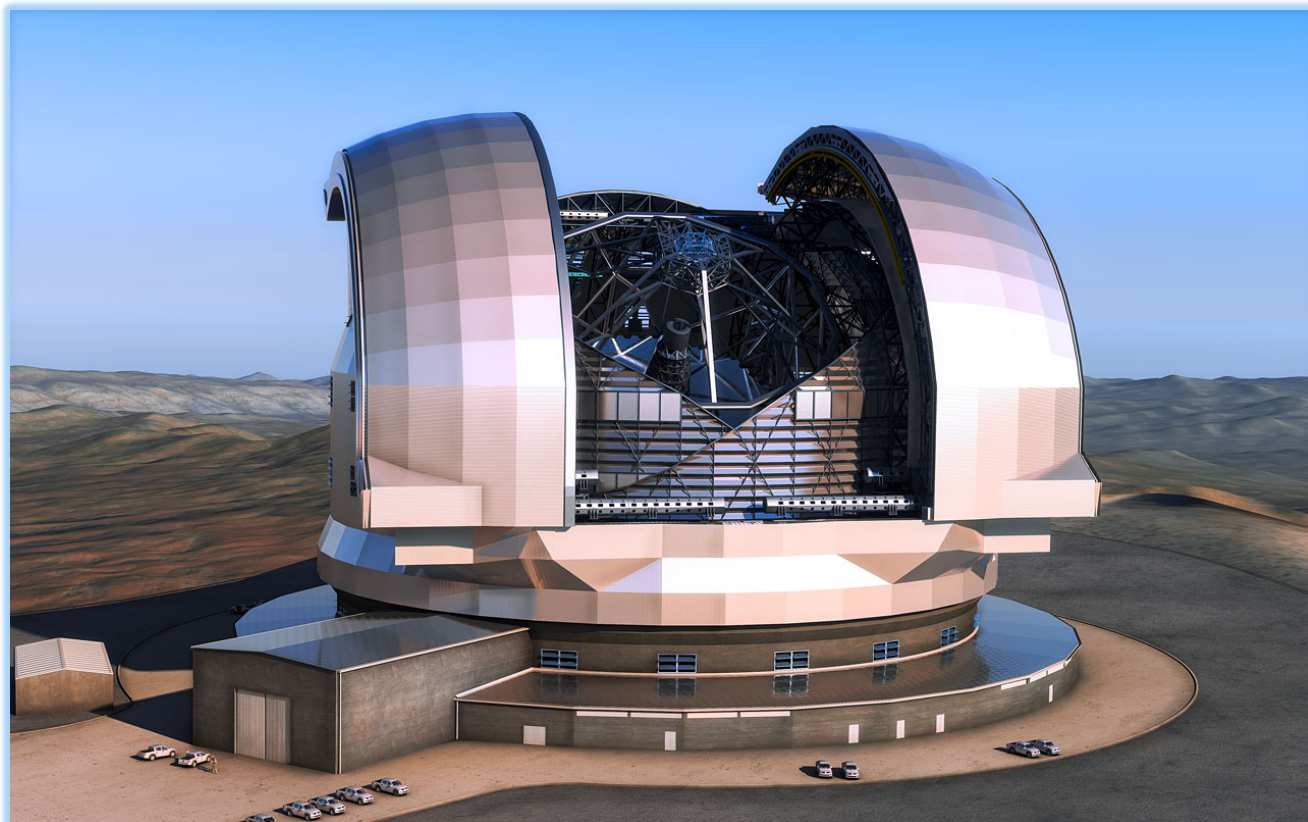




INAF: un autorevole player globale della fisica moderna

PIANO TRIENNALE DI ATTIVITA' 2016-2018



E-ELT (European Extremely Large Telescope) che con il suo specchio principale di 39 metri di diametro, sarà il più grande telescopio ottico/infrarosso mai costruito.

Approvato dal Consiglio di Amministrazione INAF il 15/06/2016

Executive Summary del Presidente

Premessa. L'astrofisica moderna costituisce uno dei più potenti driver della conoscenza della Natura, ed allo stesso tempo un motore di sviluppo senza paragoni di quelle tecnologie innovative che creano sviluppo economico, cambiano i modelli sociali, e migliorano la qualità della vita. E' sufficiente ricordare il WI-FI, inventato e brevettato dagli astronomi australiani per risolvere problemi tecnici specifici connessi a particolari misure radioastronomiche; un dispositivo che ha creato poi un incredibile business e ha cambiato il nostro stile di vita. E poi ancora, va ricordata la quantità di brevetti prodotti dalle agenzie spaziali di tutto il mondo durante lo sviluppo delle missioni spaziali che rappresentano l'aspetto complementare delle osservazioni astronomiche da terra. L'Universo infatti "ci parla" anche a lunghezze d'onda che vengono assorbite dall'atmosfera (per esempio i raggi X e gamma) e quindi non sono osservabili neanche con i giganteschi impianti astronomici moderni ma richiedono l'utilizzo di rivelatori in orbita. E in altri casi, le misure "sul posto" sono insostituibili, come avviene nel caso dell'esplorazione del sistema solare attraverso sonde robotizzate.

L'INAF. In questo ampio spettro di attività di respiro internazionale, che va dalle osservazioni da terra con telescopi e radiotelescopi di nuova generazione, alle osservazioni da satellite, all'esplorazione "ravvicinata" del sistema solare, l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), circa mille dipendenti distribuiti in diciassette Strutture territoriali, costituisce uno dei fiori all'occhiello del Paese, sia per il tenore della produzione scientifica dei propri ricercatori, sia per le sue capacità di progettazione, realizzazione e conduzione di grandi Infrastrutture nazionali e internazionali.

Il presente ed il futuro. L'INAF svolge un ruolo di primo piano nella ricerca astrofisica mondiale, ed è impegnato in modo sostanziale nelle due direttrici fondamentali, Astronomia di terra ed Astronomia spaziale. Questi due settori riflettono l'eccellenza raggiunta dalla comunità INAF nei settori dei telescopi ottici e radiotelescopi e per l'implementazione delle missioni spaziali che INAF realizza in collaborazione con ASI. La ricerca di frontiera, dal nostro universo "vicino" a quello "lontano", vede impegnato ora l'INAF in settori cruciali dell'astrofisica che includeranno la "nuova astronomia" delle onde gravitazionali. Come discusso in questo documento, tali attività portano l'INAF a svolgere un ruolo unico di "global player" della scienza mondiale.

Produzione scientifica. Sul fronte del tenore scientifico, va segnalato che in base al ranking dell'autorevole rivista *Nature*, la classifica del 2015 dei migliori Istituti di ricerca e Università al mondo vede l'INAF al primo posto in Italia, al quarto posto in Europa e sesto al mondo.

Ritorno industriale. Sul fronte dello sviluppo di nuove tecnologie e della progettazione, realizzazione e conduzione di grandi Infrastrutture osservative, le capacità dell'INAF di generare ritorni economici per il Paese sono di primordine: si stima che negli ultimi quindici anni, durante la costruzione dei più avanzati impianti astronomici al mondo, si è concretizzato un indotto per il Paese di circa 800 Milioni di Euro in termini di commesse industriali ottenute dall'industria nazionale.

Partecipazioni internazionali. Detto questo, oggi l'INAF è proprietario e/o comproprietario di grandi impianti di respiro internazionale, ed è coinvolto nei circuiti internazionali che vedono la realizzazione delle principali Infrastrutture astronomiche del futuro indicate nella Roadmap dell'ESFRI e nel programma Cosmic Vision di ESA. Nel paragrafo successivo, curato dal Direttore Scientifico, insieme ad una sintesi di tutto il documento sono riassunti i dati più salienti delle infrastrutture e dei grandi progetti in cui l'INAF è coinvolto, sia quelli operativi, sia quelli in fase di progettazione e/o costruzione. In questo *Executive Summary* a cura del Presidente, vengono invece evidenziate le principali fonti di finanziamento delle grandi infrastrutture e dei grandi progetti. I costi di alcune Infrastrutture sono in carico all'ESO (European Southern Observatory),

un'organizzazione intergovernativa alla quale l'Italia versa un contributo annuale sancito dalla Legge costitutiva della stessa organizzazione, e quindi non risentono della progressiva diminuzione registrata negli ultimi anni nei finanziamenti erogati dal MIUR all'INAF. I costi di tutti i progetti spaziali in cui l'INAF è coinvolto sono in carico all'ASI o all'ESA, sia per la parte di sviluppo che per la parte di utilizzo scientifico attraverso contratti stipulati dalle agenzie in favore dell'Ente. L'INAF accede sistematicamente ad altre fonti di finanziamento mirate a progetti specifici, per esempio i finanziamenti UE, i finanziamenti regionali, i finanziamenti per sviluppi industriali, come meglio specificato nella sintesi del Direttore Scientifico e nei capitoli successivi. Tuttavia, tutti questi canali di finanziamento lasciano fuori alcune grandi infrastrutture di respiro internazionale di cui l'INAF è proprietario o comproprietario, e i cui costi fissi per ragioni storiche non sono stati mai coperti da Leggi specifiche, ma hanno sempre gravato sul FOE (assegnazione ordinaria + assegnazioni straordinarie). La progressiva diminuzione del FOE registrata negli ultimi anni, rispetto al quadro iniziale in cui il FOE garantiva la copertura per le Infrastrutture in questione, configura oggi il rischio di dismissione di alcuni di questi prestigiosi impianti, o la fuoriuscita da fondazioni internazionali. Questo purtroppo è il tipico caso in cui una "spending review orizzontale" rischia di polverizzare un'eccellenza nazionale. Queste circostanze vedono il Paese in forte imbarazzo nei confronti nella comunità scientifica internazionale, soprattutto in un momento storico in si sta partecipando attivamente alla progettazione e costruzione delle più moderne Infrastrutture del futuro raccomandate dall'ESFRI, come E-ELT, SKA e CTA, e dal programma Cosmic Vision di ESA.

Le principali infrastrutture di respiro internazionale di cui l'INAF è proprietario e/o comproprietario, e i cui costi fissi trovano una crescente sofferenza nel bilancio dell'Ente sono:

Large Binocular Telescope (LBT) in Arizona. LBT è un Telescopio Binoculare Ottico ed Infrarosso in funzione dal 2005 presso l'Osservatorio di Mt. Graham, Arizona, USA. LBT è al momento il telescopio adattivo a specchi monolitici più grande del mondo, e ha un valore in conto capitale di circa 220 Milioni di Euro. Il contributo italiano annuo ai *running cost* è di tre milioni di Euro, risultato della partecipazione italiana alla fondazione, pattuita nel 2005.



Telescopio nazionale TNG alle Canarie. Il TNG è un telescopio ottico-infrarosso da 3.6 mt di diametro in funzione dal 1996 presso l'Osservatorio del Roque de los Muchacos a La Palma (Canarie, Spagna), che ha un valore in conto capitale di circa 40 Milioni di Euro. Il continuo upgrade della strumentazione lo rende oggi uno dei telescopi più efficaci nella ricerca di exo-pianeti, una

tematica fra le più prevalenti in campo internazionale. Il costo per l'INAF, che in base ad un atto stipulato nel 2004 è il Patrono della Fondazione, è di due milioni e mezzo di Euro all'anno.

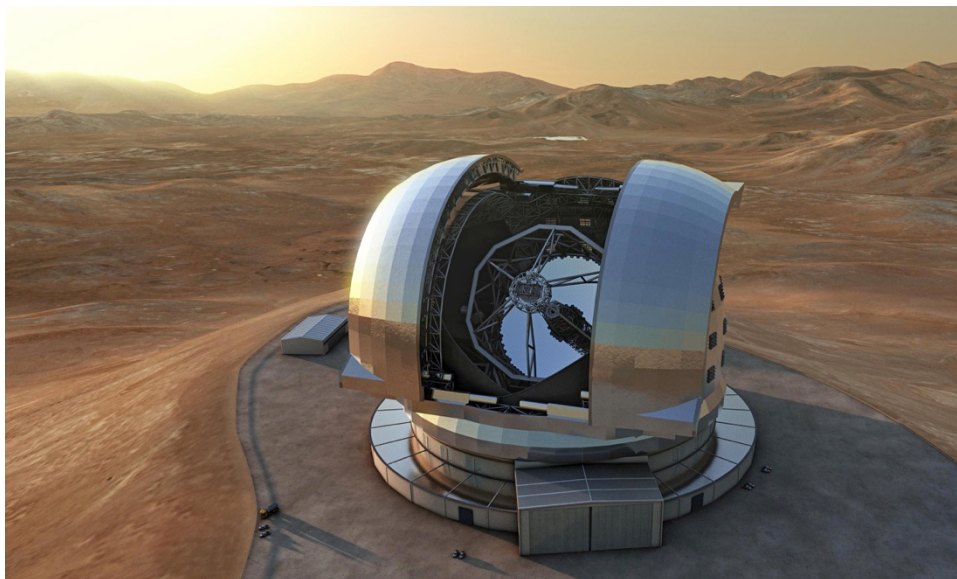


Sardinia Radio Telescope (SRT) e rete VLBI. SRT, uno dei più moderni radiotelescopi europei, è situato nel territorio del comune di San Basilio, in provincia di Cagliari. SRT, insieme ai radiotelescopi di Medicina (BO) e di Noto (SR), costituisce l'array italiano per interferometria VLBI, una rete internazionale di prestigio, il cui costo annuo complessivo per le tre antenne per l'INAF si aggira intorno a 3.2 Milioni di Euro. SRT ha un valore in conto capitale di circa 60 Milioni di Euro, e costituisce una *facility* internazionale di altissimo profilo.



Progetto E-ELT. E-ELT è un telescopio Ottico-Infrarosso adattivo da 39-mt di diametro, il più grande al mondo, in costruzione a Cerro Armazones (Cile) a cura dell'ESO, ma con finanziamenti

aggiuntivi alla quota fissa di ogni stato membro, per un costo totale di circa un miliardo di Euro. L'impianto sarà completato nel 2024-2025, e costituirà il più grande telescopio al mondo. L'INAF partecipa al progetto con una quota annuale che oscilla fra 4 Milioni e 6 Milioni di Euro. E' utile segnalare che il ritorno industriale per il Paese, in termini di commesse affidate a ditte italiane si attesta oggi già su più di 400 Milioni di Euro.



La “spending review”. Tutte le iniziative illustrate nel paragrafo precedente erano state avviate a suo tempo attraverso finanziamenti straordinari, e sulla base di un FOE che ne garantiva la sostenibilità nel tempo. Il costo annuo cumulativo di queste iniziative è di circa 15 milioni di Euro, che gradualmente, a seguito della “spending review” ha avuto una copertura sempre decrescente, fin a configurare nel 2015 il rischio di dismissione.

Per l'anno 2016, il MIUR dovrà provvedere ad una sostanziosa iniezione di contributi straordinari, dell'ordine di 10 Milioni di Euro, in aggiunta all'assegnazione ordinaria presumibile di 77 milioni di Euro. Allo stesso tempo, risulta chiaro che se si vuole evitare che successive “spending review orizzontali” possano nuovamente mettere in crisi queste prestigiose Infrastrutture, generando una situazione di forte imbarazzo in campo internazionale per il Paese, è bene che si preveda una norma “stabile” che ne assicuri il mantenimento. L'alternativa della dismissione e/o della fuoriuscita dalle relative Fondazioni è alquanto prematura, in quanto in base alle recenti review scientifiche le Infrastrutture in questione sono ancora di grande impatto e il loro valore in conto capitale non ne consente la dismissione prima che se ne sia capitalizzato tutto il ritorno scientifico atteso.

Partecipazioni internazionali del futuro. Riguardo al futuro, e in particolare al triennio di riferimento, una volta “messe in sicurezza” le partecipazioni internazionali in essere, si prospettano grandi opportunità per l'INAF. Come sarà meglio nei capitoli successivi, a parte le missioni spaziali, alle quali l'INAF partecipa, con grande successo, attraverso bandi competitivi emessi dall'ASI e dall'ESA, si aprono due grandi prospettive per il Paese: i) la progettazione e realizzazione dello Square Kilometer Array (SKA), un array di migliaia di antenne da localizzare in Sud Africa e in Australia, al quale partecipano circa venti Paesi di tutto il mondo e per il quale sono in corso i negoziati per la costituzione di una nuova Organizzazione Intergovernativa (IGO), dei quali l'Italia detiene la Presidenza dei negoziati; ii) la progettazione e realizzazione del Cherenkov Telescope Array (CTA), un array di centinaia di telescopi sensibili ai raggi gamma di altissima energia rivelabili attraverso l'emissione di “luce per effetto Cherenkov” generata negli strati alti dell'atmosfera, da localizzare in Cile e alle Canarie. Questi due progetti sono fra le principali Infrastrutture del futuro indicate nella Roadmap dell'ESFRI. L'INAF è in prima linea nello sviluppo

dei prototipi e della scienza di riferimento, attraverso un finanziamento allocato dalla Legge di Stabilità 2015-16-17, ma sono da negoziare i contributi annuali che l'Italia metterà a disposizione delle due organizzazioni internazionali per la costruzione e la gestione delle due grandi Infrastrutture. Attualmente si stima di proporre al Governo una partecipazione del Paese nella misura di un budget annuo di 10 MEuro per SKA e 5Meuro per CTA, che dovranno però essere oggetto di una norma di Legge specifica per dare corso all'adesione formale del Paese a queste iniziative.

Razionalizzazione e irrobustimento dell'organizzazione dell'INAF. L'attuale partecipazione dell'INAF alle grandi iniziative internazionali, sia quelle in essere che quelle che si prospettano in futuro, va armonizzata con il carattere territoriale e in buona parte multidisciplinare che caratterizza le Strutture di Ricerca in cui è articolato l'Istituto su tutto il territorio nazionale. L'expertise scientifica e tecnologica di ognuna delle grandi Infrastrutture descritte è spalmata in varie Strutture territoriali dell'INAF. Questa peculiarità ha dei vantaggi e delle criticità. I vantaggi risiedono nella varietà di servizi e di cultura che ogni Struttura offre al territorio: in termini di Alta Formazione, per esempio attraverso i programmi di Borse di Dottorato e la collaborazione alla docenza universitaria; in termini di formazione secondaria per esempio nei contratti "scuola lavoro" e in generale in tutte le attività didattiche e divulgative rivolte alle scolaresche, anche delle scuole primarie e dell'infanzia; in termini di Ricerca e Sviluppo, per esempio attraverso percorsi di trasferimento tecnologico verso le PMI del territorio, etc... Questa è una peculiarità dell'Istituto che si intende preservare e potenziare. Le criticità risiedono nel fatto che la dispersione di expertise specifiche in diversi Centri di Responsabilità (le Strutture) impone la necessità di un coordinamento forte di quei segmenti delle Strutture che insieme concorrono ad un grande progetto o alla realizzazione e l'utilizzo di una grande infrastruttura. Per ottimizzare questo processo, l'INAF ha dato l'avvio alla costituzione di articolazioni nazionali a carattere tematico-gestionale in capo alla Direzione Scientifica dell'Ente che, pur mantenendo il carattere statutario delle Strutture territoriali, ne coordinano le attività su base appunto tematico-gestionale. Questa organizzazione ha una notevole valenza nel rafforzare l'Istituto nelle sue collaborazioni internazionali rapporti internazionali, in cui più che presentare un "aggregato" di Strutture, l'INAF presenta una massa critica scientificamente omogenea, rappresentata da una sua Unità nazionale, la cui articolazione territoriale rappresenta a questo punto solo una questione interna all'Ente .

Nell'ottica di migliorare la coerenza dell'organizzazione dell'INAF con le direttive del Governo, che sanciscono la necessità di separare le funzioni di indirizzo dalle funzioni gestionali, sono state trasferite di recente alla Presidenza alcune funzioni connesse alle politiche e alle relazioni istituzionali dell'Ente, che in precedenza erano in capo alla Direzione Scientifica, per esempio le politiche industriali, le politiche internazionali, le politiche con gli Atenei e gli Enti Territoriali, etc... Rimangono in capo alla Presidenza, come nella precedente organizzazione, gli uffici preposti alla Comunicazione e alla Divulgazione.

Sul fronte della razionalizzazione dell'assetto territoriale, sono in agenda alcuni accorpamenti in quelle città in cui esistono differenti Strutture. Questo processo, che comunque dovrà necessariamente passare per l'individuazione di soluzioni logistiche adeguate, oltre a razionalizzare la spesa, rafforza il principio di Strutture territoriali forti con un carattere interdisciplinare, che come si è già accennato costituiscono un valore aggiunto perché consentono di valorizzare gli obiettivi della terza missione dell'Ente a favore degli altri attori, scientifici, culturali e imprenditoriali presenti sul territorio.

L'INAF ha in programma un consolidamento della governance scientifica dell'Ente che porti ad una discussione e valutazione dei progetti su scala nazionale e integrata con il Piano Triennale. A tale scopo, il periodo 2016-2018 vedrà aumentare la partecipazione scientifica e programmatica dei ricercatori dell'INAF al processo di governance scientifica, con il fine di una selezione e implementazione organica dei progetti scientifici dell'Ente. Ciò rafforzerà ulteriormente la proposizione e il ruolo dei progetti scientifici sia in ambito nazionale che internazionale. Inoltre, il

rapporto con l'industria nazionale ed europea potrà rafforzarsi secondo le linee di sviluppo delineate dalla governance scientifica rafforzata.

Overview

La missione dell'INAF è la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica la diffusione e divulgazione dei risultati e la promozione del trasferimento tecnologico verso l'industria.

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 (dettagli forniti nel testo).

Per il prossimo triennio, l'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 ha visto 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 iniziative 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).

Di seguito si propongono tabelle riassuntive delle grandi infrastrutture esistenti e programmate nelle quali INAF ha una partecipazione.

Grandi infrastrutture di ricerca (esistenti)

Da terra	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 VIMOS e SPHERE. Nel prossimo triennio completerà la realizzazione di ESPRESSO e parteciperà alla costruzione di due nuovi strumenti, MOONS ed ERIS. ALMA: radiotelescopio recentemente completato 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. 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. LBT è stato ed è oggi la infrastruttura di riferimento per lo sviluppo di ottiche adattive innovative ed avanzate. 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. VST: un grande 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. TNG: telescopio nazionale di 3.5 m di diametro, focalizzato su specifici programmi scientifici altamente competitivi soprattutto di caratterizzazione dei pianeti extrasolari.
Dallo spazio	Esplorazione del Sistema Solare: Cluster studia la magnetosfera terrestre. Mars Express, Venus Express (in fase postoperativa dal Dicembre 2014) e Cassini studiano l'atmosfera, la superficie e il sottosuolo rispettivamente di Marte, Venere e Saturno. Dawn è una missione dedicata agli asteroidi Vesta e Cerere con uno strumento PI dell'INAF. Juno studia la composizione atmosferica (strumento PI dell'INAF) e la struttura interna di Giove, mentre Rosetta è la missione più importante dell'ESA ed è dedicata allo studio della cometa 67P/CG con un notevole contributo italiano e dell'INAF (strumento PI ed uno CoPI). EXOMARS è una missione europea-russa (con rilevante coinvolgimento italiano) di esplorazione marziana. Il programma prevede due missioni facenti parte di un unico programma: la prima missione (partita nel 2016) prevede un orbiter e un modulo di discesa discesa il cui unico strumento a bordo è a guida italiana, mentre la seconda missione (2020) prevede un rover con un trapano, strumento a guida italiana. 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 (in fase post-operativa da Giugno 2013) analizza la formazione stellare e lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie nell'Universo. Planck (in fase post-operativa da Ottobre 2013) 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. La missione Gaia è dedicata a studiare la scala delle distanze e la struttura della nostra Galassia e la dinamica e la fisica dei corpi minori nel Sistema Solare. Studio dell'Universo estremo: Le missioni europee XMM e INTEGRAL e le missioni NASA SWIFT e NuSTAR, tutte con rilevante contributo italiano (INAF, INFN, ASI, Università), 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.

