coordinamento è a guida INAF e STFC.

L'INAF è anche presente in consorzi finalizzati alla gestione di infrastrutture osservative in territori internazionali, quali LBT, TNG, VLBI e MAGIC, cui l'INAF fornisce un contributo finanziario, gestionale e tecnologico per garantirne piena operatività.

Le altre infrastrutture da terra e da spazio sono spesso parte di collaborazioni internazionali. Per quanto concerne le nuove infrastrutture per l'astrofisica identificate a livello europeo da ESFRI (E-ELT, CTA, SKA), con l'eccezione di E-ELT che è gestito direttamente da ESO, INAF partecipa in modo determinante sia a SKA che a CTA con propri rappresentanti negli organismi di gestione dei progetti.

In più, a livello scientifico e tecnologico, esistono numerose collaborazioni da parte di gruppi di ricerca nelle varie strutture dell'INAF, con vari partners internazionali, come rappresentato nella seguente tabella.

Stato	Osservatori												IASF			IAPS	IRA
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	BO	MI	PA		
Francia	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
UK	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
Olanda		x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x
Belgio		x				x								x		x	x
Danimarca			x			x		x				x				x	
Svizzera	x	x			x		x	x				x	x	x		x	
Austria				x													x
Portogallo	x											x	x		x		
Israele															x	x	
Russia				x		x	x		x	x	x					x	x
Polonia						x								x		x	
Svezia						x										x	x
Rep. Ceca	x												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
Canada		x			x								x				
Australia		x		x	x	x	x						x			x	x
Cile		x										x	x			x	

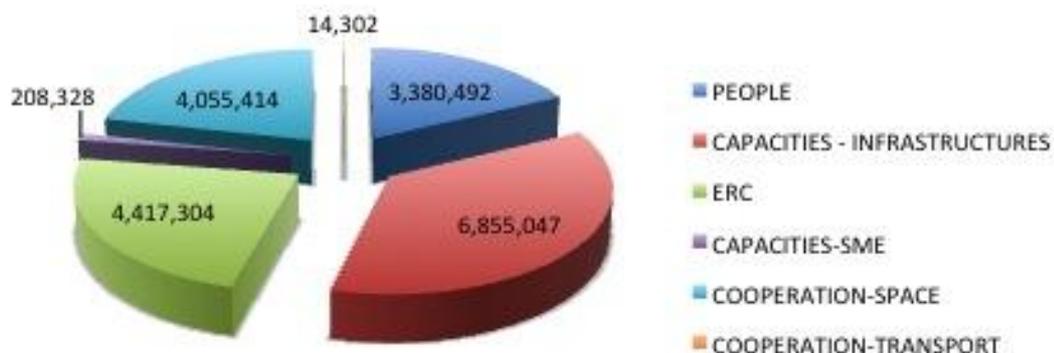
Estremamente importante nell'ambito delle collaborazioni è quella di carattere sia scientifico che tecnologico tra una frazione considerevole dei ricercatori INAF e l'ESO che ha rappresentato in questi anni il punto di riferimento per l'astronomia ottica italiana.

C.1.1 I contributi europei

Le linee di ricerca presentate nei paragrafi precedenti hanno avuto un riscontro molto positivo in termini di cofinanziamento ottenuto su progetti europei FP-7, fornendo un contributo rilevante che sfiora i 20 Milioni di Euro. Dalla figura e dalla tabella successive si comprende come il risultato positivo sia suddiviso in modo uniforme tra le tipologie di finanziamento congrue alle finalità scientifiche dell'INAF.

Analoghe proposte di cofinanziamento sono in via di sviluppo e completamento per quanto riguarda il programma H2020.

Cofinanziamento ottenuto dall'INAF su progetti europei negli anni precedenti (Euro)



ACRONIMO PROGETTO	CALL	COORDINATORE UE	CONTRIBUTO COMPLESSIVO DEL CONTRATTO UE	CONTRIBUTO ALL'INAF
PEOPLE				
NEAR 609800	FP7-PEOPLE-2013-NIGHT	Univ. Verona	€ 100.000,00	€ 25.454,00
ORIGINS 609617	FP7-PEOPLE-2013-NIGHT	CERN	€ 100.000,00	€ 55.000,00
PWNtorì 327463	FP7-PEOPLE-2012-IEF	INAF	€ 124.621,40	€ 124.621,40
SteMaGE 326466	FP7-PEOPLE-2012-CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00
VenetoNight 2012 316361	FP7-PEOPLE-2012-NIGHT	Univ. Padova	€ 150.000,00	€ 7.504,00
MultiFast 322259	FP7-PEOPLE-2012-CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00
NSMAG 321833	FP7-PEOPLE-2012-CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00
Giant Radio Halos 301344	FP7-PEOPLE-2010-IEF	INAF	€ 185.763,60	€ 185.763,60
DwarfGalaxies 274151	FP7-PEOPLE-2010-IEF	INAF	€ 187.612,00	€ 187.612,00
AstroFIIt 267251	FP7-PEOPLE-2010-COFUND	INAF	€ 612.981,60	€ 612.981,60
ASK 269194	FP7-PEOPLE-2010-IRSES	UNIWERSYTET WROCLAWSKI (PL)	€ 369.000,00	€ 48.300,00

GREAT ITN 264895	FP7-PEOPLE-2010-ITN (22-12-09)	UCAM (UK)	€ 4.250.580,50	€ 493.036,50
IPERCOOL 247593	FP7-PEOPLE-2009-IRSES (27-3-09)	INAF	€ 162.000,00	€ 37.800,00
CAFEGroups 247653	FP7-PEOPLE-2009-IRSES (27-3-09)	UOB (UK)	€ 133.200,00	€ 21.600,00
MAESTRO 247415	FP7-PEOPLE-2009-RG	INAF	€ 45.000,00	€ 45.000,00
PARSEC 236735	FP7-PEOPLE-IIF-2008	INAF	€ 236.272,97	€ 236.272,97
CTAGN 235285	FP7-PEOPLE-IEF-2008 (19-3-08)	INAF	€ 227.541,01	€ 227.541,01
Black Hole Universe 215212	FP7-PEOPLE-2007-1-1-ITN (7-5-07)	FAU (DE)	€ 2.567.522,60	€ 355.970,98
ELIXIR 214227	FP7-PEOPLE-2007-1-1-ITN (7-5-07)	CNRS (FR)	€ 2.526.809,00	€ 428.844,00
LASSIE 238258	FP7-PEOPLE-ITN-2008 (2-9-08)	HERIOT-WATT University (UK)	€ 6.053.548,00	€ 214.462,97
ACCESS 230834	FP7-PEOPLE-IRSES-2008 (28-3-08)	INAF	€ 18.000,00	€ 9.000,00
TOTALE			€ 17.775.831,28	€ 3.616.765,03

CAPACITIES - INFRASTRUCTURES				
SOLARNET 312495	FP7-Infrastructures-2012-1 (23-11-11)	IAC (ES)	€ 6.000.000,00	€ 307.120,00
OPTICON 312430	FP7-Infrastructures-2012-1 (23-11-11)	UCAM (UK)	€ 8.500.000,00	€ 648.080,00
CoSADIE 312559	FP7-Infrastructures-2012-1 (23-11-11)	CNRS (FR)	€ 475.000,00	€ 86.922,00
ER-flow 312579	FP7-Infrastructures-2012-1 (23-11-11)	UoW (UK)	€ 910.000,00	€ 95.272,00
GO-SKA 283632	FP7-Infrastructures-2011-1 (25-11-10)	NWO (NL)	€ 899.988,33	€ 187.121,90
GLORIA 283783	FP7-Infrastructures-2011-2 (23-11-10)	UPM (ES)	€ 2.499.955,00	€ 164.321,00
SCI-BUS 283481	FP7-Infrastructures-2011-2 (23-11-10)	MTA SZTAKI (HU)	€ 3.654.045,00	€ 202.513,00
RadioNet3 283393	FP7-Infrastructures-2011-1 (25-11-10)	MPG (DE)	€ 9.500.000,00	€ 486.911,05
CTA-PP 262053	FP7-Infrastructures-2010-1 (3-12-09)	MPG (DE)	€ 5.197.775,00	€ 315.650,00
ASTRONET2 262162	FP7-Infrastructures-2010-1 (3-12-09)	CNRS/INSU (FR)	€ 1.599.971,00	€ 168.418,00
EGI-InSPIRE 261323	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	EGI EU (NL)	€ 25.000.000,00	€ 88.454,00
CASSIS 261618	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	UCL (UK)	€ 395.000,00	€ 42.800,00
Euro VO-ICE 261541	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	CNRS (FR)	€ 210.000,00	€ 46.000,00

NEXPreS 261525	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	JIVE (NL)	€ 3.499.860,00	€ 158.250,00
HELIO 238969	FP7- Infrastructures-2008-2 (11-9-2008)	UCL (UK)	€ 3.100.000,00	€ 235.200,00
VAMDC 239108	FP7- Infrastructures-2008-2 (11-9-2008)	CNRS (FR)	€ 2.899.713,00	€ 168.840,00
OPTICON 226604	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	UCAM (UK)	€ 10.000.000,00	€ 780.711,60
RadioNet-FP7 227290	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	ASTRON (NL)	€ 10.000.000,00	€ 904.655,00
EuroPlaNeT RI 228319	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	CNRS (FR)	€ 6.000.000,00	€ 247.209,89
PREPSKA 212243	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	STFC (UK)	€ 5.499.998,92	€ 405.058,87
EGEE III 222667	FP7-Infrastructures-2007-2 (20-9-07)	CERN - INFN	€ 32.000.000,00	€ 38.000,00
E-ELT Prep 211257	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	ESO	€ 5.000.000,00	€ 388.717,00
EST 212482	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	IAC (ES)	€ 3.200.000,00	€ 251.900,00
Euro VO-AIDA 212104	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	CNRS (FR)	€ 2.700.000,00	€ 290.922,00
EVALSO 212891	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	Univ. TS (IT)	€ 1.700.000,00	€ 146.000,00
TOTALE			€ 150.441.306,25	€ 6.855.047,31

ERC				
FIRST 306476	ERC-2012-StG_20111012	INAF	€ 882.810,00	€ 882.810,00
Beacon 279702	ERC-2011-StG_20101014	MPG (DE)	€ 1.892.376,00	€ 102.993,60
DARKLIGHT 291521	ERC-2011-ADG_20110209	INAF	€ 1.723.600,00	€ 1.723.600,00
LEAP 227947	ERC-2008-AdG	Univ. Manchester (UK)	€ 2.455.285,00	€ 114.800,10
StGDeLucia2007 202781	ERC-2007-StG (25-4-07)	INAF	€ 750.000,00	€ 701.700,00
cosmoIGM 257670	ERC-2010-StG_20091028	INAF	€ 891.400,00	€ 891.400,00
TOTALE			€ 8.595.471,00	€ 4.417.303,70

CAPACITIES-SME				
GRABEL 232016	FP7-SME-2008-1 (11-4-08)	EXYS (CH)	€ 1.106.579,00	€ 10.500,00
			subcontratto	€ 87.496,00
GINSEC 606644	FP7-SME-2013-1	EXYS (CH)	€ 1.067.000,00	€ 15.432,00
				€ 94.900,00
TOTALE			€ 2.173.579,00	€ 208.328,00

COOPERATION-TRANSPORT				
HIMALAYA 228430	FP7-GALILEO-2007-GSA-1 (29-2-08)	NX (CH)	€ 1.999.930,00	€ 14.302,00
TOTALE			€ 1.999.930,00	€ 14.302,00

COOPERATION-SPACE				
EUNAWE 263239	FP7-SPACE-2010-1 (8-12-09)	UL-astronomy (NL)	€ 1.903.576,97	€ 232.956,14
SWIFF 263340	FP7-SPACE-2010-1 (8-12-09)	K.U.Leuven (BE)	€ 1.559.005,60	€ 82.800,00
eHEROES 284461	FP7-SPACE-2011-1 (25-11-10)	K.U.Leuven (BE)	€ 1.999.720,98	€ 95.000,00
ASTRODEEP 312725	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INAF	€ 1.968.710,00	€ 710.525,00
ETA-EARTH 313014	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INAF	€ 1.994.359,00	€ 477.800,00
SPACEINN 312844	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	KIS (DE)	€ 1.994.615,00	€ 78.660,00
SOLID 313188	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	PMOD-WRC (CH)	€ 1.994.629,00	€ 137.409,00
FISICA 312818	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	UCL (UK)	€ 1.996.586,00	€ 85.360,00
AstRoMap 313102	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INTA-CAB (ES)	€ 499.592,00	€ 55.612,00
STORM 313038	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	IASB (BE)	€ 1.999.012,00	€ 198.280,00
EXTraS 607452	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	INAF	€ 2.479.002,40	€ 506.020,00
F-CHROMA 606862	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	Univ. Glasgow (UK)	€ 2.185.725,40	€ 244.980,00
GENIUS 606740	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	Univ. Barcelona (ES)	€ 2.493.463,00	€ 100.080,00
VIALACTEA 607380	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	INAF	€ 2.488.590,85	€ 1.035.629,85
TOTALE			€ 27.556.588,20	€ 4.041.111,99

TOTALE	€ 208.542.705,73	€ 19.152.858,03
---------------	-------------------------	------------------------

C1.2 Horizon 2020

Il prossimo Programma Quadro "Horizon 2020", caratterizzato da un forte orientamento verso l'innovazione, rappresenta una valida sfida per l'INAF che, già dal sesto programma quadro, ha avuto un costante incremento dei progetti finanziati e delle conseguenti collaborazioni internazionali.

I due pilastri di maggiore interesse per l'INAF sono: Excellence Science e Industrial Leadership, i cui bandi hanno un approccio di carattere bottom -up più adatto alle attività di ricerca dell'Ente.

Il terzo pilastro, Societal Challenges, e i programmi trasversali Spreading excellence and widening participation e Science with and for Society, pur non rispondendo esattamente ai campi di ricerca dell'INAF possono rivelarsi interessanti per l'avvio di collaborazioni in ambito multidisciplinare, o per il finanziamento di progetti legati alla valorizzazione del patrimonio storico, museale e archivistico dell'INAF così come alle numerose attività di divulgazione e diffusione.

Non saranno trascurate le possibilità di finanziamento offerte dai bandi pubblicati nei programmi trasversali dell'EIT (European Institute of Innovation and Technology) e del JRC (Joint research Centre).

Nel corso di questi ultimi tre anni abbiamo potuto constatare una eccellente attrattività dell'INAF nei confronti dei ricercatori attualmente in servizio all'estero; l'obiettivo per il prossimo triennio è quello di aumentare tale percentuale e puntare sul valore aggiunto delle grandi infrastrutture di ricerca che l'INAF può mettere a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale.

La possibile sinergia con gli altri strumenti di finanziamento europei, e un maggiore coinvolgimento del mondo industriale in favore di un incremento delle possibili partnership saranno oggetto di particolare attenzione, soprattutto grazie al recente assetto della Direzione Scientifica che prevede specifiche iniziative congiunte delle Unità Scientifiche Nazionali.

L'INAF conta tre infrastrutture inserite nella roadmap ESFRI, il cui grado di maturità è stato ottimamente valutato dal Comitato di Valutazione dello stato di avanzamento delle infrastrutture ESFRI istituito dalla DG Ricerca della Commissione Europea, e prevede di vedersi autorizzato nel corso del 2014 il suo primo ERIC per le attività del Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE).

Inoltre, l'Istituto è risultato vincitore di un bando COFUND nell'ambito del settimo programma quadro. Visto il risultato, estremamente positivo, e l'interesse dell'Ente ad attrarre giovani ricercatori, l'INAF presenterà una nuova proposta nell'ambito di Horizon 2020.

Nel corso del 2014, al fine di non disperdere risorse umane preziose, l'INAF coprirà il periodo che intercorre tra la fine del progetto del settimo quadro e il possibile inizio del progetto in Horizon 2020, attraverso un finanziamento competitivo "INAF Fellows" il cui budget graverà totalmente sul proprio FFO.

C.2 Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 470 unità. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e 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 Parthenope, Lecce, Cosenza, Catania e Palermo. L'INAF collabora inoltre 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 l'INAF e le Università sono regolati da appositi accordi, stipulati nell'ambito di una convenzione quadro con la CRUI. Il personale scientifico universitario ha accesso alle infrastrutture supportate da INAF alla stessa stregua del personale dell'Istituto stesso.

L'alta formazione è strettamente legata allo sviluppo della ricerca scientifica. In generale, gli enti di ricerca non ricevono finanziamenti ad hoc per queste attività e vi partecipano attraverso accordi con le Università utilizzando i propri fondi di funzionamento ordinario e/o fondi a valere su specifici progetti, inclusi quelli dei progetti premiali MIUR.

A partire dal 2009 l'INAF aveva dovuto ridurre drasticamente a 1-2 per anno il numero di nuove borse di Dottorato finanziate con i fondi di funzionamento ordinario. Diversi dottorandi sono stati comunque supportati su fondi esterni assegnati ai progetti di ricerca (fondi ASI, PRIN-MIUR, premiali, ecc.). Per il triennio 2014-2016 INAF intende invertire la tendenza e sostenere con la stipula delle necessarie convenzioni dei dottorati in Astronomia ed in Astrofisica e continuare a sostenere altre borse di studio presso dottorati generalisti in Fisica, Fisica ed Astrofisica, etc. Come per gli anni precedenti anche per il 2014 e il 2015 INAF mantiene il proprio impegno per 2 scuole nazionali di astrofisica rivolte a studenti di Dottorato. E' volontà dell'INAF continuare a finanziare tali scuole anche negli anni futuri, a meno di gravi difficoltà finanziarie.

Risulta strategico per l'INAF e per l'ASI implementare con maggiore efficacia l'accordo quadro e la collaborazione per la definizione e la realizzazione di progetti spaziali, in particolare 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* e interessi astrofisici sono presenti in altri Enti di ricerca, e in particolare nell'INFN, il più vicino all'INAF 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 e sono state avviate collaborazioni per lo sviluppo di strumentazione nell'ambito dei progetti strategici menzionati nel presente piano. Alcuni Istituti dell'INAF hanno avviato attività scientifiche per l'implementazione di tecnologia avanzata alla strumentazione astrofisica in cooperazione con istituti del CNR e, inoltre, particolarmente rilevante dal punto di vista strategico è la collaborazione con l'INFN per CTA.