Grandi infrastrutture di ricerca (future)

Da terra	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, approvato alla fine del 2013, è ora in fase di definizione operativa sia per la parte più propriamente di telescopio che per la parte di strumentazione. SKA: il più grande e potente radiotelescopio mai concepito, frutto di una collaborazione mondiale che si svilupperà nel corso dei prossimi dieci anni per ora in fase di progettazione. 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 a cui l'Italia partecipa in posizione di leadership.
Dallo spazio	Missioni vicine al lancio: BepiColombo è la missione "cornerstone" ESA-JAXA che ha per obiettivo Mercurio e lo studio della sua geofisica, la sua geochimica, il suo campo magnetico, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali in relatività generale; ha un rilevante contributo italiano ed ospita 4 strumenti a PI italiano (3 dip. INAF) e 2 Co-PI dip. INAF. Il programma Cheops (lancio previsto a giugno 2018) è la prima missione di classe "S" dell'ESA, il cui obiettivo è fare osservazioni di stelle con pianeti già noti, in modo da misurarne i transiti con fotometria ad alta precisione, Solar Orbiter (lancio previsto a fine 2018) è la prima 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. JWST (lancio previsto a fine 2018) 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. Missioni in preparazione: Proba-3, prima missione dell'ESA per la convalida di tecnologie per satelliti in formazione di volo e per lo studio della corona solare, sarà lanciata nel 2019. L'INAF è leader del contributo italiano per il telescopio ASPIICS. Euclid, seconda missione ESA di classe "M" (lancio previsto a fine 2020) dedicata allo studio di Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla teoria della Relatività Generale. Plato (lancio previsto nel 2024), terza missione ESA di classe "M" permetterà l'individuazione e la caratterizzazione di pianeti extrasolari. Juice (lancio previsto nel 2022) è la prima missione ESA di classe "L", selezionata con l'obiettivo di studiare il sistema di Giove e, in particolare, le tre maggiori lune ghiacciate (Europa, Ganimede e Callisto); il contributo italiano è importante con tre PI italiani e un CoPI dell'INAF. Athena (lancio previsto nel 2028), seconda missione ESA di classe "L", sarà un osservatorio di Astrofisica in raggi X; svelerà la formazione e l'evoluzione congiunta delle due componenti di altissima temperatura ed energetiche del nostro Universo come il plasma caldo negli ammassi di galassie e gli oggetti celesti più estremi che si conoscano, ovvero i buchi neri e i lampi gamma, spingendosi fino all'epoca in cui si sono formate le prime stelle supermassicce. Le missioni ancora in competizione: A valle di un processo che ha visto la competizione di 27 missioni, ESA ha ristretto la rosa a tre missioni per la selezione della quarta missione di classe "M". Le tre missioni ancora in competizione sono Xipe, Thor e Ariel dedicate, rispettivamente, alla polarimetria in banda X, allo studio del plasma spaziale in condizioni di turbolenza ed allo studio delle atmosfere stellari di esopianeti in orbita attorno a stelle vicine. La selezione finale è programmata per giugno 2017. INAF inoltre collabora in maniera rilevante alla missione di polarimetria X, IXPE, una missione SMEX della NASA che è al momento in competizione con altre due missioni; la selezione avverrà nel gennaio del 2017 con il lancio di IXPE (se selezionata) previsto per la fine del 2020.

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.

L'INAF ha ottenuto il finanziamento per un programma COFUND (AstroFit - Astronomy Fellowships in Italy) sia con il 7PQ che con Horizon 2020, AstroFit2. Il primo bando del programma AstroFit 2 è stato pubblicato a settembre 2015 ed ha visto la partecipazione di 102 candidati per complessive 9 posizioni di assegni di ricerca postdoc triennali, dimostrando ancora una volta l'attrattiva di questa tipologia di programmi e dell'INAF che ha scelto di cofinanziare la mobilità incoming.

Il secondo bando AstroFit 2 verrà pubblicato a fine maggio 2016 e offrirà altre 9 fellowship postdoc per progetti di ricerca da svolgere presso le strutture dell'INAF. Nell'ambito delle azioni Horizon 2020 ad oggi più di 15 progetti dell'INAF sono stati selezionati e finanziati per un importo complessivo di circa 9 milioni di Euro.

I piani triennali che si sono susseguiti negli anni hanno adattato la programmazione triennale dell'ente, in accordo al piano di vision, alle contingenze programmatiche e finanziarie dell'Ente, dell'Italia, dell'Europa e del mondo intero. E' doveroso pertanto fornire un quadro della situazione generale alla data di redazione del PTA 2016-2018.

Oggi il piano europeo per l'astronomia, ASTRONET, è entrato nella sua fase operativa; la UE ha emanato la strategia Horizon 2020 dal quale sono stati erogati i finanziamenti per i programmi. Le grandi organizzazioni europee cardine 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 ATHENA, dedicata allo studio dell'Universo energetico, a sua volta la più ambiziosa missione spaziale di astrofisica delle alte energie al mondo.

Il nuovo PTA dell'INAF contempla pertanto sia il previsto *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.

Ad esempio nella primavera del 2016 è stata resa pubblica da parte del consorzio LIGO-VIRGO la rivelazione diretta della prima emissione di onde gravitazionali da un corpo celeste. L'aspetto rivoluzionario di questa scoperta, che apre un canale completamente nuovo di informazione astrofisica, rivoluzionerà la nostra visione e i nostri studi dell'Universo. In tale ambito INAF potrà svolgere un ruolo di rilievo nel campo dei follow-up elettromagnetici e della interpretazione astrofisica.

Il PTA si raccorda a livello nazionale il Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2015-2020 recentemente approvato e, naturalmente, segue il Documento di Vision redatto dal proprio Consiglio Scientifico. Sempre a livello nazionale, tiene conto della crescente necessità di collaborazione con altri Enti, primi tra tutti ASI, INFN e CNR, e con le Università, parte essenziale della ricerca astronomica italiana. A livello internazionale tiene conto delle numerose collaborazioni in atto tra INAF e il resto del mondo.

Nello svolgimento delle proprie attività l'INAF non può prescindere da una stretta collaborazione con l'Industria, collaborazione che si colloca su diversi piani:

- Come realizzatore di grandi infrastrutture di ricerca da terra e da spazio INAF è acquirente di prodotti industriali di altissima tecnologia e valore aggiunto ed attraverso queste commesse contribuisce al ritorno economico degli investimenti in ricerca che l'Ente amministra.
- Come sviluppatore di tecnologie innovative per l'utilizzo nelle infrastrutture di ricerca e nella relativa strumentazione, INAF è partner dell'Industria con la quale sviluppa prodotti ad alto valore aggiunto che poi l'industria commercializza nel settore specifico ed in settori affini.
- Come sviluppatore di tecnologie abilitanti ad ampio spettro, L'INAF si colloca come incubatore di impresa e generatore di nuove tecnologie trasferite al mondo industriale per la commercializzazione in realtà diverse dalla ricerca in campo astrofisico.

Questo PTA descrive nelle varie sezioni le azioni che INAF intraprende nei piani sopra descritti per potenziare ed aumentare l'efficienza della propria relazione con l'Industria. Di seguito proponiamo alcuni esempi recenti.

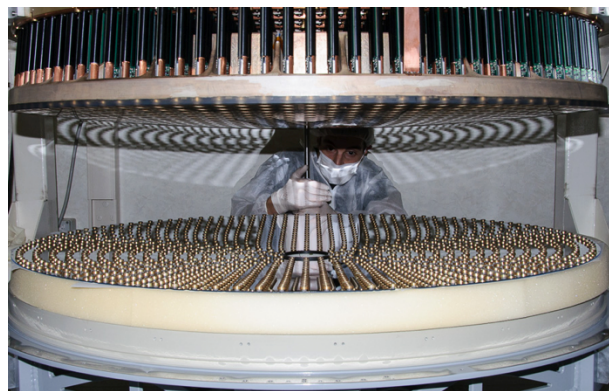
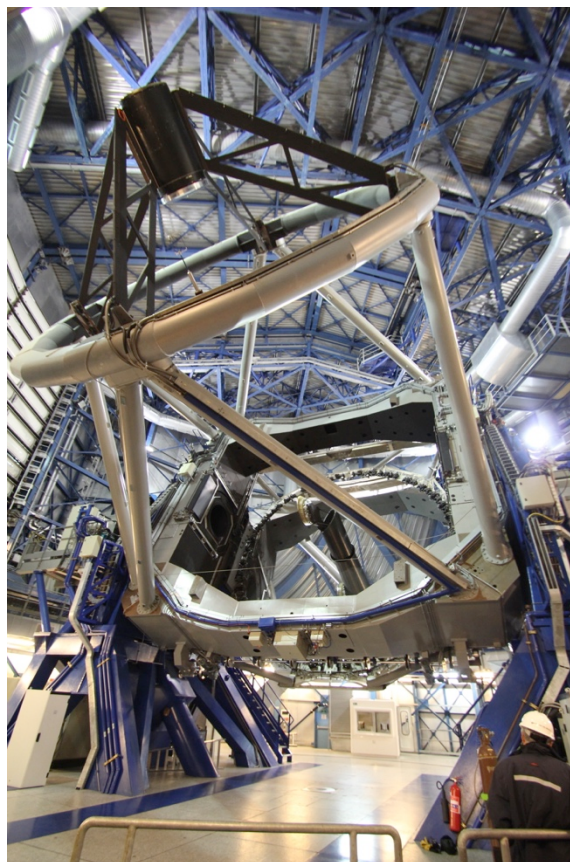
Strutture Meccaniche per Telescopi da Terra.

Incorporandosi nella organizzazione inter-governativa ESO (European Southern Observatory) nel 1982, l'Italia propose come gettone d'ingresso la costruzione di un telescopio da 3.5 metri con tecnologia totalmente innovativa (specchio primario attivo a menisco sottile, cupola rotante con la struttura, etc.): Il New Technology Telescope NTT.

La realizzazione della struttura meccanica e della cupola fu assegnata ad un gruppo di aziende Italiane che capitalizzarono le competenze risultando in seguito assegnatarie della grande maggioranza di contratti per strutture meccaniche di telescopi e cupole. Tra di questi si elencano il Telescopio Nazionale Galileo (TNG), il Very Large Telescope (VLT), il VLT Survey Telescope (VST), il Large Binocular Telescope (LBT), il Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA) ed altri ancora.

E' recente la notizia della assegnazione ad una cordata di industrie italiane del contratto per la costruzione della struttura e cupola del E-ELT, il telescopio più grande mai costruito al mondo.

Ottiche Adattive: INAF è stata pioniere nello sviluppo in partenariato con l'Industria Italiana di specchi deformabili di grandi dimensioni per ottica adattiva



La tecnologia di attuatori acustici accoppiati con lamine di vetro sottile a costruire la superficie riflettente deformabile è stata messa a punto da INAF con un consorzio di imprese italiane attive nel settore dell'elettromeccanica.

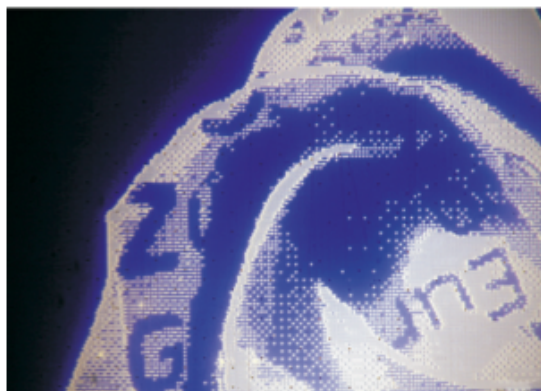
Il primo prodotto della serie, il secondario adattivo da (336 attuatori per 64 cm di diametro) per il telescopio americano MMT, è stato installato nel 2002. Ad esso sono seguiti il secondario adattivo del telescopio americano Magellan (585 attuatori), di LBT (640 attuatori) e di VLT (1170 attuatori).

La qualità e specializzazione del gruppo industriale Italiano lo ha reso unico produttore di questa tecnologia e tale unicità è valsa il contratto per la costruzione del secondario adattivo del telescopio gigante americano GMT e della unità adattiva M4AU per E-ELT, quest'ultimo il più grande specchio deformabile mai realizzato con 5316 attuatori per un'area ellittica di 2.4x2.5 m².

Elementi Ottici Olografici: Gli elementi ottici olografici sono affermati nella strumentazione astronomica negli ultimi 20 anni soprattutto come elementi disperdenti ad altissima efficienza per spettroscopia. I ricercatori dell'INAF hanno messo a punto processi produttivi avanzati per realizzarli con le caratteristiche adatte appunto per la strumentazione astronomica.

Tuttavia i processi produttivi abilitati hanno dimostrato applicabilità in settori ben diversi dalla astronomia, dai sistemi di controllo per la fabbricazione delle ottiche, al head-on-display per applicazioni automotive e nel settore della difesa.

Il passaggio di queste tecnologie produttive all'industria ha consentito di realizzare prodotti in questi settori ed altri derivati per il settore consumer.



E' doveroso notare che attraverso le tre tipologie elencate di relazioni con l'Industria, ruolo acquirente, ruolo co-sviluppatore e ruolo di originatore e trasferente di tecnologie di base, INAF regolarmente crea un ritorno complessivo molto superiore agli investimenti nel settore.

Oltre allo sviluppo scientifico e tecnologico, l'implementazione del PTA richiede un piano di sviluppo delle Strutture che costituiscono le unità operative dell'attività dell'Ente. La strategia, già iniziata nel 2011, con accorpamenti di strutture esistenti su base territoriale, continuerà nel corso del triennio allo scopo di razionalizzare le attività ed ottenere risparmi di scala. A questo si aggiunge la riconfigurazione della articolazione della Direzione Scientifica con la introduzione delle *Unità Scientifiche Centrali a Carattere Tematico Gestionale* che consentiranno un maggiore coordinamento di aree affini di sviluppo e ricerca.

Nel mantenimento dell'eccellenza del proprio livello di produzione scientifica in settori relativi tanto alla ricerca di base che tecnologica INAF mette a frutto **i finanziamenti premiali** che di anno in anno vengono attribuiti all'ente sia in forma indivisa che in forma progettuale competitiva. L'Ottima valutazione VQR 2011-2014 ha riconosciuto quote premiali importanti (si veda il capitolo o per il dettaglio) immediatamente investite all'interno dell'Ente in grandi progetti.

Alla data di redazione del presente PTA è in corso di assegnazione la premialità divisa ed indivisa relativa al fondo 2014. INAF ha visto riconosciuti 2 delle proposte progettuali presentata, una relativa all'Ottica adattiva ed una, in collaborazione con INRIM, relativa alla Metrologia.

Indice

1	La missione dell'INAF	18
1.1	Astronomia italiana: valutazione VQR (ANVUR)	18
1.2	L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale	19
1.3	I risultati scientifici attesi e ottenuti	21
1.3.1	Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie.	21
1.3.1.1	Le domande fondamentali	21
1.3.1.2	Gli strumenti di indagine	22
1.3.2	La formazione, l'evoluzione e la fine delle stelle. Le popolazioni stellari come traccianti della storia dell'Universo.	24
1.3.2.1	Le domande fondamentali	24
1.3.2.2	Gli strumenti di indagine	25
1.3.3	Il Sole e il Sistema Solare	27
1.3.3.1	Le domande fondamentali	27
1.3.3.2	Gli strumenti di indagine	27
1.3.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	31
1.3.5	Ricerca di Base nel campo delle Tecnologie Astronomiche	33
1.4	Azioni specifiche per rendere efficace, efficiente e economica la gestione scientifica e organizzativa dell'Ente	35
1.4.1	Direzione Generale	35
1.4.2	Direzione Scientifica	37
2	Dotazione Organica	40
2.1	Dotazione organica	40
2.1.1	Personale in servizio al 31/12/2015	40
2.1.1.1	Personale a tempo indeterminato	40
2.1.1.2	Personale a tempo determinato	40
2.1.1.3	Personale associato per la ricerca	40
2.2	Costo del personale	41
2.2.1	Costo del personale a tempo indeterminato	41
2.2.2	Costo del personale a tempo determinato	41
2.2.3	Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato anno 2015	42
2.2.4	Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca anno 2015	42
2.2.5	Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE anno 2015	43
2.2.6	Previsione dei costi del personale – anno 2016	43
3	Fabbisogno di personale	45
3.1	Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018 e piano assunzionale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018	45
3.2	Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato – anno 2016	45

3.3	Assunzioni obbligatorie ex legge n. 68/1999	49
3.4	Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001	50
3.5	Assunzioni per mobilità ex art. 30 D. Lgs. n. 165/2001 e s.m.i.	50
3.6	Assunzioni straordinarie di ricercatori ed assunzioni per merito eccezionale.	51
3.7	Riepilogo e Declinazione delle posizioni da bandire	52
4	Partecipazioni Societarie	54
4.1	Partecipazioni societarie	54
4.1.1	LBT Corporation	54
4.1.2	SKA Organization LTD	54
4.1.3	CTA GmbH	54
4.2	Fondazioni	55
4.2.1	Fundacion Galileo Galilei	55
4.3	Organizzazioni in via di Formalizzazione	55
4.3.1	Jive ERIC	55
4.4	Adesione a Cluster Tecnologici Nazionali ed altre associazioni	56
5	Attività di Ricerca	57
5.1	Gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio	57
5.1.1	Cosmologia e astrofisica extra-galattica.	57
5.1.2	Le Stelle, le Popolazioni Stellari, il Mezzo Interstellare ed i pianeti esterni al sistema solare	59
5.1.3	Il Sole e il sistema solare: le grandi potenzialità scientifiche delle missioni di esplorazione spaziale	62
5.1.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	65
5.1.5	Strumentazione Astronomica	66
5.1.5.1	Sviluppi Tecnologici	67
5.2	Attività Istituzionale	70
5.2.1	Parco Astronomico delle Madonie	70
5.2.2	SST ed SSA	70
6	Le infrastrutture di ricerca	71
6.1	Le Infrastrutture di Ricerca in Esercizio da Terra e da Spazio	71
6.1.1	Infrastrutture da Terra	71
6.1.1.1	Sardinia Radio Telescope (SRT)	72
6.1.1.2	Large Binocular Telescope (LBT)	74
6.1.1.3	Telescopio Nazionale Galileo (TNG).	77
6.1.1.4	Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope (MAGIC)	80
6.1.1.5	Rapid Eye Mount (REM)	82
6.1.1.6	Antenne VLBI	84
6.1.1.7	Very Large Telescope (VLT)	86
6.1.1.8	VLT Survey Telescope (VST)	89

6.1.1.9	Atacama Large Millimetric Array (ALMA)	91
6.1.2	Infrastrutture da Spazio	93
6.1.2.1	Agile	95
6.1.2.2	GAIA	97
6.1.2.3	Integral	99
6.1.2.4	Nustar	101
6.1.2.5	Swift	103
6.1.2.6	Cassini	105
6.1.2.7	Dawn	107
6.1.2.8	Juno Jiram	109
6.1.2.9	Rosetta	111
6.1.2.10	Venus Express	113
6.1.2.11	Fermi	115
6.2	Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio	117
6.2.1	Infrastrutture da Terra	117
6.2.1.1	European Extremely Large Telescope (E-ELT)	118
6.2.1.2	Square Kilometer Array (SKA)	120
6.2.1.3	Cherenkov Telescope Array (CTA)	122
6.2.2	Infrastrutture nello Spazio	125
6.2.2.1	Euclid	129
6.2.2.2	Bepicolombo	131
6.2.2.3	Exomars	133
6.2.2.4	Juice	135
6.2.2.5	Osiris Rex	137
6.2.2.6	Solar Orbiter	139
6.2.2.7	Plato	141
6.2.2.8	Xipe	143
6.2.2.9	Ariel	145
6.2.2.10	Thor	147
6.2.2.11	Athena	149
6.2.2.12	Cheops	151
6.2.3	Altre Attività Legate Allo Spazio	153
6.2.3.1	CAM	153
6.2.3.2	ASDC	155
6.2.3.3	Detriti spaziali	157
6.3	e-Infrastructures ed ICT	159
6.3.1	Sviluppo dell'infrastruttura di rete	159
6.3.2	Sviluppo dell'infrastruttura di calcolo	161
6.3.2.1	Centro di Calcolo INAF	163

6.3.3	Archivi	165
6.3.3.1	IA2	165
6.3.4	Networking (infrastruttura umana)	167
7	Collaborazioni Nazionali ed Internazionali	168
7.1	La presenza nelle strutture europee, internazionali e nazionali	168
7.1.1	I contributi europei	169
7.1.2	Horizon 2020	170
7.2	Rapporti con l'industria nazionale	172
7.3	Innovazione INAF	173
7.3.1	Panorama sulla innovazione contemporanea	173
7.3.2	Policy	173
7.3.3	Sviluppo di applicazioni tecnologiche	174
7.3.4	Azioni operative	174
8	Attività di terza missione	176
8.1	Biblioteche, Archivi Storici e Musei	176
8.2	Le collezioni scientifiche	178
8.3	Servizi erogati (Quadro 8)	183
8.3.1	Attività di Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano (Quadro 8b)	183
8.3.2	Attività di Public Engagement (Quadro 8d)	185
8.3.3	Produzione e gestione di beni culturali (quadro 8e)	197
8.3.4	Brevetti (quadro 8g)	199
9	Capitolo 9 Le risorse finanziarie	201
9.1	FOE straordinario/internazionale	201
9.2	FOE ordinario	201
9.3	Premiali ed altro	202
10	Appendice: Tabelle Dotazione Organica	203
11	Appendice: Tabelle Fabbisogno Personale	204
12	Appendice: Prospetti Analitici	206
12.1	Prospetto Analitico C1	206
12.2	Prospetto Analitico C2	207
12.3	Prospetto Analitico C3	208
12.4	Prospetto Analitico C4	208

1 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.

La dotazione organica è costituita da 1046 ricercatori, tecnologi e tecnici, nonché da 168 unità che svolgono funzioni amministrative, per un totale di 1214 dipendenti di ruolo. Ad essi vanno aggiunti, alla data del 31/12/2015, n. 460 associati e n. 336 tra assegnisti, borsisti e personale parasubordinato con contratto di collaborazione coordinata e continuativa. Questa base estesa, che quasi raddoppia la capacità di ricerca dell'INAF è frutto di numerose e rilevanti 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.

1.1 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.

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.

Nella seconda metà del 2015 e nei primi mesi del 2016 INAF ha partecipato all'esercizio VQR 2011-2014 fornendo ad ANVUR il materiale richiesto. Attendiamo i risultati della valutazione.

1.2 L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale

L'Astrofisica è una tematica di ricerca a capillare diffusione nella maggioranza delle Nazioni sviluppate 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.

Il ranking di produttività scientifica effettuato dalla rivista Nature per gli Enti di Ricerca ed Università Italiane dal 01.01 al 31.12. 2015 (figura seguente), mostra che nel contesto Italiano l'INAF occupa **saldamente il primo posto** in entrambi gli indicatori principali (numero di Pubblicazioni indipendente dal numero di autori e numero di pubblicazioni pesato per il numero di autori) e staccando di lunghezze altre Università ed Enti di Ricerca di riconosciuta eccellenza

Institution ▼	AC ▼	FC ▼	WFC ▼
1. National Institute for Astrophysics (INAF)	1048	277.28	59.77
2. University of Bologna (UNIBO)	409	48.79	17.33
3. Sapienza University of Rome	389	41.41	33.94
4. University of Padova (UNIPD)	385	46.13	29.34
5. Scuola Normale Superiore (SNS)	339	25.48	13.56
6. National Institute for Nuclear Physics (INFN)	314	19.38	17.33
7. National Research Council (CNR)	297	63.87	59.04
8. University of Trieste (UNITS)	295	22.56	14.36
9. University of Pisa (UNIPi)	285	15	10.04
10. University of Rome Tor Vergata	276	25.11	18.37
11. University of Siena (UNISI)	264	5.20	4.09
12. University of Milan (UNIMI)	256	21.03	16.28

Nel contesto Europeo INAF occupa il **quarto posto** dietro grandi organizzazioni come il CNRS francese ed il Max Planck tedesco e davanti a Università prestigiose come Cambridge ed Oxford

Institution ▼	AC ▼	FC ▼	WFC ▼
1. French National Centre for Scientific Research (CNRS)	2843	455.72	310.01
2. Max Planck Society	2074	548.86	311.22
3. Spanish National Research Council (CSIC)	1171	158.11	77.22
4. National Institute for Astrophysics (INAF)	1051	277.31	59.77
5. Pierre and Marie Curie University (UPMC) - Paris 6	1028	86.98	50.89
6. University of Cambridge	936	262.14	167.22
7. Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA)	846	89.42	65.09
8. Paris Diderot University (Paris 7)	834	55.56	25.26
9. Helmholtz Association of German Research Centres	794	184.33	179
10. Russian Academy of Sciences (RAS)	755	167.21	101.56
11. University of Oxford	692	171.54	122.24
12. The University of Edinburgh	580	45.20	27.55

Nel contesto mondiale INAF occupa il **sesto posto** a poche lunghezze da Università prestigiose come Harvard.

Institution ▾	AC ▾	FC ▾	WFC ▾
1. French National Centre for Scientific Research (CNRS)	2889	459.24	312.02
2. + Max Planck Society	2100	551.14	311.98
3. + Chinese Academy of Sciences (CAS)	1743	596.46	434.53
4. Harvard University	1209	250.54	167.07
5. + Spanish National Research Council (CSIC)	1193	158.25	77.27
6. National Institute for Astrophysics (INAF)	1056	277.48	59.86
7. Pierre and Marie Curie University (UPMC) - Paris 6	1030	87.11	50.91
8. California Institute of Technology (Caltech)	971	195.24	99.86
9. University of Cambridge	948	262.36	167.27
10. + National Aeronautics and Space Administration (NASA)	947	151.75	38.55
11. The University of Tokyo (UTokyo)	852	274.31	216.01
12. Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA)	847	89.43	65.10

1.3 I risultati scientifici attesi e ottenuti

L'INAF ha conseguito un livello di eccellenza internazionale, illustrato nel paragrafo precedente, grazie a progetti scientifici e tecnologici svolti nei campi più moderni e innovativi dell'astrofisica teorica e sperimentale. Nel seguito vengono inquadrare le tematiche ed elencata una selezione dei risultati più brillanti ottenuti dai ricercatori dell'INAF negli ultimi anni.

1.3.1 Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie.

1.3.1.1 Le domande fondamentali

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 delle alte energie e alla fisica fondamentale**, incluse le teorie della gravità e delle interazioni fondamentali. Tale conoscenza è strettamente legata a quella dei fenomeni astrofisici che determinano la formazione di strutture cosmiche a varie epoche e a varie scale: dalla formazione delle prime stelle e dei primi buchi neri che determinano la reionizzazione cosmologica, alla formazione delle galassie, fino alla formazione dagli ammassi di galassie della struttura su grande scala dell'Universo. 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 (large-scale structure, LSS) e sul fondo cosmico a microonde (cosmic microwave background, CMB) 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. In tale contesto, lo studio del CMB e della LSS devono esser considerati, concettualmente e programmaticamente, come un unico esperimento, dal quale ottenere informazioni fondamentali sui costituenti dell'Universo e sulle leggi fondamentali che determinano la sua evoluzione. I dati ottenibili da tale esperimento consentono infatti 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 fisiche fondamentali, la scala di energia delle interazioni fondamentali, etc. Questi studi, strettamente interdisciplinari, hanno una profonda sinergia con la ricerca diretta della DM e di altre particelle condotti con gli esperimenti di astrofisica delle alte energie e di fisica di laboratorio. Inoltre, l'approccio multifrequenza a questi studi cosmologici, possibile grazie alla varietà di infrastrutture osservative, consente di accrescere significativamente il controllo delle sistematiche e, quindi, di conseguire un'elevata affidabilità nelle risposte ai sopra citati quesiti fondamentali.

La materia nell'universo non è distribuita in modo uniforme, ma è organizzata in strutture galattiche di varia gerarchia 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 materia¹ 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%.

Tra la fine degli anni '70 ed i primi anni '80 divenne chiaro che **la formazione cosmologica di galassie** a partire da un universo altamente isotropo, quale osservato nel CMB, richiedeva proprio che il contenuto di materia dell'universo stesso fosse dominato da DM non barionica ed essenzialmente fredda. Le galassie si formano quando il gas cosmologico segue la materia oscura nel processo di formazione degli aloni per instabilità gravitazionale 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 viste nel CMB. Se le proprietà statistiche della fluttuazioni di DM determinano come le galassie sono distribuite a grandi scale, la struttura interna delle galassie è essenzialmente determinata da una complessa alchimia di processi astrofisici legati alla formazione delle stelle e ai meccanismi di riscaldamento del gas che gravità, formazione ed evoluzione stellare ed evoluzione di buchi neri super-massicci hanno indotto.

1.3.1.2 Gli strumenti di indagine

Il fondo cosmico di microonde (CMB). La mappa di *Planck* dell'Universo è stata 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. I risultati pubblicati nel 2015 mostrano come un modello Λ CDM di universo caratterizzato da soli sei parametri, con DM fredda (cold DM, CDM, con un contributo del 26.0% alla densità di energia totale attuale dell'universo), un contributo attualmente dominante di DE (69.2%), rappresentabile in termini di costante cosmologica (Λ), e solo una piccola frazione (4.8%) in materia barionica (sotto forma di gas, stelle, polveri, pianeti, etc.), costituisca un'ottima descrizione dei dati. La caratterizzazione statistica, attraverso lo studio del CMB, delle perturbazioni primordiali, sia scalari che tensoriali (compresi i limiti superiori al livello dei modi-B primordiali) ha permesso di vincolare in modo significativo diverse classi di modelli inflazionari.

Oltre allo studio del CMB, *Planck* ha consentito anche l'identificazione dell'effetto di *weak lensing*, dovuta alle deflessioni dei fotoni del CMB nell'attraversare la struttura su larga scala, un altro promettente strumento di indagine cosmologica. Infine, l'ampia copertura in frequenza di *Planck* ha consentito di realizzare mappe accurate a tutto cielo dei segnali astrofisici (di *foreground*) galattici ed extragalattici nel 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) ha permesso la creazione del più completo catalogo di ammassi di galassie a tutto cielo, che è stato

¹ Ci si riferisce qui alle proporzioni relative tra le sole DM e materia barionica.

utilizzato per analisi cosmologiche, fornendo misure di parametri cosmologici, complementari a quelle ottenute dal CMB.

La struttura su grande scala (LSS) rappresenta lo stadio finale dell'evoluzione cosmica, le cui condizioni iniziali sono date dalle anisotropie del CMB. Galassie, ammassi di galassie e mezzo intergalattico rappresentano ad oggi i traccianti principali della LSS. Ad oggi la comunità scientifica è coinvolta nello studio cosmologico di **grandi survey** (VIPERS, CLASH, ATLAS, BOSS/SDSS-III,), 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. La missione spaziale ESA Euclid, in cui l'INAF è tra i promotori iniziali ed è fortemente coinvolto, realizzerà una vasta survey su quasi metà del cielo extragalattico (15.000 gradi quadrati) nel visibile (imaging ad altissima risoluzione spaziale), fotometrica (bande Y, J, H) e spettroscopica nel vicino infrarosso. **Gli ammassi di galassie** costituiscono le strutture gravitazionalmente legate più grandi e, quindi, più recentemente formate nella storia cosmica. Da un lato, gli ammassi rappresentano l'ambiente estremo in cui ha luogo l'evoluzione delle galassie e la loro interazione con il mezzo intra-cluster (ICM) osservabile in banda X. Dall'altro, gli ammassi rappresentano un ulteriore utile mezzo di indagine cosmologica attraverso lo studio dell'evoluzione della loro popolazione.

Il mezzo intergalattico (IGM). Nell'universo a noi vicino, le galassie contengono nel loro complesso meno del 10% della massa barionica totale dell'Universo. Il resto del *budget* in barioni dell'Universo si trova sotto forma di mezzo inter-galattico (IGM) che permea le strutture cosmiche a grande scala. Ad alto redshift ($z \sim 2-5$) l'IGM contiene oltre il 90% della massa barionica ed è osservato e studiato in grande dettaglio, soprattutto attraverso la foresta di Lyman. Da un punto di vista cosmologico, lo studio dell'IGM permette di stimare la temperatura della DM a piccole scale (con dati ottenuti da spettrografi SDSS, UVES, Keck e X-Shooter) e in generale la struttura cosmica a $z=2-5.5$, fornendo ulteriori vincoli ai parametri cosmologici in un intervallo di redshift altrimenti inaccessibile. diventa invece elusivo. Modelli teorico-numerici suggeriscono invece che a basso redshift l'IGM si trovi in una fase *Warm-Hot* e viene reso elusivo ad osservazioni in banda X e far-UV a causa della sua bassa densità. E' proprio l'osservazione di questo WHIM (Warm-Hot Intergalactic Medium) che sarà uno degli obiettivi del telescopio X Athena (missione L2 di ESA).

E' da notare 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.).

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 allo sfruttamento del VST e all'utilizzo del 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 (simulazioni numeriche, modellistica semi-analitica di formazione delle galassie, modelli di evoluzione spettrofotometrica e chimica di avanguardia) che nella progettazione e realizzazione di strumentazione avanzata per tali studi.

In particolare osservazioni condotte da ricercatori INAF attorno a redshift 7 hanno confermato che questa è un'epoca in cui la frazione di idrogeno neutro varia velocemente e mostrato che il processo di reionizzazione avviene in modo non uniforme (survey CANDELS: VLT, HST). A redshift più basso

sono stati caratterizzati gli effetti di feedback sia negativo che positivo sulla formazione stellare, dovuto a potenti “venti” indotti dall’esplosione di supernovae e/o da quasars.

L’Herschel Space Observatory, missione Cornerstone dell’ESA con importante contributo italiano, che ha volato tra il 2009 e il 2013 osservando nelle bande inaccessibili del lontano IR e del sub-mm, ha permesso di campionare l’attività di formazione stellare oscurata da polveri in galassie ad alti redshift. Queste osservazioni hanno dimostrato che tali fasi fortemente oscurate dominano la storia della formazione stellare nelle galassie durante la maggior parte del tempo di Hubble, così illustrando, tra l’altro, l’importanza fondamentale e l’unicità di progetti come l’osservatorio millimetrico ALMA anche per la cosmologia.

Un aspetto di grande rilievo per lo sfruttamento scientifico dei dati osservativi cosmologici riguarda l’utilizzo di super-computer massivamente paralleli per realizzare simulazioni numeriche cosmologiche. Lo scopo di tali simulazioni è di descrivere, con tecniche numeriche ad N corpi ed idrodinamiche, la formazione ed evoluzione di galassie, ammassi di galassie e strutture cosmiche su grande scala a partire dalle condizioni iniziali date dal CMB. Per tale motivo, le simulazioni cosmologiche forniscono un quadro interpretativo unico grazie alla loro capacità di catturare la complessità dei fenomeni astrofisici e dinamici che guidano la formazione delle strutture cosmiche. Inoltre esse giocano un ruolo essenziale per la definizione dei casi scientifici e per il disegno di strumenti da terra e missioni spaziali dedicati ad osservazioni cosmologiche ed extra-galattiche. La comunità coinvolta in tali simulazioni ha accesso, attraverso “call” competitive alle infrastrutture di calcolo presso il centro di calcolo nazionale CINECA o ad infrastrutture europee disponibili attraverso l’iniziativa PRACE.

1.3.2 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.

1.3.2.1 Le domande fondamentali

Qual’è la natura delle popolazioni stellari multiple degli ammassi globulari?

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.

Quali sono stati i meccanismi di formazione della Via Lattea e delle galassie vicine?

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.

Qual è il punto zero della scala delle distanze cosmiche?

Per ottenere una stima accurata della costante di Hubble è necessario utilizzare indicatori secondari, quali le Supernovae di tipo Ia o la relazione Tully Fisher, la cui calibrazione si basa su accurati indicatori primari e geometrici. Nel caso delle Cefeidi Classiche che sono i principali di indicatori primari all'interno del Gruppo Locale, sarà di fondamentale importanza vincolare la pendenza e il punto zero delle relazioni periodo-luminosità così come la dipendenza dalla composizione chimica.

Come si sono formate ed evolute le prime stelle e le prime galassie?

Deve ancora essere definito uno scenario convincente per la prima generazione di stelle comparse nell'epoca della reionizzazione e cioè della ricercatissima popolazione III.

Al tempo stesso è di fondamentale importanza comprendere l'interazione tra stelle, radiazione, gas e polvere durante la storia evolutiva di una galassia.

Qual è la natura dei progenitori stellari che esplodono come Supernovae e dei loro prodotti chimici?

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).

Come possiamo caratterizzare i pianeti extrasolari?

Lo studio dei pianeti extra-solari è uno dei campi più attivi dell'astrofisica moderna. L'enfasi nella ricerca dei pianeti extrasolari si sta 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.

1.3.2.2 Gli strumenti di indagine

Fotometria e spettroscopia. 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, VST 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.

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.

La modellistica stellare. 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. In questo contesto la comunità INAF ha un ruolo di leadership nello studio delle stelle pulsanti come traccianti delle popolazioni stellari e indicatori di distanza, consentendo da un lato di verificare le assunzioni fisiche e numeriche adottate nella teoria dell'evoluzione stellare, dall'altro di vincolare la storia di formazione stellare dei sistemi studiati e di fornire una calibrazione teorica della scala delle distanze extragalattiche.

L'asterosismologia. Gli studi asterosismologici hanno acquistato un ruolo cruciale grazie ai dati dei satellite CoRoT e Kepler, i cui spettri di frequenza permettono di stimare i parametri intrinseci stellari (masse, raggi, età) di stelle distanti isolate e di sondare la loro struttura interna, misurando proprietà come lo stato evolutivo delle giganti, la rotazione del nucleo, il rimescolamento al bordo del nucleo convettivo, ecc...La possibilità di avere a disposizione dati di questo tipo per migliaia di stelle lontane ha aperto la strada alla cosiddetta ensemble asteroseismology delle popolazioni stellari con importanti implicazioni per il campo in rapido sviluppo dell'Archeologia Galattica

Gli indicatori di distanza. 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. Una svolta epocale in questo campo è attesa dal contributo scientifico della missione Gaia.

La missione GAIA. Iniziata alla fine del 2013, Gaia è destinata a rivoluzionare la nostra conoscenza sulle dimensioni spaziali e sullo stato evolutivo e dinamico della nostra galassia. Le parallassi misurate da Gaia consentiranno di ottenere una calibrazione assoluta della scala delle distanze astronomiche con fondamentale impatto sulla definizione del valore della costante di Hubble. Gaia ha inoltre inaugurato un nuovo campo di indagine, ovvero l'Astrometria Relativistica e Gravitazionale. I sofisticati modelli relativistici di Gaia elaborati per descrivere/implementare nei campi gravitazionali locali le osservabili e l'osservatore garantiscono lo sfruttamento scientifico ottimale, coerentemente alla Relatività Generale (RG), dei risultati attesi dalla missione. La comunità scientifica INAF è presente in Gaia con ruoli di leadership, spesso determinanti per il successo della missione e per uno sfruttamento ottimale dei dati la cui prima release è prevista per Settembre 2016.

Il satellite HERSCHEL. Avendo terminato le sue osservazioni scientifiche nell'aprile 2013, Herschel 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, e fornito imaging fotometrico con risoluzione insuperata delle complesse strutture di polveri e gas nelle regioni a formazione stellare della Galassia.

Le survey di pianeti extra-solari. 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.

1.3.3 Il Sole e il Sistema Solare

1.3.3.1 Le domande fondamentali

Lo studio del Sole e del Sistema Solare ha come obiettivo la comprensione dei processi che hanno dato origine al Sistema Solare e che hanno determinato l'aspetto e le proprietà fisiche dei corpi che ne fanno parte. I dati raccolti da svariate missioni di esplorazione negli ultimi decenni hanno profondamente cambiato la nostra visione del Sistema Solare, aprendo anche nuovi filoni di ricerca. L'analisi di questi dati e la loro interpretazione con l'aiuto di modelli teorici ed esperimenti di laboratorio è in una fase estremamente attiva e vede coinvolto l'INAF con un ruolo di primo piano.

Le grandi domande a cui vogliamo rispondere sono le seguenti:

- **Quale è stato il processo di formazione del Sistema Solare ed, inoltre, il Sistema Solare rappresenta un'eccezione fra i Sistemi Planetari?**
- **Quali sono i processi fisici che hanno determinato l'aspetto e le proprietà attuali dei corpi del Sistema Solare?**
- **Qual è il ruolo del Sole nell'interazione con l'ambiente interplanetario e i corpi del Sistema Solare?**
- **Come prevedere lo stato fisico dello spazio interplanetario e circumplanetario (Space Climate e Space Weather)?**
- **Quali sono l'origine, la storia e la presenza attuale dell'acqua nei corpi del Sistema Solare?**
- **Ci sono precursori della vita, se non forme di vita, sugli altri corpi, a partire da Marte?**
- **Qual'è la natura del materiale organico e che ruolo ha avuto nell'origine della vita?**

1.3.3.2 Gli strumenti di indagine

I corpi che sono oggetto di esplorazione e di studio sono il Sole, i corpi minori, i pianeti di tipo terrestri e i pianeti esterni giganti con i loro sistemi di satelliti.

Il personale dell'INAF, supportato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), da anni partecipa a quasi tutte le missioni spaziali internazionali dedicate al Sistema Solare, sia ESA che NASA. Il ruolo dell'INAF è rilevante in quanto spesso partecipa con ruoli di responsabilità (PI-ship o Co-PIship).

Per quel che riguarda l'esplorazione planetaria le missioni che vedono coinvolto personale INAF hanno come obiettivo corpi minori, pianeti di tipo terrestre e pianeti esterni con i loro sistemi di satelliti.

Sole ed eliosfera

Il Sole è una stella unica in quanto permette: **l'osservazione diretta di processi fisici di base** di interesse per l'astrofisica e la fisica dei plasmi, lo **studio dell'interazione tra stella e pianeti**, paradigma per la ricerca di esopianeti in cui sia possibile o presente la vita, lo **studio degli effetti sul clima** dei corpi del sistema planetario, inclusa la Terra, e sulle condizioni fisiche dello spazio nella regione di interesse dell'esplorazione satellitare ed umana dello spazio (**Space Weather e Space Climate**), ed infine **l'osservazione diretta di neutrini ad elevata energia** eventualmente prodotti dall'annichilazione di materia oscura nel suo nucleo. Inoltre, la crescente esposizione di innumerevoli infrastrutture critiche (reti per telecomunicazioni satellitari, navigazione aerea e marittima, ...) agli effetti dell'attività solare sulla Terra e nello spazio ha reso l'osservazione continua e lo studio dei processi solari asset strategici per la mitigazione degli effetti socio-economici della variabilità solare. La comunità nazionale partecipa ai maggiori progetti internazionali di astrofisica solare, a conferma del suo ruolo rilevante nel panorama scientifico di riferimento. Tale ruolo deriva dalle molte attività di ricerca e tecnologiche svolte in numerosi progetti internazionali e nazionali. Tra queste ricordiamo il contributo a livello di Co-PI, con il supporto dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), alla realizzazione dello spettrocoronografo ultravioletto UVCS per la missione spaziale ESA-NASA **SOHO**, con un'importante partecipazione dell'industria aerospaziale nazionale, e l'impegno nella conduzione delle operazioni scientifiche e nell'analisi dei dati dello strumento. Tali studi hanno permesso di ottenere per la prima volta informazioni sulle condizioni fisiche delle regioni sorgente del vento solare. Ricordiamo poi la COST Action 724, "Developing the basis for monitoring, modelling and predicting Space Weather", la COST Action ES0803, "Developing Space Weather Tools and Services in Europe", la COST Action ES1005 "Towards a more complete assessment of the impact of Solar variability on the Earth's Climate", un network europeo multidisciplinare dedicato alla comprensione del ruolo del Sole nel clima della Terra, il progetto "SPARC: Space Awareness for Critical Infrastructure", finanziato dalla Commissione Europea Home Affairs, il progetto FP7 Infrastructures EST (The Large Aperture European Solar Telescope), finalizzato allo studio di fattibilità del telescopio da 4m EST, il progetto H2020GREEST (Getting Ready for the European Solar Telescope) legato ad attività anche industriali cruciali per la strumentazione per EST, il progetto eHEROES (EUFP72010Space), per lo studio delle caratteristiche dello spazio interplanetario, il progetto SOLID (EUFP72011Space), per l'analisi delle misure dell'irradianza solare prodotte da missioni spaziali e lo sviluppo di modelli delle variazioni dell'emissione radiativa del Sole, il progetto FChroma (EUFP72012Space) finalizzato allo studio dei flare solari tramite osservazioni, modelli e creazione di archivi di dati ad alta risoluzione sui flare, il progetto STORM (EUFP72012Space Solar system plasma turbulence: observations, intermittency and multifractals), che studia le proprietà della turbolenza osservata nell'ambito dei plasmi solari, interplanetari e magnetosferici, infine il progetto SOLARNET (EUFP72011I3HighResolution Solar Physics) volto all'integrazione delle maggiori infrastrutture europee dedicate alle osservazioni ad alta risoluzione del Sole e alla realizzazione di prototipi per lo European Solar telescope. In questo contesto internazionale lo strumento IBIS (Interferometric Bidimensional Spectrometer), attualmente presso il DST/NSO Sunspot (NM, USA), mantiene una leadership mondiale nel campo della spettropolarimetria della fotosfera e cromosfera del Sole. IBIS, prototipo di strumentazione che sarà installata al telescopio EST e ai telescopi solari di nuova generazione, permette di effettuare osservazioni e sviluppare tecniche di studio che saranno necessarie per l'analisi dei dati prodotti dalle infrastrutture di nuova generazione.

In ambito nazionale ricordiamo i progetti: "Studio della corona solare" (fondi ASI) dedicato allo studio della struttura fine del riscaldamento impulsivo degli archi coronali, dei fenomeni di turbolenza nel plasma solare, delle regioni sorgente e dei meccanismi di accelerazione del vento solare (utilizzando le osservazioni dello strumento spaziale UVCS/SOHO); lo studio dei processi di accelerazione e trasporto del plasma e dei raggi cosmici nell'ambiente

interplanetario/magnetosferico, utilizzando le osservazioni della missione spaziale CLUSTER, a cui contribuisce anche la stazione di rilevazione dei raggi cosmici da terra SVIRCO operativa fin dagli anni settanta. Ricordiamo anche il PRIN MIUR 2012 “The active sun and its effects on space and Earth climate” connesso a problematiche di Space Weather e Space Climate ed il progetto FILASRU20141028 per la realizzazione di una “Banca dati di Space Weather da strumenti nello spazio ed a Terra” legata a missioni quali ALTEA, ALTEINO, PAMELA e da strumenti a terra. Nel contesto nazionale, si devono anche menzionare le nuove opportunità create nel campo del trasferimento tecnologico e delle applicazioni dalle collaborazioni esistenti tra gruppi di ricerca e industria. Ad esempio, il progetto del Solar Activity Monitor (SAM), un telescopio con filtri Magnetotici (MOF), sviluppato dalla valorizzazione delle competenze reciproche di gruppi di ricerca INAF e pmi, vincitore di un recente bando MiSE, prevede la realizzazione di un telescopio robotico per l’osservazione e il monitoraggio tomografico dell’atmosfera solare, che potrà essere utilizzato per la ricerca e le applicazioni utili allo space weather. Molte delle strutture osservative hanno, tra gli altri obiettivi, lo scopo di costituire una efficace rete a supporto di un servizio nazionale e internazionale per lo Space Weather come riportato nel documento ESA/PBSSA(2009)7 rev. 4 “List of national assets potentially available to the European SSA programme”.