Nel corso del 2013 si sono concluse le procedure di selezione per 7 borse post-doc biennali del programma ASTROFIT riservate a ricercatori residenti all'estero. Tale programma è stato cofinanziato dalla UE a seguito di un bando competitivo FP7. Nel corso del 2014, INAF intende continuare a sostenere questa linea di azione anche in assenza del cofinanziamento dell'Unione Europea.

Nel corso dello scorso anno l'INAF, utilizzando fondi di specifici progetti, ha emesso svariate decine di bandi per il conferimento di borse di studio e di assegni di ricerca su un ampio spettro di tematiche. Alla data di stesura del presente piano triennale, presso l'INAF operano oltre 60 borsisti, e 177 assegnisti di ricerca, di cui 166 regolati dall'art. 22 della Legge n. 240/2010⁷. La stragrande maggioranza di questi assegnisti concluderà il quarto anno di godimento dell'assegno nel corso dei primi mesi del 2015 senza possibilità di ulteriore rinnovo, in ottemperanza alle disposizioni di legge. *Le presenti restrizioni sul turn-*

⁷ Dati aggiornati al 18/03/2014

over precludono la possibilità che una piccola, ma adeguata frazione degli stessi possa essere assunta nel corso del triennio 2014-2016. Nei fatti, si profila all'orizzonte una situazione di forte dispersione di risorse umane altamente qualificate che sono state formate dall'INAF nel corso dello scorso quinquennio attraverso cospicui investimenti sul fronte della crescita del capitale umano.

C.3 Rapporti con l'industria nazionale

La ricerca astronomica non ha di per sé finalità applicative immediate ma, come per altri settori della ricerca fondamentale, richiede e promuove soluzioni tecnologiche sempre più raffinate. Quale esempio di innovazione tecnologica divenuta popolare e riconducibile al "Made by Astronomy", si può annoverare lo standard di trasmissione radio IEEE 802.11, meglio noto al grande pubblico come Wi-Fi, (acronimo di "Wireless Fidelity"), oggi comunemente usato come standard di connessione ad internet di popolari dispositivi portatili quali PC, tablet, cellulari ecc.. ed appunto nato per soddisfare specifiche esigenze di elaborazione e trasmissione dati per le ricerche in radioastronomia.

Anche 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 e gli sviluppi dei nuovi strumenti trovano applicazioni per diagnostica di materiali anche biologici a bassissima invasività. 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.

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.

L'INAF presta da sempre grande attenzione alla valenza sociale della propria ricerca, non solo analizzandone rapidamente le possibili ricadute applicative, come, ad esempio, adattare alla diagnostica medica per immagini le tecniche utilizzate per l'elaborazione ed il processing delle immagini astronomiche, ma soprattutto pianificando le proprie strategie di ricerca ed innovazione ponendosi obiettivi di Politica Industriale, quale contributo alla crescita economica del Paese. A riprova del nesso indissolubile fra ricerca pura e innovazione tecnologica, in pochi anni l'INAF ha depositato diversi brevetti e avviato *start-up* innovative che, grazie alla costruzione di grandi telescopi ottici e radio e al lancio di satelliti di prossima generazione per l'astronomia in raggi gamma e raggi X, così come pure nelle bande ottiche e infrarosse, descritte nelle precedenti sezioni, hanno comportato e comporteranno importanti ricadute industriali, specialmente per i settori della optomeccanica di grande precisione, aerospaziale, elettronico ed optoelettronico.

In questo quadro, la partecipazione ai grandi progetti astronomici internazionali sarà accompagnata da crescenti ritorni in termini di importanti commesse per l'industria italiana, che trova nell'INAF il supporto nella competitività ed internazionalizzazione, in particolare nell'aggredire i mercati basati sui settori tecnologici più avanzati, quali la sensoristica dal radio ai raggi gamma, le ottiche di precisione e adattive, l'elettronica e i sensori criogenici, la meccanica di precisione, il controllo remoto di strumentazione, la gestione ed il controllo satelliti, le reti e gli archivi dati, nei quali INAF è un *world-class player*.

Cardine della politica dell'innovazione dell'INAF è la sua stessa comunità di ricercatori allorché, messa nelle migliori condizioni di partecipazione ai diversi dibattiti scientifici di frontiera, in una posizione di prima linea, diviene il naturale generatore dell'innovazione.

Nel prossimo triennio sarà quindi rafforzato il programma di formazione in materia di economia dell'innovazione, attraverso un'attività di disseminazione capillare dei risultati delle analisi frutto di un programma di *business intelligence*, volto ad analizzare, in maniera permanente, strutturata e costantemente aggiornata, lo scenario competitivo globale di riferimento.

In parallelo, sarà rafforzata la sistematica sinergia, già avviata con le associazioni di categoria delle imprese dei settori industriali investiti dall'attività di ricerca dell'INAF, attraverso l'articolazione su più livelli di confronto del sistema di scambio, permanente e trasparente, di informazioni, al fine di rendere più efficace il coordinamento delle policy di partecipazione dell'Italia ai grandi progetti internazionali.

Per migliorare, inoltre, l'accesso delle imprese italiane all'innovazione "Made in INAF", in un quadro di competizione rigorosamente trasparente, è prevista la sperimentazione, e successiva regolamentazione, di nuovi strumenti di collaborazione con le imprese, fra i quali l'appalto pre-commerciale, che consente una più rapida ed efficace condivisione delle innovazioni con gli operatori economici interessati e ne favorisce, contestualmente, l'internazionalizzazione, stante l'intrinseca valenza internazionale dei progetti di ricerca di astrofisica.

Altro tema cruciale per la Politica Industriale e dell'Innovazione dell'INAF sarà la gestione della proprietà intellettuale, non solo nel rapporto di collaborazione con il mondo produttivo ma, più in generale, in ogni ambito di collaborazione esterna. La dotazione di solide politiche di tutela dei prodotti della ricerca INAF rappresenterà quindi, nel prossimo triennio, un obiettivo strategico anche in vista delle grandi collaborazioni internazionali che vanno profilandosi con l'avvio delle fasi di costruzione di progetti quali CTA e SKA. In particolare, sarà completamente rivisto ed aggiornato il vigente regolamento interno in materia.

C.4 Partecipazioni societarie

Per svolgere la sua missione scientifica INAF partecipa ad alcune società consorzi e fondazioni, tutte rigorosamente senza fine di lucro.

Denominazione	Tipo	anno di costituzione e / partecipazione	capitale/ fondo versato INAF	contributi /trasferimenti annuali	2010		2011		2012	
					Utili	Perdite	Utili	Perdite	Utili	Perdite
Apriti Cielo	Associazione	2005	10K u.t							
Festival della Scienza	Associazione	2008	40K u.t	15K u.t 2009						
CIFS	Consorzio	2005	10K u.t							
Consorzio per la Fisica di Trieste	Consorzio	2007		7.747K/anno						
COMETA	Consorzio	2005	15K u.t							
Distretto tecnologico Sicilia Micro e nano Sistemi	S.c.a.r.l	2007	35k u.t	5K/anno						
Distretto tecnologico della Campania	S.c.a.r.l	2012	20K u.t							
Distretto Aerospaziale Sardegna	S.c.a.r.l	2013	4K u.t							
Fundacion Galileo Galilei	Fondazione	2003		2,3 milioni/anno						
SKA	Company limited by guarantee	2012		250K/anno						
Jive	Fondazione scientifica di diritto olandese	1993		250K/anno						
LBT	Corporazione di diritto privato US	2004		2,3 milioni/anno						

D. Le infrastrutture di ricerca

Una parte rilevante dell'attività di ricerca dell'INAF consiste nell'acquisizione ed interpretazione di osservazioni astronomiche nelle varie bande dello spettro elettromagnetico. A tal fine, l'INAF, progetta, costruisce ed utilizza, a titolo esclusivo o in compartecipazione con altre realtà nazionali ed internazionali, specifiche infrastrutture di ricerca.

Non tutto lo spettro elettromagnetico di rilevanza astrofisica è accessibile da infrastrutture da terra e, proprio per questa ragione, sin dagli albori del volo spaziale si sono realizzati esperimenti ed osservatori dedicati alla ricerca astronomica collocati fuori dall'atmosfera.

Di seguito si descrivono brevemente le Infrastrutture di ricerca da Terra e da Spazio già in esercizio o in fase di avanzata progettazione e per le quali il triennio di riferimento (2014-2016) vedrà importanti e decisivi avanzamenti.

D.1 Le Infrastrutture di Ricerca in Esercizio da Terra e da Spazio

L'INAF ha un consolidato patrimonio di infrastrutture osservative da terra e usufruisce di numerose infrastrutture osservative dallo spazio che vengono descritte nel seguito.

D.1.1. Infrastrutture da Terra

L'INAF, attraverso infrastrutture proprie o in compartecipazione, offre alla propria comunità di riferimento, ed in taluni casi ad altre comunità relazionate con l'INAF, un panorama di possibilità osservative vario per energia di riferimento (dal Radio al gamma) e per locazione geografica (emisferi e latitudini).

Le infrastrutture accessibili all'INAF o gestite dall'INAF sono state rese operative negli ultimi 50 anni; alcune di esse sono ancora operative, nonostante la naturale obsolescenza, altre sono state rinnovate attraverso specifici programmi, altre ancora sono di costruzione recente e recentissima e si possono considerare all'avanguardia.

Il processo di realizzazione di nuove ed innovative Infrastrutture è un processo continuo al quale INAF prende parte con energia. Le prospettive per il futuro a breve e medio termine sono descritte in altre sezione di questo documento. Nelle pagine che seguono sono riassunti i dettagli salienti delle strutture correntemente operative o accessibili dall'INAF.

D.1.1.1 Sardinia Radio Telescope (SRT)

SRT – Sardinia Radio Telescope
<p>Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> Pranusanguni - San Basilio (Cagliari) <i>Operato da:</i> INAF <i>Operativo da:</i> 2014 (attualmente in fase di verifica scientifica)</p> <p><i>SRT è un Radiotelescopio versatile e di alto livello scientifico adatto ad osservazioni per Astronomia Radio ma anche per studi geodinamici ed applicazioni relative allo spazio. SRT può essere utilizzato come antenna singola oppure coordinata in configurazione VLBI. SRT propone una superficie configurabile di antenna tra le più vaste al mondo combinata con tecnologia all'avanguardia che consente osservazioni ad alta efficienza sino alla banda di 3-mm.</i></p>
<p>Contributo INAF alla Infrastruttura:</p> <p>SRT è stato costruito con contributi di INAF, Del MIUR, dell'ASI e della Regione Autonoma della Sardegna. La struttura è operata interamente da INAF.</p>
<p>Attività Scientifica Corrente della Infrastruttura:</p> <p>SRT ha finito nel 2013 la fase di collaudo tecnico ed entra quest'anno nella fase di verifica scientifica che trasformerà il Radiotelescopio in una infrastruttura efficiente per osservazioni astronomiche.</p> <p>A regime il tempo osservativo di SRT sarà attribuito pro-quota 20% all'ASI e 80% all'INAF. INAF attribuirà il tempo a progetti osservativi selezionati da un apposito comitato scientifico tra quelli sottomessi attraverso appositi bandi.</p> <p>Nella fase di collaudo e preliminare verifica scientifica sono già stati ottenuti risultati di alto livello come la rilevazione di impulsi radio ad una frequenza di 7 GHz dal Magnetar PSR J1745-2900 nella regione del centro galattico e la verifica della operatività per osservazioni VLBI europea in banda K.</p>
<p>Piano di contribuzione INAF alla infrastruttura per il triennio 2014-2016:</p> <p>Nel triennio SRT entrerà nella fase di verifica scientifica entrando in pieno esercizio a servizio della comunità radioastronomica di riferimento. Si provvederà inoltre alla implementazione della banda a 100 GHz e alla sua operatività scientifica con i primi risultati.</p>
<p>Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):</p> <ul style="list-style-type: none">• Costo di Gestione e manutenzione Telescopi 2.5 M€/anno• Upgrade Strumentazione verso le alte frequenze 1.0 M€/anno
<p>Note Specifiche:</p> <p>SRT è stato oggetto di una assegnazione straordinaria MIUR nel 2013 per 3.0 M€</p>

D.1.1.2 Large Binocular Telescope (LBT)

LBT - Large Binocular Telescope
<p>Descrizione Generale: Collocazione: Mt. Graham, Arizona, USA Operato da: LBT-Observatory / LBT-Corporation Operativo da: Prima Luce 2005, pienamente operativo 2008</p> <p><i>Il Large Binocular Telescope (abbreviato in LBT, in italiano "Grande Telescopio Binoculare"), è il più grande telescopio ottico del mondo. La sua caratteristica è di essere binoculare, con due specchi da 8.4 m. di diametro montati su un'unica struttura. Tecnicamente, è un telescopio a doppia pupilla a montatura altazimutale in configurazione gregoriana, ottimizzato per l'interferometria e l'osservazione a grande campo. E' un telescopio disegnato sin dall'inizio per l'adozione di Ottiche Adattive con un secondario adattivo. Grazie al successo di tale configurazione è correntemente il più grande laboratorio per lo sviluppo di ottiche adattive a livello mondiale.</i></p>
<p>Contributo INAF alla Infrastruttura:</p> <p>INAF detiene il 25% della LBT-Corporation, che finanzia e gestisce l'Osservatorio LBT. Corrispondentemente, ha sostenuto il 25% dei costi per la costruzione del Telescopio e della Strumentazione, contribuisce per il 25% ai costi di gestione e garantisce alla comunità Astronomica Italiana il 25% del tempo osservativo.</p>
<p>Attività Scientifica Corrente della Infrastruttura:</p> <p>Il Telescopio LBT offre alla propria comunità di riferimento due camere per Imaging nel Visibile (LBC), costruite dall'INAF, una ottimizzata per il rosso ed una per il blu, gli spettrografi nel visibile (MODS) e nel vicino infrarosso (LUCI). Sono inoltre in fase di installazione un sistema laser per realizzazione di stelle artificiali (ARGOS), un'immagine AO a grande campo nell'IR (LINC) e uno spettrografo ad altissima risoluzione (PEPSI)</p> <p><u>Osservazioni Astronomiche:</u> Il telescopio ha iniziato la sua attività scientifica da pochi anni, in un contesto nel quale il 40% del suo tempo osservativo è ancora dedicato alla installazione di nuova strumentazione e al completamento delle funzionalità operative. Le notti a disposizione della comunità astronomica italiana sono circa 45-50 per anno, e sono gestite tramite un bando aperto all'intera comunità astronomica italiana, emesso annualmente dal Centro Italiano di Coordinamento per LBT. Per l'anno 2012/2013 sono state richieste 484 ore di osservazione, e per l'anno 2013/2014 621 ore, con un aumento del 30% circa. Di queste, nel 2012/2013 sono state eseguite 123 ore di esposizione (definite come "open shutter time in specifica"). Queste corrispondono a 13 programmi eseguiti (completamente o in maniera quasi integrale). Le osservazioni hanno riguardato i più disparati campi dell'astronomia, dalla deteazione di pianeti intorno a stelle brillanti fino alle galassie nell'Universo primordiale. In totale, oltre 40 articoli sono stati pubblicati nel 2013 facendo uso dei dati raccolti dal telescopio LBT.</p> <p><u>Sviluppo di Tecnologie Astronomiche Innovative:</u> LBT è il più avanzato laboratorio al mondo per lo sviluppo delle ottiche adattive, che non solo permettono di raggiungere le prestazioni migliori per i telescopi odierni ma sono cruciali per la realizzazione dei futuri ELT. In questo contesto, LBT è stato il primo a raggiungere una correzione elevata della deformazione indotta dall'atmosfera, raggiungendo quasi il 90% della correzione teoricamente possibile. Il successo di LBT in questo campo è stato tale che è stato creato un nuovo acronimo per definire questo tipo di performances, XAO (eXtreme Adaptive Optics). Questo sviluppo è interamente merito della tecnologia italiana, considerato che il sistema AO è stato sviluppato dall'INAF-OA Arcetri e da alcune aziende italiane (ADS e MicroGate). Queste ultime, in particolare, stanno capitalizzando il know-how raggiunto ottenendo importanti commesse industriali da altri telescopi non italiani. Anche alcuni strumenti oggi installati sono unici nel panorama internazionale. La camera a primo fuoco LBC è l'unico imager con elevate prestazioni nell'UV disponibile al mondo ad un telescopio di grande diametro. Lo spettrografo LUCI è stato il primo spettrografo IR ad offrire la modalità Multi Object Spectrograph.</p>
<p>Piano di contribuzione INAF alla infrastruttura per il triennio 2014-2016: Pur essendo completamente ed efficacemente operativo, LBT è in fase di completamento delle potenzialità</p>

della strumentazione di prima generazione ed in programmazione dell'attualizzazione di questa nonché del disegno di strumentazione di nuova generazione con la quale sostituire la presente.

INAF è coinvolto su tutti questi piani con particolare attenzione all'ottica adattiva ad alla strumentazione ad essa collegata.

In particolare, l'INAF sta proponendo la realizzazione della seguente strumentazione di seconda generazione:

- un consistente "upgrade" delle prestazioni del secondario adattivo, con l'introduzione di sensori di nuova generazione e nuova generazione del software di controllo, che permetteranno di migliorare le prestazioni dello strumento di 1.5mag;
- lo sviluppo di un sistema laser al Na di nuova generazione, che complementi quello Rayleigh attualmente installato, per creazione di una stella laser artificiale;
- un "upgrade" alle camere a primo fuoco LBC, per mantenerle competitive nei prossimi anni;
- un nuovo coronografo visibile/IR che usi al meglio l'ottica adattiva di LBT;
- la realizzazione di un IFU IR utilizzando parte della strumentazione finora utilizzata al TNG.

Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):

- | | |
|--|--------------|
| • Quota partecipazione a LBT Corporation | 2.5 M€/anno |
| • Upgrade Strumentazione | 2.0 M€ /anno |

Note Specifiche:

LBT è stato oggetto di finanziamenti premiali:

- Progetto "Sensori Strategici per LBT: dal Laser all'origine dell'universo" (Bando 2011 - € 3.300 k€)
- Progetto "Sensori Strategici per LBT" (Bando 2013 - € 3214060)

Nota: Entrambi i Premiali sono stati incentrati essenzialmente sullo sviluppo degli strumenti di seconda generazione descritti precedentemente, il cui costo complessivo eccede gli 8M€.