Ricordiamo poi in ambito internazionale la partecipazione alla definizione e sviluppo del Solar Weather Expert Service Centre dell’ESA.

Esplorazione e studio dei corpi del Sistema Solare: i corpi minori

I corpi minori, o primitivi, sono estremamente importanti perché possono essere considerati come **materiale residuo, quindi spesso minimamente processato, della formazione del sistema solare**. Le missioni in operazione che stanno fornendo dati preziosi sui corpi minori, e di conseguenza stanno gettando nuova luce sui processi di formazione del sistema solare, sono Rosetta e Dawn.

La missione **Rosetta** sta rivoluzionando la scienza delle comete. Sin dal suo arrivo alla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, nell’agosto 2014, Rosetta ha prodotto una mole impressionante di informazioni sulla composizione del nucleo e della coma, sulla evoluzione del nucleo, sulle correlazioni con gli oggetti primordiali del Sistema Solare di cui 67P/Churyumov-Gerasimenko è parte. Gli strumenti italiani, ed in particolare quelli a guida INAF, hanno dato un contributo fondamentale come si evince dalla quantità e qualità delle pubblicazioni (vedi ad esempio i 7 articoli pubblicati su Science e Nature nel periodo gennaio 2015- aprile 2016 dagli strumenti a guida INAF). L’autorevole rivista Science non ha esitato a porre al primo posto dei risultati “breakthrough” del 2014 la missione Rosetta e i primi dati raccolti dalla sonda e dagli strumenti a responsabilità italiana (ed in particolare dell’INAF). Nel 2014 la sonda Philae è atterrata (primo “accometaggio” della storia) sulla superficie della cometa Churyumov-Gerasimenko. L’orbiter continuerà la sua attività scientifica accompagnando la cometa verso il perielio ed oltre fino a settembre 2016. E’ già iniziata la programmazione delle attività post-Rosetta con missioni Sample Return da comete. Tre missioni alternative verranno proposte nella prossima tornata di selezione di missioni “New Frontier” da parte della NASA e ricercatori INAF sono direttamente coinvolti in questi studi preliminari.

L’Italia contribuisce con tre strumenti PI (VIRTIS presso l’INAF, GIADA e SD2, il trapano del lander) ed uno Co-PI (OSIRIS presso INAF), con finanziamenti importanti da parte dell’ASI.

Dawn ha già visitato Vesta, raccogliendo dati per oltre un anno, ed ha raggiunto Cerere nel marzo del 2015: sono stati analizzati e studiati i dati disponibili che hanno dato delle prime risposte ad alcune questioni fondamentali che riguardano la formazione del nostro Sistema Solare e la composizione originale del disco protoplanetario. I principali risultati sono stati pubblicati sulle autorevoli riviste Nature e Science. L’ INAF partecipa alla missione con dei Co-I e con la responsabilità di uno dei tre strumenti scientifici di bordo (lo spettrometro VIR), con finanziamenti

importanti da parte dell'ASI. La missione è ancora in fase di svolgimento e si prevede una missione estesa ai prossimi anni.

Inoltre, nel 2013 l'ESA ha lanciato **Gaia**, missione dedicata anche 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.

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).

Esplorazione e studio dei corpi del Sistema Solare: I corpi di tipo terrestre

I corpi di tipo terrestre, cioè Mercurio, Marte e Venere, con le loro differenze e somiglianze rispetto alla Terra, sono interessanti da studiare perché permettono di capire **come e perché corpi probabilmente simili in partenza abbiano poi preso strade così diverse nella loro evoluzione**. Marte inoltre, per la passata presenza di acqua liquida sulla sua superficie, è di fondamentale importanza per le **implicazioni astrobiologiche**.

Le missioni spaziali che stanno fornendo dati su questi corpi sono Venus Express, ExoMars e Mars Express.

Nel 2016 è partita la prima delle due missioni di cui si compone il programma marziano **ExoMars**. La missione ExoMars 2016 è composta di due sottosistemi: un orbiter denominato TGO (Trace Gas Orbiter), che ospita due strumenti (la camera CASSIS e lo spettrometro NOMAD) con Co-PiShip INAF, ed il lander Schiaparelli, con a bordo lo strumento DREAMS, avente come obiettivo lo studio dell'ambiente marziano, a PiShip INAF. La seconda missione avrà come elemento principale un rover che ospiterà lo strumento Ma_MISS, uno spettrometro all'interno del trapano, a guida INAF.

L'INAF partecipa all'esplorazione di Marte anche con la 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 (ASPERA3, HRSC, MARSIS, OMEGA e PFS).

Lo studio di Venere è realizzato attraverso un altro progetto ESA, denominato **Venus Express**, in fase post-operativa dal dicembre 2014; gli strumenti a bordo della sonda (tra cui lo spettrometro ad immagine VIRTIS che è guidato in Co-PiShip da personale INAF e lo strumento ASPERA4 con una partecipazione INAF) producono tuttora risultati di grande rilevanza scientifica sulla base delle ultime osservazioni effettuate dalla sonda.

Esplorazione e studio dei corpi del Sistema Solare: I pianeti esterni

I pianeti esterni del Sistema Solare, con la sorprendente varietà che assumono i numerosi satelliti che li orbitano, è importante, oltre che per la storia dei processi di formazione del nostro e degli altri sistemi solari (**i pianeti giganti possono essere considerati un analogo di molti degli esopianeti** che vengono via via scoperti), per l'interesse astrobiologico che alcuni dei satelliti hanno. Si pensi infatti alla possibile presenza di oceani nell'interno non solo di Europa ma anche di altri satelliti, e a Titano, un piccolo mondo con una atmosfera attiva, laghi e mari in cui il ruolo che l'acqua ha sulla Terra è svolto da idrocarburi.

L'INAF partecipa attivamente alle missioni Cassini e JUNO.

Per quel che riguarda la missione **Cassini**, l'INAF fa parte dei team scientifici di alcuni strumenti (RADAR, Radio Science, VIMS), ha inoltre il coordinamento scientifico per la parte italiana (stabilito a Roma) ed ha contribuito alla strumentazione a bordo della sonda (canale visibile strumento VIMS). La missione Cassini sta compiendo lo studio più dettagliato mai intrapreso di un pianeta e

del suo sistema di satelliti orbitando oramai dal 2004 attorno a Saturno e studiando la composizione dell'atmosfera del pianeta, la dinamica e composizione degli anelli, la struttura interna e composizione di Titano e degli altri satelliti ghiacciati.

Nel 2016 è previsto l'arrivo di **JUNO** nell'orbita di Giove. Dopo l'inserzione in orbita, che avverrà a luglio, la missione scientifica avrà inizio nel novembre del 2016 e si estenderà oltre il termine coperto da questo piano triennale. L'INAF partecipa con uno strumento a PIsip Italiani, JIRAM (uno spettrometro ad immagine nel vicino e medio infrarosso), i cui obiettivi primari sono lo studio delle aurore e dell'atmosfera gioviana. Oltre ad un contributo tecnologico e scientifico relativo alle osservazioni il team INAF contribuirà agli studi sulle origini del pianeta e del Sistema Solare.

1.3.4 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 3000 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 assioni, 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.

NuSTAR è un piccolo satellite della NASA concepito per studiare l'universo nei raggi X di alta energia, utilizzando per la prima volta ottiche focalizzanti nella banda 10-100 keV. In questa maniera, è circa cento volte più sensibile rispetto a ogni altra missione precedente. Lo scopo di NuSTAR è quello di studiare la distribuzione dei buchi neri nell'universo, il processo di produzione degli elementi pesanti nelle esplosioni di stelle di grande massa, e il meccanismo di funzionamento dei getti di materiale relativistico nelle galassie attive. Le strutture INAF OA Roma, IAPS e IASF-Milano sono state coinvolte nello studio del fondo strumentale. OA Roma e OA Bologna sono tuttora impegnate nell'attività di analisi dati di campi extragalattici.

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.

1.3.5 Ricerca di Base nel campo delle Tecnologie Astronomiche

La ricerca in campo astronomico è stata storicamente ed è tuttora sostanzialmente ricerca di base, con essenziali ricadute culturali. Non fa eccezione la ricerca sulle tecnologie dedicate all'Astronomia, su cui INAF sin dalla sua nascita ha investito riguardevoli risorse come dimostrato dalle numerose partecipazioni, spesso con ruoli di leadership, agli strumenti citati nei paragrafi precedenti che sono fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi scientifici e, in ultima analisi, della missione istituzionale di INAF. Tale investimento ha portato alla formazione in INAF di alte professionalità in tutti i settori della strumentazione astronomica, dalla progettazione alla realizzazione fino all'integrazione, l'ottimizzazione ed il supporto alle osservazioni astronomiche e loro analisi. La continua evoluzione nel campo dell'astronomia osservativa, sia da terra che dallo spazio, ha determinato, e determina, la necessità di costruire strumenti sempre più complessi per soddisfare le esigenze dei nuovi esperimenti, che richiedono lo sviluppo di tecnologie e materiali spesso ex novo. Grazie alla presenza di numerosi gruppi operanti nel settore tecnologico all'interno della comunità, INAF partecipa a queste nuove sfide ricoprendo il ruolo di partner fondamentale all'interno di ogni consorzio internazionale. Tali partecipazioni, non solo permettono la realizzazione di nuovi strumenti, ma in molti casi garantiscono successivamente alla comunità INAF di avere accesso al tempo osservativo garantito, fondamentale per il compimento di programmi astronomici di ampio respiro.

Ciò non di meno, l'importanza della ricerca in campo tecnologico è cresciuta anche dal punto di vista dei suoi aspetti applicativi diretti: alcuni esempi immediati sono la tempestiva osservazione di eventi di attività solare potenzialmente pericolosi per le telecomunicazioni, il monitoraggio sistematico e continuo del cielo per l'identificazione di asteroidi su orbite a rischio di collisione con la Terra, lo studio della possibilità di monitorare l'attività dei vulcani con i raggi cosmici, e lo sviluppo di metodi computazionali sofisticati riutilizzati anche in ambiti diversi dalla ricerca astronomica.

Per queste ragioni, 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 ed altri Enti di Ricerca. 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, tramite attività volte al supporto del trasferimento tecnologico. 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 della turbolenza atmosferica e la correzione dei suoi effetti nelle immagini, alla concentrazione, rivelazione ed analisi della radiazione a tutte le lunghezze d'onda..

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 partnership 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, sulle tecnologie, 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 nei laboratori dell'INAF e, in molti casi, viene poi proposta all'Industria Nazionale per l'ingegnerizzazione. Per questa attività è importante sottolineare il fondamentale ruolo della

interdisciplinarietà e della collaborazione con altri enti di ricerca (e.g. INFN e CNR) ed università, che permettono di mettere a fattore comune competenze, tecnologie, risorse ed infrastrutture, elementi essenziali per lo sviluppo e che, talvolta, porta fino all'invenzione di nuovi dispositivi. La Ricerca di Base (e l'attività R&D in particolare) è intrinsecamente un'attività che non "garantisce" risultati, soprattutto immediati, ma è la linfa vitale del progresso scientifico e tecnologico. La possibilità di raggiungere risultati scientifici di "breakthrough" è nella gran parte dei casi legata allo sviluppo di tecnologie che permettono di realizzare strumentazione innovativa. L'INAF investe da sempre in questo settore, in taluni casi raggiungendo l'eccellenza e la leadership europea o mondiale.

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

Ottiche Adattive: in quest'area di sviluppo tecnologico l'Italia, grazie ad INAF e alla ricaduta industriale su aziende propriamente specializzatesi, ricopre un ruolo di leadership a livello mondiale da almeno una decade, in particolare nello sviluppo e realizzazione di specchi adattivi particolarmente utili sia per l'Ottica Adattiva singolo-coniugata che multi-coniugata (LBT, Magellan, GMT, E-ELT) e di sensori di fronte d'onda basati sulla piramide (LBT, Magellan, GMT, E-ELT).

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 (MAGIC2) o considerate baseline per infrastrutture future (ASTRI, CTA). L'azienda che partecipa a questa collaborazione è ora una realtà nel panorama mondiale del settore ed acquisisce commesse da istituti europei ed extraeuropei, anche indipendentemente dal coinvolgimento italiano nei specifici progetti.

Polarimetri ad effetto fotoelettrico: si tratta di uno strumento di misura inventato circa 15 anni fa da una collaborazione INAF-INFN, grazie al trasferimento delle tecnologie della Fisica delle alte energie al campo dell'Astronomia spaziale. Lo strumento, in grado di misurare la polarizzazione lineare dei raggi X tracciando l'elettrone estratto dall'interazione tra fotone X e rivelatore, ha permesso un salto di ordini di grandezza in sensibilità, di fatto rendendo possibile una nuova misura. L'ESA e la NASA stanno entrambe finanziando studi di missione che sfruttano questa tecnologia per osservazioni astrofisiche.

Rivelatori al silicio di grande area: ancora una tecnologia abilitante nata in un laboratorio INFN, implementata in LHC al CERN di Ginevra ed entrata nella scienza spaziale attraverso una collaborazione con INAF ed ASI. La tecnologia di questi rivelatori X permette ora di progettare esperimenti in grado di misurare con grande sensibilità la variabilità dell'emissione degli oggetti celesti su tempi caratteristici inferiori al millisecondo. L'ESA ha investito nello studio di una missione basata su questa tecnologia, e nuovi studi sono in corso in ambito NASA e China Academy of Sciences.

Backends radio astronomici digitali: INAF ha partecipato con un ruolo di leadership allo sviluppo di sistemi di elaborazione per ricevitori digitali a larghissima banda. Esempi di questi prodotti sono il DBBC (Digital Base Band Converter), installato presso i radio telescopi VLBI della rete EVN, o il correlatore a larga banda per l'array sub-millimetrico ALMA.

Mitigazione interferenze radio: I segnali radio di natura antropica disturbano pesantemente le misure radio astronomiche; con lo studio di tali fonti di disturbo e la mitigazione dei loro effetti si concorre al miglioramento delle prestazioni dei radio telescopi, soprattutto a quelle frequenze che ne sono maggiormente influenzate. Un esempio in questo settore è costituito dai filtri a microonde basati su tecnologia "high temperature superconductor" (HTS), sviluppati da INAF.

Microbilance a cristalli piezoelettrici: un consorzio guidato da INAF ha realizzato per l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) sensori di questo tipo per la misura di contaminazione spaziale (pensati per ambienti cometari), ma che possono avere ricadute di carattere industriale, ad esempio processi di bakeout di materiali aerospaziali e monitoraggio di polveri sospese in ambienti urbani.

Molte altre tecnologie sono in studio negli istituti INAF (spesso in collaborazione con le Università, l'INFN o il CNR), mirate a sostenere la partecipazione italiana ad esperimenti futuri già pianificati o a concepire nuove idee di esperimento. Tra queste, a titolo di esempio ci sono: tecnologie ottiche dedicate a strumentazione a grande campo, spazializzazione di componenti sviluppati per l'ottica adattiva, sviluppo di specchi deformabili controllati otticamente, sviluppo di nuovi materiali per applicazioni olografiche, sviluppo di lenti di Laue per la concentrazione di raggi gamma, micro-calorimetri criogenici per la misura dello spettro dei raggi X con risoluzione di pochi eV, rivelatori di raggi X "duri" con lettura diretta (e.g., CZT o CdTe) o con lettura indiretta (e.g., cristalli scintillatori letti da rivelatori al Silicio, elettronica di front-end basata su tecnologia ASIC a bassissimo rumore e bassissimo consumo per impiego nello spazio, ricevitori radio astronomici multi-feed.

Accanto allo sviluppo di nuove tecnologie e strumentazione, è importante segnalare l'investimento in laboratori, infrastrutture per l'integrazione, test e misure di calibrazione degli strumenti stessi presenti nella maggior parte delle sedi dell'ente, nonché infrastrutture informatiche, sia per lo sviluppo di software ed algoritmi, che per l'archiviazione delle grandi moli di dati raccolti dai telescopi ed esperimenti, da terra e dallo spazio.

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

1.4.1 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 preporre 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.



1.4.2 Direzione Scientifica

Nella Primavera 2016 la nuova dirigenza dell'Ente ha scelto il nuovo Direttore Scientifico il quale si è dotato di una propria articolazione funzionale in conformità con lo statuto ed il Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento (DOF) dell'Ente.

Riguardo al DOF si deve notare la introduzione da parte del CdA della possibilità di costituire Unità Scientifiche Centrali (già previste dallo statuto) a carattere “tematico gestionale”, al fine di ottenere maggiore efficienza nella azione di coordinazione e controllo attraverso raggruppamenti di tematiche affini. L'introduzione delle Unità “tematico gestionali” ha carattere sperimentale e verrà valutata dopo un congruo periodo di prova.

La nuova Direzione Scientifica è strutturata in una struttura tecnica e 5 Unità Scientifiche Centrali della quali 2 avviate alla sperimentazione “tematico gestionale”. L'Organizzazione è riassunta di seguito:

- A. Struttura Tecnica della Direzione Scientifica
- a. Sezione A: Segreteria
Segretaria particolare del Direttore Scientifico e delle unità scientifiche centrali, relazione con le segreterie della Presidenza e Direzione Generale.
 - b. Sezione B: Supporto Amministrativo
Attività di carattere amministrativo proprie della Direzione Scientifica, relazioni con l'ufficio bilancio.
 - c. Sezione C: Ingegneria dei Progetti
Coordinamento delle attività di Project Management a livello nazionale,
 - d. Sezione D: Ingegneria dei Sistemi
Coordinamento delle attività di System Engineering a livello nazionale,
 - e. Sezione E: ICT Management
Reti, Archivi, Licenze Software, coordinamento ICT nazionale,
 - f. Sezione F: Science Data Management
Definizione dei requisiti scientifici per il calcolo con particolare riferimento ai grandi progetti ed alle grandi collaborazioni nazionali ed internazionali.

B. UNITA' SCIENTIFICA CENTRALE A CARATTERE TEMATICO GESTIONALE I:
"Divisione Nazionale Abilitante dell'Astronomia Ottica, IR"

Unità preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della astronomia Ottica, IR.

C. UNITA' SCIENTIFICA CENTRALE A CARATTERE TEMATICO GESTIONALE II:
"Divisione Nazionale Abilitante della Radioastronomia"

Unità preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della Radioastronomia.

D. UNITA SCIENTIFICA CENTRALE III:
"Astronomia dallo Spazio"

Unità preposta alla gestione dei progetti spaziali che vedono coinvolto personale INAF.

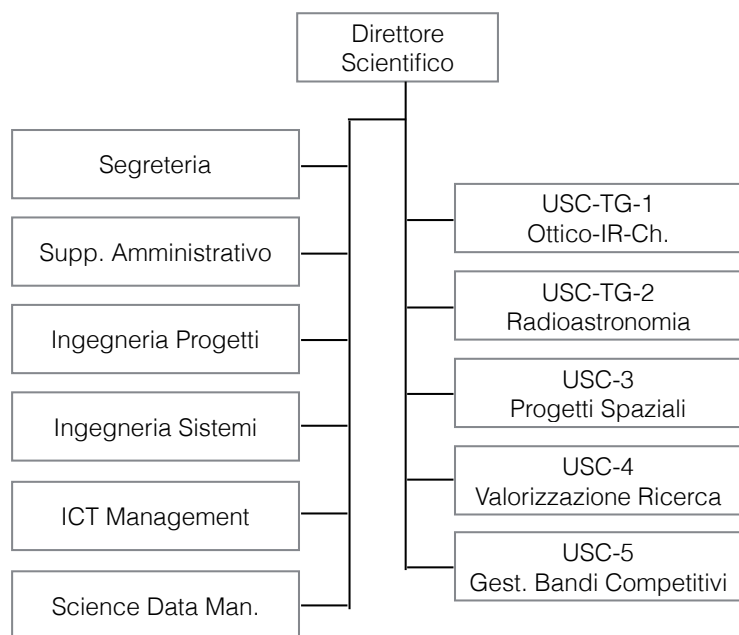
E. UNITA SCIENTIFICA CENTRALE IV:
"Valorizzazione della Ricerca"

Unità preposta alla valorizzazione economica dei prodotti della ricerca: Proprietà Intellettuale, Licensing, Spin-off.

F. UNITA' SCIENTIFICA CENTRALE V
"Gestione Bandi Competitivi"

Unità preposta alla Gestione tecnica e promozione dei bandi competitivi (H2020, PRIN, FIRB, etc.)

E prevista inoltre una possibile evoluzione della Unità Scientifica Centrale III "Progetti Spaziali" in una unità a carattere Tematico Gestionale una volta verificata la applicabilità del modello organizzativo al settore specifico.



2 Dotazione Organica

2.1 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 a 1.214 unità, suddivise per profili e livelli

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 nel ruolo di astronomo, non avendo esercitato il diritto di opzione per l'equiparazione nei profili del comparto Ricerca. In merito a tale unità di personale si rappresenta che il vigente Regolamento del personale, approvato con Delibera del Consiglio di Amministrazione n. 23/2015 dell'11 maggio 2015 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 253 del 30 ottobre 2015, all'art. 2, comma 5, dispone che, in caso di cessazione dal servizio del personale con la qualifica di astronomo, i relativi posti andranno ad incrementare l'organico dei rispettivi livelli di ricercatore e/o tecnologo, secondo le disposizioni della vigente contrattazione integrativa ovvero secondo le tabelle di equiparazione di cui al CCNI del 18 gennaio 2008 come di seguito riportate:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| - Astronomo Ordinario/Straordinario | Dirigente di Ricerca |
| - Astronomo Associato | Primo Ricercatore |
| - Ricercatore Astronomo | Ricercatore |

Pertanto, la dotazione organica è stata rideterminata ai sensi di quanto previsto dal succitato art. 2, comma 5, del Regolamento del personale ovvero è stato incrementato l'organico dei livelli I-III del personale con profilo di Ricercatore di un numero di unità pari alle unità di personale con la qualifica di Astronomo, che risultavano essere cessate al 31 dicembre 2015, secondo le corrispondenze di cui alla sopra indicata tabella di equiparazione; la dotazione organica, così rideterminata, è stata riportata in allegato nella **Tabella 2 - Dotazione Organica**.

2.1.1 Personale in servizio al 31/12/2015

2.1.1.1 Personale a tempo indeterminato

Il personale a tempo indeterminato, in servizio al 31/12/2015, risulta essere pari a n. 969 unità, ripartite per profili e livelli, così come evidenziato nella **Tabella 2 - Dotazione Organica**.

2.1.1.2 Personale a tempo determinato

Al 31/12/2015 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.

2.1.1.3 Personale associato per la ricerca

Per il raggiungimento dei propri fini istituzionali, l'INAF, ai sensi dell'art. 27 dello Statuto, 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. Ai sensi dell'art. 17 del vigente Regolamento del personale 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 può essere attribuita anche a personale docente e personale di ricerca in quiescenza, a laureandi, dottorandi, borsisti, 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 31/12/2015 risulta pari a 460 unità.

2.2 Costo del personale

2.2.1 Costo del personale a tempo indeterminato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale a tempo indeterminato al 31/12/2015 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il criterio di cassa, i costi sostenuti dall'INAF nel corso del 2015 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 € 51.391.436.