D.1.1.3 Telescopio Nazionale Galileo (TNG) e Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope (MAGIC)

TNG - Telescopio Nazionale Galileo e MAGIC - Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope
<p>Descrizione Generale:</p> <p><i>Collocazione:</i> Osservatorio del Roque de los Muchachos – La Palma (Spagna). <i>Operato da:</i> (TNG) dal 2005 attraverso la Fundación Galileo Galilei (FGG) interamente controllata da INAF. (MAGIC) Collaborazione Internazionale MAGIC (include INAF). <i>Operativo da:</i> (TNG) 1999 – (MAGIC) Telescopio I 2003, Telescopio II 2009.</p> <p><i>Il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) è il primo telescopio della Classe 4-mt costruito interamente dalla Comunità Astronomica Italiana. Esso ha rappresentato e rappresenta un'eccellente training della comunità nel settore dello sviluppo e della gestione di una Infrastruttura di ricerca complessa ed al contempo un'eccellente opportunità osservativa per la nostra comunità scientifica. A 15 anni dalla messa in esercizio, TNG continua nell'eccellenza con strumentazione nuova e strumentazione rinnovata. Accanto al TNG sorge il Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope, il più grande telescopio Cherenkov attualmente operato al mondo.</i></p>
<p>Contributo INAF all'Infrastruttura:</p> <p>Il TNG è una Infrastruttura interamente costruita dall'Italia ed operata in esclusiva da INAF attraverso la fondazione di diritto spagnolo FGG. Ha recentemente accolto lo spettrografo ad alta risoluzione HARPS-N procurato da un Consorzio a guida Svizzera (Università di Ginevra) ratificando un accordo con riserva di notti osservative ai programmi di questo Consorzio.</p> <p>In MAGIC INAF ha contribuito gli specchi della seconda unità (e, nell'immediato futuro, la sostituzione degli specchi della prima unità), l'elettronica ed il software per l'acquisizione dati.</p>
<p>Attività Scientifica Corrente della Infrastruttura:</p> <p>Il <u>TNG</u> offre correntemente alla comunità tempo osservativo su 3 strumenti principali: a) Lo spettrografo a bassa risoluzione con imager per il Visibile DOLORES, b) Lo spettrografo a bassa risoluzione con imager per il vicino infrarosso NICS, c) Lo spettrografo ad alta risoluzione ed alta stabilità specializzato nella ricerca di pianeti extrasolari HARPS.</p> <p>Le notti osservative al TNG sono attribuite attraverso un processo competitivo ai ricercatori Italiani con le seguenti eccezioni: a) 80 notti/anno, garantite al Consorzio HARPS in ritorno per la messa a disposizione dello strumento b) 20% di notti attribuito per diritti territoriali alla Spagna, c) 5% gestito da un comitato internazionale (CCI) secondo gli accordi di cooperazione tra Italia e Spagna per l'astrofisica alle Canarie, d) fino a 28 notti all'anno poste a disposizione attraverso il programma di accesso dell'UE (OPTICON) ai ricercatori Europei. A partire dal 2013, un accordo di collaborazione tra INAF e NOTSA pone a disposizione dei ricercatori scandinavi 20 notti all'anno in cambio di 40 notti al telescopio NOT per i ricercatori italiani.</p> <p>Dopo l'installazione di Harps-N questo è diventato lo strumento di gran lunga più utilizzato, con il 70% delle notti rivolte allo studio dei pianeti extra-solari. Il resto delle osservazioni riguarda GRN e supernove, riconoscimenti di sorgenti X, popolazioni stellari in galassie e ammassi e asteroidi con orbite vicine alla Terra.</p> <p>Le pubblicazioni, frutto di osservazioni eseguite con TNG e apparse su riviste con referee, sono costantemente monitorate e negli ultimi tre anni si attestano ad un livello medio di 50/anno.</p> <p><u>MAGIC</u> è un telescopio stereoscopico per raggi gamma che, non essendo soggetti ai campi magnetici, arrivano sulla Terra conservando integra l'informazione sui processi che li hanno generati. Sono prodotti da eventi straordinariamente energetici che avvengono in situazioni particolari nel nostro universo: collassi gravitazionali e onde d'urto che si generano in prossimità di buchi neri durante il loro accrescimento, resti di supernova o Gamma Ray Bursts (GRB).</p>
<p>Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016:</p> <p>Nel Corso del 2014 verrà offerto alla comunità il nuovo spettrografo ad alta risoluzione per il vicino infrarosso GIANO. MAGIC vedrà la sostituzione degli specchi della prima unità con una nuova serie</p>

prodotta con la tecnologia italiana della replica a freddo.

Il TNG è contestualizzato in ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos), uno degli Osservatori Internazionali di maggiore tradizione ed importanza. L'INAF si adopererà nel triennio per rinforzare le relazioni e le sinergie con altre realtà presenti in ORM, al fine di ottimizzare i costi di gestione e la produttività delle infrastrutture nel suo complesso, come auspicato e fortemente sostenuto da ASTRONET (Coordinamento Europeo per la Astronomia).

In quest'ottica, sono appena state attivate partecipazioni Italiane allo strumento WEAVE per il WHT (William Herschel Telescope - Operato ad ORM da STFC attraverso ING) ed allo strumento NTE per il NOT (Nordic Optical Telescope - Operato da NOTSA per conto di Svezia, Danimarca, Norvegia e Finlandia). In questo quadro si colloca anche l'accordo, già citato, di scambio di notti osservative tra NOT e TNG.

Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):

• Bilancio FGG	2.5 M€/anno
• Progetto WEAVE	200 K€/anno
• Progetto NTE	100 K€/anno
• Contributo alla Gestione di MAGIC	150 K€/anno
• Upgrade MAGIC	200 K€/anno

Note Specifiche:

Il Bilancio della Fundaciòn Galileo Galilei comprende il costo degli stipendi del personale FGG.

TNG partecipa ad un progetto oggetto di finanziamenti premiali:

- Progetto "WOW - Esopianeti" (Bando 2012 - € 3.218.583)

D.1.1.4 Rapid Eye Mount (REM) e Telescopi Robotici

REM – Rapid Eye Mount e Telescopi Robotici
<p>Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> Osservatorio di La Silla - Cile <i>Operato da:</i> INAF <i>Operativo da:</i> 2003</p> <p><i>INAF opera remotamente e roboticamente REM in Cile, un telescopio a reazione rapida con uno specchio primario da 60 cm ottimizzato per la ricerca veloce di controparti ottiche ed IR di eventi transienti come GRBs, SNs, etc. REM è uno strumento per Imaging ed acquisisce immagini di campi di 10x10 am² da 450 a 2300 nm. REM ha rappresentato un'opportunità per INAF per sviluppare competenze specifiche nel settore dei telescopi robotici, recentemente applicate alla realtà dei NEO (Near Earth Objects) con la tecnologia denominata <i>Fly-Eye</i>.</i></p>
<p>Contributo INAF all'Infrastruttura:</p> <p>REM è stato costruito da INAF con finanziamenti propri e con contributi dell'ASI e del MIUR. Ingegnerizzato in Italia, è operato dall'INAF all'Osservatorio ESO di La Silla attraverso un accordo specifico di uso e diffusione dei dati acquisiti. In una seconda fase ed attraverso apposito accordo, REM ha incorporato la camera veloce TORTORA, costruita dall'Accademia delle Scienze Russa (Special Astronomical Observatory)</p> <p>La tecnologia Fly-Eye, sviluppata di concerto tra l'INAF e l'industria Italiana, è correntemente oggetto di un progetto di prototipazione e validazione che terminerà nel 2014 aprendo il campo a possibili applicazioni nell'area dei NEO e, più in generale, nell'area delle osservazioni robotiche a campo largo.</p>
<p>Attività Scientifica Corrente dell'Infrastruttura:</p> <p>REM offre correntemente 3 strumenti. Le camere per Imaging per il Visibile (ROSS) e per l'Infrarosso (REMIR) utilizzabili singolarmente o contemporaneamente grazie ad un dicroico. La camera a campo largo ed alta velocità TORTORA per la rilevazione serendipita di cambi rapidi di intensità in vaste aree di cielo.</p> <p>L'INAF offre il tempo di osservazione su base di 100 ore effettive al semestre. Oltre a questo, 110 ore sono destinate alla comunità astronomica cilena, in virtù degli accordi tra INAF e ESO, sito dove è collocato il telescopio REM.</p> <p>Parte di questo tempo osservativo è dedicato al follow-up dei transienti in ottico e infrarosso del GRB, i Gamma Ray Burst, che la velocità di reazione del telescopio permette di osservare dopo solo 30 sec dall'avviso. Il resto del tempo è usato per variabilità di AGN, exoplanets, campi di calibrazione per la missione Gaia. Recentemente è entrato a far parte del progetto Gloria per l'accesso pubblico a telescopi professionali.</p> <p>Le pubblicazioni sono monitorate dall'ESO e negli ultimi 3 anni la media è di circa 10 articoli/anno.</p>
<p>Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016:</p> <p>Negli anni 2012 e 2013 REM è stato oggetto di ammodernamenti consistenti nell'area del controllo e della strumentazione (sostituzione della Camere CCD). Per il triennio 2014-2016 sono previsti interventi relativamente minori per l'aggiornamento del software di controllo del telescopio e la sostituzione di alcune componenti di elettronica per sopravvenuta obsolescenza.</p>
<p>Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):</p> <ul style="list-style-type: none">• Costo di Gestione Telescopio 70 keuro/anno• Upgrade Strumentazione 30 keuro/anno• Costi Sviluppo tecnologia Fly-Eye 2M€/anno
<p>Note Specifiche:</p> <p>FlyEye è stato oggetto di uno stanziamento straordinario MIUR (2012) per 1.0 M€ L'Italia ha versato in ESA 6.2 M€ nel settore SSA finora utilizzati in piccola parte. Si concorderanno con ASI nel corso del triennio del PTA le modalità per il loro utilizzo. In alternativa, si negozierà un finanziamento ministeriale <i>ad hoc</i> di pari importo, al fine di realizzare la nuova infrastruttura tecnologica proposta.</p>

D.1.1.5 Antenne VLBI

SRN- Sistema Radioastronomico Nazionale (JIVE - EVBN)	
Descrizione Generale:	
<i>Collocazione:</i> Medicina (Bologna) – Noto (Siracusa) <i>Operato da:</i> INAF <i>Operativo da:</i> 1964 (Croce del Nord) – 1984 disco singolo Medicina - 1988 (Noto);	
<i>Il Sistema RadioAstronomico Nazionale è correntemente costituito dall' Antenna "Croce del Nord" e dalla Antenna a disco singolo da 32 mt collocate nel sito di Medicina (Bo) e la gemella di quest'ultima collocata presso Noto (Sr). La "Croce del Nord" è oggi costituita da due rami perpendicolari lunghi 564 metri (Est-Ovest) e 640 metri (Nord-Sud) e possiede un'area di raccolta complessiva di 30.000 mq. Una tale superficie rende l'antenna sensibile a sorgenti radio molto deboli in una finestra di ampiezza 2.7 MHz centrata ad una frequenza di 408 MHz. L'Antenna da 32 metri a Disco Singolo è progettata per osservare in modo antenna singola ed in modo interferometrico. Per quest'ultimo l'antenna è parte del Consorzio EVN (European VErY Long Baseline Interferometry Network). L'antenna lavora nella banda 1.4-23 GHz. L'antenna di Noto è gemella dell'Antenna di Medicina.</i>	
Contributo INAF all'Infrastruttura:	
Il Sistema RadioAstronomico Nazionale è operato e gestito dall'INAF attraverso l'Istituto di Radioastronomia (IRA). La costruzione e messa in opera delle Antenne, antecedente alla costituzione dell'INAF, si deve all'Università di Bologna ed al CNR (a cui al tempo l'IRA apparteneva).	
Attività Scientifica Corrente della Infrastruttura:	
Le antenne a disco singolo di Noto e Medicina sono in uso corrente nell'ambito del network interferometrico EVN ed offerte per osservazioni ad antenna singola tipicamente per sorgenti Maser-H ₂ O e Metanolo. Il Telescopio SRT (vedi scheda precedente) è anch'esso utilizzato nel contesto EVN per parte del tempo osservativo ma per mole e potenzialità ha una rilevanza scientifica a se stante.	
Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016:	
Manutenzione ordinaria delle Infrastrutture, Upgrade della strumentazione con ricevitori multibeam, uso delle infrastrutture come test-bench per le tecnologie di SKA.	
Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):	
<ul style="list-style-type: none">• Costo di Gestione e Manutenzione Telescopi• Upgrade Strumentazione per partecipazione al VLBI	<ul style="list-style-type: none">750 k€/anno250 k€/anno
Note Specifiche:	
nessuna	

D.1.1.6 Very Large Telescope (VLT)

VLT - Very Large Telescope

Descrizione Generale:

Collocazione: Cerro Paranal – Cile

Operato da: ESO – Organizzazione Inter-governativa a partecipazione Italiana

Operativo da: 1998

Il VLT si pone come la più importante struttura per l'Astronomia da terra all'inizio del terzo millennio. È lo strumento ottico più avanzato al mondo, composto da quattro telescopi principali (Unit Telescopes: UT), con specchi primari di 8,2 metri di diametro e da quattro telescopi ausiliari mobili (Auxiliary Telescopes: AT) di 1,8 metri di diametro. I telescopi possono essere combinati a formare un interferometro gigante, il Very Large Telescope Interferometer dell'ESO (VLTI), che consente agli astronomi di vedere dettagli fino a 25 volte più fini rispetto a quelli osservabili con i singoli telescopi. Nel VLTI i fasci di luce sono combinati per mezzo di un sistema complesso di specchi in tunnel sotterranei che devono mantenere uguali i percorsi del segnale luminoso a meno di 1/1000 mm lungo un percorso di oltre cento metri. Con questo tipo di precisione il VLTI può ricostruire immagini con una risoluzione angolare del millesimo di arcosecondo, equivalente a distinguere i fari di un'automobile alla distanza della Luna. I telescopi di 8,2 metri di diametro possono essere usati anche individualmente. Con un telescopio di questa dimensione si possono ottenere immagini di corpi celesti fino a magnitudine 30 con un'esposizione di un'ora. Questo corrisponde a vedere oggetti che sono quattro miliardi di volte meno luminosi di quelli che possono essere visti a occhio nudo.

Contributo INAF all'Infrastruttura:

L'Italia ha contribuito pro-quota alla realizzazione dei Telescopi del VLT in quanto membro dell'organizzazione inter-governativa (ESO) che lo ha realizzato. L'industria Italiana ha fornito importanti parti dell'Infrastruttura, tra le quali la meccanica delle UTs.

Consorzi internazionali a partecipazione Italiana hanno, nel corso degli anni, disegnato, costruito, installato e, in taluni casi, operato strumenti di successo al VLT. Tra di essi lo spettrografo multi-oggetto nel visibile VIMOS, lo spettrografo multi-oggetto a fibre FLAMES-GIRAFFE, lo spettrografo a bassa risoluzione e larga banda spettrale X-shooter.

Per la parte interferometrica l'INAF ha contribuito alla realizzazione del rivelatore di frange di interferenza FINITO e dello strumento interferometrico di piano focale AMBER.

Attività Scientifica Corrente dell'Infrastruttura:

Il VLT offre 12 strumenti di piano focali, 3 per UT, oltre al fuoco interferometrico alimentabile dalle UT stesse o dai piccoli telescopi ausiliari da 1.8 mt. Gli strumenti di piano focale coprono dall'ultravioletto al medio infrarosso e sono specializzati ciascuno per un'esigenza osservativa specifica: imaging, spettroscopia a varie risoluzioni, campo integrale, polarimetria, etc. etc.

La produzione scientifica del VLT è tanto abbondante e varia al punto che l'Infrastruttura si colloca agli assoluti vertici per produttività scientifica a livello mondiale, distaccando in molti casi le dirette concorrenti. Questo anche per via del metodo di attribuzione del tempo osservativo che avviene mediante la sottomissione di proposte giudicate da un apposito comitato scientifico, garantendo la massima qualità nei prodotti. Gli Astronomi Italiani fanno grande uso del VLT, sottoponendo proposte di successo ed interpretando e pubblicando i dati in modo efficiente.

Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016:

La strumentazione di VLT è in continua evoluzione. Strumenti obsoleti vengono eliminati e nuovi strumenti messi in esercizio. L'INAF contribuisce con continuità al piano di rinnovo della strumentazione. Nel corso del triennio 2014-2016 verranno installati al VLT lo strumento di ottica adattiva estrema SPHERE e lo spettrografo ad alta risoluzione ultra-stabile per la ricerca dei pianeti ESPRESSO.

Contemporaneamente, i Ricercatori e i Tecnologi dell'INAF contribuiscono al disegno della nuova generazione di strumentazione in particolare il sensore di fronte d'onda per l'Unità equipaggiata con secondario adattivo (UT-4) ERIS e lo spettrografo infrarosso MOONS.

Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):

- Upgrade Strumentazione 700 K€/anno

Note Specifiche:

VLT è stato oggetto di finanziamenti premiali:

- Progetto “Strumentazione Ultrasensibile per il VLT: pianeti extrasolari, stelle e galassie” (Bando 2011 - M€ 3.4)

D.1.1.7 VLT Survey Telescope (VST)

VST - VLT Survey Telescope	
Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> Cerro Paranal, Cile (Presso ESO-LPO) <i>Operato da:</i> ESO – Organizzazione Inter-governativa a partecipazione Italiana <i>Operativo da:</i> 2007	
<i>Il VST è un telescopio alt-azimutale di ricognizione a grande campo, con un'apertura di 2,6 metri che è stato installato e reso operativo nel 2007 presso l'Osservatorio ESO di Cerro Paranal, in Cile</i>	
Contributo INAF all'Infrastruttura: Il VST è stato concepito e costruito in seno ad un accordo tra l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli (OACN poi confluito in INAF) e l'ESO, stipulato nel 1997. Come descritto nell'accordo e nel Memorandum of Understanding firmato dalle parti nell'anno successivo, l'INAF (allora OACN) si è fatta carico della realizzazione del Telescopio e della collaborazione al suo collaudo ed alla verifica scientifica; ESO ha costruito l'infrastruttura in loco (Cupola, etc.) e ne sostiene l'esercizio e la manutenzione.	
Attività Scientifica Corrente dell'Infrastruttura: Il VST è correntemente equipaggiato con la camera a campo largo Omega-CAM come singolo strumento offerto. Omega-CAM copre 1 grado quadrato di cielo campionandolo con 268 Megapixels nella banda 0.3-1.0 um. L'associazione VTS-Omega-CAM è indicata per osservazioni di rassegna. 3 Survey pubbliche sono programmate ed in alcuni casi le osservazioni relative sono iniziate: a) KIDS (The Kilo-Degree Survey), b) VST ATLAS, c) VPHAS+ (The VST Photometric H-alpha Survey of the Southern Galactic Plane).	
Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016: Sfruttamento scientifico dell'Infrastruttura e contributo alla gestione del suo funzionamento.	
Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):	
• Costo di Gestione Telescopio	300K€/anno
Note Specifiche: Nessuna	

D.1.1.8 Atacama Large Millimetric Array (ALMA)

ALMA - Atacama Large Millimetric Array	
Descrizione Generale: Collocazione: Chajnantor – Atacama, Cile Operato da: ALMA – Operato dalla organizzazione intergovernativa ALMA Organisation Operativo da: 2013	
<i>ALMA è un radiointerferometro astronomico all'avanguardia, che comprende uno schieramento di 66 radiotelescopi da 12 e 7 metri che osservano alle lunghezze d'onda tra millimetriche e sub-millimetriche (0.3-9.6 mm). ALMA è correntemente la più grande Infrastruttura per la Ricerca Astronomica in esercizio al mondo.</i>	
Contributo INAF all'Infrastruttura: L'INAF e l'Italia hanno contribuito alla realizzazione di ALMA attraverso la loro partecipazione ad ESO. Importanti contratti per la costruzione dell'Array sono stati assegnati ad imprese italiane.	
Attività Scientifica Corrente dell'Infrastruttura: ALMA è un osservatorio versatile concepito per contribuire a svariati casi scientifici. Tra questi: <ul style="list-style-type: none"> • Cosmologia ed Universo ad Alto Redshift; • Galassie e Nuclei Galattici; • Mezzo interstellare, formazione stellare ed astrochimica; • Dischi circumstellari, pianeti extra-solari e sistema solare; • Evoluzione stellare e Sole. 	
Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016: L'INAF ospita presso l'Istituto di Radioastronomia di Bologna un ALMA Regional Center (ARC), uno dei 7 nodi europei di supporto per gli utenti di ALMA.	
Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno): <ul style="list-style-type: none"> • Costo di Gestione ARC 250 k€/anno • Upgrade Strumentazione 1.0 M€/anno 	
Note Specifiche: ALMA è stato oggetto di <u>finanziamenti premiali</u> : <ul style="list-style-type: none"> • Progetto “iALMA” (Bando 2012 - € 3.510.238,00) 	

D.1.1.9 Tabelle Riassuntive

Infrastruttura	2014	2015	2016
	Capitale	Capitale	Capitale
LBT	4.5	4.5	4.5
VLT	0.7	0.7	0.7
SRT	3.5	3.5	3.5
TNG	3.15	3.15	3.15
Robotici	2.1	2.1	2.1
VLBI	1.0	1.0	1.0
VST	0.3	0.3	0.3
ALMA	1.25	1.25	1.25

D.1.2 Spazio

L'INAF ha un ruolo chiave nello sviluppo, nella gestione e nell'analisi dati di grandi progetti spaziali nazionali ed internazionali dedicati alle tematiche scientifiche illustrate in

precedenza. I grandi progetti spaziali, dall'emissione dell'Announcement of Opportunity (AO), al lancio, alle fasi orbitali e all'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 nelle ultime fasi realizzative prima del lancio.

L'esplorazione del Sistema Solare vede tuttora operative diverse missioni che stanno fornendo un contributo cruciale a due questioni fondamentali: la formazione del nostro sistema solare e le condizioni di abitabilità di pianeti. **Mars Express** dell'ESA e **MRO** della NASA studiano l'atmosfera, la superficie, il sottosuolo di Marte. Analogamente operano **Venus Express** (ESA) su Venere e **Cassini** (ESA/NASA/ASI) sul sistema di Saturno. **Dawn** (NASA), missione che ha come obiettivo gli asteroidi Vesta e Cerere (la missione ha raggiunto Vesta alla fine del 2011 e raggiungerà Cerere nel 2015) darà un'informazione fondamentale nella caratterizzazione dei "mattoni" a partire dai quali si sono formati i pianeti terrestri. Le missioni planetarie in fase di crociera sono **Juno** (NASA), per la misura della struttura interna di Giove (arrivo previsto nel 2016) e **Rosetta** (NASA), il cui lander permetterà di effettuare misure in situ della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko che avvicinerà durante il 2014 e che scorterà nel suo avvicinamento al Sole fino alla fine del 2015.

L'Hubble Space Telescope (NASA/ESA), cui gli astrofisici italiani hanno accesso come membri di ESA, continua ad essere il telescopio spaziale *multi-purpose* (capacità unica di osservare nelle bande ultraviolette e del vicino infrarosso) di maggior successo scientifico. Il suo contributo è tuttora ineguagliato per studi fondamentali sulla formazione di stelle e pianeti, identificazione di pianeti extra-solari, studio delle popolazioni stellari risolte e dell'evoluzione delle galassie vicine e lontane. Gli Italiani sono fra gli astrofisici che partecipano con maggior successo sia all'assegnazione del prezioso tempo di osservazione su HST sia all'uso dei suoi dati.

Lo studio dell'universo estremo è perseguito tramite missioni con strumenti sensibili ai raggi X e gamma. L'Italia è tra i leader del settore. Scienziati italiani hanno creato e fatto crescere l'astrofisica delle alte energie, a partire dai fondatori Rossi, Occhialini e Giacconi. Le missioni **XMM** (ESA), **INTEGRAL** (ESA) e **SWIFT** (NASA/UK/ASI) continuano ad accrescere la nostra comprensione delle sorgenti più violente dell'Universo, come, per esempio, i buchi neri al centro delle galassie o le ultime fasi dell'evoluzione stellare. La rilevanza di queste osservazioni si estende all'Universo più lontano, come testimoniato dalle osservazioni dei lampi gamma, tra gli oggetti più distanti dell'Universo che è possibile studiare. **XMM**, missione cornerstone dell'ESA è, con Chandra (NASA), uno dei due grandi osservatori per astrofisica X oggi disponibili; **INTEGRAL**, missione medium size dell'ESA, estende l'intervallo in frequenze fino al regime dei raggi gamma molli; **SWIFT** è una medium size mission della NASA dedicata, sulla scia delle scoperte di BeppoSAX (Satellite per Astronomia X, missione Italo-olandese dedicata a Giuseppe Occhialini), allo studio dei lampi gamma a cui ha dato un contributo fondamentale l'Italia, sia a livello di strumentazione che di operazioni scientifiche. Queste missioni, grazie al loro successo, sono state prolungate ben oltre l'operatività prevista. Il contributo dell'INAF alla strumentazione volata su queste missioni è stato cruciale per il loro successo e include l'elettronica per CCD, lo strumento a stato solido per imaging in raggi X duri e le ottiche focalizzanti per raggi X. Anche il livello del ritorno scientifico sui ricercatori italiani è il maggiore all'interno della comunità europea. Ad esempio, su XMM circa il 20% delle osservazioni approvate sono con PI italiani, in larga parte dell'INAF. Gli scienziati italiani

hanno ora accesso anche alle osservazioni di **nuSTAR** (NASA), ottenuto grazie alla partecipazione allo sviluppo del software di analisi dati presso l'ASI Science Data Center (progetto congiunto ASI-INAF) e la messa a disposizione dell'antenna di Malindi dell'ASI. I primi dati scientifici confermano il perfetto funzionamento di tutti gli strumenti a bordo.

Anche nella banda dei raggi gamma continua il primato italiano con i satelliti **AGILE** (ASI) e **Fermi** (NASA e diverse altre agenzie nazionali tra cui l'ASI). Queste due missioni hanno aperto una nuova finestra sull'origine dei fotoni di energie sopra il GeV e sugli straordinari acceleratori di particelle che sono in funzione nell'Universo. **AGILE** è la prima delle piccole Missioni scientifiche; realizzata interamente in Italia sotto l'egida ASI, si basa sulla stretta collaborazione scientifica e tecnologica tra INAF, INFN e aziende nazionali. **Fermi** è una missione della NASA nell'ambito di una collaborazione internazionale a cui partecipa l'Italia. Lo strumento principale di Fermi utilizza, su scala più grande, la stessa tecnologia di strumento sviluppata per **AGILE** dagli istituti italiani.

Nel Dicembre 2013 è stata lanciata con successo la missione **GAIA** (ESA). **GAIA** rivoluzionerà le nostre conoscenze della Galassia mediante una survey stereoscopica dettagliata di circa un miliardo di stelle che permetterà di produrre una mappa tridimensionale e dinamica della Via Lattea di ampiezza e precisione mai raggiunte prima; svelerà inoltre le proprietà fisiche di ciascuna stella, quali la luminosità, la gravità superficiale, la temperatura e la composizione chimica. Il costo della missione è completamente a carico del programma obbligatorio dell'ESA, ad eccezione del trattamento scientifico dei dati, a responsabilità del consorzio chiamato "Gaia Data Processing and Analysis Consortium" (DPAC), che raggruppa oltre 400 ricercatori da tutta Europa. Grazie all'impegno congiunto di ASI ed INAF, oggi la partecipazione in Gaia (Gaia Italia) è una delle attività di punta della comunità astronomica nazionale e, in ambito Europeo, è seconda solo a quella francese. L'Italia realizza anche uno dei sei centri di elaborazione dati dedicati alla missione, denominato DPCT (Data Processing Center), 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.

Conclusioni e proposte

I dati sopra riportati pongono, con particolare urgenza, il problema del ritorno scientifico nell'astrofisica spaziale degli investimenti realizzati ogni anno dall'Italia attraverso il contributo obbligatorio, dato in percentuale del PIL all'ESA. Pertanto, anche al fine di continuare a garantire il perseguimento dei brillanti risultati sin qui ottenuti nel campo dell'astrofisica spaziale, ma, ancor di più, per assicurare il giusto ritorno dell'investimento pubblico, si propone innanzitutto di effettuare la valutazione delle necessità di risorse finanziarie annuali per l'astrofisica spaziale, attraverso la somma delle seguenti voci.

D.2 Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio

D.2.1 Terra

L'INAF è fortemente impegnato nelle Infrastrutture di riferimento Europee per la ricerca in campo astronomico come descritte nel documento di roadmap del Forum Strategico Europeo per le Infrastrutture di Ricerca (ESFRI). Nella fattispecie, l'INAF ha ruoli molto

rilevanti nel progetto E-ELT (European Extremely Large Telescope), nel progetto SKA (Square Kilometer Array) e CTA (Cherenkov Telescope Array).

Di seguito sono riassunti i dettagli salienti della partecipazione dell'Istituto a questi progetti, in forma di schede tematiche (una per progetto).

D.2.1.1 European Extremely Large Telescope (E-ELT)

EELT – European Extremely Large Telescope
<p>Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> Cerro Armazones, Cile. <i>Operato da:</i> ESO (organizzazione intergovernativa) <i>Inizio della Costruzione:</i> 2014 <i>Operativo da:</i> 2024 (Più recente Stima)</p> <p><i>Il “European Extremely Large Telescope (E-ELT)” è un telescopio da terra della classe ELT (Telescopi estremamente grandi) in corso di avanzato disegno, coordinato da ESO. Si tratta di un telescopio con un primario segmentato da 39.3 metri di diametro (il più largo attualmente in programmazione al mondo) intrinsecamente dotato di ottica adattiva per la correzione della turbolenza atmosferica (unico al mondo sotto questo aspetto). Il telescopio sarà dotato di strumenti multipli con varie funzioni: sei sono correntemente programmati ed allo studio.</i></p>
<p>Contributo INAF all’Infrastruttura:</p> <p>L’E-ELT è progettato e sarà costruito dall’organizzazione intergovernativa ESO, di cui l’Italia è Membro e ne sostiene pro-quota i costi di funzionamento (attraverso il Ministero degli Esteri). Per l’E-ELT l’Organizzazione ha richiesto ed ottenuto (attraverso i necessari adempimenti legislativi in ciascuno dei Paesi Membri) un contributo straordinario proporzionale alla percentuale di partecipazione alla Organizzazione (nel caso dell’ Italia 44 M€) unito ad un aumento della quota annuale di funzionamento (pari al 2%, circa 280 k€ per l’Italia).</p> <p>Il sistema industriale Italiano partecipa alla realizzazione di E-ELT concorrendo all’assegnazione dei contratti industriali secondo le proprie competenze specifiche. Un settore di assoluta eccellenza ed unicità è quello delle Ottiche Adattive per la correzione della turbolenza atmosferica dove il sistema industriale italiano, coordinato ed in collaborazione con l’INAF, ha caratteristiche di unicità.</p> <p>L’approvvigionamento della strumentazione di Piano Focale per E-ELT è affidato dall’ESO a Consorzi di Istituti degli stati membri che si occupano della progettazione e realizzazione di essa. INAF coordina la realizzazione dell’unità post-focale di Ottica Adattiva Multi-coniugata MAORY e coordina la realizzazione dello spettrografo ad alta risoluzione per la ricerca di pianeti extra-solari di tipo terrestre HIRES. L’INAF partecipa altresì con propri ricercatori e tecnologi alla realizzazione dello spettrografo multi-oggetto MOS ed allo strumento di ottica adattiva estrema PCS.</p> <p>I Ricercatori dell’INAF sono attivi nella definizione del caso scientifico di EELT con proprie rappresentanze dei comitati istituiti dall’ESO per tale definizioni. Essi sono attivi in varie attività scientifiche preparatorie, usando strumenti correntemente disponibili.</p>
<p>Attività Scientifica Prevista per l’Infrastruttura:</p> <p>Una volta in operazione, E-ELT sarà il telescopio con l’area di acquisizione più larga al mondo (circa 25 volte superiore al più grande telescopio correntemente operato). Con l’ottica adattiva integrata EELT raggiungerà risoluzioni spaziali oggi impossibili che, unite alla grande area di acquisizione, consentiranno Osservazioni ad oggi di difficile previsione.</p> <p>Le linee guida Scientifiche utilizzate per guidare il disegno del telescopio, comprendono: a) la rivelazione e caratterizzazione chimica di pianeti extra-solari di tipo terrestre, b) caratterizzazione di oggetti primordiali quali le prime stelle e le prime galassie, c) misura diretta della variazione delle costanti fisiche fondamentali.</p> <p>Il tempo Osservativo all’E-ELT verrà assegnato come già avviene per le altre infrastrutture operate dall’ESO, in modo competitivo attraverso la sottomissione di proposte e la loro valutazione da parte di appositi comitati. Ciò a garanzia della qualità dei programmi scientifici ammessi all’uso dell’infrastruttura.</p>
<p>Piano di contribuzione INAF all’infrastruttura per il triennio 2014-2016:</p> <p>Il triennio 2014-2016 vedrà l’inizio della fase di costruzione dell’Infrastruttura ed il lancio degli studi di disegno avanzato della strumentazione. L’INAF sarà attivo sia sul versante dell’Infrastruttura (co-partecipazione pro-quota alla gestione ed organizzazione dei lavori di costruzione, supporto al sistema</p>

industriale Italiano per le forniture di parti e servizi, sviluppo di tecnologia uniche - Ottica Adattiva - in associazione con il sistema industriale Italiano), che sul versante della strumentazione (coordinamento del progetto MAORY, del progetto HIRES, partecipazione al MOS ed al PCS).

Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):

- | | |
|---|--------------|
| • Contributo straordinario per la costruzione di EELT | 2014: 4.2 M€ |
| | 2015: 4.4 M€ |
| | 2016: 4.6 M€ |
| • Sviluppo Strumentazione Piano Focale | 500 K€/anno |

Note Specifiche:

EELT è un'Infrastruttura di Ricerca Europea di interesse primario, come descritto nel rapporto ESFRI "Strategy Report on Research Infrastructures - Roadmap 2010":

"ELTs are seen world-wide as one of the highest priorities in ground-based astronomy. They will vastly advance astrophysical knowledge allowing detailed studies of inter alia planets around other stars, the first objects in the Universe, super-massive Black Holes, and the nature and distribution of the Dark Matter and Dark Energy which dominate the Universe. The 42m European Extremely Large Telescope (E-ELT) project will maintain and reinforce Europe's position at the forefront of astrophysical research."

EELT è stato oggetto di finanziamenti premiali:

- | | |
|---|-------------|
| • Progetto T-Rex (Bando Premiali 2011) | € 3.900.000 |
| • Progetto T-Rex II (Bando Premiali 2012) | € 2.800.121 |

D.2.1.2 Square Kilometer Array (SKA)

SKA - Square Kilometer Array				
<p>Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> In fase di definizione <i>Operato da:</i> SKA Organization (società no profit di diritto Britannico partecipata dall'INAF) <i>Inizio della Costruzione:</i> 2018 <i>Operativo da:</i> 2020 prime osservazioni – 2025 completamente operativo (più recenti stime)</p> <p><i>Il progetto SKA (Square Kilometer Array) costituisce il più ambizioso progetto radioastronomico attualmente in fase di studio. Sarà un network caratterizzato da un 1 km quadrato di area di raccolta, un grande campo di vista, un'estensione di alcune migliaia di km e tecnologie innovative per ricevitori, trasporto ed elaborazione del segnale e calcolo. Lavorerà su un grande intervallo di frequenze con un miglioramento di 50 volte in sensibilità e di oltre 100 volte in velocità di osservazione del cielo rispetto agli strumenti attuali.</i></p>				
<p>Contributo INAF alla Infrastruttura:</p> <p>L'Attività Pre-costruzione di SKA è organizzata in Work Packages (11), ciascuno preso in carico da un Consorzio. L'INAF partecipa a quattro di questi consorzi:</p> <ul style="list-style-type: none">• Central Signal Processor: Sviluppo del correlatore centrale dell'Array Interferometrico• Dish: Sviluppo dell'elettronica di controllo dell'Antenna singola.• Low-Frequency Aperture Array: Studio e Progettazione delle antenne a bassa frequenza.• Telescope Manager: Sistema di Controllo dell'Array nel suo complesso.				
<p>Attività Scientifica Prevista per l'Infrastruttura:</p> <p>Le caratteristiche senza precedenti di un radio telescopio come SKA consentiranno di approfondire lo studio della formazione ed evoluzione delle prime stelle e galassie dopo il Big Bang, il ruolo del magnetismo cosmico, la natura della gravità e, possibilmente, lo studio della vita oltre la terra. Ancorché il grande salto in termini di performance tra i radiotelescopi esistenti e SKA non consenta una visione completa della scienza che SKA potrà fare, i seguenti casi scientifici sono stati utilizzati in fase di disegno per definire i requisiti di alto livello per la sua costruzione:</p> <ul style="list-style-type: none">• Evoluzione delle Galassie, Cosmologia ed Energia Oscura• Tests dei campi gravitazionali forti usando Pulsars e Buchi Neri• Origine ed Evoluzione del magnetismo Cosmico• Sondare l'alba del cosmo• Le origini della vita nell'Universo				
<p>Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016:</p> <p>L'INAF Investirà nel prossimo Triennio 17 FTE e circa 730 k€ nel lavoro dei 4 consorzi ai quali contribuisce nella corrente fase di pre-costruzione del progetto SKA. Oltre a questo, l'INAF sosterrà le attività di management e coordinamento strategico per la parte di competenza come membro della organizzazione SKA.</p>				
<p>Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno):</p> <table><tbody><tr><td>• Costruzione Array</td><td>2014: 3750 K€ 2015: 4750 K€ 2016: 4750 K€</td></tr><tr><td>• Partecipazione alla SKA-Org</td><td>250 K€ /anno</td></tr></tbody></table>	• Costruzione Array	2014: 3750 K€ 2015: 4750 K€ 2016: 4750 K€	• Partecipazione alla SKA-Org	250 K€ /anno
• Costruzione Array	2014: 3750 K€ 2015: 4750 K€ 2016: 4750 K€			
• Partecipazione alla SKA-Org	250 K€ /anno			
<p>Note Specifiche: SKA è un'Infrastruttura di Ricerca Europea di interesse primario come descritto nel rapporto ESFRI "Strategy Report on Research Infrastructures – Roadmap 2010": "The Square Kilometre Array will be the next generation radio telescope. With an operating frequency range of 70 MHz - 25 GHz and a collecting area of about 1.000.000 m², it will be 50 times more sensitive than current facilities. With its huge field-of-view it will be able to survey the sky more than 10,000 times faster than any existing radio telescope. The SKA will be a machine that transforms our view of the universe." L'NAF partecipa alla Società no-profit di diritto britannico SKA-Organisation con responsabilità di gestione e rappresentanza nel consiglio di amministrazione. Correntemente l'INAF intende proporsi come sede per gli Headquarters.</p>				

D.2.1.3 Cherenkov Telescope Array (CTA)

CTA – Cherenkov Telescope Array				
Descrizione Generale: <i>Collocazione:</i> In fase di definizione. <i>Operato da:</i> CTA Observatory (Società no-profit di diritto privato Tedesco partecipata dagli Enti) <i>Inizio della costruzione:</i> 2014 <i>Operativo da:</i> 2020 (più recenti stime) <i>L'Osservatorio CTA sarà lo strumento da terra dedicato alle alte energie dei raggi gamma della prossima generazione. Sarà operato come un osservatorio aperto alla comunità ed aiuterà ad approfondire la conoscenza dell'universo non termico ad alta energia.</i>				
Contributo INAF all'Infrastruttura: L'INAF contribuisce a CTA nel settore dei "piccoli Telescopi" ovvero i telescopi da 4 metri, parte dell'Array, necessari per monitorare la parte ad alta frequenza dello spettro elettromagnetico di interesse per CTA. Lo sviluppo di questi telescopi è stato condotto nel contesto del Progetto Bandiera ASTRI per la costruzione di una stazione prototipale di tali telescopi completi di strumentazione e controllo presso il sito di Serra La Nave (Catania).				
Attività Scientifica Prevista per l'Infrastruttura: CTA è un osservatorio nella banda dei raggi gamma (GeV e TeV). A queste bande il meccanismo di generazione dei fotoni non può essere termico, non ci sono oggetti celesti sufficientemente caldi, ma deve necessariamente essere non-termico, originato da shocks relativistici, da interazione con i campi magnetici etc. Il flusso e la distribuzione in energia dello spettro nella regione dei gamma riflettono il corrispondente flusso e distribuzione della particelle ad alta energia. Di conseguenza, possono essere utilizzati per tracciare la presenza di raggi cosmici e di elettroni in regioni distanti della nostra galassia od anche in altre galassie. L'Osservatorio CTA sarà utilizzato per osservare: <ul style="list-style-type: none">• <u>Sorgenti gamma della nostra galassia:</u> Residui di Supernovae, Pulsars, regioni di formazione stellare, il centro galattico, binarie-X e microquasars.• <u>Sorgenti gamma extragalattiche:</u> Nuclei Galattici Attivi, Luce di Background Extragalattica, Gamma-Ray Bursts, Clusters di Galassie.• <u>Fisica Fondamentale:</u> Materia Oscura, Gravità Quantistica, Raggi Cosmici carichi. E' inoltre previsto l'uso di CTA per una mappatura del cielo a queste energie.				
Piano di contribuzione INAF all'infrastruttura per il triennio 2014-2016: L'Inaf continuerà ad investire nel progetto CTA nel completamento della fase prototipale dei piccoli telescopi e nella costruzione del Mini-Array che costituisce la prima parte dell'Osservatorio CTA vero e proprio. La costruzione dell'Osservatorio CTA è prevista dal 2015 in poi ed il contributo globale dell'Italia si attesta sui 40 milioni di euro per tutta la fase di costruzione (5 anni).				
Inviluppo finanziario di previsioni per gli esercizi 2014-2016 (fabbisogno): <ul style="list-style-type: none">• Costruzione dell'Osservatorio:<table><tr><td>2014: M€ 4</td></tr><tr><td>2015: M€ 8</td></tr><tr><td>2016: M€ 12</td></tr></table>		2014: M€ 4	2015: M€ 8	2016: M€ 12
2014: M€ 4				
2015: M€ 8				
2016: M€ 12				
Note Specifiche: CTA è un'Infrastruttura di Ricerca Europea di interesse primario, come descritto nel rapporto ESFRI "Strategy Report on Research Infrastructures – Roadmap 2010": <i>"The Cherenkov Telescope Array will be an advanced facility for ground-based high-energy gamma-ray astronomy. With two sites, in both the southern and northern hemispheres, it will extend the study of astrophysical origin of gamma-rays at energies of a few tens of GeV and above. It will provide the first complete and detailed view of the universe in this part of the radiation spectrum and will contribute towards a better understanding of astrophysical and cosmological processes."</i>				

L'INAF partecipa alla Società no-profit di diritto Tedesco (di prossima formazione) CTA-Observatory con responsabilità di gestione e rappresentanza nel consiglio di amministrazione. Correntemente l'INAF ha ottime probabilità di essere sede degli Headquarters (Bologna).

CTA è stato oggetto di finanziamento premiale:

- Progetto Teche.it (bando 2012) € 3.055.102,00

CTA è stato oggetto di finanziamenti bandiera:

- Progetto ASTRI (bando 2010) € 3.000.000,00

D.2.2. Spazio

Come nel caso delle grandi infrastrutture da terra, le grandi infrastrutture per osservazioni dallo spazio sono pianificate, disegnate e realizzate a livello internazionale. Il riferimento in Europa è l'ESA e, a livello nazionale, l'ASI. Su queste grandi missioni, l'INAF ha la responsabilità della costruzione di strumentazione basata su tecnologie avanzatissime, che viene realizzata con il supporto dell'industria nazionale e supportata dalla nostra Agenzia Spaziale. Il ruolo dell'INAF è quindi cruciale per garantire che i programmi obbligatori dell'ESA abbiano un ritorno scientifico (verso la comunità scientifica) e tecnologico (verso le industrie nazionali). Delle grandi missioni spaziali strategiche per l'INAF, una (**Bepi-Colombo** - ESA/JAXA), è in fase avanzata di completamento e vicina al lancio. Le altre missioni di particolare interesse per l'INAF sono parte del programma dell'ESA Cosmic Vision 2015-2025 già approvate ed in fase di realizzazione (**JUICE, Solar Orbiter, EUCLID, PLATO e CHEOPS**). Un altro progetto di forte interesse per l'INAF è **ExoMars**, uno dei punti chiave del programma Aurora dell'ESA, mirato all'analisi di campioni del suolo marziano, anche al fine della ricerca di possibili forme di vita extraterrestre. L'INAF partecipa anche alla fase di definizione e studio della missione **OSIRIS-REX** (NASA) che ha come obiettivo primario quello di raccogliere e riportare a terra campioni di regolite dall'asteroide 1999 RQ36.

Infine, lo Science Program Committee dell'ESA, nel novembre 2013, ha selezionato "The Hot and Energetic Universe", come tema scientifico per la seconda missione spaziale di classe L del programma Cosmic Vision, mettendo così in cantiere un nuovo, **grande osservatorio spaziale in raggi X** che osserverà le fasi calde ed energetiche dell'universo fino alle più remote epoche di formazione dei primi oggetti energetici dell'Universo (lancio previsto nel 2028). Il consorzio europeo che ha presentato la proposta vincente vede gli scienziati italiani, in particolare quelli dell'INAF, in posizioni di eccellenza sul fronte scientifico e di leadership sulla strumentazione avanzata, basata sui microcalorimetri criogenici di nuova generazione. Rilevanti contributi italiani sono presenti anche sulle ottiche e, in prospettiva, lo saranno sul futuro sistema scientifico di terra. In questi settori di altissima tecnologia, il ritorno industriale per l'Italia sarà di prima grandezza, grazie al coinvolgimento già in essere di ditte nazionali. Una competenza ed eccellenza tutta italiana che si è sviluppata e consolidata anche grazie ad alcuni programmi dell'ASI come BeppoSax e Agile.

Il triennio di riferimento sarà cruciale: è previsto, infatti, che l'ESA adotti il concetto di missione nel giugno di quest'anno, a seguito di una call rilasciata lo scorso mese di gennaio, iniziando quindi la fase di assessment e definizione, in cui sarà in particolare necessario consolidare il livello di readiness tecnologica della strumentazione e il disegno del satellite.

Rilevante in questo ambito sarà poi il lancio nel 2015 del satellite ASTRO-H della JAXA, con partecipazione ESA, che permetterà alla comunità italiana l'accesso (tramite tempo ESA) alle osservazioni ad alta risoluzione spettrale di sorgenti X con la prima generazione di microcalorimetri criogenici.

La ricerca in campo spaziale è supportata nel prossimo Programma Quadro "Horizon 2020" sotto il cappello "Industrial Leadership", il cui programma SPACE dovrebbe permettere alla comunità di ricerca europea lo sviluppo di tecnologie spaziali innovative, "dall'idea alla dimostrazione in volo", e di usare i dati raccolti per finalità di carattere scientifico, pubblico o commerciale. Ci si aspetta che la comunità INAF partecipi in maniera energica ai bandi che sono già previsti e che verranno via via emessi nei prossimi anni per gli argomenti che sono in linea con le attività dell'Ente (e.g. Space Weather, caratterizzazione di Near Earth Objects, analisi dati da missioni spaziali, etc.).

Le missioni sulla rampa di lancio nel triennio 2014-2016

Bepi-Colombo: missione cornerstone dell'ESA, congiuntamente alla JAXA, per studiare Mercurio e le sue caratteristiche: la geofisica, la geochimica, il campo magnetico, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali in relatività generale. Il lancio è previsto per il 2015 e l'arrivo su Mercurio nel 2021. La missione prevede per la prima volta l'inserimento contemporaneo intorno a Mercurio di due satelliti: MPO (ESA) in orbita quasi circolare e MMO (JAXA) in orbita ellittica. L'INAF è direttamente coinvolto con una serie di strumenti con PIs e Co-PIs.

ExoMars: uno dei punti chiave del programma Aurora dell'ESA. Lo scopo principale di Aurora è creare ed implementare un piano europeo a lungo termine per l'esplorazione robotica e umana del sistema solare, con Marte, la Luna e gli asteroidi come obiettivi più probabili. ExoMars è un programma congiunto tra l'ESA e Roscosmos, l'Agenzia Spaziale Russa e si compone di due missioni, la prima fissata per il 2016 e la seconda per il 2018. Il programma Exomars consiste di un orbiter e di un modulo di discesa per la missione "ExoMars 2016" e di un rover e piattaforma di superficie per la missione "ExoMars 2018". Il lander della missione "**ExoMars 2016**" è stato dedicato all'astronomo italiano **Giovanni V. Schiaparelli**, il primo a mappare le caratteristiche della superficie del pianeta rosso nel XIX secolo. L'Italia ha un ruolo guida e, attraverso l'Agenzia Spaziale Italiana, rappresenta il maggior contribuente europeo al programma ExoMars.

Le missioni in preparazione:

Solar Orbiter: prima missione di classe M del programma Cosmic Vision dell'ESA selezionata per un lancio nel 2017. Il satellite si collocherà in vicinanza del Sole a meno di 60 raggi solari per parte della sua orbita in una condizione di quasi co-rotazione con il Sole. Questa situazione permetterà di misurare il plasma del vento solare e il campo magnetico da esso trasportato con strumenti in situ e, allo stesso tempo, di osservare le sorgenti solari che hanno generato il vento stesso. La missione rappresenta un'opportunità senza precedenti per scoprire 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. L'INAF è coinvolto a livello di PI-ship nella realizzazione di

strumentazione per coronografia e spettrometria nell'UV, XUV e VL, e a livello di Co-PI-ship nella realizzazione della suite di plasma per le misure in-situ del vento solare.

Euclid: seconda missione di classe M dell'ESA dedicata allo studio di aspetti fondamentali della cosmologia moderna: Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla teoria della Relatività Generale. Il lancio è previsto nel 2019. Euclid effettuerà una *survey* della quasi totalità del cielo extragalattico (l'obiettivo è coprire 15,000 gradi quadrati). Grazie all'immensa mole di dati raccolti, ci sarà una notevolissima ricaduta su molti campi dell'astrofisica. Il *payload* scientifico e gran parte dell'analisi dei dati a terra saranno a cura di un consorzio europeo, l'Euclid Consortium. La comunità italiana ha un ruolo di primo piano, con responsabilità cruciali: due membri sono presenti nel *Board* del consorzio e nello *Science Team* guidato da ESA. A questi si aggiungono le posizioni di *mission survey scientist*, uno dei responsabili della stesura dei *requirement* scientifici e i co-leader di molti dei gruppi di lavoro scientifico; la responsabilità di coordinare l'intero *Ground Segment* è italiana, come la responsabilità di definire e organizzare parti cruciali della riduzione dati sia di *imaging* che spettroscopici. Nel progetto sono coinvolte centinaia di scienziati appartenenti a molte strutture dell'INAF e università italiane.

PLATO: terza missione di classe M dell'ESA con lancio previsto intorno al 2023. L'obiettivo della missione è identificare pianeti extrasolari di tipo terrestre tramite il metodo dei transiti e di misurare le oscillazioni delle stelle intorno alle quali essi orbitano per determinare completamente le proprietà dei sistemi planetari identificati. In particolare, la caratterizzazione include l'analisi sismica delle stelle ospitanti pianeti, dalla quale ottenere una precisa misura di masse, raggi ed età, parametri fondamentali per poi ricavare una misura precisa delle stesse quantità per i pianeti ospitati. Tutti i sistemi planetari scoperti da PLATO potranno inoltre essere successivamente osservati spettroscopicamente da Terra e dallo spazio per: a) completare la caratterizzazione dei parametri orbitali e b) misurare le proprietà fisico-chimiche dei pianeti e delle loro atmosfere. La comunità astronomica italiana ha partecipato fin dalla definizione della proposta ed è interessata ad entrare attivamente sia nel Payload Consortium sia nel Science Consortium.

JUICE: prima missione di classe Large del programma Cosmic Vision dell'ESA selezionata per un lancio nel 2022, con arrivo al sistema di Giove nel 2029 e di durata operativa di 3 anni. L'Europa si propone per la prima volta nel ruolo di leader nell'esplorazione di un pianeta del Sistema solare esterno e delle sue lune. L'obiettivo primario è studiare le condizioni potenzialmente adatte allo sviluppo di elementari forme di vita (*abitabilità*) in ambienti ostili ed estremi come i sottosuoli ghiacciati di Europa, Ganimede e Callisto. JUICE entrerà in orbita intorno a Ganimede ed effettuerà alcuni fly-by su Europa e Callisto. Fra gli strumenti in studio, di cui vari a guida italiana con significativa partecipazione dell'INAF, uno spettrometro ed una suite di camere con l'obiettivo di effettuare la copertura globale dei satelliti gioviani e lo studio del loro ambiente.

CHEOPS: selezionato dall'ESA come prima missione di classe "Small" (S) con lancio previsto per la fine del 2017. Missione dedicata alla caratterizzazione di pianeti di piccola massa in transito mediante fotometria di altissima precisione di stelle luminose i cui pianeti sono già stati scoperti con il metodo delle velocità radiali. CHEOPS consentirà la determinazione accurata dei loro raggi, permettendo in questo modo la determinazione accurata della loro struttura interna. Coordinato dalla Svizzera, il Consorzio CHEOPS coinvolge l'Italia, il Belgio, la Francia, l'Austria, la Svezia e il Regno Unito. In Italia i

principali contributi tecnologici per CHEOPS sono la fornitura degli specchi dei telescopi, lo schermo solare del satellitare e i sensori di guida fine. E' inoltre previsto l'utilizzo della stazione ASI di Malindi e dell'ASI Science Data Center (ASDC). Gli scienziati italiani daranno un contributo significativo alla preparazione scientifica utilizzando anche i risultati dei progetti in corso condotti con lo spettrografo HARPS-N al TNG.