<i>Personale T.I.</i>	<i>n. Unità</i>	<i>Costo Annuo lordo (€)</i>
Personale Ricercatore *	437	29.942.270
Personale Tecnologo**	132	7.451.985
Dirigenti Amministrativi	2	147.728
Personale Tecnico-Amm.vo	398	13.849.453
Totale anno 2015	969	51.391.436

* il costo è comprensivo di n. 206 unità con la qualifica di Astronomo per un importo pari ad euro 15.529.851

** il costo è comprensivo di 127 tecnologi e di 5 EP ruolo ad esaurimento inquadrati, ai soli fini economici, nel profilo di tecnologo

2.2.2 Costo del personale a tempo determinato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale dipendente a tempo determinato al 31/12/2015 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 € 163.047, mentre quella gravante sui fondi attivi è pari ad € 3.746.678 per un totale di € 3.909.725.

	<i>n. Unità</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale T.D. su Fondi Ordinari*	4	163.047
Personale T.D. su Fondi Attivi	81	3.746.678
Totale anno 2015	85	3.909.725

**Il numero delle unità si riferisce al personale risultante in servizio al 31/12/2015*

2.2.3 Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato anno 2015

L'importo complessivamente erogato a titolo di salario accessorio nell'anno 2015, al personale in servizio a tempo indeterminato ed a tempo determinato, con oneri a carico del FOE, determinato secondo il criterio di cassa, ammonta ad € 5.163.071 e comprende tutte le somme corrisposte a detto titolo di competenza dell'anno 2015, 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	<i>Costo annuo (€)</i>
Accessorio competenza 2015 erogato	3.843.284
Oneri salario accessorio 2015	1.252.866
Arretrati Accessorio	49.868
Oneri salario accessorio arretrato	17.053
Totale salario accessorio 2015	5.163.071

2.2.4 Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca anno 2015

Il personale con contratto di collaborazione coordinata e continuativa in servizio al 31/12/2015 è pari a 12 unità. Il costo sostenuto nel corso del 2015 per tale tipologia contrattuale ammonta ad € 11.347.127, compresi gli oneri riflessi.

Al 31/12/2015 risultavano altresì attivi n. 248 assegni di ricerca e n. 76 borse di studio.

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

Personale Parasubordinato	<i>n. Unità</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale Co Co Co	12	502.433
Personale titolare di Assegno di ricerca	248	8.796.198
Personale titolare di Borsa di studio	76	2.048.496
Totale parasubordinati anno 2015	336	11.347.127

2.2.5 Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE anno 2015

Il costo sostenuto nel 2015 per il personale con contratto a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co., con oneri a carico del FOE, è evidenziato nella tabella seguente:

<i>Costo annuo (€)</i>	
Personale T.I.	51.391.436
Personale T.D. (solo FOE)	163.047
Personale Co Co Co. (solo FOE)	0
Salario accessorio	5.163.071
Tot. anno 2015	56.717.554

2.2.6 Previsione dei costi del personale – anno 2016

Come è noto, a partire dal 1 gennaio 2015, per effetto delle disposizioni di cui alla Legge n. 190/2014 (Legge di stabilità 2015), sono cessati per il personale contrattualizzato gli effetti del blocco economico delle progressioni di carriera comunque denominate e dei passaggi tra le aree, così come era stato previsto per gli anni 2011, 2012 e 2013 dall'art. 9, comma 21, terzo e quarto periodo, del DL n. 78/2010, convertito con modificazioni dalla Legge n. 122/2010, e successivamente prorogato dal DPR 122/2013 fino al 31/12/2014.

Dal 1° gennaio 2016 sono cessati anche per il personale non contrattualizzato gli effetti del blocco degli adeguamenti retributivi e delle classi e scatti, di cui al primo e secondo periodo del citato articolo 9, comma 21, del DL n. 78/2010, che erano stati ulteriormente prorogati fino al 31/12/2015 dal comma 256, dell'art. 1, della Legge di stabilità 2015.

Si ricorda che i suddetti “blocchi” riguardavano:

- 1) la progressione automatica biennale degli stipendi;
- 2) l'anzianità di servizio, rimasta congelata alla data del 31/12/2010;
- 3) il meccanismo di adeguamento annuale stabilito con DPCM e disciplinato dall'art. 24 della Legge n. 448/1994.

Premesso che la cessazione degli effetti di dette misure non può dar luogo a successivi recuperi, anche sotto il profilo giuridico, dei predetti istituti retributivi per l'intero periodo 2011-2015, al fine di effettuare una previsione della spesa complessiva del personale per l'anno 2016, considerando la cessazione degli effetti del blocco di cui si è appena detto e tenuto conto della applicazione della nuova progressione economica triennale per il personale astronomo ex art. 2 del DPR n. 232/2011, è stata effettuata una ricognizione preventiva dei passaggi di classe stipendiale che dovranno avvenire nel corso dello stesso anno 2016 e che interesseranno il suddetto personale astronomo.

Sempre ai fini della previsione della spesa complessiva del personale per l'anno 2016, che tenga conto dello sblocco delle progressioni economiche del personale astronomo, al quale deve applicarsi di diritto lo stesso trattamento economico previsto per i ricercatori ed i professori universitari, si fa presente che, per quanto concerne l'adeguamento annuale degli stipendi,

dell'indennità integrativa speciale e degli assegni fissi e continuativi dei docenti e ricercatori universitari - stabilito con DPCM in ragione degli incrementi medi, calcolati dall'ISTAT, conseguiti nell'anno precedente dalle categorie di pubblici dipendenti contrattualizzati sulle voci retributive utilizzate dal medesimo Istituto per l'elaborazione degli indici delle retribuzioni contrattuali - dall'ultimo comunicato ISTAT del 23/03/2016 risultano incrementi contrattuali nulli per l'anno 2015. Pertanto, nonostante la norma di blocco degli adeguamenti retributivi non sia più efficace nel 2016, non dovrebbe attuarsi nel medesimo anno 2016 alcun adeguamento delle suddette voci retributive.

Per quanto concerne il personale contrattualizzato (personale dei livelli I-VIII), si deve considerare, in primo luogo, che in data 05/04/2016 è stata sottoscritta l'ipotesi di accordo quadro nazionale recante la ridefinizione dei nuovi comparti e delle nuove aree di contrattazione del pubblico impiego. Come previsto dalla suddetta ipotesi di accordo, i comparti di contrattazione dovrebbero pertanto ridursi da 11 a 4 e l'INAF dovrebbe confluire nel nuovo comparto denominato "Istruzione e ricerca".

In merito ai futuri rinnovi contrattuali per il triennio 2016-2018, fermo restando che i corrispondenti oneri - ai sensi dell'art. 48, comma 2, del D.Lgs. 165/2001 e s.m.i. - sono posti a carico del bilancio dell'INAF, si evidenzia che non risulta ancora emanato il DPCM che, ai sensi del comma 469, dell'art.1, della Legge n. 208/2015 (Legge di stabilità 2016), dovrebbe fissare i criteri di determinazione dei predetti oneri in coerenza con quanto previsto dal comma 466 del medesimo art. 1, della citata Legge di stabilità 2016.

In considerazione di quanto sopra, nelle more dell'emanazione del DPCM di cui al comma 469, dell'art. 1, della Legge di stabilità 2016, al fine di operare una previsione del costo del personale per l'anno 2016 si è stimato un incremento dell'1% dello stipendio tabellare attualmente vigente.

In materia di indennità di vacanza contrattuale (IVC) si rappresenta che resta fermo quanto stabilito dall'articolo 1, comma 452, della Legge n. 147/2013, come modificato dall'articolo 1, comma 255, della legge n. 190/2014, ai sensi del quale l'IVC da computarsi in riferimento a ciascuno degli anni 2015-2018, quale anticipazione dei benefici complessivi che saranno attribuiti all'atto del rinnovo contrattuale, è quella in godimento al 31 dicembre 2013. Conseguentemente, anche per l'anno 2016 occorrerà far riferimento all'IVC in vigore dal 1 luglio 2010.

Tutto quanto premesso, tenuto conto delle assunzioni e cessazioni, anche per mobilità, previste per l'anno di riferimento, nonché delle previste progressione economiche e di carriera, la spesa complessiva per il personale, comprensiva degli oneri a carico dell'Ente, come da bilancio di previsione dell'INAF relativo all'esercizio finanziario 2016 - approvato con Delibera del Consiglio di amministrazione n. 30/2015 del 16 dicembre 2015 - è stata stimata pari ad euro 59.784.109.

3 Fabbisogno di personale

3.1 Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018 e piano assunzionale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018

Il piano di fabbisogno di personale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018 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)**.

Al riguardo, si evidenzia che 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 citata **Tabella 3**.

In particolare, i limiti finanziari entro i quali gli EPR possono procedere ad assunzioni di unità di personale, nel triennio 2016-2018, sono stati recentemente ridefiniti dalla Legge 28 dicembre 2015, n. 208 (Legge di Stabilità 2016), che ha modificato il regime del *turn - over* degli Enti di Ricerca, così come previsto dal comma 2, dell'art. 3, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 90, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 agosto 2014, n. 114. L'art. 1, comma 227, della citata legge di stabilità infatti, nel modificare le percentuali di *turn over* previste dal suddetto art. 3, commi 1 e 2, ha stabilito che gli Enti di Ricerca - con esclusione del personale con qualifica di ricercatore e tecnologo - possano procedere, per gli anni 2016, 2017 e 2018, ad assunzioni di personale a tempo indeterminato - di qualifica non dirigenziale - nel limite di un contingente di personale corrispondente, per ciascuno dei predetti anni, ad una spesa pari al 25 per cento di quella relativa al medesimo personale cessato nell'anno precedente.

Stante quanto sopra e tenuto conto dei puntuali indirizzi in materia forniti dal MEF - Ragioneria Generale dello Stato, con la Circolare n. 12 del 23 marzo 2016, per quanto riguarda le assunzioni del personale ricercatore e tecnologo, escluse espressamente dalla predetta disciplina, restano ferme le percentuali di *turn over* previste dall'art. 3, comma 2, del suddetto Decreto Legge n. 90/2014, secondo il quale gli EPR, la cui spesa per il personale di ruolo non superi l'80 per cento delle proprie entrate correnti complessive, come risultanti dal bilancio consuntivo dell'anno precedente, possono procedere, negli anni 2016, 2017 e 2018 ad assunzioni di personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato nel limite di un contingente di personale complessivamente corrispondente ai seguenti limiti di spesa:

- anno 2016: 60% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2015
- anno 2017: 80% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2016
- anno 2018: 100% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2017

Al riguardo, si rappresenta che, ai sensi del più volte citato art. 3, comma 3, del Decreto Legge n. 190/2014, a decorrere dall'anno 2014 è consentito il cumulo delle risorse

destinate alle assunzioni per un arco temporale non superiore a tre anni, nel rispetto della programmazione del fabbisogno e di quella finanziaria e contabile.

Per quanto concerne le modalità di calcolo dei risparmi da *turn-over*, il citato art. 3, comma 2, del Decreto Legge n. 90/2014 stabilisce che, a decorrere dal 1 gennaio 2014, non si tiene più conto del criterio di calcolo di cui all'art. 35, comma 3, del Decreto Legge 30 dicembre 2008, n. 207, convertito con modificazioni dalla Legge n. 14/2009. Nel merito, il MEF - Dipartimento Ragioneria Generale dello Stato, con nota prot. n. 29733 del 2 aprile 2015, aveva comunicato all'Istituto che, con riferimento alla quantificazione del budget ed ai relativi criteri di calcolo delle risorse assunzionali per il periodo 2014-2016, non essendo più utilizzabile, per effetto della norma citata, il criterio di calcolo definito con il Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011, la Ragioneria Generale dello Stato avrebbe provveduto a definire un nuovo criterio, congiuntamente al Dipartimento della Funzione Pubblica. Detto criterio però, a tutt'oggi, non risulta essere stato ancora definito dai suddetti Ministeri. Nelle more dell'adozione del nuovo criterio di calcolo, l'Ente ha comunque proceduto a calcolare i risparmi derivanti dal *turn-over* degli anni 2015, 2016 e 2017 tenendo conto dell'effettivo risparmio di spesa derivante dal personale cessato, o che si prevede che cessi nei suddetti anni, ovvero ha provveduto a calcolare detti risparmi tenendo conto, per ogni profilo e livello, delle voci retributive oltre che del trattamento fondamentale, anche del trattamento accessorio, finanziato dall'apposito fondo, al lordo degli oneri riflessi; il medesimo criterio di calcolo è stato altresì utilizzato per determinare gli oneri assunzionali.

Tutto quanto premesso, si evidenzia che il piano di assunzioni di personale a tempo indeterminato per il triennio 2016-2018 è limitato dalle restrizioni dovute ai vincoli di *turn over* imposti dall'attuale regime assunzionale e non soddisfa totalmente le rilevate necessità dell'Ente per la realizzazione e gestione dei programmi di ricerca e delle relative infrastrutture tecnico-scientifiche.

Pertanto, sulla base delle risorse finanziarie disponibili, come derivanti dal cumulo dei risparmi derivanti dal *turn over* degli anni 2015, 2016 e 2017, distintamente calcolati per il personale ricercatore, tecnologo e astronomo e per il personale tecnico-amministrativo dei livelli IV-VIII, così come rispettivamente evidenziati nel **Prospetto analitico C1** e nel **Prospetto analitico C2** (vedi allegati), l'INAF intenderebbe procedere ad assumere tramite procedure ordinarie di reclutamento:

- complessive n. 33 unità di personale con profilo di ricercatore e tecnologo - così come evidenziate nell'allegato **Prospetto sintetico C3** - per una spesa complessiva pari ad euro 1.677.766 a valere su un budget disponibile per assunzioni pari ad euro 1.715.687; al riguardo si evidenzia che: per n. 14 unità l'Ente ha già ricevuto l'autorizzazione a bandire con l'approvazione del Piano Triennale di Attività 2015-2017; n. 1 unità è riferita alla trasformazione di un rapporto di lavoro da part-time a tempo pieno, subordinata ad autorizzazione ad assumere per il personale che è stato assunto con contratto di lavoro a tempo parziale (cfr. art. 3, comma 101, della Legge n. 244/2008); per n. 18 unità l'Ente deve essere autorizzato a bandire e ad assumere;
- complessive n. 3 unità con profilo di CTER VI livello - così come evidenziate nell'allegato **Prospetto sintetico C4** - per una spesa complessiva pari ad euro 128.502 - a valere su un budget disponibile per assunzioni pari ad euro 149.951 - per le quali l'Ente ha già ricevuto l'autorizzazione a bandire con l'approvazione del Piano Triennale di Attività 2014-2016 e del Piano Triennale di Attività 2015-2017.

Con riferimento alle nuove posizioni da bandire, per le quali l'Ente deve ancora ricevere la prescritta autorizzazione, si evidenzia che non sussistono graduatorie concorsuali vigenti

che possono essere utilizzate per l'acquisizione delle professionalità necessarie in relazione alle specifiche esigenze rilevate.

Si rappresenta altresì che, a seguito delle pervenute autorizzazioni ad assumere relative ai piani assunzionali di cui al Piano Triennale di Attività 2014-2016 ed al Piano Triennale di Attività 2015-2017, l'Istituto sta procedendo a bandire procedure di reclutamento e ad assumere i vincitori dei concorsi che si sono già conclusi - o che stanno per concludersi - a valere sul cumulo dei risparmi da *turn over* 2011-2013 ed a valere sul *turn over* 2014.

In particolare, a valere sul budget disponibile per le assunzioni riferite all'anno 2014 (*turn over* 2011-2013) - pari ad euro 1.305.978 - così come certificato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Funzione Pubblica e dal Ministero dell'Economia e delle Finanze - Ragioneria Generale dello Stato con note, rispettivamente, prot. n. 0005922 del 28 gennaio 2015 e prot. n. 29733 del 2 aprile 2015, l'Istituto si appresta ad assumere ed a bandire procedure di reclutamento per acquisire complessive n. 36 unità di personale, per una spesa complessiva a regime pari ad euro 1.284.096, così come riepilogato nella tabella seguente:

Profilo e livello	Unità	Posti vacanti al 31/12/2015	Onere complessivo a regime (**)
Dirigente di ricerca I livello (*)	14	36	171.727
Primo ricercatore II livello	4	61	240.926
Tecnologo III livello (*)	4	21	190.472
Ricercatore III livello (*)	13	35	629.855
Funzionario di amministrazione V livello	1	2	51.116
TOTALE UNITA'	36		
TOTALE SPESA PER ASSUNZIONI			1.284.096
BUDGET ASSUNZIONI 2014: 1.305.978			

(*) L'onere assunzionale è stato calcolato tenendo conto del differenziale di spesa tra la qualifica di provenienza e quella di destinazione del personale già dipendente dell'Ente, fatto salvo quanto previsto dall'art. 4, comma 4, del Regolamento del personale relativamente al riconoscimento dell'anzianità pregressa per il personale già appartenente alla qualifica di Astronomo e quanto previsto dall'art. 4 del CCNL di comparto del 16 ottobre 1997- Area della dirigenza e delle relative specifiche tipologie professionali - Sezione II - secondo biennio economico 1996-1997 relativamente al riconoscimento dell'anzianità effettiva di servizio maturata nel livello di provenienza per il personale Ricercatore o Tecnologo - Per i Tecnologi ed i Ricercatori, già titolari di contratto a termine, gli oneri assunzionali sono stati calcolati tenendo conto della fascia stipendiale corrispondente al riconoscimento dell'anzianità pregressa a tempo determinato ai sensi e per gli effetti dell'art. 4, comma 5, del vigente Regolamento del personale.

(**) Gli oneri relativi alle assunzioni, come riportati nella tabella, sono stati calcolati secondo i criteri di computo previsti dal Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011 per gli anni di riferimento (artt. 2 e 3)

Inoltre, a valere sul budget assunzionale 2015 - costituito dai risparmi da *turn over* 2014 - l'Istituto si appresta a reclutare e ad assumere complessive n. 9 unità di personale, per una spesa complessiva a regime pari ad euro 485.250, come riepilogato nella seguente tabella:

Profilo e livello	Unità	Posti vacanti al 31/12/2015	Onere complessivo a regime (**)
Dirigente di ricerca I livello	2	36	153.782

Ricercatore III livello	1	35	47.618
Funzionario di amministrazione IV livello (*)	1	7	54.579
CTER VI livello	3	11	143.943
Operatore Tecnico VIII livello	2	3	85.328
TOTALE UNITA'	9		
TOTALE SPESA PER ASSUNZIONI			485.250
BUDGET ASSUNZIONI 2015: 504.566			

(*) Mobilità di personale soprannumerario degli Enti di area vasta (ex Provincie) ex art. 1, comma 425, Legge n. 190/2014 (Legge di stabilità 2015)

(**) Gli oneri relativi alle assunzioni, come riportati nella tabella, sono stati calcolati secondo i criteri di computo previsti dal Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011 per gli anni di riferimento (artt. 2 e 3)

In merito alle suddette assunzioni, si evidenzia che il Decreto legge 30 dicembre 2015, n. 210 (Proroga di termini previsti da disposizioni legislative) convertito, con modificazioni, dalla Legge 25 febbraio 2016, n. 21, ha disposto la proroga del termine per procedere alle assunzioni di personale a tempo indeterminato - relative alle cessazioni verificatesi per ciascuno degli anni dal 2009 al 2014 (budget assunzionali 2010-2015) - fino al 31 dicembre 2016 (cfr. art. 1, comma 1, lettere a) e b) e art. 1, comma 3, lettera a).

Con riferimento al piano assunzionale così come sopra illustrato, in ordine al rispetto dei vincoli finanziari di cui alle norme vigenti, si riportano nella tabella seguente i dati relativi alle entrate correnti complessive per gli anni 2016, 2017 e 2018, come risultanti dal bilancio consuntivo dell'anno precedente, nonché la spesa per il personale di ruolo per i medesimi anni:

	Anno 2016	Anno 2017 (previsione)	Anno 2018 (previsione)
Entrate correnti complessive risultanti dal bilancio consuntivo anno precedente	114.902.539	90.851.069	91.861.034
80% entrate correnti complessive risultanti dal bilancio consuntivo anno precedente	91.922.031	72.680.855	73.488.827
spesa di personale da consuntivo anno precedente	63.902.681	70.041.280	69.740.899

3.2 Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato - anno 2016

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, risultavano in servizio a tempo determinato al 31/12/2015, 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

per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 201.965.

Al riguardo, si evidenzia che nel corso dei primi mesi dell'anno 2016 è cessata, per dimissioni, n. 1 unità di personale con profilo di Dirigente Tecnologo I livello, mentre è stata assunta un'ulteriore unità di personale a tempo determinato con profilo di Funzionario di amministrazione V livello, già prevista nella programmazione di cui al Piano Triennale 2015-2017.

Pertanto, tenuto conto della spesa complessiva annua lorda che nell'anno 2016 l'Ente sta sostenendo per il personale a tempo determinato con oneri a carico del FOE - pari ad euro 165.390 - 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, convertito con modificazioni dalla Legge n. 135/2012, che non consente l'acquisizione a tempo indeterminato di ulteriori professionalità ascrivibili a detti profili, al fine di poter far fronte alle eccezionali esigenze rilevate, sia a livello centrale che periferico, in ordine alla necessità di garantire il corretto e regolare svolgimento delle attività di supporto alla ricerca, l'INAF, nel rispetto del prescritto limite finanziario, intende procedere ad acquisire a tempo determinato, con oneri a carico del fondo ordinario, almeno n. 1 unità di personale con profilo di CTER – VI livello, per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 42.834, ed almeno n. 1 unità di collaboratore di amministrazione - VII livello per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 38.432."

3.3 Assunzioni obbligatorie ex legge n. 68/1999

In ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 12 marzo 1999, n. 68, in ordine alla verifica del rispetto dei prescritti oneri assunzionali, è stata effettuata la ricognizione annuale del personale disabile ed appartenente alle categorie protette - di cui all'art. 18 della medesima Legge n. 68/99 - in servizio a tempo indeterminato al 31/12/2015, tramite la compilazione del prospetto informativo previsto dall'art. 9, comma 6, della citata Legge n. 68/99 ed utilizzando a tal fine l'apposito portale telematico del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.

Dal riepilogo nazionale generato dal suddetto portale, a seguito del monitoraggio che l'Ente ha effettuato *ex lege* n. 68/99, sono risultate, nel triennio 2016-2018, n. 31 scoperture relative al personale disabile e n. 4 scoperture relative alle categorie protette ex art. 18 della Legge n. 68/99, a fronte di 969 dipendenti a tempo indeterminato in servizio al 31 dicembre 2015.

Al riguardo, si evidenzia che, ai sensi dell'art. 9, comma 3, della Legge n. 68/99, l'invio del prospetto informativo vale anche quale richiesta di avviamento al lavoro agli uffici competenti al fine di adempiere alle assunzioni obbligatorie nei limiti della quota d'obbligo. Come chiarito dalla Presidenza del Consiglio - Dipartimento della Funzione Pubblica, dette assunzioni, nel solo limite della copertura della quota d'obbligo, non rientrano nelle limitazioni delle assunzioni.

Al riguardo si evidenzia che, a seguito della stipula di una apposita convenzione con il Dipartimento III della Città Metropolitana di Roma Capitale, ai sensi dell'art. 11 della Legge 12 marzo 1999, n. 68, l'Istituto si è impegnato a realizzare un programma di assunzioni di n. 6 soggetti disabili, ai fini della copertura delle posizioni relative alla quota d'obbligo e risultanti non coperte alla data del 31 dicembre 2014, per l'ambito di competenza della ex Provincia di Roma ovvero della città Metropolitana di Roma Capitale. In ossequio a quanto previsto da tale convenzione, l'INAF ha bandito una procedura concorsuale riservata ai soggetti disabili, di cui alla Legge n. 68/99, per il reclutamento di n. 5 unità di personale con profilo di Collaboratore di amministrazione – VII livello, che è ancora in corso di espletamento, ed ha richiesto al citato Dipartimento III l'attivazione della

procedura per l'avviamento di una unità di personale con profilo di Operatore di amministrazione – VIII livello.