D.3 e-Infrastructures ed ICT

Le e-infrastructures rappresentano uno dei pilastri sui quali poggiare lo sviluppo della ricerca nelle modalità auspicate dalle politiche europee dei progetti ESFRI e, come tali, rappresentano un necessario sostegno alle iniziative nazionali ed in collaborazioni internazionali per l'astrofisica che fanno riferimento ai servizi da loro offerti. Tutte le attività volte a facilitare l'accesso a queste infrastrutture favoriscono il circolo virtuoso d'innovazione tecnico-scientifico, con importanti ricadute sul tessuto produttivo e nel contesto sociale del sistema Paese.

L'INAF collabora con varie istituzioni Europee allo sviluppo dell'infrastruttura di calcolo e data storage per i grandi progetti strumentali di astrofisica quali **CTA**, **E-ELT**, **SKA** e il **Virtual Observatory**, oltre a supportare i progetti scientifici per lo sfruttamento dei dati dagli altri telescopi da terra, dallo spazio e provenienti dal calcolo teorico.

Nell'ambito delle *e-Infrastructure*, esistono fondamentalmente tre diverse linee, dotate di caratteristiche tra loro complementari: **HPC** (High Performans Computing), **HTC** (High Throughput Computing) e **Data Infrastructure**. Pur rispondendo a necessità tra loro differenti, vi è un ampio margine di problematiche comuni tra queste tre linee, quali le modalità di connessione in rete, l'archiviazione, la gestione e l'uso di grandi moli di dati, le problematiche di security e privacy, fino ai modi di controllo dell'accesso tramite la federazione di autorità di autenticazione. Non ultimo, è da considerare anche tutto il lavoro nello sviluppo ed ingegnerizzazione di software, sia come framework sia come sistemi di analisi dei dati raccolti.

Attualmente presso l'INAF esistono molte esperienze in questi campi, ma sono spesso dedicate ai singoli progetti. A parte il Centro Italiano Archivi Astronomici-**IA2**, che fornisce una "data infrastructure" a tutta la comunità, e la gestione della rete tramite il GARR, non esiste una e-infrastructure organizzata a livello nazionale. Tutte le e-infrastructures sono generalmente locali, dedicate a singoli progetti (**Planck**, **GAIA** giusto per dare due esempi) e c'è poca interazione tra le varie realtà presenti. Scopo della neonata Unità VI della Direzione Scientifica - ICT sarà quello di valorizzare ed integrare le realtà presenti nel territorio nazionale legate ai vari progetti. Inoltre, andrà incentivata una sempre più forte interazione con gli altri Enti di Ricerca Italiani, in quanto molte problematiche sulle infrastrutture sono simili.

Proprio per favorire e sviluppare uno sforzo sinergico per un'infrastruttura di calcolo distribuito, gli Enti di Ricerca partecipano a un progetto, denominato **DHTCS-IT** (Distributed High Throughput Computing and Storage), già finanziato nel 2013 ed ora operativo. Questo progetto metterà a disposizione degli Enti di Ricerca Italiani, un'e-Infrastructure nazionale, costituita da un sistema ad alto *throughput* di risorse di *storage* e di calcolo distribuito, avendo come complemento la disponibilità della Rete telematica ad alte prestazioni GARR-X ed il necessario corredo di strumenti middleware già sviluppati ed

in continua evoluzione, capace di sostenere le attività relative alla partecipazione dei ricercatori italiani a progetti di ricerca in tutte le discipline scientifiche e, in particolare, a quelli ESFRI.

Parzialmente complementare al HTC è il discorso HPC, che richiede sempre più forti interazioni con i grossi centri di calcolo nazionali quali CINECA e CRS4.

E. Risorse umane necessarie per la realizzazione delle attività

E.1 Dotazione organica

La dotazione organica dell'Ente, così come rideterminata con DPCM 22 gennaio 2013, in attuazione del comma 5, dell'art. 2, del DL n. 95/2012 convertito, con modificazioni, dalla Legge 7 agosto 2012, n. 135, è pari attualmente a 1.214 unità, suddivise per profili e livelli (vedi allegato Tabella 2 - Dotazione Organica).

Detta dotazione organica è tuttora caratterizzata dalla presenza di posti relativi al personale appartenente alle qualifiche del comparto Università, ovvero personale di categoria EP (ad esaurimento), e di personale di ricerca in regime di diritto pubblico che continua ad essere inquadrato nella qualifica di astronomo, non avendo esercitato il diritto di opzione per l'equiparazione nei profili del comparto Ricerca.

E.1.1 Personale in servizio al 31/12/2013

Personale a tempo indeterminato

Il personale a tempo indeterminato, in servizio al 31/12/2013, risulta essere pari a n.1004 unità, ripartite per profili e livelli, così come evidenziato nella Tabella 2 - Dotazione Organica.

Personale a tempo determinato

Al 31/12/2013 risultano in servizio, con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato, n. 85 unità di personale, come evidenziato nella Tabella 2 - Dotazione Organica, delle quali n. 4 unità risultano a carico del Fondo ordinario (FOE) e n. 81 unità a carico di finanziamenti esterni.

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 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 INAF alla data del 31/12/2013 risulta pari a 485 unità.

E.2 Costo del personale

E.2.1 Costo del personale a tempo indeterminato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale a tempo indeterminato al 31/12/2013 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il

criterio di cassa, i costi sostenuti dall'INAF nel corso del 2013 per stipendi ed altre indennità a carattere fisso e continuativo gravanti sul capitolo stipendi. I costi sostenuti, escluso il trattamento accessorio, la cui spesa grava su fondi appositamente costituiti, ammontano complessivamente ad € 48.654.001

<i>Personale T.I.</i>	<i>n. Unità</i>	<i>Costo Annuo lordo (€)</i>
Personale Astronomo	219	16.262.312
Personale Ricercatore	235	12.916.962
Personale Tecnologo*	141	6.610.490
Personale Tecnico-Amm.vo	409	12.864.237
Totale anno 2013	1.004	48.654.001

** il costo è comprensivo dei 136 tecnologi e dei 5 EP ruolo ad esaurimento inquadrati, ai soli fini economici, nel profilo di tecnologo*

E.2.2 Costo del personale a tempo determinato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale dipendente a tempo determinato al 31/12/2013 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, escluso il trattamento accessorio finanziato con l'apposito fondo, ammonta ad € 143.578 mentre quella gravante sui fondi attivi è pari ad € 3.243.891 per un totale di € 3.387.469.

	<i>n. Unità</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale T.D. su Fondi Ordinari*	4	143.578
Personale T.D. su Fondi Attivi	81	3.243.891
Totale anno 2011	85	3.387.469

**Il numero delle unità si riferisce al personale risultante in servizio al 31/12/2013 mentre il costo comprende tutte le somme comunque pagate al personale in attività nel corso dell'anno di riferimento.*

E.2.3 Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato 2013

L'importo complessivamente erogato nell'anno 2013 ammonta ad € 4.969.378.

Tale importo, determinato secondo il criterio di cassa, comprende tutte le somme corrisposte a titolo di salario accessorio di competenza dell'anno 2013, gli oneri sulle predette somme nonché gli importi corrisposti anche a titolo di arretrato.

La tabella che segue illustra la composizione del salario accessorio:

Salario accessorio	Costo annuo (€)
Accessorio competenza 2013 erogato	3.763.092
Oneri salario accessorio 2013	1.082.790
Arretrati Accessorio	92.799
Oneri salario accessorio arretrato	30.697
Totale salario accessorio 2013	4.969.378

E.2.4 Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca 2013

Il personale con contratto di collaborazione coordinata e continuativa in servizio al 31/12/2013 è pari a 19 unità. Il costo sostenuto nel corso del 2013 per tale tipologia contrattuale ammonta ad € 661.485, compresi gli oneri riflessi.

Al 31/12/2013 risultavano altresì attivi n. 219 assegni di ricerca e n. 71 borse di studio.

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

Personale Parasubordinato	n. Unità	Costo annuo lordo (€)
Personale Co Co Co	19	661.485
Personale titolare di Assegno di ricerca	219	6.702.079
Personale titolare di Borsa di studio	71	1.949.077
Totale parasubordinati anno 2013	308	9.312.641

E.2.5 Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE 2013

	Costo annuo (€)
Personale T.I.	48.654.001
Personale T.D. (solo FOE)	143.578
Personale Co Co Co. (solo FOE)	0
Salario accessorio	4.969.378
Tot. anno 2013	53.766.957

E.2.6 Previsione dei costi del personale - anno 2014

Con il decreto legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito con modificazioni dalla Legge 30/07/2010, n. 122 erano state introdotte numerose norme di contenimento della spesa pubblica che producono, inevitabilmente, notevoli effetti sulla programmazione e sulla stima dei costi per il triennio 2014-2016.

L'articolo 9 del citato decreto legge 78/2010 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".

Il D.P.R. 4 settembre 2013, n. 122 - in attuazione a quanto previsto dall'articolo 16, comma 1, del decreto legge 6 luglio 2011, n. 98 convertito con Legge 15 luglio 2011, n. 11 - ha disposto la proroga delle disposizioni di contenimento delle spese in materia di pubblico impiego recate dall'articolo 9, commi 1, 2 nella parte vigente, 2-bis e 21 del decreto legge 31 maggio 2010, n. 78 fino al 31 dicembre 2014.

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". Il sopra citato D.P.R. 122/2013 ha disposto, altresì, che si darà luogo alle procedure contrattuali e negoziali ricadenti negli anni 2013/2014 per la sola parte normativa e senza possibilità di recupero per la parte economica; inoltre, in deroga alle previsioni di cui all'articolo 47-bis, comma 2, del D.Lgs. 165/2001 ed all'articolo 2, comma 35, della L. 203/2008, per gli anni 2013 e 2014 non si darà luogo, senza possibilità di recupero, al riconoscimento di incrementi a titolo di indennità di vacanza contrattuale.

La proiezione dei costi previsti per il 2014 è stata pertanto elaborata tenuto conto dei costi sostenuti nel corso del 2013 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 e le cessazioni intervenute/previste per il 2014.

Tabella costi del personale a tempo indeterminato previsioni 2014 (solo trattamento fisso e continuativo)						
Qualifica	Livello	Personale in servizio alla data del 31-10-2013	Cessazione 2014	Assunzioni 2014	costo unitario medio lordo annuo + oneri	tot costo lordo annuo + oneri
DIRIGENTE DI RICERCA	I	13	0	3	104.162	1.666.593
PRIMO RICERCATORE	II	59	2	2	78.543	4.634.061
RICERCATORE	III	163	1	11	52.468	9.076.939
TOTALE RICERCATORI		235				15.377.593
DIRIGENTE TECNOLOGICO	I	1	0	0	122.108	122.108
PRIMO TECNOLOGO	II	14	0	0	68.963	965.475
TECNOLOGO	III	121	0	4	50.395	6.299.339
TOTALE TECNOLOGI		136				7.386.923
ASTRONOMO ORDINARIO		22	0	0	122.863	2.702.982
ASTRONOMO ASSOCIATO		61	2	0	91.222	5.382.098
RICERCATORE ASTRONOMO		136	0	0	64.116	8.719.776
TOTALE PERSONALE ASTRONOMO		219				16.804.856
COLLABORATORE TECNICO E.R.	IV	118	0	0	38.465	4.538.869
COLLABORATORE TECNICO E.R.	V	46	0	0	34.936	1.607.044
COLLABORATORE TECNICO E.R.	VI	43	0	4	32.006	1.504.289
TOTALE COLLABORATORI TECNICI E.R.		207				7.650.203
OPERATORE TECNICO	VI	49	4	0	32.006	1.440.277
OPERATORE TECNICO	VII	12	0	0	29.333	352.000
OPERATORE TECNICO	VIII	7	0	2	27.657	248.912
TOTALE OPERATORI TECNICI		68				2.041.189
DIRIGENTE II fascia		0	0	2	27.733	55.466
TOTALE DIRIGENTI		0				55.466
FUNZIONARIO DI AMMINISTRAZIONE	IV	22	0	0	38.465	846.230
FUNZIONARIO DI AMMINISTRAZIONE	V	17	0	1	34.936	628.843
TOTALE FUNZIONARI DI AMMINISTRAZIONE		39				1.475.073
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	V	55	0	0	34.936	1.921.466
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	VI	10	0	0	32.006	320.062
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	VII	13	0	7	29.333	586.667
TOTALE COLLABORATORI DI AMMINISTRAZIONE		78				2.828.195
OPERATORE DI AMMINISTRAZIONE	VII	13	0	0	29.333	381.334
OPERATORE DI AMMINISTRAZIONE	VIII	4	0	1	27.657	138.284
TOTALE OPERATORI DI AMMINISTRAZIONE		17				519.618
	R.E. ex ctg. EP	5	0			443.252
TOTALE		1004	9			54.582.367

E.3 Programmazione triennale del fabbisogno del personale

E.3.1 Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014/2016

Il piano di fabbisogno di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014-2016 è stato sviluppato sulla base delle rilevate necessità dell'Ente per la realizzazione dei programmi

di ricerca e delle relative infrastrutture tecnico – scientifiche, tenuto conto della dotazione organica, così come rideterminata con DPCM del 22 gennaio 2013, ed è riportato nella Tabella 3 – Fabbisogno del personale (vedi allegato).

Nel limite del budget assunzionale 2010 e 2011, l'Istituto ha portato a compimento, nel dicembre 2012 e nel corso dell'anno 2013, l'assunzione di complessive n. 58 unità di personale, vincitori ed idonei di concorsi indetti a seguito dell'autorizzazione a bandire concessa con DPCM del 26 ottobre 2009.

A seguito della prescritta autorizzazione alle assunzioni, di cui al DPCM 27 luglio 2012, l'INAF ha pertanto acquisito le seguenti unità di personale:

ASSUNZIONI EFFETTUATE ANNI 2012 - 2013 (autorizzazione DPCM 27 luglio 2012)				
	BUDGET ASSUNZIONALE 2010 (100% turn over 2009: 2.034.241)		BUDGET ASSUNZIONALE 2011 (20% turn over 2010: 537.239)	
Profilo e livello	Unità	Onere assunzionale annuo lordo complessivo*	Unità	Onere assunzionale annuo lordo complessivo*
Ricercatore - III livello	13	596.375	3	143.472
Tecnologo - III livello	14	617.641**	5	239.120
Funzionario di amministrazione V livello	4	80.878		
CTER - VI livello	14	447.006	1	47.291
Collaboratore di amministrazione - VII livello	2	58.526	2	89.064
TOTALE	47	1.800.426	11	518.947

* Gli oneri relativi alle assunzioni riportati nella tabella, sulla base dei quali l'INAF è stato autorizzato ad assumere con DPCM del 27 luglio 2012, sono calcolati secondo i criteri di computo previsti dal Decreto Interministeriale del 20 luglio 2011 per gli anni di riferimento (artt. 2 e 3)

** L'onere assunzionale complessivo comprende un incremento di part time per n. 1 unità di personale

Si evidenzia che con DPCM del 27 luglio 2012 l'INAF è stato inoltre autorizzato ad assumere, nel limite di spesa del budget disponibile per l'anno 2010, calcolato sul 100% del risparmio derivante dalle cessazioni intervenute nel 2009, n. 3 dirigenti amministrativi di seconda fascia.

Dette unità di personale, in esito alla soppressione di un ufficio dirigenziale di II fascia, a seguito della riduzione del 20% della dotazione organica del personale dirigenziale di livello non generale operata ai sensi e per gli effetti dell'art. 2, comma 1, lettera a), del DL n. 95/2012, convertito con modificazioni dalla Legge n. 135/2012, si sono ridotte a due.

Tanto premesso, si rappresenta che sono in corso di espletamento e si concluderanno, presumibilmente, nel secondo semestre dell'anno 2014, le procedure concorsuali per il reclutamento di n. 2 dirigenti amministrativi di seconda fascia.

Pertanto, stante la proroga del termine, al 31 dicembre 2014, per procedere ad assunzioni di personale a tempo indeterminato relative alle cessazioni verificatesi negli anni 2009, 2010, 2011 e 2012, così come disposta dall'art. 1, comma 4, lettera *b*), del DL 30 dicembre 2013, n. 150 convertito con modificazioni dalla Legge n. 15/2014, che ha sostituito l'art. 1, comma 2, del DL n. 216/2011 convertito, con modificazioni, dalla Legge n. n. 14/2012, l'Ente procederà, nel 2014, alle assunzioni delle suddette n. 2 unità di personale con qualifica dirigenziale di seconda fascia, per un onere assunzionale complessivo, calcolato secondo le modalità di cui all'art. 2 del Decreto interministeriale del 10 luglio 2011, pari ad euro 121.244.

Inoltre, tenuto conto che i costi sostenuti per le assunzioni già effettuate, nel limite del budget assunzionale 2010, sono risultati inferiori rispetto alle originarie previsioni, in quanto:

- alcuni dei vincitori di concorso erano già dipendenti dell'Ente;
- rispetto alle 3 unità con qualifica dirigenziale non generale, previste ed autorizzate, si procederà all'assunzione soltanto di n. 2 unità;

l'INAF intende avvalersi della residuale disponibilità finanziaria derivante dal turn over 2010 per assumere un'ulteriore unità di personale di livello III - profilo Ricercatore/Tecnologo, per una spesa complessiva, calcolata come onere assunzionale, pari ad euro 45.875.

Nel limite del budget assunzionale 2010, quindi, pari ad euro 2.034.241, l'INAF procederà, nell'anno 2014, ad assumere ulteriori 3 unità di personale, per un onere complessivo pari ad euro 167.119.

Fatte salve dette assunzioni, continua a permanere l'esigenza di acquisire personale ricercatore e tecnologo, anche di elevata professionalità ovvero di II e I livello, a fronte dello svolgimento e dell'implementazione dei programmi di ricerca e scientifico - tecnologici in atto e della gestione delle relative infrastrutture, tenuto anche conto delle numerose cessazioni di detti profili e livelli che sono già intervenute e che interverranno nel corso del triennio.

Al riguardo, si rappresenta che l'Ente è ancora in attesa di ricevere l'autorizzazione a bandire, già richiesta ai Ministeri vigilanti nel corso dell'anno 2012, per il reclutamento, tramite procedure ordinarie, di complessive n. 10 unità di personale, a valere sulle risorse derivanti dal 20% del turn over 2011 e 2012.

Detta richiesta, così come riportata nel **Prospetto analitico A1** (vedi allegato), in questa sede viene confermata e reiterata, in quanto l'acquisizione di dette unità di personale ricercatore, nonché di personale tecnico di supporto alla ricerca, è tuttora rispondente alle effettive esigenze dell'Ente relativamente allo svolgimento ed all'implementazione dei seguenti settori di ricerca:

1. Radioastronomia, con particolare riferimento ad ALMA
2. Surveys per studi galattici e cosmologici

3. Sistemi stellari ed esoplanetari, loro dinamica ed evoluzione
4. Astrofisica delle alte ed altissime energie
5. Strumentazione innovativa

con riferimento all'acquisizione di personale con profilo di Dirigente di Ricerca – I livello

1. Radioastronomia;
2. Surveys per studi galattici;
3. Surveys per studi cosmologici;
4. Sistemi stellari e planetari;
5. Formazione ed evoluzione stellare;
6. Astrofisica delle alte ed altissime energie;
7. Strumentazione innovativa

con riferimento all'acquisizione di personale con profilo di Primo Ricercatore – II livello

1. Planetologia

con riferimento all'acquisizione di personale con profilo di Ricercatore – III livello.

L'INAF intende, quindi, acquisire le suddette 10 unità di personale secondo il piano di assunzioni di cui al **Prospetto analitico B1 (Assunzioni 2012)** e **Prospetto analitico B2 (Assunzioni 2013)** (vedi allegato).

Al riguardo si evidenzia che le cessazioni di personale, effettivamente verificatesi nell'anno 2012, come evidenziate analiticamente nel **Prospetto analitico C1** (vedi allegato), hanno invece prodotto un risparmio disponibile pari ad euro 353.270. Pertanto, stante il maggiore budget assunzionale riferito all'anno 2013, l'INAF, fatte salve le unità di personale che aveva già richiesto di assumere a valere su detto budget, per un contingente di n. 3 unità ed un onere complessivo annuo lordo pari ad euro 162.278, intenderebbe utilizzare il relativo differenziale per procedere ad eventuali ulteriori assunzioni.

E.3.2 Previsione di assunzioni di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014/2016

Il regime assunzionale attualmente vigente per le pubbliche amministrazioni, compresi gli Enti di Ricerca, non consente una completa attuazione del piano di fabbisogno di personale a tempo indeterminato così come riportato nella **Tabella 3 – Fabbisogno del personale** (vedi allegato).

La previsione di assunzione di personale a tempo indeterminato per il triennio 2014/2016 è infatti limitata dalle restrizioni dovute ai vincoli di turnover imposti dagli attuali decreti sulla Pubblica Amministrazione, che purtroppo non soddisfano le rilevate necessità dell'Ente per la realizzazione dei programmi di ricerca e delle relative infrastrutture tecnico-scientifiche.

I limiti finanziari entro i quali gli EPR possono procedere ad assunzioni di unità di personale, nel triennio 2014-2016, sono definiti dall'art. 66, comma 14, del DL 25 giugno 2008, n. 112, convertito con modificazioni dalla Legge n. 133/2008 e successive modifiche ed integrazioni, come segue:

- anno 2014: 50% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2013
- anno 2015: 50% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2014
- anno 2016: 60% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2015

fatto comunque salvo il limite dell'80% delle entrate correnti complessive, come risultanti dal bilancio consuntivo dell'anno precedente a quello di riferimento.

Stanti i suddetti limiti e tenuto conto delle risorse finanziarie disponibili derivanti dal turn over degli anni di riferimento (2013-2014-2015), così come evidenziate nel **Prospetto analitico C2** (vedi allegato), calcolate secondo le modalità di computo indicate dall'art. 3, del Decreto interministeriale del 10 luglio 2011, l'INAF intenderebbe acquisire, complessivamente, almeno n. 20 unità di personale, come risulta dal **Prospetto analitico A2** (vedi allegato).

Dette unità di personale, ricercatore, tecnologo e tecnico-amministrativo di supporto alle attività di ricerca, da reclutarsi mediante procedure di reclutamento ordinario, secondo il piano assunzionale previsto per gli anni di riferimento, così come riportato nel **Prospetto analitico B3 (Piano Assunzioni 2014)**, **Prospetto analitico B4 (Piano assunzioni 2015)**, **Prospetto analitico B5 (Piano assunzioni 2016)** (vedi allegato), rappresentano le risorse umane strettamente necessarie per consentire all'Ente di svolgere ed implementare le attività scientifico-tecnologiche e di ricerca.

In particolare, l'acquisizione di personale con profilo di Ricercatore – III livello è necessaria per lo svolgimento delle attività connesse ai seguenti settori di ricerca:

1. Astrofisica delle altissime energie da terra e dallo spazio
2. Sistemi esoplanetari
3. Gas, polveri galattiche e processi di formazione stellare
4. Radioastronomia galattica
5. Survey spettroscopiche extragalattiche
6. Survey fotometriche di popolazioni stellari
7. Gaia astronomy – Struttura galassia e suoi satelliti
8. Gaia astronomy – Statistica stellare
9. Astrofisica dei fenomeni transienti
10. Struttura delle galassie dall'ottico al sub millimetrico

mentre l'acquisizione di personale con profilo di Tecnologo – III livello è necessaria per lo svolgimento delle attività connesse ai seguenti settori scientifico - tecnologici:

1. Gestione flusso dati astrometrici da satellite
2. Progettazione optomeccanica
3. Sistemi informativi e basi dati
4. Coordinamento dell'attività di divulgazione scientifica

ed, infine, è necessario acquisire personale con profilo tecnico (CTER), per svolgere attività di supporto tecnico nei seguenti settori:

1. CED dell'IRA di Bologna
2. Patrimonio storico dell'INAF
3. Ottica adattiva
4. Centro di calcolo tecnico dell'OA di Catania

Nel limite delle risorse assunzionali disponibili, così come riportate nel Prospetto sintetico A3 (Risorse disponibili 2012-2013) e nel Prospetto sintetico A4 (Risorse disponibili 2014-2016), l'INAF intende quindi procedere, nel triennio 2014-2016, all'acquisizione di complessive 30 unità di personale, secondo il piano di reclutamento riportato nel Prospetto sintetico A5.

E.3.3 Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato – anno 2014

Il limite finanziario previsto dall'art. 1, comma 187, della Legge 23 dicembre 2005, n. 266, così come modificato dal comma 538, dell'art. 1, della Legge n. 296/2006 e dal comma 80, dell'art. 3, della Legge n. 244/2007, per le assunzioni a tempo determinato con oneri a carico del fondo di funzionamento ordinario (FOE) è pari per l'INAF ad euro 294.356.

Tanto premesso, attualmente risultano in servizio a tempo determinato, con oneri a carico del FOE, le seguenti unità di personale:

- Dirigente Tecnologo – I livello: n. 1 unità
- Funzionario di amministrazione – V livello: n. 1 unità
- Operatore tecnico – VIII livello: n. 2 unità (di cui una al part-time al 50%)

per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 177.052.

Al riguardo si evidenzia che, stante la riduzione percentuale dei posti in dotazione organica del personale tecnico-amministrativo, operata con il DPCM 22 gennaio 2013 ai sensi dell'art. 2, comma 5, del DL n. 95/2012, che non consente l'acquisizione a tempo indeterminato di ulteriori professionalità ascrivibili a detti profili, al fine di poter far fronte ad esigenze derivanti dalla recente riorganizzazione degli uffici e delle relative competenze, sia a livello centrale che periferico, l'INAF, nel rispetto del prescritto limite finanziario, intenderebbe procedere ad acquisire n. 2 unità di personale a tempo determinato con profilo di Funzionario di amministrazione – V livello, con oneri a carico del fondo ordinario, per una spesa annua lorda pari ad euro 95.166.

E.3.4 Assunzioni obbligatorie di personale disabile ex legge n. 68/1999

In ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 12 marzo 1999, n. 68, è stata effettuata la ricognizione annuale del personale disabile in servizio a tempo indeterminato presso l'Ente, al fine di verificare il rispetto dei prescritti oneri assunzionali.

Tale monitoraggio obbligatorio comporta che, laddove l'Ente risulti carente di tale tipologia di personale, dovrà avviare le previste procedure di assunzioni delle relative unità, anche in deroga alle ordinarie procedure assunzionali subordinate all'autorizzazione da parte dei Ministeri Vigilanti.

Il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, in risposta all'interpello n. 50/2011, ha precisato che anche il personale ricercatore e tecnologo, livelli I-III, precedentemente escluso dalla base computo in quanto ritenuto equiparabile al personale ricercatore astronomo non contrattualizzato, sia da ascrivere all'interno dell'Area del personale non

dirigente e, conseguentemente, da inserirsi nella base computo per calcolare la quota d'obbligo di disabili da assumere (7%).

La suddetta quota d'obbligo è stata pertanto ricalcolata secondo la nuova base computo, anche ai sensi dell'art. 7, comma 6, del DL n. 101/2013 convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 125/2013.

Dal monitoraggio che l'Ente ha effettuato *ex lege* n. 68/99, risultano quindi da assumere, nel triennio 2014-2016, n. 31 unità di personale disabile a fronte di 1004 dipendenti a tempo indeterminato in servizio al 31 dicembre 2013.

Tanto premesso, l'Istituto sta attivando apposite procedure per il reclutamento delle sopra citate unità di personale, con particolare attenzione alle province in cui le scoperture risultano più rilevanti.

Le procedure che si prevede possano essere portate a termine, nel corso del triennio di riferimento, riguardano il reclutamento di almeno n. 6 unità di personale.

Per le restanti unità da reclutarsi, l'Ente sta valutando anche la possibilità di stipulare apposite convenzioni per l'avviamento di lavoratori disabili con gli Uffici Provinciali del lavoro delle Province interessate, in alternativa ad ulteriori procedure di reclutamento, tenendo conto delle specifiche professionalità richieste dalle Strutture territoriali di ricerca.

E.3.5 Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001

In applicazione delle disposizioni previste dai CCNL del Comparto delle Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione concernenti le procedure di progressione di livello e di sviluppo professionale, l'INAF ha proceduto con le Organizzazioni Sindacali FLC-CGIL, CISL-FIR e ANPRI-CIDA alla stipula di due apposite ipotesi di accordo concernenti l'applicazione degli artt. 53 e 54 del CCNL del 21/02/2002 con decorrenza 01/01/2013.

In ottemperanza a quanto previsto dal Titolo III, del D. Lgs n. 150/2009, in particolare dalla disposizione di cui all'art. 23, le ipotesi sottoscritte sono state predisposte nel rispetto del principio della selettività, tenuto conto del fabbisogno di personale nei diversi profili e livelli interessati.

Al riguardo, si evidenzia che :

- in riferimento all'ipotesi di Accordo per l'applicazione dell'art 53, *ex* CCNL 21/02/2002 - decorrenza 01/01/2013 - la cui procedura autorizzatoria è ancora in corso, sono stati destinati € 114.918, al lordo degli oneri riflessi, a carico del Fondo per il salario accessorio per il seguente numero di posizioni da bandire:

Funzionario IV livello:	12
CTER IV livello:	39
Collaboratore di Amministrazione V livello:	26
Operatore tecnico VI livello:	25
Operatore di Amministrazione VII livello:	5

- in riferimento all'ipotesi di Accordo per l'applicazione dell'art 54, *ex* CCNL 21/02/2002 - decorrenza 01/01/2013 - la cui procedura autorizzatoria è ancora in corso, sono stati destinati € 143.501, al lordo degli oneri riflessi, a carico del Fondo per il salario accessorio per il seguente numero di posizioni da bandire:

Progressione Funzionario da V a IV livello:	7 unità
Progressione CTER da V a IV livello:	10 unità
Progressione CTER da VI a V livello:	10 unità
Progressione Collaboratore di Amministrazione da VI a V livello:	3 unità
Progressione Collaboratore di Amministrazione da VII a VI livello:	3 unità
Progressione Operatore tecnico da VII a VI livello:	8 unità
Progressione Operatore di Amministrazione da VIII a VII livello:	3 unità
Progressione Operatore tecnico da VIII a VII livello:	1 unità

E.3.6 Assunzioni per mobilità: mobilità intercompartimentale ex art. 30 D. Lgs. N. 165/2001

L'INAF ha proceduto nel 2013 ad assumere, tramite l'istituto della mobilità ex art. 30 del D.Lgs. n. 165/201 e s.m.i., n. 1 unità di personale con profilo di CTER – VI livello che già prestava servizio in posizione di comando presso l'Istituto.

Tanto premesso, tenuto conto che la mobilità è sempre stata attuata esclusivamente per i profili tecnico-amministrativi, attesa la necessaria specializzazione scientifica del personale ricercatore e tecnologo, e che i posti vacanti, nei predetti profili, si sono drasticamente ridotti a seguito del taglio operato nella relativa dotazione organica dal DPCM 22 gennaio 2013, l'INAF intenderebbe procedere ad acquisire in mobilità quel personale, già in servizio in posizione di comando, che manifesti la volontà di transitare nei ruoli dell'Ente, fatta salva la disponibilità dei relativi posti in organico.

F. Le risorse finanziarie.

F.1 Fondi MIUR

F.1.1 Progetti bandiera

Fondi (in milioni di €) Prosecuzione ASTRI	2013	2014	2015	2016
	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
	1.4	5.0	-	-

F.1.2 FOE straordinario/internazionale

Fondi (in milioni di €)	2013	2014	2015	2016
	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
CTA (in collaborazione con INFN)	-	4	8	12
SKA	1.2	4	5	5
ELT	3.2	4.2(*)	4.4(*)	4.6(*)
SRT (in collaborazione con ASI)**	3.0	3.5	3.5	3.5
LBT	-	(***)	2.5	2.5
TNG	-	(***)	2.5	2.5
TOTALE	7.4	15.7	25.9	30.1

*Quote necessarie per la copertura dell'impegno finanziario MIUR relativo alla partecipazione al Telescopio E-ELT dell'ESO.

**Gestione operativa.

***I notevoli sforzi nelle politiche di razionalizzazione delle risorse finanziarie hanno consentito all'INAF di continuare a garantire, per l'anno 2014, la partecipazione nei grandi progetti di valenza internazionale e strategica LBT e TNG per un importo complessivo di euro 4.900.000,00, ormai non più sostenibile su FOE.

F.2 FOE ordinario

Fondi (in milioni di €)	2013	2014	2015	2016
	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
Personale	62.0 (*)	64.6	64.6	64.6
Edilizia	-	(**)	(**)	(**)
Funzionamento Strutture	5.0	8.5	8.5	8.5
Ricerca di base	1.2	2.5	2.5	2.5
Astrofisica Spaziale	-	44.5	44.5	44.5
Funzionamento infrastrutture	4.5	6.0(***)	7.0	7.0
Funzionamento Ente (organi, licenze, assicurazioni, etc.)	6.9	7.6	7.6	7.6
TOTALE	79.6	133.7	134.7	134.7

* La spesa di personale, pari a circa l'80% del FOE, pur rappresentando un fattore di rigidità per la gestione finanziaria dell'INAF, è da considerare funzionale alle esigenze di un Ente di ricerca che fonda nel suo capitale umano la risorsa fondamentale per perseguire i suoi fini istituzionali.

** I risparmi di spesa conseguiti dall'Ente permettono di finanziare quantomeno gli interventi obbligatori per la messa a norma ed in sicurezza degli edifici per l'anno 2014.

*** I notevoli sforzi nelle politiche di razionalizzazione delle risorse finanziarie hanno consentito all'INAF di continuare a garantire, per l'anno 2014, la partecipazione nei grandi progetti di valenza internazionale e strategica LBT e TNG per un importo complessivo di euro 4.900.000,00, ormai non più sostenibile su FOE.

I fondi elencati nella tabella non consentono all'Ente di compiere adeguatamente il suo mandato. Permettono sostanzialmente il mantenimento di quanto in corso, senza porre in essere alcun investimento in ricerca, personale, strutture.

F.3 Premiali

Fondi (in milioni di €)	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
	2013	2014	2015	2016
Premialità	-	15.9(****)	15.9	15.9

**** Al momento, le risorse per i progetti premiali anno 2012, quantificate in € 15.861.104,00, non sono state ancora assegnate all'INAF.