Per le restanti unità da reclutarsi, l'Ente sta verificando la possibilità di stipulare apposite convenzioni con gli Uffici del lavoro delle ex Province interessate, in alternativa ad ulteriori procedure di reclutamento, tenuto conto delle specifiche professionalità richieste dalle Strutture territoriali di ricerca.

3.4 Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001

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.

Al riguardo, si evidenzia che :

- in riferimento all'ipotesi di Accordo per l'applicazione dell'art 53, ex CCNL 21/02/2002 - decorrenza giuridica 01/01/2013 - la cui procedura di certificazione da parte del Collegio dei revisori 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 giuridica 01/01/2013 - la cui procedura di certificazione da parte del Collegio dei revisori 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

3.5 Assunzioni per mobilità ex art. 30 D. Lgs. n. 165/2001 e s.m.i.

Tenuto conto che la mobilità è sempre stata attuata dall'Istituto 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 e quanto previsto dai commi 424 e 425, dell'art. 1, della Legge n. 190/2014 (Legge di

stabilità 2015) in merito alla ricollocazione del personale soprannumerario degli enti di area vasta (ex Province).

In particolare, l'Istituto, a valere sulle risorse assunzionali 2015 (*turn over* 2014), intende procedere all'assunzione - tramite procedura di mobilità - di n. 1 unità di personale proveniente da una ex Provincia, già in servizio presso l'Ente in posizione di comando, con profilo di Funzionario di amministrazione IV livello (cfr. tabella piano assunzionale budget 2015 come sopra riportata).

3.6 Assunzioni straordinarie di ricercatori ed assunzioni per merito eccezionale.

L'art. 1, comma 247, della Legge n. 208/2015 (Legge di stabilità 2016) ha previsto l'incremento del FOE per gli Enti di Ricerca di 8 milioni di euro per l'anno 2016 e di 9,5 milioni di euro, a decorrere dall'anno 2017, per l'assunzione di giovani ricercatori presso i suddetti Enti.

Con Decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca n. 105 del 26 febbraio 2016, emanato ai sensi del comma 249, dell'art. 1, della medesima Legge n. 208/2015 e registrato dalla Corte dei Conti in data 4 maggio 2016, reg. n. 1598, il MIUR ha proceduto al riparto del finanziamento di cui al comma 247, del citato art. 1, della Legge n. 208/2015 ed alla relativa assegnazione agli EPR per l'assunzione straordinaria di giovani ricercatori; sulla base di detta ripartizione, l'INAF è stato autorizzato a procedere al reclutamento di n. 19 unità di personale con il profilo di Ricercatore III livello.

Ai sensi del citato DM n. 105 del 26 febbraio 2016, le assunzioni di ricercatori sono da considerarsi come posizioni al di fuori della dotazione organica dell'Ente, come approvata con il Piano Triennale di Attività, e non sono vincolate al rispetto delle graduatorie vigenti relative a procedure di reclutamento diverse da quelle previste dallo stesso DM.

L'art. 13 del Decreto Legislativo n. 213/2009 prevede che gli EPR possano assumere per chiamata diretta, a tempo indeterminato, fino al massimo livello contrattuale del personale di ricerca definito dal Consiglio di amministrazione, ricercatori o tecnologi italiani o stranieri dotati di altissima qualificazione scientifica e che si siano distinti per merito eccezionale ovvero che siano stati insigniti di alti riconoscimenti scientifici in ambito internazionale, nell'ambito del 3 per cento dell'organico dei ricercatori e tecnologi e nei limiti della disponibilità di bilancio, previo nulla-osta del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, sulla base del parere del comitato di esperti per la politica della ricerca (CEPR).

Con nota circolare n. 35 del 9 novembre 2015, emanata dal Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, di concerto con il Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, sono stati chiariti i presupposti applicativi della succitata normativa e le modalità della relativa procedura.

Con Decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca n. 305 del 12 maggio 2016 sono state disciplinate le modalità di assegnazione per ciascun Ente di Ricerca della quota del FOE 2015, pari complessivamente ad euro 791.024, da destinarsi alle assunzioni di cui al citato art. 13 del Decreto Legislativo n. 213/2009.

Con Delibera n. 58/2016 del 31 maggio 2016 il Consiglio di Amministrazione dell'INAF ha deliberato le candidature da sottoporre al MIUR al fine di concorrere all'assegnazione del succitato stanziamento.

3.7 Riepilogo e Declinazione delle posizioni da bandire

RIEPILOGO PROCEDURE DI ASSUNZIONE IN CORSO ANNO 2016		
Profili e livelli	Unità	Note
Dirigente di Ricerca I livello	3	+ 11 unità da scorrimento della graduatoria di merito fino ad esaurimento del budget previsto costituito dagli oneri assunzionali, calcolati come costo pieno, per i 3 vincitori (Delibera del CdA n. 54/2016 del 19 maggio 2016)
Primo Ricercatore II livello	4	+ un numero di unità da scorrimento della graduatoria di merito, che potrà essere approvata dopo il prescritto termine di cui al DPR n. 487/94, fino ad esaurimento del budget previsto costituito dagli oneri assunzionali, calcolati come costo pieno, per i 4 vincitori (Delibera del CdA n. 54/2016 del 19 maggio 2016)
Ricercatore III livello	1	concorso già concluso – sede di servizio: IAPS – il vincitore è stato già assunto ed ha preso servizio in data 1 giugno 2016
Ricercatore III livello	10	in corso le procedure per assumere n. 8 unità di personale – per n. 1 unità la procedura concorsuale è ancora in corso – per n. 1 procedura concorsuale è in corso la verifica del diritto alla riserva di posti per una candidata risultata idonea
Tecnologo III livello	4	n. 3 unità sono state già assunte ed hanno preso servizio il 1 giugno 2016 presso OA Brera, OA Torino, OA Trieste – n. 1 unità ha chiesto il differimento dell'assunzione al 1 settembre 2016 e prenderà servizio presso l'OA di Capodimonte
Funzionario di amministrazione V livello	1	il concorso è ancora in fase di espletamento – nel mese di giugno si terranno le prove scritte
Collaboratore di amministrazione V livello	5	concorso riservato alle categorie di cui alla legge n. 68/99 in fase di espletamento
Funzionario di amministrazione IV livello	1	mobilità personale eccedentario ex provincie

RIEPILOGO PROCEDURE CONCORSUALI DA BANDIRE ANNO 2016		
Profili e livelli	Unità	Note
Ricercatore III livello	19	Assunzioni straordinarie – Decreto MIUR N. 105 DEL 26/02/2016 - Bando di concorso in fase di predisposizione
Ricercatore III livello	4	Procedure deliberate dal CDA con Delibera n. 45/2015 del 9/07/2015 e previste nel PTA 2015-2017 - Bando da predisporre non appena perverranno le necessarie specifiche dalla Direzione Scientifica
Ricercatore III livello	3	Posizioni previste dal PTA 2015-2017 – Bando da predisporre non appena saranno definite le macroaree scientifiche/settori di ricerca, le sedi di assegnazione e le ulteriori necessarie specifiche dalla Direzione Scientifica
Tecnologo III livello	3	Procedure deliberate dal CDA con Delibera n. 45/2015 del 9/07/2015 e previste nel PTA 2015-2017 - Bando da predisporre non appena perverranno le necessarie specifiche dalla Direzione Scientifica
Tecnologo III livello	2	Posizioni previste dal PTA 2015-2017 – Bando da predisporre non appena saranno definiti i settori tecnologici, le sedi di assegnazione e le ulteriori necessarie specifiche scientifiche dalla Direzione Scientifica
CTER VI livello	4	Posizioni previste dal PTA 2014-2016 - Bando da predisporre non appena perverranno le necessarie specifiche scientifiche dalla Direzione Scientifica
CTER VI livello	2	Procedure deliberate dal CDA con Delibera n. 45/2015 del 9/07/2015 e previste nel PTA 2015-2017 - Bando da predisporre per n. 1 unità non appena perverranno le necessarie specifiche dalla Direzione Scientifica
Operatore tecnico VIII livello	2	Posizioni previste dal PTA 2014-2016 - Bando da predisporre

RIEPILOGO PROCEDURE DI RECLUTAMENTO ANNO 2017		
Profili e livelli	Unità	Note
Dirigente di Ricerca I livello	2	posizioni previste nel PTA 2015 – 2017 – ancora da definirsi macroaree scientifiche e sedi di assegnazione
Dirigente Tecnologo I livello	1	posizione prevista nel PTA 2015 – 2017 – ancora da definirsi settore tecnologico e sede di assegnazione
Primo Ricercatore II livello	2	posizione prevista nel PTA 2015 – 2017 – ancora da definirsi macroaree scientifiche e sedi di assegnazione
Primo Tecnologo II livello	2	posizione prevista nel PTA 2015 – 2017 - ancora da definirsi settori tecnologici e sedi di assegnazione
Dirigente di Ricerca I livello	1	nuova posizione prevista nel PTA 2016 – 2018 - ancora da definirsi macroarea scientifica e sede di assegnazione
Primo Ricercatore II livello	2	nuove posizioni previste nel PTA 2016 – 2018 - ancora da definirsi macroaree scientifiche e sedi di assegnazione
Primo Tecnologo II livello	1	nuove posizioni previste nel PTA 2016 – 2018 - ancora da definirsi settori tecnologici e sedi di assegnazione
Ricercatore III livello	8	nuove posizioni previste nel PTA 2016 – 2018 - ancora da definirsi macroaree scientifiche e sedi di assegnazione
Tecnologo III livello	6	nuove posizioni previste nel PTA 2016 – 2018 - ancora da definirsi settori tecnologici e sedi di assegnazione

In relazione alle posizioni di III livello (ricercatori e tecnologi), seguendo le raccomandazioni del Consiglio Scientifico e l'indirizzo del Presidente, queste posizioni saranno utilizzate per potenziare i settori di ricerca e le aree di attività connesse ai principali "main stream" dell'Istituto Nazionale, anche attraverso un riequilibrio ed una razionalizzazione della distribuzione del capitale umano da allocare nelle aree geografiche coinvolte nei "main stream" in questione."

4 Partecipazioni Societarie

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

4.1 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.

4.1.1 LBT Corporation

Per la gestione della costruzione e delle attività del Large Binocular Telescope, nel 1992 è stata costituita la LBT Corporation, organizzazione no profit di diritto. 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.

4.1.2 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, India, Sud Africa, Australia, Nuova Zelanda, Svezia e Canada, che partecipano in maniera paritetica. 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 500.000 €/anno.

4.1.3 CTA GmbH

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 internazionale. A seguire nel 2014 è stata costituita una società a responsabilità limitata di diritto tedesco (GmbH) per la gestione della fase finale di progettazione, la scelta del sito, nel 2015, e la scelta della sede degli Headquarters, nel 2016. I paesi aderenti alla CTA GmbH sono Germania,

UK, Svizzera, Repubblica Ceca, Spagna e Giappone Italia e nel 2015 verrà formalizzato l'ingresso di Francia ed Austria. La quota annuale di INAF per la partecipazione alla CTA GmbH è di 500.000 €.

4.2 Fondazioni

4.2.1 Fundacion Galileo Galilei

La Fundacion Galileo Galilei è una fondazione privata senza scopo di lucro, regolamentata dal diritto spagnolo, costituita per la gestione del TNG (Telescopio Nazionale Galileo). Il suo scopo statutario è sviluppare la ricerca scientifica astronomica, secondo le indicazioni del Patronato, organo dirigente della Fundacion. Il Presidente, il Direttore Scientifico e il Direttore Generale dell' INAF sono membri ex-officio del Patronato a cui sono aggiunti due elementi scelti su indicazione del CdA INAF.

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).

4.3 Organizzazioni in via di Formalizzazione

4.3.1 Jive ERIC

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 aveva la forma giuridica di una fondazione di diritto olandese ed è stata trasformata nel 2014 in un ERIC. L'Italia è in fase di adesione a questa nuova forma statutaria e al momento partecipa tramite MOU.

4.4 Adesione a Cluster Tecnologici Nazionali ed altre associazioni

Denominazione	Tipo	anno di costituzione / partecipazione	capitale/fondo versato INAF	contributi/trasferimenti annuali	2013		2014		2015	
					Utili	Perdite	Utili	Perdite	Utili	Perdite
Apriti Cielo	Associazione	2005	10K u.t							
Festival della Scienza	Associazione	2008	55 K u.t							
CIFS	Consorzio	2005	10K u.t							
Consorzio per la Fisica di Trieste	Consorzio	2007		7.747K/anno						
COMETA	Consozio	2005	15K u.t							
Distretto tecnologico Sicilia Micro e nano Sistemi	S.c.a.r.l	2007	35k u.t	5K/anno						
Distretto aerospaziale della Campania	S.c.a.r.l	2012	20K u.t							
Distretto Aerospaziale Sardegna	S.c.a.r.l	2013	4K u.t							
Distretto Aerospaziale Lombardia	Associazione	2014	1.5K							

5 Attività di Ricerca

5.1 Gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio

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, che nelle sue conclusioni recita "il piano strategico dell'INAF per i prossimi dieci anni consisterà, come prima priorità, nel fornire il massimo supporto alla ricerca di base la quale è necessariamente connessa alla realizzazione di futuri progetti fondamentali quali E-ELT, CTA, ATHENA, JUICE e SKA".

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 contribuito anche i ricercatori e gli astronomi dell'INAF. Di seguito, verranno elencati i temi e i quesiti fondamentali cui l'Istituto intende dare una risposta.

5.1.1 Cosmologia e astrofisica extra-galattica.

Le domande fondamentali nel campo della Cosmologia, introdotte nel Capitolo 1.3.1, sono:

- Qual è la natura della Dark Energy?
- Qual è la natura della Dark Matter?
- Qual è la fisica delle condizioni iniziali dell'Universo?
- Cosa c'è oltre il Modello Standard della Cosmologia? (con profonde implicazioni riguardo al superamento del Modello Standard delle Interazioni Fondamentali).

Dark Energy (DE)

La comprensione della fisica della DE deve spiegare perché la costante cosmologica assuma un valore enormemente più piccolo di quello atteso avendo come riferimento la scala di Planck. L'approccio più diretto è lo studio di forme parametriche dell'equazione di stato della DE tramite:

- a) Espansione dell'Universo tracciata per es. dalle SN Ia o con il Sandage Test. Le infrastrutture missioni di interesse INAF che più contribuiranno in questo senso sono TNG, VLT, LBT, E-ELT, Euclid, SKA)
- b) Misura delle baryonic acoustic oscillations (BAO) e della crescita delle perturbazioni tramite lo studio delle redshift-space-distorsions (RSD), degli ammassi di galassie, del cosmic shear (Euclid, SKA, LSST, CMB) e della Lyman- α forest (X-Shooter@VLT). In particolare La comunità cosmologica INAF è intensamente impegnata nella preparazione della missione ESA-M2 Euclid che sarà fondamentale in questo campo. Le future osservazioni in banda radio con SKA ed suoi precursori apriranno la possibilità di tracciare la LSS attraverso osservazioni della riga a 21 cm con la tecnica dell'HI Intensity Mapping.

Dark Matter (DM)

Le osservazioni di strutture cosmiche possono rivelare proprietà fondamentali sulla natura della DM (self-interacting, pressione, annichilazione, decadimento etc.) e sui possibili candidati (WIMPS, assioni, neutrini sterili, gravitini...) in particolare studiandone la scala di free streaming e l'effetto sull'espansione dell'Universo:

- a) Osservazioni su scale relativamente piccole (<1 Mpc) della dinamica di dwarf galaxies (con un contributo importante dalla missione GAIA), di gruppi e clusters (VLT, LBT) e di strong lensing (HST, VLT, LBT, JWST, E-ELT, Euclid, LSST).
- b) Osservazioni su scale medio-grandi (10-100 Mpc) di clustering di galassie e weak lensing e tomografia del mezzo intergalattico (VLT, E-ELT, Euclid, DESI, LSST, SKA).

- c) Osservazioni ad alte energie (gamma, X-ray) possono rivelare l'emissione continua o in riga derivante dal decadimento o annichilazione delle particelle di DM (CTA, FERMI, NuSTAR, ATHENA, cfr. il paragrafo riguardante l'Astrofisica Relativistica e Particellare).

Fisica delle condizioni iniziali dell'Universo

Ad oggi, il modello inflazionario fornisce una soluzione “cinematica” sia per alcuni problemi basilari del modello standard (p.es. orizzonte, piattezza, monopoli) sia per la generazione di primordiale di perturbazioni. Nel modello più semplice di inflazione (con singolo campo scalare e “slow roll”), la forma del potenziale del campo scalare che guida l'inflazione (inflatone) e la sua scala di energia, lasciano la loro impronta sia sulle perturbazioni scalari che su quelle tensoriali. Per verificare le predizioni del modello inflazionario occorre misurare la geometria universo, la Gaussianità delle perturbazioni e la forma del loro spettro, nonché l'ampiezza e lo spettro delle perturbazioni tensoriali primordiali. Questo è possibile tramite:

- a) surveys di galassie a grande campo in imaging (VST, VISTA, LSST, Euclid, SKA) o spettroscopia (VIMOS-MOONS@VLT, Euclid, SKA).
- b) misura dei B-modes primordiali nella polarizzazione del CMB come firma univoca della generazione di onde gravitazionali generate durante l'inflazione.

Fisica oltre i Modelli Standard

È ormai assodato, grazie ai risultati di LHC, che esiste almeno un campo scalare fondamentale (scalare di Higgs). Ci si aspetta che questi campi siano collegati con il resto del modello fisico con accoppiamenti potenzialmente dipendenti dall'energia e quindi variabili nel tempo e nello spazio cosmico. Un modo di verificare questi accoppiamenti e/o eventuali simmetrie che li sopprimano è misurare la variazione delle costanti fondamentali attraverso studi di altissima precisione di transizioni atomiche a vari redshift, possibili grazie a spettroscopia ad alta risoluzione (ESPRESSO@VLT, HIRES@E-ELT, SKA).

Varie estensioni del Modello Standard delle interazioni fondamentali prevedono sia violazioni dell'invarianza di Lorentz, (LIV), sia propagazioni anomale di fotoni d'alta energia, entrambe verificabili con osservazioni su scala cosmologica (CTA in particolare). In presenza di campi magnetici intergalattici, fotoni d'alta energia possono oscillare tra il modo gamma e una particella axion-like (ALP), riducendo così la profondità ottica dell'interazione fotone-fotone (fotoni TeV da Blazar con fotoni del Extragalactic Background Light, EBL).

Alcune anomalie osservate nelle mappe di CMB, specie a grandi scale angolari, destano particolare interesse: *Planck* ha dimostrato come, verosimilmente, tali anomalie non siano dovute a effetti strumentali spuri. Comprendere la loro natura (primordiali o causate da *foregrounds* sconosciuti) ed il livello di significatività all'interno del modello standard sono passi necessari per decidere se siano piuttosto da interpretare come segnali di “nuova fisica”.

Astrofisica della formazione di strutture cosmiche

Gli obiettivi prioritari dell'astrofisica extragalattica dei prossimi anni in quest'area possono essere riassunti in due filoni:

- 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 dei fenomeni 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 di formazione stellare nelle popolazioni delle galassie alle diverse epoche cosmiche. In particolare si vuole caratterizzare l'evoluzione della componente barionica da alto a basso redshift utilizzando le informazioni provenienti da mezzo intergalattico, mezzo intra-cluster e barioni condensati in stelle e galassie. Di grande importanza sarà chiarire la storia della formazione stellare, il ruolo relativo di formazione

stellare UV-bright rispetto a quella oscurata da polveri, l'origine dei metalli, la formazione strutturale delle galassie, i motivi astrofisici del fenomeno di *downsizing*, l'origine della funzione di massa delle galassie e le cause della sua forte differenziazione da quella della materia oscura.

Le ricerche in questo campo 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 FORS, VIMOS, KMOS, MUSE e MOONS e i telescopi VST, VISTA, Subaru, HST, ALMA, la partecipazione a survey quali SDSS-IV e la preparazione a nuovi strumenti e survey quali WEAVE. È facile prevedere uno sviluppo ulteriore dell'acquisizione di dati "a campo integrale", in cui le galassie vengono mappate ad alta risoluzione spaziale 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.

In banda X (XMM-Newton, Chandra, Swift-XRT, Suzaku) e sub-mm (Planck) permettono di caratterizzare questi oggetti e utilizzarli come strumenti precisi per la cosmologia.

Allo stesso tempo, la combinazione di osservazioni in banda radio (EVLA, GMRT, LOFAR) e nei raggi gamma (Fermi, MAGIC, HESS) permettono di studiare fenomeni energetici che hanno luogo negli ammassi di galassie, legati alle fasi più violente della loro evoluzione.

Tutti i filoni di ricerca della Cosmologia e astrofisica extra-galattica richiedono anche un'intensa attività di simulazioni numeriche e quindi robuste capacità di calcolo. In tale contesto i gruppi di ricerca attivi nel campo della cosmologia numerica lavoreranno lungo le seguenti direzioni:

- Simulazioni per la formazione di strutture cosmiche, sviluppando modelli di formazione stellare e di feedback che descrivano in modo sempre più realistico la formazione delle galassie in vari ambienti e la loro interazione con il mezzo inter-galattico ed intra-cluster;
- Simulazioni per la formazione delle prime galassie e dei primi buchi neri a $z > 6$, finalizzate allo studio della reionizzazione; tali simulazioni forniranno le predizioni teoriche per le osservazioni che in futuro saranno realizzate con telescopi di prossima generazione, quali JWST, E-ELT, SKA, Athena.
- Simulazioni a grande scala di modelli cosmologici alternativi a quello standard Λ CDM, allo scopo di comprendere quali potranno essere le signature osservative di nuova fisica, da survey cosmologiche di prossima generazione;
- Sviluppo di codici di simulazioni innovativi che siano in grado di sfruttare appieno la potenza di calcolo ad alte prestazioni disponibili in futuro con infrastrutture di classe "exa-scale".

5.1.2 Le Stelle, le Popolazioni Stellari, il Mezzo Interstellare ed i pianeti esterni al sistema solare

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.

Anche sulla base delle domande fondamentali delineate nel capitolo 1.3.2 gli obiettivi dell'astrofisica stellare in ambito INAF sono i seguenti.

Capire l'origine e la natura delle popolazioni stellari multiple negli ammassi globulari galattici e nei sistemi stellari del Gruppo Locale. Questa 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?

Lo studio in 3D della Via Lattea e la calibrazione della scala delle distanze extragalattiche dai dati del satellite GAIA. Questa missione – 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. È previsto un sempre maggior coinvolgimento della comunità scientifica INAF per lo sfruttamento ottimale dei dati dal satellite. Questa comunità parteciperà anche, nell'ambito delle unità di coordinamento CU3 (astrometria), CU5 (fotometria) e CU7 (stelle variabili), alla pubblicazione dei dati della prima release, attesa per Settembre 2016.

La comprensione della formazione stellare e dei meccanismi di accrescimento. 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. Sarà importante rispondere ai seguenti quesiti:

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?

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.

Lo studio della fisica stellare e del legame tra proprietà stellari e sistemi planetari.

Nuovi sviluppi sono attesi nell'ambito della modellistica stellare sia evolutiva che pulsazionale e lo straordinario successo raggiunto in campo asteroseismologico continuerà con la prossima generazione di survey K2, TESS e PLATO, dedicate allo studio delle oscillazioni stellari oltre che dei pianeti extra-solari. L'astronomia italiana ha 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 rivalutate 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.

La comprensione dei progenitori di Supernova e del meccanismo di esplosione.

Sarà importante capire in quale modo la curva di luce delle Supernovae di tipo Ia dipende dalle proprietà fisiche dei progenitori e interpretare correttamente il crescente "zoo" di esplosioni di Supernova, così come prevedere (con sufficiente precisione) gli elementi prodotti dai processi di nucleosintesi nelle Supernovae e nelle stelle di ramo asintotico delle giganti (AGB).

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.

Comprendere i meccanismi di formazione ed evoluzione delle galassie.

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 a quelle remote ad alto "redshift".

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

Lo studio del Sole e del Sistema Solare ha come obiettivo la **comprensione dei processi che hanno dato origine al Sistema Solare e che hanno determinato e determinano l'aspetto e le proprietà fisiche dei corpi che ne fanno parte**. Le altre grandi tematiche sono il ruolo del Sole nell'interazione con gli altri corpi, l'origine, la storia e la presenza attuale di acqua nel Sistema Solare, e l'origine e la possibile presenza, se non di forme di vita, dei precursori della vita su vari corpi a partire da Marte.

I dati raccolti da svariate missioni di esplorazione hanno negli ultimi decenni profondamente cambiato la nostra visione del Sistema Solare, aprendo anche nuovi filoni di ricerca; nuovi dati sono in arrivo nei prossimi anni. L'analisi di questi dati e la loro interpretazione, che richiedono l'aiuto di modelli teorici ed esperimenti di laboratorio, continueranno a coinvolgere profondamente la comunità scientifica interessata allo studio delle tematiche introdotte nel capitolo 1.

Il ruolo del Sole

La nostra stella, il Sole, è un enorme laboratorio di fisica fondamentale. Sin dalle prime osservazioni telescopiche, lo studio del Sole ci ha continuamente permesso di migliorare la nostra conoscenza dell'Universo. In attesa della futura generazione di telescopi solari da terra e dallo spazio (EST, Solar Orbiter), osservare e studiare i **processi di emersione e interazione del campo magnetico con il plasma solare, i meccanismi di trasferimento e rilascio dell'energia nell'atmosfera e di accelerazione del vento solare**, le cause delle esplosioni osservate e la propagazione dei loro effetti nell'eliosfera, tramite la strumentazione esistente, saranno le sfide dei prossimi anni.

Il triennio di riferimento vedrà la preparazione della missione spaziale **Solar Orbiter** del programma ESA Cosmic Vision 2015-2025 (lancio previsto nel 2018). La definizione dei requisiti scientifici e tecnici e la realizzazione del coronografo **METIS** (PI INAF) è sotto la responsabilità italiana con il supporto dell'ASI e un notevole coinvolgimento dell'industria aerospaziale nazionale. METIS otterrà per la prima volta immagini della corona solare simultaneamente nelle bande del visibile e UV e studierà origine ed evoluzione dell'eliosfera, osservando l'accelerazione del vento solare e la propagazione iniziale delle sue perturbazioni in corona. Il coronografo SCORE, progettato e realizzato dalla comunità INAF come prototipo di METIS sarà lanciato a breve per la seconda volta con un razzo suborbitale nel quadro del programma Herschel della NASA, in collaborazione con il Naval Research Laboratory.

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 all'elaborazione delle tecniche di ricostruzione di immagini per lo strumento STIX dedicato all'acquisizione di immagini della corona solare nei raggi X.

La comunità sarà anche impegnata a lavorare al progetto di erigere alle Canarie il **Telescopio Solare Europeo EST**, promosso dalla comunità astrofisica solare europea raccolta in EAST (European Association for Solar Telescopes) e recentemente incluso nella Roadmap 2016 ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures).

Per quanto concerne, poi, la missione ESA **Proba3** (formazione di satelliti), si rileva come la comunità eliosferica dell'INAF abbia sviluppato il prototipo dello spettropolarimetro elettroottico **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 EUCost Action MP 1104 "Polarization as a tool to study the Solar System and beyond", che ha anche finanziato in passato l'attività della forte comunità italiana attiva nel campo della polarimetria in tutte le branche dell'Astrofisica e delle Scienze Planetarie.

Spostando l'attenzione dal Sole agli effetti dell'attività solare e del vento solare sullo spazio circumterrestre, è bene menzionare che il radar ionosferico a guida italiana, installato nel 2013 presso la base Concordia in Antartide, continuerà a fornire regolarmente osservazioni. Questo radar fa parte della catena internazionale **SuperDARN** (Super Dual Auroral Radar Network), dedicata allo studio della ionosfera ad alta latitudine, per la comprensione dei processi dello spazio circumterrestre e nel contesto dello Space Weather. Sempre in quest'ambito, l'osservatorio **S.V.I.R.CO** (Studio Variazioni Intensità Raggi Cosmici) continuerà ad effettuare misure della componente secondaria nucleonica del flusso di raggi cosmici. L'osservatorio, parte delle rete mondiale dei neutron monitor, è considerato, per efficienza ed affidabilità, uno dei siti osservativi essenziali per la ricerca internazionale nel settore delle relazioni Sole-Terra. Continueranno altresì le osservazioni solari sinottiche a disco intero a varie bande spettrali effettuate presso gli Osservatori di Catania e Roma.

Il Sistema Solare: le missioni di esplorazione

Nel prossimo triennio la comunità continuerà ad essere fortemente impegnata nelle attività relative a missioni in fase operativa (ExoMars, Gaia, Dawn, Cassini, Juno, Rosetta) e in preparazione (BepiColombo).

E' in fase realizzativa il programma marziano **ExoMars**, che è strutturato in due sonde: la prima composta da un orbiter (TGO -Trace Gas Orbiter) ed un lander denominato Schiaparelli, lanciata nel 2016, e la seconda che verrà lanciata nel 2020 e contiene come elementi primari di missione un Rover ed una stazione fissa al suolo. L'obiettivo della prima missione è lo studio delle componenti minori dell'atmosfera marziana dall'orbiter ed effettuare misure di tipo climatologico sulla superficie. Il rover del 2018 avrà il compito principale di rilevare tracce, se esistono, di condizioni adatte alla vita a profondità di circa due metri, in condizioni ritenute immuni dall'effetto di interazione con il vento solare e i raggi cosmici. In entrambe le missioni è rilevante il contributo di diversi gruppi di ricercatori dell'INAF con ruoli di responsabilità in tutti gli elementi di missione: la camera (CASSIS) e lo spettrometro (NOMAD) a bordo del TGO sono entrambi con Co-PIship INAF, il package DREAMS sul lander Schiaparelli è a PIship INAF, così come lo spettrometro miniaturizzato Ma_MISS a bordo del rover di ExoMars 2020.

Gaia, lanciata nel 2013, migliorerà di un fattore 100 la nostra conoscenza delle orbite degli asteroidi, ivi compresi quelli su orbite a rischio di impatto col nostro pianeta, e fornirà dati fisici fondamentali (proprietà rotazionali, composizione) e le prime misure accurate di massa e densità per un campione importante della popolazione. Nell'ambito di questa missione 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.

La missione **Dawn** continuerà ben oltre la fine della missione nominale che prevedeva la permanenza nell'orbita di 1Ceres, il pianeta nano attorno al quale sta orbitando da circa un anno. La sonda ha abbastanza combustibile per il motore a ioni da prevedere la visita a un terzo asteroide

(in corso di selezione). Questo estenderà la missione di alcuni anni; la proposta è stata sottomessa alla NASA ed è in fase di valutazione.

Anche la sonda **Cassini** ha ricevuto una ulteriore estensione fino a settembre 2017. Nel periodo da ora al prossimo anno il piano orbitale della sonda verrà modificato per permettere il passaggio all'interno dell'anello C a poche decine di migliaia di km dalla parte più esterna dell'atmosfera di Saturno. Questo permetterà lo studio in dettaglio dell'anello più ricco in materiale organico ed un livello di dettaglio delle strutture atmosferiche mai raggiunto prima. La sonda terminerà la sua vita operativa penetrando nell'atmosfera di Saturno.

Come specificato nel capitolo 1, la missione **JUNO** inizierà la sua attività scientifica nel novembre 2016 con una fine nominale prevista nel febbraio 2018; lo spettrometro a guida INAF ha come obiettivi principali lo studio delle aurore generate dalla interazione dei satelliti galileiani con il campo magnetico di Giove e lo studio della composizione dei gas presenti nell'atmosfera gioviana.

Nel 2016 invece avrà termine la fase operativa della missione **Rosetta**, con "l'atterraggio" previsto sulla superficie della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko a fine settembre. Ma l'impegno dei ricercatori INAF non terminerà con la fine della missione, in quanto l'ESA ha richiesto il contributo per una attività di Enhanced Archiving che prevede la consegna di prodotti di ordine superiore al semplice dato calibrato. Ad esempio, tra i tanti prodotti previsti troviamo mappe globali e/o regionali della composizione superficiale, mappe di temperatura e mappe di proprietà fisiche e termiche, ecc. Questa attività è prevista estendersi per un triennio dopo la fine della missione nominale (settembre 2016 – settembre 2019).

Nel 2018 è previsto il lancio di **BepiColombo**, missione "cornerstone" ESA e JAXA per lo studio di Mercurio, con due satelliti che orbiteranno intorno al pianeta. La missione è progettata per studiare la composizione, la geofisica, l'atmosfera, la magnetosfera e la storia di Mercurio: in particolare, lo studio della parte solida del pianeta (l'attività vulcanica, l'abbondanza di elementi volatili nella crosta, l'età della crosta e la sua composizione, la struttura interna del pianeta e l'origine del suo campo magnetico, la composizione dei depositi polari), lo studio dell'esosfera (composizione e dinamica in relazione all'attività solare) e del campo magnetico (e sua interazione con il vento solare) ed infine anche fornire un test della teoria della relatività con una accuratezza mai raggiunta in precedenza. Il contributo dell'INAF è rilevante attraverso gli esperimenti a guida INAF: **SIMBIOSYS** (una suite di strumenti che combina una camera ad alta risoluzione, una stereocamera ed uno spettrometro ad immagine per lo studio della superficie del pianeta dal punto di vista della sua composizione e geologia), **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) e **ISA** (un accelerometro per rilevare le accelerazioni di origine non gravitazionale agenti sul satellite). A guida italiana è anche MORE, lo strumento di Radio Scienza dedicato allo studio del campo gravitazionale di Mercurio e alle verifiche della relatività generale.

Quanto alle attività legate alle missioni future, ricercatori dell'INAF sono coinvolti in un ampio spettro di proposte con le maggiori agenzie internazionali (NASA, ESA e JAXA) per missioni di esplorazione del Sistema Solare, come le già citate missioni NASA di Comet Sample Return e di esplorazione di Venere (VERITAS), o la missione JAXA dedicata alla caratterizzazione e sample return dal satellite di Marte Phobos (Martian Moon eXplorer) o la missione M5 dell'ESA in corso di sottomissione nel 2016. Inoltre l'INAF partecipa, con uno dei due rappresentanti europei nominati da ESA, allo studio NASA per future missioni a Urano e Nettuno.

L'analisi e l'interpretazione dei dati dalle missioni spaziali

Gli esperimenti a bordo delle missioni di esplorazione del Sistema Solare producono una grande quantità di dati che richiedono, per il loro sfruttamento, uno sforzo che si prolunga ben oltre la fine della fase operativa della missione. La fase di interpretazione dei dati, che viene dopo la fase di prima analisi degli stessi, è quella in cui si cerca di fornire risposte alle domande elencate nel capitolo 1, ed è fondamentale per sfruttare appieno le potenzialità di una missione, in particolare per quegli strumenti che vedono ricercatori INAF con ruoli di responsabilità. Questa fase richiede anche attività di laboratorio e di modellistica, e normalmente vede occupata la comunità per alcuni anni dopo la fine di una missione.

Sample Return e Analisi di Materiale Extraterrestre: Molte delle future missioni di esplorazione prevedono la raccolta ed il rientro a Terra di materiale extraterrestre. L'Italia ha acquisito un'ottima esperienza nell'ambito dell'analisi in laboratorio di materiale cometario (Stardust: un team italiano è stato selezionato dalla NASA per compiere le prime misure sul materiale cometario riportato a Terra) ed è coinvolta in missioni future (ad esempio MMX/JAXA, Osiris-REX/NASA, Comet Sample Return/NASA). La raccolta di materiale extraterrestre può avvenire, con costi molto ridotti, anche in stratosfera terrestre con piattaforme stratosferiche, come lo strumento DUSTER, progettato per la raccolta di polvere in alta stratosfera. Diversi gruppi di ricerca italiani partecipano con collaborazioni internazionali di alto livello ai programmi di raccolta e analisi di materiale extraterrestre, DUSTER, Stardust/NASA, IDPs/NASA, Hayabusa/JAXA e micro-meteoriti in Antartide/PNRA. Per mantenere elevata la rappresentatività che l'Italia ha conquistato nell'ambito della raccolta, manipolazione, curation, e analisi in laboratorio di materiale extraterrestre, è importante sostenere l'operatività di strumentazione di laboratorio all'avanguardia, con prestazioni molto superiori a quelle degli strumenti per l'analisi in situ. Gli sviluppi tecnologici associati alla produzione di strumenti quali DUSTER, potranno anche essere sfruttati per future esplorazioni in situ di pianeti e di satelliti di tipo terrestre (e.g. missioni che prevedano sonde e aerobot per l'esplorazione di Marte, Venere, Titano).

5.1.4 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.

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.

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. L'osservazione di raggi cosmici nell'ambiente circum-terrestre, con strumenti tipo ISS/AMS, cercherà tracce di questi decadimenti in eventuali eccessi di anti-materia, positroni e anti-protoni. L'osservazione di eccessi di neutrini o assioni (IceCube + osservatori neutrini, IAXO) dal centro di oggetti massivi opachi ai raggi gamma (il centro del Sole) forniranno ulteriori vincoli.

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-messenger", 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.

Infine, Gaia ha inaugurato il campo d'indagine dell'Astrometria Relativistica che apre nuovi scenari epistemologici di ricerca e che necessita, parallelamente, di tecnologia adeguata e complementare a quella già esistente o prevista. Ad esempio, andrà valutata tutta una nuova gamma di fenomeni astrofisici legati alla natura delle interazioni fondamentali, nonché quelli causati dalle onde gravitazionali, incluso le potenziali applicazioni alla cosmologia.

5.1.5 Strumentazione Astronomica

La produzione di risultati scientifici di eccellenza è sempre più strettamente legata alla qualità e versatilità della strumentazione astronomica, a disposizione della comunità INAF, montata su telescopi da terra e dallo spazio. Numerosi gruppi collaborano a consorzi internazionali per il design, la costruzione e l'integrazione di strumentazione innovativa.

Di seguito è riportata una lista non esaustiva di strumentazione in fase di costruzione, o recentemente completata, per telescopi ottici/infrarossi ground-based:

- HARPS-N e GIANO (e a breve GIARPS), spettrografi ad alta risoluzione rispettivamente ottico e infrarosso, recentemente installati al TNG;
- SPHERE, spettropolarimetro ad alta risoluzione operante a ESO-VLT;
- ESPRESSO, spettrografo ad alta risoluzione per ESO-VLT in fase di integrazione finale;
- MOONS, spettrografo multi oggetto per ESO-VLT in fase di costruzione;
- FLAO, il sistema di ottica adattiva singolo-coniugata operante a LBT;
- ARGOS, il sistema adattivo per la correzione del ground-layer di LBT basato su laser Rayleigh, attualmente in fase di commissioning;
- NIRVANA, l'imager ad alta risoluzione per il vicino infrarosso con modalità interferometrica di LBT, attualmente in fase di commissioning;
- SHARK, imager con capacità coronografiche per il visibile ed il vicino infrarosso di LBT in fase avanzata di design;
- WEAVE, spettrografo multi-oggetto per WHT (la Palma) in corso di costruzione;
- NTE, imager-spectrograph per NOT (la Palma) in corso di costruzione;
- ERIS, imager ad alta risoluzione spaziale per l'ESO-VLT in corso di disegno avanzato;
- SOXS, spettrografo per ESO-NTT recentemente selezionato da ESO per una fase A e la cui sostenibilità è ora all'esame dell'Ente;

A quanto sopra si deve aggiungere la selezione di INAF per gli studi dei seguenti strumenti e componenti per E-ELT:

- MAORY (INAF istituto PI), modulo di ottica adattiva multi-coniugata;
- HIRES (INAF istituto PI), spettrografo multibanda ad alta risoluzione spettrale;
- MICADO, l'imager vicino infrarosso ad alta risoluzione di prima luce;
- Test ottici dello specchio adattivo M4 del telescopio;

Nell'ambito del progetto CTA ovvero la realizzazione di un grande osservatorio da terra nella banda delle altissime energie (TeV), l'Italia sta dando un importante contributo attraverso il progetto ASTRI. Iniziato come progetto bandiera MIUR, ASTRI ha realizzato un prototipo end to end di telescopio della classe SST di CTA che in questo momento è in fase di test all'osservatorio di Serra La Nave. Grazie ai nuovi fondi "Astronomia Industriale" ottenuti dal MISE il progetto è entrato in una nuova fase che porterà all'installazione nel sito sud di un array di 9 telescopi che costituiranno il primo seme dell'osservatorio CTA.

INAF ha partecipato allo sviluppo tecnologico di SKA fin dall'inizio del progetto con la partecipazione al programma SKADS (Square Kilometer Array Design Study) nell'ambito del programma quadro FP6. Attualmente è INAF membro dei seguenti consorzi SKA :

- central signal processing (SKA-CSP)
- dish (SKA-DISH)
- low frequency aperture array (SKA-LFAA)
- telescope manager (SKA-TM)

Inoltre INAF sta realizzando dimostratori di small aperture arrays, Medicina Array Demonstrator (MAD) e Sardinia Array Demonstrator (SAD) basati su antenne Vivaldi, per poter acquisire esperienza e tecnologie per una possibile applicazione al low frequency aperture array della parte a bassa frequenza di SKA (SKA-LOW1).

INAF ha partecipato attivamente allo studio di fattibilità del progetto EST, la più grande facility europea dedicata allo studio del Sole. La partecipazione alla prosecuzione del progetto è al momento al vaglio da parte dell'Ente.

Di seguito è riportata una lista non esaustiva di satelliti e strumentazione per missioni spaziali recentemente lanciate, o prossime al lancio:

- Il satellite GAIA di ESA lanciato nel dicembre 2013;
- Gli strumenti SERENA, SIMBIO-SYS e ISA per il satellite Bepicolombo (lancio 2018);
- Lo strumento METIS per il satellite Solar Orbiter (lancio 2018);
- Gli strumenti DREAMS e MA_MISS a bordo delle missioni del programma EXOMARS (lancio 2016 e 2020);
- Il satellite CHEOPS, prima missione di classe "S" dell'ESA (lancio 2018);

A queste vanno aggiunte le future missioni spaziali già selezionate da ESA:

- Il satellite EUCLID, seconda missione ESA di classe M (lancio 2020);
- Gli strumenti JANUS e MAJIS a bordo del satellite JUICE (2022);
- Il satellite PLATO, terza missione ESA di classe M (lancio 2024);
- Il satellite ATHENA, seconda missione ESA di classe L (lancio 2028).

5.1.5.1 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 Attive ed 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 dall'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 e l'industria italiana sono in una posizione di assoluta preminenza a livello mondiale. Tale posizione di preminenza è stata senza dubbio resa possibile dalla partecipazione Italiana al Large Binocular Telescope (LBT), che ha fornito una 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 facility americane come GMT.

Gran parte della comunità INAF operante nel campo, recentemente riunitasi sotto il Laboratorio Nazionale di Ottica Adattiva (ADONI), continua a sviluppare e a promuovere tecniche e tecnologie innovative, come ad esempio l'ottica adattiva multi-coniugata globale (GMCAO) indirizzata ai grandi telescopi del prossimo futuro, ed applicazioni della tecnologia anche ad ambiti non convenzionali di concerto con l'industria italiana, come ad esempio la spazializzazione di sistemi adattivi.

Nel campo dell'Ottica Attiva INAF ha parimenti un eccellente posizionamento a livello internazionale, grazie alla realizzazione dei sistemi per VST e TNG e alla partecipazione a LBT, sempre in stretta collaborazione con l'industria italiana di opto-meccanica di precisione.

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 e multi-pixel Silicon Drift Detectors (SDD) per timing, imaging e spettroscopia nella banda 0.5-50 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), tecnologie fondamentali e complementi essenziali 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 con ruoli importanti e spesso di primo piano alle Call for Missions dell'ESA nell'ambito del programma Cosmic Vision. In particolare, l'INAF riveste un ruolo di primo piano (co-PI-ship dello strumento principale) nella missione ATHENA, selezionata dall'ESA per lo slot L2 (lancio previsto nel 2028), con strumentazione basata sulla tecnologia dei microcalorimetri criogenici per raggi X.

Nell'ambito delle missioni di classe media (M), l'INAF ha rivestito un ruolo di primo piano (PI-ship di missione) nella missione per raggi X studiata dall'ESA come candidata M3, LOFT, nata dallo sviluppo tecnologico INAF-INFN delle SDD di grande area. Anche per la call M4 l'ESA ha selezionato una missione concepita nell'INAF e basata sugli sviluppi tecnologici per i polarimetri X fotoelettrici. La missione, XIPE, a PI-ship INAF, è in fase di studio presso l'ESA come candidata M4 (lancio 2025-26). La stessa tecnologia è anche alla base della missione IXPE, selezionata dalla NASA come candidata SMEX. In questo caso l'INAF ha la responsabilità dell'intero piano focale.

Ottiche per Telescopi Cherenkov: La partecipazione di INAF a CTA ed in particolare alla realizzazione degli SST (small size telescope) ha dato un particolare impulso alla ricerca nel campo delle tecnologie replicanti per la realizzazione di specchi leggere ed a basso costo.

Le tecniche di riproduzione di specchi ad alta e bassa qualità superficiale mediante replica a freddo (cold slumping) e replica a caldo (warm slumping), sviluppate nel corso di un progetto bandiera MIUR, sono oggi di punta per INAF che condivide una diversificata proprietà intellettuale con il sistema industriale italiano per avviarla anche ad applicazioni non astronomiche. Specchi prodotti con queste tecnologie sono correntemente installati in infrastrutture esistenti (MAGIC2) o considerate baseline per infrastrutture future (ASTRI, CTA).

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, durante la fase di produzione 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 (già in uso al NOT e al Telescopio Copernico di Asiago).

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 dalle possibili applicazioni in diverse aree strategiche del paese quali la difesa, la protezione civile oltre, naturalmente, all'osservazione astronomica.

Sensori piezoelettrici per la misura di contaminazione nello spazio. Microbilance a cristalli piezoelettrici sono state spesso usate in passato per monitorare contaminazione nello Spazio. Le microbilance utilizzate sono sempre state di produzione US, anche in caso di missioni europee. L'Agenzia Spaziale Europea ha come obiettivo la realizzazione di questi sensori con prestazioni migliorate (e.g. migliore accuratezza in temperatura) con un know-how interamente e delle facilities interamente europee. Il consorzio guidato da INAF (composto inoltre da CNR, Politecnico di Milano e Kayser Italia) ha la leadership europea per lo sviluppo di questo tipo di sensori ed è sotto contratto ESA per la loro realizzazione.

Backends radio astronomici digitali: INAF ha partecipato con un ruolo di leadership allo sviluppo di sistemi di elaborazione per ricevitori digitali a larghissima banda. Esempi di questi prodotti sono

il DBBC (Digital Base Band Converter), installato presso i radio telescopi VLBI della rete EVN, o il correlatore a larga banda per l'array sub-millimetrico ALMA.

Mitigazione interferenze radio: I segnali radio di natura antropica disturbano pesantemente le misure radio astronomiche; con lo studio di tali fonti di disturbo e la mitigazione dei loro effetti si concorre al miglioramento delle prestazioni dei radio telescopi, soprattutto a quelle frequenze che ne sono maggiormente influenzate. Un esempio in questo settore è costituito dai filtri a microonde basati su tecnologia “high temperature superconductor” (HTS), sviluppati da INAF.