G. Lista degli acronimi

AGB	Ramo Asintotico delle Giganti
AGN	Nuclei Galattici Attivi
ALMA	Atacama Large Millimetric Array
ANVUR	Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca
ASDC	ASI Science Data Center
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
CCD	Charge Coupled Device
CIVR	Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca
CMB	Cosmic Microwave Background
CNR	Consiglio Nazionale della Ricerca
CR	Raggi Cosmici
CRIS	Current Research Information System
CTA	Cherenkov Telescope Array
DE	Energia Oscura
DM	Materia Oscura
DST	Dunn Solar Telescope
EAST	European Association for Solar Telescopes
E-ELT	European Extremely Large Telescope
ESA	Agenzia Spaziale Europea
ESFRI	Forum Strategico Europeo per le Infrastrutture di Ricerca
ESO	European Southern Observatory
EST	European Solar Telescope
EVN	European Very long baseline interferometry Network
FOE	Fondo Ordinario per gli Enti di ricerca
FTE	Equivalenti Full Time
GRB	Gamma Ray Burst
HST	Hubble Space Telescope
IAPS	Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali
IASF	Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica
IMF	Funzione di Massa Iniziale
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
IRA	Istituto di RadioAstronomia
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JWST	James Webb Space Telescope
LBT	Large Binocular Telescope
LMC	Grande Nube di Magellano
LSS	Large Space Simulator
LSST	Large Synoptic Survey Telescope
MAGIC	Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope

MIUR	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NSO	National Solar Observatory
PI	Principal Investigator
PMI	Piccole e Medie Imprese
PNR	Piano Nazionale della Ricerca
PTA	Piano Triennale delle Attività
REM	Rapid Eye Mount
SFR	Tasso di Formazione delle Stelle
SKA	Square Kilometre Array
SN	Super Novae
SRN	Sistema Radioastronomico Nazionale
SRT	Sardinia Radio Telescope
STFC	Scientific and Technology Facilities Council
TNG	Telescopio Nazionale Galileo
UE	Unione Europea
VLBI	Very-long-baseline interferometry
VLT	Very Large Telescope
VQR	Valutazione della Qualità della Ricerca
VST	VLT Survey Telescope

2 Dotazione Organica

Profilo	Livello	Dotazione Organica	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2013	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2013
Dirigente II fascia		2	0	
Dirigente di ricerca	I	41	13	
Primo ricercatore	II	100	59	1
Ricercatore	III	190	163	37
Dirigente tecnologo	I	9	1	1
Primo tecnologo	II	26	14	1
Tecnologo	III	127	121	27
Astronomo Ordinario		28	22	
Astronomo Associato		70	61	
Ricercatore Astronomo		140	136	
R.E. ex ctg EP		7	5	
Collaboratore tecnico E.R.	IV	128	118	
Collaboratore tecnico E.R.	V	58	46	
Collaboratore tecnico E.R.	VI	43	43	8
Operatore tecnico	VI	57	49	
Operatore tecnico	VII	13	12	
Operatore tecnico	VIII	9	7	6 (di cui n. 1 unità in part - time al 50%)
Funzionario di amministrazione	IV	29	22	
Funzionario di amministrazione	V	19	17	1
Collaboratore di amministrazione	V	58	55	
Collaboratore di amministrazione	VI	16	10	
Collaboratore di amministrazione	VII	23	13	3
Operatore di amministrazione	VII	16	13	
Operatore di amministrazione	VIII	5	4	
Totale		1214	1004	85

Altro Personale	Personale in servizio al 31-12-2013 impiegato in ricerca	Personale in servizio al 31-12-2013 NON impiegato in ricerca
Personale associato	485	
Assegnisti	219	
Borsisti	71	
Co.Co.Co	17	2
Comandi in Entrata		3
Totale	792	5
Personale associato proveniente dalle Università	288	

3 Fabbisogno del personale

A TEMPO INDETERMINATO	Livello	Dotazione Organica	2014		2015		2016		Cessioni al 31/12/2013
			Num.	Costo	Num.	Costo	Num.	Costo	
Dirigente II fascia		2	2	55.466,00	0		0		0
Dirigente di ricerca	I	41	9	706.022,64	8	627.575,68	11	862.916,56	0
Primo ricercatore	II	100	9	554.879,61	14	863.146,06	18	1.109.759,22	3
Ricercatore	III	190	12	590.089,32	6	295.044,66	9	442.566,99	1
Dirigente tecnologo	I	9	1	78.446,96	3	184.959,87	4	313.787,84	1
Primo tecnologo	II	26	2	123.306,58	4	246.613,16	6	369.919,74	0
Tecnologo	III	127	4	196.696,44	1	61.653,29	1	49.174,11	0
Astronomo Ordinario		28	0		0		0		3
Astronomo Associato		70	0		0		0		1
Ricercatore Astronomo		140	0		0		0		1
R.E. ex ctg EP		7	0		0		0		0
Collaboratore tecnico E.R.	IV	128	10	537.267,90	0		0		1
Collaboratore tecnico E.R.	V	58	10	492.290,00	1	49.229,00	1	49.229,00	0
Collaboratore tecnico E.R.	VI	43	0		2	88.959,92	2	88.959,92	0
Operatore tecnico	VI	57	8	355.839,68	0		0		5
Operatore tecnico	VII	13	1	40.077,81	0		0		0
Operatore tecnico	VII I	9	2	73.516,76	0		0		0
Funzionario di amministrazione	IV	29	7	376.087,53	0		0		2
Funzionario di amministrazione	V	19	1	49.229,00	1	49.229,00	0		0
Collaboratore di amministrazione	V	58	3	147.687,00	0		0		0
Collaboratore di amministrazione	VI	16	3	133.439,88	2	88.959,92	1	44.479,96	0
Collaboratore di amministrazione	VII	23	6	240.466,86	3	120.233,43	1	40.077,81	0
Operatore di amministrazione	VII	16	3	120.233,43	0		0		0
Operatore di amministrazione	VII I	5	0		1	36.758,36	0		0
Totale		1214	93	4.871.043,40	46	2.712.362,35	54	3.370.871,15	18

A TEMPO DETERMINATO	Livello	Dotazione Organica	2014		2015		2016	
			Num.	Costo	Num.	Costo	Num.	Costo
Dirigente II fascia								
Dirigente di ricerca	I							
Primo ricercatore	II							
Ricercatore	III							
Dirigente tecnologo	I							
Primo tecnologo	II							
Tecnologo	III							
Collaboratore tecnico E.R.	IV							
Collaboratore tecnico E.R.	V							
Collaboratore tecnico E.R.	VI							
Operatore tecnico	VI							
Operatore tecnico	VII							
Operatore tecnico	VIII							
Funzionario di amministrazione	IV							
Funzionario di amministrazione	V		2	95.166				
Collaboratore di amministrazione	V							
Collaboratore di amministrazione	VI							
Collaboratore di amministrazione	VII							
Operatore di amministrazione	VII							
Operatore di amministrazione	VIII							
Totale			2	95.166				

PROSPETTO ANALITICO A1

Prospetto analitico procedure concorsuali da bandire per le quali era stata già richiesta apposita autorizzazione (turn over 2011-2012)

Procedure concorsuali da bandire a tempo indeterminato	Posti in dotazione organica	Presenti in servizio al 31/12/2013	Posti vacanti al 31/12/2013	Posti da mettere a concorso	Onere assunzioni	
Dirigente di Ricerca - I livello	41	13	28	3	231.003	
Primo ricercatore - II livello	100	59	41	4	240.926	
Ricercatore - III livello	190	163	27	1	47.752	
Operatore tecnico - VIII livello	9	7	2	2	85.327	
T O T A L E G E N E R A L E					10	605.008

PROSPETTO ANALITICO A2**Prospetto analitico procedure concorsuali da bandire nel triennio 2014/2016 (turn over 2013-2015)**

Procedure concorsuali da bandire a tempo indeterminato	Posti in dotazione organica	Presenti in servizio al 31/12/2013	Posti vacanti al 31/12/2013	Posti da mettere a concorso	Onere assunzioni
Ricercatore - III livello	190	163	27	10	476.181
Tecnologo - III livello	127	121	6	4	190.472
Funzionario di amministrazione - V livello	19	17	2	1	51.116
Collaboratore di amministrazione - VII livello	23	13	10	1	45.223
CTER - VI livello*	43	43	-	4	191.926
TOTALE GENERALE					954.918

* In merito ai presenti in servizio al 31/12/2013 con profilo di CTER - VI livello si fa presente che stanno per concludersi le progressioni ex art. 54 del CCNL 1998-2001. In esito a dette procedure n. 12 unità di personale con profilo di CTER VI livello transiteranno nel livello V del medesimo profilo di CTER, con decorrenza 1/01/2010; pertanto, risulteranno vacanti al 31/12/2013 n. 12 posti di VI livello - profilo professionale CTER.

PROSPETTO SINTETICO A3

Prospetto risorse finanziarie disponibili per assunzioni anni 2012-2013

	Anno 2012	Anno 2013
20% risorse cessazioni di personale a tempo indeterminato avvenute negli anni precedenti	450.632	
80% entrate correnti complessive risultanti dal bilancio consuntivo anno precedente	83.566.627	109.567
spesa di personale consuntivo anno precedente	69.891.503	65.170.464

PROSPETTO SINTETICO A4

Prospetto risorse finanziarie che possono rendersi disponibili nel triennio 2014/2016

	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016
50% risorse cessazioni di personale a tempo indeterminato avvenute negli anni precedenti	492.928	229.749	
60% risorse cessazioni di personale a tempo indeterminato avvenute negli anni precedenti			300.538
80% entrate correnti complessive risultanti dal bilancio consuntivo anno precedente	93.091.512	65.914.632	78.603.511
spesa di personale consuntivo anno precedente	64.349.805	67.579.080	67.827.751

PROSPETTO SINTETICO A5

Prospetto sintetico pianificazione reclutamento utilizzo risorse finanziarie disponibili

PROSPETTO	Budget assunzionale 2012 (20% T.O. 2011)		Budget assunzionale 2013 (20% T.O. 2012)		Budget assunzionale 2014 (50% T.O. 2013)		Budget assunzionale 2015 (50% T.O. 2014)		Budget assunzionale 2016 (60% T.O. 2015)	
	Unità da assumere	Onere annuo complessivo								
Assunzioni su procedure concorsuali a tempo indeterminato per le quali era già stata richiesta l'autorizzare a bandire (turn over 2011-2012)	7	365.703,93	3	162.278,39						
Assunzioni su procedure concorsuali a tempo indeterminato da autorizzare nel triennio 2014/2016 (turn over 2013-2014-2015)					10	479.679,32	4	191.199,40	6	284.040,39

PROSPETTO ANALITICO C1

CESSATI 2012		PROFIL/O LIVELLO INIZIALE	DATA cessazione	NOTE	RISPARMIO DI SPESA	RETRIBUZIONE FONDAMENTALE	TRATTAMENTO ACCESSORIO
N.	QUALIFICA						
1	1° Ricercatore	1° Ricercatore - II Livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 60.231,57	€ 58.459,95	€ 1.771,62
2	1° Ricercatore	1° Ricercatore - II Livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 60.231,57	€ 58.459,95	€ 1.771,62
3	Astronomo associato	1° Ricercatore - II Livello	01.05.2012	collocato a riposo	€ 60.231,57	€ 58.459,95	€ 1.771,62
4	Astronomo associato	1° Ricercatore - II Livello	29.12.2012	collocato a riposo	€ 60.231,57	€ 58.459,95	€ 1.771,62
5	Astronomo associato	1° Ricercatore - II Livello	27.2.2012	collocato a riposo	€ 60.231,57	€ 58.459,95	€ 1.771,62
6	Astronomo associato	1° Ricercatore - II Livello	1.9.2012	collocato a riposo	€ 44.445,56	€ 29.333,35	€ 15.112,21
7	Collaboratore di amministrazione V livello	Collaboratore di amministrazione VII	1.7.2012	collocato a riposo	€ 44.445,56	€ 29.333,35	€ 15.112,21
8	Collaboratore di amministrazione VI livello	Collaboratore di amministrazione VII	1.4.2012	dimissioni volontarie	€ 44.445,56	€ 29.333,35	€ 15.112,21
9	Collaboratore di amministrazione VI livello	Collaboratore di amministrazione VII	1.1.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
10	CTER IV Livello	CTER VI livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
11	CTER IV Livello	CTER VI livello	01.08.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
12	CTER IV Livello	CTER VI livello	01.02.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
13	CTER IV Livello	CTER VI livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
14	CTER IV Livello	CTER VI livello	01.10.2012	collocato a riposo	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
15	CTER IV Livello	CTER VI livello	1.4.2012	collocato a riposo	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
16	CTER IV Livello	CTER VI livello	1.9.2012	collocato a riposo	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
17	CTER IV Livello	CTER VI livello	1.1.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
18	CTER IV Livello	CTER VI livello	1.11.2012	dimissioni volontarie	€ 47.204,16	€ 32.006,16	€ 15.198,00
19	CTER IV Livello	CTER VI livello	1.1.2012	collocato a riposo	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
20	Astronomo ordinario	Dirigente di ricerca	1.8.2012	collocato a riposo	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
21	Astronomo ordinario	Dirigente di ricerca	01.04.2012	collocato a riposo	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
22	Astronomo ordinario	Dirigente di ricerca	01.01.2012	collocato a riposo	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
23	Dirigente di ricerca	Dirigente di ricerca	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
24	Dirigente di ricerca	Dirigente di ricerca	1.5.2012	dimissioni volontarie	€ 77.025,24	€ 75.253,62	€ 1.771,62
25	Dirigente tecnologo	Dirigente tecnologo	01.11.2012	dimissioni volontarie	€ 50.223,99	€ 34.935,74	€ 15.288,25
26	Funzionario di amministrazione IV livello	Funzionario di amministrazione V livello	01.02.2012	collocato a riposo	€ 50.223,99	€ 34.935,74	€ 15.288,25
27	Funzionario di amministrazione IV livello	Funzionario di amministrazione V livello	01.12.2012	collocato a riposo	€ 50.223,99	€ 34.935,74	€ 15.288,25
28	Operatore di amministrazione VII livello	Operatore di amministrazione VIII livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 42.687,58	€ 27.656,86	€ 15.030,72
29	Operatore di amministrazione VII livello	Operatore di amministrazione VIII livello	1.12.2012	dimissioni volontarie	€ 42.687,58	€ 27.656,86	€ 15.030,72
30	Operatore tecnico VI Livello	Operatore tecnico VIII Livello	01.01.2012	dimissioni volontarie	€ 42.687,58	€ 27.656,86	€ 15.030,72
31	Operatore tecnico VI Livello	Operatore tecnico VIII Livello	31.12.2012	dimissioni volontarie	€ 42.687,58	€ 27.656,86	€ 15.030,72
32	Ricercatore Astronomo	Ricercatore III livello	1.10.2012	collocato a riposo	€ 47.752,39	€ 45.980,77	€ 1.771,62
33	Ricercatore Astronomo	Ricercatore III livello	1.9.2012	dimissioni volontarie	€ 47.752,39	€ 45.980,77	€ 1.771,62
34	Ricercatore Astronomo	Ricercatore III livello	1.12.2012	dimissioni volontarie	€ 1.766.349,37	€ 1.453.530,68	€ 312.818,69
35	Ricercatore	Ricercatore III livello	1.12.2012	dimissioni volontarie	€ 1.766.349,37	€ 1.453.530,68	€ 312.818,69

20%

€ 353.269,87

PROSPETTO ANALITICO C2

CESSATI 2013

PROG.	QUALIFICA	PROFilo/LIVELLO INIZIALE	DATA CESSAZIONE	NOTE	RISPARMIO DI SPESA	RETRIBUZIONE FONDAMENTALE	TRATTAMENTO ACCESSORIO
1	Astronomo Associato	Primo ricercatore II livello	01/10/2013	Dimissioni	60.158,22	58.459,95	1.698,27
2	Astronomo Ordinario	Dirigente di ricerca I livello	01/20/2013	Limiti di età	76.951,89	75.253,62	1.698,27
3	Astronomo Ordinario	Dirigente di ricerca I livello	01/11/2013	Limiti di età	76.951,89	75.253,62	1.698,27
4	Astronomo Ordinario	Dirigente di ricerca I livello	01/12/2013	Collocato a riposo	47.179,75	32.006,16	15.173,59
5	C.T.E.R. - IV livello	C.T.E.R. - VI livello	01/11/2013	Collocato a riposo	76.411,14	74.712,87	1.698,27
6	Dirigente Tecnologo	Dirigente Tecnologo I livello	01/04/2013	Limiti di età	50.199,58	34.935,74	15.263,84
7	Funzionario amministrazione IV livello	Funzionario amministrazione V livello	20/09/2013	Deceduto	42.663,17	27.656,86	15.006,31
8	Funzionario amministrazione IV livello	Funzionario amministrazione V livello	01/01/2013	Dimissioni	42.663,17	27.656,86	15.006,31
9	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/01/2013	Collocato a riposo	42.663,17	27.656,86	15.006,31
10	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	16/10/2013	Dimissionario	42.663,17	27.656,86	15.006,31
11	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/11/2013	Collocato a riposo	42.663,17	27.656,86	15.006,31
12	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/11/2013	Collocato a riposo	60.158,22	58.459,95	1.698,27
13	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/01/2013	Maturazione anzianità massima contributiva	60.158,22	58.459,95	1.698,27
14	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/05/2013	Collocato a riposo	60.158,22	58.459,95	1.698,27
15	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/11/2013	Limiti di età	47.679,04	45.980,77	1.698,27
16	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/02/2013	Dimissioni	47.679,04	45.980,77	1.698,27
17	Ricercatore	Ricercatore III livello	01/01/2013	Limiti di servizio	1.004.152,57	866.437,01	137.715,56
18	Ricercatore Astronomo	Ricercatore III livello					
Percentuale turn over							
50%							
Percentuale turn over							
50%							

CESSATI 2014 -

previsione

PROG.	QUALIFICA	PROFilo/LIVELLO INIZIALE	DATA CESSAZIONE	NOTE	RISPARMIO DI SPESA	RETRIBUZIONE FONDAMENTALE	TRATTAMENTO ACCESSORIO
1	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/05/2014	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
2	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/03/2014	Collocamento a riposo	43.579,98	27.656,86	15.923,12
3	Ricercatore	Ricercatore III livello	01/04/2014	Collocamento a riposo	47.618,09	45.980,77	1.637,32
4	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/05/2014	Collocamento a riposo	43.579,98	27.656,86	15.923,12
5	Astronomo Associato	Primo ricercatore II livello	01/04/2014	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
6	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/01/2014	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
7	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/01/2014	Collocamento a riposo	43.579,98	27.656,86	15.923,12
8	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/01/2014	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
9	Astronomo Associato	Primo ricercatore II livello	01/03/2014	Collocamento a riposo	462.327,09	390.448,01	71.879,08
Percentuale turn over							
50%							

CESSATI 2015 -

previsione

PROG.	QUALIFICA	PROFilo/LIVELLO INIZIALE	DATA CESSAZIONE	NOTE	RISPARMIO DI SPESA	RETRIBUZIONE FONDAMENTALE	TRATTAMENTO ACCESSORIO
1	Ricercatore	Ricercatore III livello	01/01/2015	Collocamento a riposo	47.618,09	45.980,77	1.637,32
2	Primo ricercatore	Primo ricercatore II livello	01/03/2015	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
3	C.T.E.R. - IV livello	C.T.E.R. - VI livello	01/08/2015	Collocamento a riposo	47.981,49	32.006,16	15.975,33
4	Dirigente di ricerca	Dirigente di ricerca I livello	01/04/2015	Collocamento a riposo	76.890,94	75.253,62	1.637,32
5	Dirigente Tecnologo	Dirigente Tecnologo I livello	01/11/2015	Collocamento a riposo	76.890,94	75.253,62	1.637,32
6	Operatore di amministrazione VII	Operatore di amministrazione VIII	01/07/2015	Collocamento a riposo	43.464,91	27.656,86	15.808,05
7	Operatore tecnico VI livello	Operatore tecnico VIII livello	01/11/2015	Collocamento a riposo	47.618,09	45.980,77	1.637,32
8	Ricercatore Astronomo	Ricercatore III livello	01/09/2015	Collocamento a riposo	60.097,27	58.459,95	1.637,32
9	Astronomo Associato	Primo ricercatore II livello	01/06/2015	Collocamento a riposo	504.123,92	446.708,56	57.415,36
Percentuale turn over							
60%							