Ricevitori radio astronomici multi-feed: I ricevitori multi-feed permettono di ottimizzare i tempi necessari per coprire larghe aree di cielo con i radio telescopi single-dish. Il ricevitore di SRT in banda K a 7 beam, progettato e realizzato interamente da INAF è stato il primo ricevitore multi-feed a tale frequenza installato su un radio telescopi. Al momento sono in realizzazione altri multi-beam in banda S ed in banda Q. Una nuova generazione di ricevitori multi-beam si sta affermando, ovvero i phased array feeds che permettono di estendere le prestazioni multibeam, a larga banda e a basso rumore, dei radiotelescopi.

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 (coating anti-riflesso a banda larga, fibre ottiche in materiale innovativo).

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).

5.2 Attività Istituzionale

5.2.1 Parco Astronomico delle Madonie

L'INAF, a seguito del D.M. 10 agosto 2015, n. 599, ha ricevuto dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) un finanziamento di € 500.000,00 da destinare alle attività di divulgazione e didattica delle scienze astronomiche del Parco Astronomico delle Madonie (PAM), finanziamento che gestisce tramite l'Osservatorio Astronomico di Palermo.

Il PAM oggi consta di una struttura destinata alla divulgazione e alla didattica ubicata in contrada Fontana Mitri, nel Comune di Isnello, già attrezzata e dotata di un planetario digitale da 10 metri, una Terrazza osservativa con copertura mobile con 12 strumenti di osservazioni connessi in rete, un radiotelescopio con parabola da 2,3 metri, una struttura museale, aule didattiche, un laboratorio solare, e un laboratorio astronomico all'aperto. Il finanziamento ricevuto da INAF servirà alla gestione della struttura e del personale dedicato alla divulgazione per i prossimi due anni.

Il Comune di Isnello ha nel frattempo investito anche nel territorio per consentire un ritorno efficiente del finanziamento ricevuto. Ci si aspetta che l'impatto sul territorio siciliano e in particolare sulle scuole (studenti e insegnanti) sarà molto significativo. Sono già stati preparati una serie di proposte per percorsi didattici inviati alle scuole del comprensorio.

5.2.2 SST ed SSA

INAF partecipa con proprio personale e proprie infrastrutture alle attività di Space Surveillance Tracking (SST) e Space Surveillance Awareness (SSA). Queste attività sono svolte in modo

congiunto con ASI e con lo Stato Maggiore della Difesa e saranno finanziate da apposite fondi predisposti dall'Unione Europea.

6 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 (2016-2018) vedrà importanti e decisivi avanzamenti.

6.1 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.

6.1.1 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. Nelle pagine che seguono sono riassunti i dettagli salienti delle strutture correntemente operative o accessibili dall'INAF.

6.1.1.1 Sardinia Radio Telescope (SRT)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra -SRT	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2014	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a. Finalità e obiettivi
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.

b. Contenuto tecnico scientifico
SRT ha svolto nel 2014 la fase di verifica scientifica ed è correntemente adoperato per Osservazioni Astronomiche a carattere scientifico. 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. SRT opera nel contesto di collaborazioni e campagne di osservazioni coordinate internazionali quali l'European VLBI Network.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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. Il tempo osservativo di SRT è attribuito pro-quota 20% all'ASI e 80% all'INAF. INAF attribuisce il tempo a progetti osservativi selezionati da un apposito comitato scientifico tra quelli sottomessi attraverso appositi bandi.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
L'accesso alla Infrastruttura è possibile per personale delle Università associato all'INAF

e. Infrastrutture di ricerca
SRT: Sardinia Radio Telescope

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Ricercatori e Tecnologi	10000	10000	10000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi			
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2000	2000	2000

g.	Fonti di finanziamento
L'infrastruttura è operata con fondi FOE di INAF ed un contributo di ASI Pro quota proprietaria	

h.	Costo complessivo del progetto
L'infrastruttura è costata 60 M€	

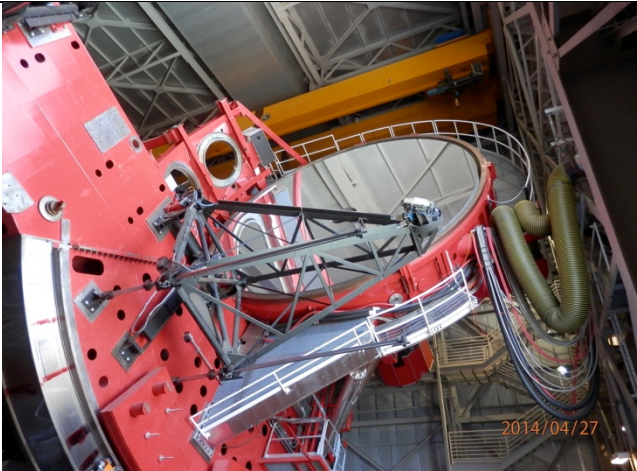
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Operazioni e Manutenzione	2.0 M€	2.0 M€	2.0 M€
	Upgrade Strumentazione	0.5 M€	0.5 M€	0.5M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Contributo ASI al Funzionamento	0.75 M€	0.75 M€	0.75 M€

6.1.1.2 Large Binocular Telescope (LBT)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - LBT	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Grandi Telescopi Ottici-IR da Terra
---------------------------	-------------------------------------

Data di inizio	2005	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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 image AO a grande campo nell'IR (LINC) e uno spettrografo ad altissima risoluzione (PEPSI) <u>Osservazioni Astronomiche:</u> Il telescopio ha iniziato la sua attività scientifica da alcuni 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 detezione 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.

Sviluppo di Tecnologie Astronomiche Innovative:

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.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali

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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

Personale delle Università associato all' INAF prende parte alle attività scientifiche e tecnologiche del progetto

e. Infrastrutture di ricerca

LBT: Large Binocular Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Ricercatori e Tecnologi	15000	15000	15000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	1500	1500	1500
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	3000	3000	3000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1000	1000	1000

d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2500	2500	2500
-----------	--	------	------	------

g.	Fonti di finanziamento
LBT è operato da una società no profit dello stato dell'Arizona (USA) che INAF partecipa per il 25%. I costi di manutenzione e funzionamento concordati in 13.8 milioni di USD per anno sono ripartiti pro quota di partecipazione. INAF sostiene quindi il 25% di questa spesa.	

h.	Costo complessivo del progetto
Il costo complessivo sostenuto per la realizzazione della infrastruttura è di 300 Milione USD	

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Quota partecipazione LBTC	3.0 M€	3.0 M€	3.0 M€
	Upgrade Strumentazione	0.3 M€	0.3 M€	0.3 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.3 Telescopio Nazionale Galileo (TNG).

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - TNG	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
--------------------------	--

Area di intervento	Telescopi ottici ed Infrarossi da Terra
--------------------	---

Data di inizio	1999	Data di fine	
----------------	------	--------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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 una 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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Il TNG 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. 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. 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.	

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.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali

Il TNG è gestito attraverso la Fundación Galileo Galilei (FGG), di diritto spagnolo.
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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

- Università di Ginevra per lo spettrografo HARPS-N;
- L'accesso al tempo osservativo della Infrastruttura è possibile per il personale delle Università associate all'INAF.

e. Infrastrutture di ricerca

TNG (Telescopio Nazionale Galileo)

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1000	1000	1000
	Ricercatori e Tecnologi	10000	10000	10000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	1000	1000	1000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	4000	4000	4000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1000	1000	1000
	Personale FGG	11000	110000	11000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	5000	5000	5000

g. Fonti di finanziamento

La FGG è sostenuta con FOE dell'Ente

h.	Costo complessivo del progetto
	TNG 35 M€

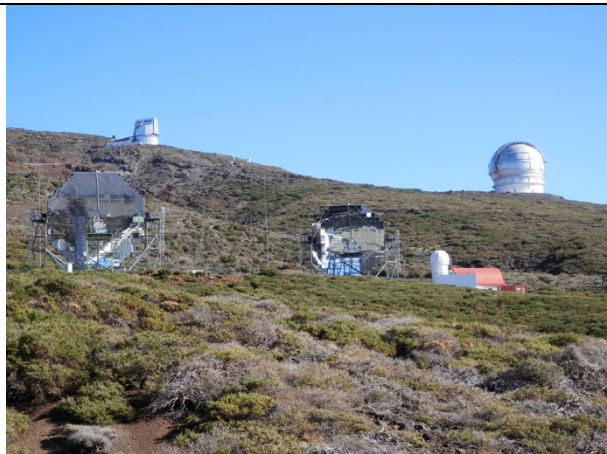
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Quota FGG	2.50 M€	2.50 M€	2.50M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.4 Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope (MAGIC)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - MAGIC	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Telescopi Cherenkov da Terra
---------------------------	------------------------------

Data di inizio	2004	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a. Finalità e obiettivi	Il Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope, Il più grande telescopio Cherenkov attualmente operato al mondo. Costruito ed operato da un consorzio di scienziati in prevalenza italiani, tedeschi e spagnoli, è posto nell'Osservatorio del Roque de Los Muchachos a La Palma nelle Isole Canarie. Con due grandi paraboloide di 17 metri di diametro è in grado di rivelare raggi gamma di origine extraterrestre per studiare l'origine dei raggi cosmici e fenomeni di fisica fondamentale e di astrofisica. Il primo paraboloide ha iniziato la raccolta dei dati nel 2004; il telescopio gemello, a 85 m dal primo, ha iniziato a prendere dati nel giugno 2009.
--------------------------------	--

b. Contenuto tecnico scientifico	<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).
---	---

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali	Oltre 20 istituti in Italia, Germania, Spagna, Svizzera, Stati Uniti, Finlandia, Polonia, Bulgaria, Armenia.
---	--

d. Eventuali collaborazioni con le Università	Le Università di Padova, Siena, Udine, Wuerzburg, Barcelona e ETH di Zurigo sono parte della collaborazione.
--	--

e.	Infrastrutture di ricerca
	MAGIC (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope)

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	200	200	200
	Ricercatori e Tecnologi	2000	2000	2000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	200	200	200
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	800	800	800
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	200	200	200
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1000	1000	1000

g.	Fonti di finanziamento
	INAF Partecipa al funzionamento di MAGIC attraverso un versamento nei "common funds"

h.	Costo complessivo del progetto
	MAGIC 5 M€

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Common Funds MAGIC	0.07 M€	0.07 M€	0.07 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.5 Rapid Eye Mount (REM)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - REM	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
--------------------------	--

Area di intervento	Telescopi robotici per transient
--------------------	----------------------------------

Data di inizio	2003	Data di fine	
----------------	------	--------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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 diroico. La camera a campo largo ed alta velocità TORTORA per la rilevazione serendipita di cambi rapidi di intensità in vaste aree di cielo. 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. 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. Le pubblicazioni sono monitorate dall'ESO e negli ultimi 3 anni la media è di circa 10 articoli/anno.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
ESO: European Southern Observatory.	

REM ha incorporato la camera veloce TORTORA, costruita dall'Accademia delle Scienze Russa (Special Astronomical Observatory).

d. Eventuali collaborazioni con le Università

Il personale delle Università associato all'INAF ha accesso alla infrastruttura per le proprie osservazioni. Il tempo osservativo viene attribuito in modo competitivo con calls periodiche.

e. Infrastrutture di ricerca

REM – Rapid Eye Mount – Telescopio Robotico VIS-IR da 60 cm

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	400	400	400
	Ricercatori e Tecnologi	3000	3000	3000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	1000	1000	1000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	300	300	300
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	100	100	100

g. Fonti di finanziamento

REM è mantenuto con FOE di INAF

h. Costo complessivo del progetto

Il costo complessivo della Infrastrutture (fonti MIUR, ASI ad alcuni contributi stranieri) è di 1.2 M€ (2003)

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Funzionamento e Manutenzione	0.1 M€	0.1 M€	0.1 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.6 Antenne VLBI

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - VLBI	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	1964	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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). A questi si è aggiunto SRT descritta nella relativa scheda. 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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Il Sistema RadioAstronomico Nazionale è operato e gestito 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). 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-H₂O e Metanolo.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La sezione italiana VLBI forma parte integrante del network europeo del VLBI EVN.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
	Università di Bologna

e.	Infrastrutture di ricerca
	Antenne "Croce del Nord"; Antenna di Medicina (BO); Antenna di Noto (SR)

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Ricercatori e Tecnologi	5000	5000	5000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi			
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g.	Fonti di finanziamento
	Il progetto è finanziato dal FOE INAF

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
		0.4 M€	0.4 M€	0.4 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.7 Very Large Telescope (VLT)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - VLT	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Grandi Telescopi ottici ed IR da terra
---------------------------	--

Data di inizio	1998	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Tutti i ricercatori italiani che si occupano di Astronomia possono richiedere tempo osservativo al VLT. Il tempo viene assegnato per selezione competitiva. Molti progetti osservativi ed alcuni progetti tecnologici vengono sviluppati insieme con le Università.	

e.	Infrastrutture di ricerca
VLT: Very Large Telescope	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	2000	2000	2000
	Ricercatori e Tecnologi	30000	30000	30000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	5000	5000	5000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	8000	8000	8000
	Borsisti	1000	1000	1000
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	3000	3000	3000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	10000	10000	10000

g.	Fonti di finanziamento
Il VLT è operato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo. La gestione scientifica dei dati e gli studi tecnologici relativi all'upgrade della strumentazione sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Upgrade e nuova strumentazione	1 M€	1 M€	1 M€
	Sfruttamento scientifico dei dati	0.25 M€	0.25 M€	0.25 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.1.1.8 VLT Survey Telescope (VST)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra - VST	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
--------------------------	--

Area di intervento	Telescopi ottici da terra
--------------------	---------------------------

Data di inizio	2007	Data di fine	
----------------	------	--------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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).	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
-----------	---

Tutti i ricercatori italiani che si occupano di Astronomia possono richiedere tempo osservativo al VST. Il tempo viene assegnato per selezione competitiva. Molti progetti vengono sviluppati insieme con le Università.

e. Infrastrutture di ricerca

VST: VLT Survey Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	600	600	600
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	350	350	350
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	600	600	600
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g. Fonti di finanziamento

Il VST è operato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo.

La gestione scientifica dei dati sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)

h. Costo complessivo del progetto

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Sfruttamento Scientifico	0.1 M€	0.1 M€	0.1 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.1.9 Atacama Large Millimetric Array (ALMA)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grabdi Progetti da Terra - ALMA	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2013	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a. Finalità e obiettivi
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.

b. Contenuto tecnico scientifico
ALMA è un osservatorio versatile concepito per contribuire a svariati casi scientifici. Tra questi: • 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.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
Personale delle Università associato all' INAF prende parte alle attività scientifiche e tecnologiche del progetto

e. Infrastrutture di ricerca
ALMA: Atacama Large Millimetric Array

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)
--

Tipo di personale	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
--------------------------	------------------	------------------	------------------

a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	5000	5000	5000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	1000	1000	1000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	2500	2500	2500
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1000	1000	1000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1000	1000	1000

g.	Fonti di finanziamento
Il Progetto ALMA è partecipato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo. La gestione scientifica dei dati e gli studi tecnologici relativi all'upgrade della strumentazione sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)	

h.	Costo complessivo del progetto
Il Progetto ALMA ha avuto un costo complessivo di 1.4 miliardi di USD	

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Funzionamento ARC	0.25 M€	0.25 M€	0.25 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.2 Infrastrutture da 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 ed il sottosuolo di Marte. Analogamente opera la missione **Cassini** (ESA/NASA/ASI) sul sistema di Saturno, mentre è entrata (Dicembre 2014) in fase post-operativa la missione **Venus Express** (ESA) su Venere.

Dawn (NASA), missione che ha come obiettivo gli asteroidi Vesta e Cerere (la missione ha raggiunto Vesta alla fine del 2011 e Cerere nel marzo 2015). **Rosetta** (ESA), dopo 10 anni di viaggio, è finalmente giunta al suo obiettivo (la cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko) nell'agosto del 2014 e nel Novembre del 2014 la sonda Philae è atterrata (primo "accometaggio" della storia) sulla cometa. Le due missioni ci stanno fornendo informazioni fondamentali nella caratterizzazione dei "mattoni" a partire dai quali si sono formati i pianeti terrestri e sulla 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.

In questo ambito, la missione Gaia dell'ESA sta portando avanti la sua scansione del cielo, che include osservazioni dei corpi minori del Sistema Solare che secondo le previsioni dovrebbero portare ad una vera rivoluzione nel campo degli studi dinamici e fisici degli asteroidi.

Una missione planetaria ancora in fase di crociera è **Juno** (NASA), dedicata allo studio della struttura interna 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 luglio 2016, sono stati già raccolti ed analizzati dati relativi alla Terra, nella prima fase del viaggio verso Giove.

Inoltre è ancora operativa la missione Cluster per lo studio dei principali processi di fisica del plasma che hanno luogo nella magnetosfera terrestre.

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

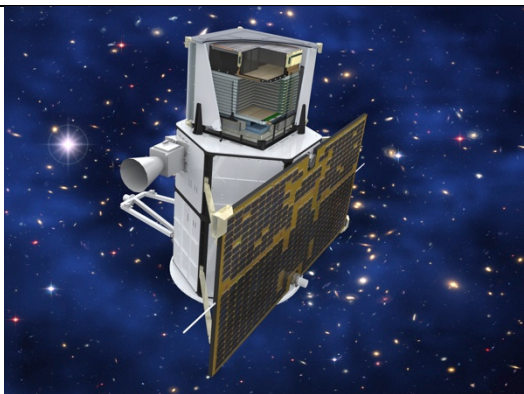
ultime fasi dell'evoluzione stellare. La rilevanza di queste osservazioni si estende all'Universo più lontano, come testimoniato dalle osservazioni dei lampi gamma, tra gli oggetti più distanti dell'Universo che è possibile studiare. **XMM**, missione cornerstone dell'ESA è, con Chandra (NASA), uno dei due grandi osservatori per astrofisica X oggi disponibili; **INTEGRAL**, missione 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.

Nelle prime due call competitive per osservazioni con NuSTAR la comunità italiana ha ottenuto una ampia percentuale del tempo totale messo a disposizione dalla NASA.

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.

6.1.2.1 Agile

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Agile	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	08/10/2012	Data di fine	07/09/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
AGILE , acronimo di Astrorivelatore Gamma a Immagini LEggero, è un piccolo satellite per esplorare l'Universo violento. Lanciato il 23 Aprile 2007 dalla base di Sriharikota, in India, AGILE è la prima delle Piccole Missioni scientifiche realizzata interamente in Italia sotto l'egida ASI. Le caratteristiche principali di AGILE sono: ottimo imaging nella banda di energia 30 MeV – 30 GeV, simultaneo imaging nella banda X 15-45 keV, timing al μ s e rivelazione di GRB su un ampio spettro dinamico.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche, estensione fase operativa e post operativa.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione si basa sul coordinamento tra gli istituti INAF (IAPS Roma, IASF Milano, IASF Bologna), INFN, CIFS e industria spaziale nazionale.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite AGILE (ancora in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	321	[321]	[321]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	143	[143]	[143]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	427	[427]	[427]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	285	[285]	[285]

	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	[0]	[0]

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

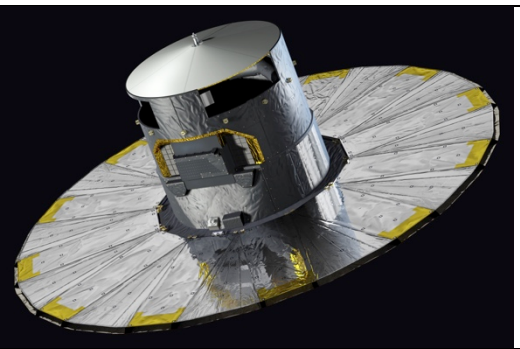
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	38018	[38018]	[38018]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	External major product	1000	[1000]	[1000]
	External services	5667	[5667]	[5667]
	Missioni	6313	[6313]	[6313]
	Altri costi diretti	2000	[2000]	[2000]
	Personale finanziato	35017	[35017]	[35017]

6.1.2.2 GAIA

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - GAIA	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	09/06/2014	Data di fine	08/07/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) produrrà una survey astrometrica, fotometrica e spettroscopica di tutto il cielo fino a magnitudine V=20	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Partecipazione italiana al DPAC (Data Processing and Analysis Consortium), un consorzio di istituti di ricerca europei che ha l'obiettivo di sintetizzare e organizzare l'enorme mole di dati prodotti dalla missione.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Gaia è una missione del programma scientifico dell'ESA, realizzata direttamente da ESA, anche per la parte della strumentazione scientifica. La partecipazione italiana è finanziata da ASI. Nel presente accordo è prevista solo la partecipazione di INAF.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite GAIA (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	3258	3258	1687
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	10661	10661	5520
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	784	784	406
	Borsisti	60	60	32
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	174	174	90

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	966157	966157	500284

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	510926	510926	264562
	Missioni	28653	28653	14837
	External services	129795	129795	67209
	Altri costi diretti	422	422	218
	External major product	1665	1665	862

6.1.2.3 Integral

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Integral	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	31/07/2013	Data di fine	30/07/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
INTEGRAL è un Osservatorio Spaziale per astrofisica nei raggi X duri e nei raggi gamma soffici con una sensibilità e capacità di fare immagini delle sorgenti di alta energia. Importanti risultati sono stati ottenuti nello studio di classi di sorgenti quali Bursters, Black Holes, AGNs, PWNs e X-ray Pulsars	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche di sfruttamento dei dati e supporto in orbita.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Integral è una missione ESA i cui strumenti di bordo sono stati realizzati dalla collaborazione dell'INAF, di istituti francesi e tedeschi e con contributi di altri paesi europei e USA. INAF è presente con il responsabile dello strumento IBIS, l'imager di alta energia e numerosi co-responsabili di vari istituti sullo spettrometro e sull'X-ray monitor.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Integral (ancora in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	254	[254]	0
	Ricercatori e Tecnologi	1905	[1905]	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	0
	Tecnici	0	[0]	0
	Ricercatori e Tecnologi	107	[107]	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	0
	Assegnisti	107	[107]	0
	Borsisti	0	[0]	0
	Co.Co.Co.	0	[0]	0
	Comandi in entrata	0	[0]	0
	Dottorandi	0	[0]	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	0	[0]	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

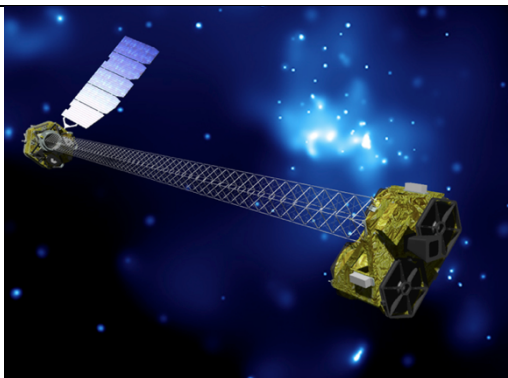
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	104785	[104785]	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	42134	[42134]	0
	Missioni	14910	[14910]	0
	External services	15367	[15367]	0
	Electrical parts	417	[417]	0
	External major product	667	[667]	0
	Altri costi diretti	1500	[1500]	0

6.1.2.4 *Nustar*

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio -Nustar	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	22/01/2013	Data di fine	21/01/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
NuStar (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) ha l'obiettivo di eseguire un censo delle stelle compatte e dei buchi neri nella nostra galassia e nell'Universo in generale; localizzare il materiale che viene sintetizzato nelle supernovae. NuStar è il primo satellite in grado di focalizzare la radiazione X di alta energia tra 5 e 80 keV, avvalendosi di due telescopi per raggi X duri dalla lunghezza focale di 10 metri.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche per il programma NuSTAR	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Collaborazioni con la NASA e con il California Institute of Technology (Caltech). Diversi ricercatori INAF o associati INAF partecipano al progetto grazie al coinvolgimento di ASI , che fornisce la base di Malindi per i collegamenti con il satellite, e lo sviluppo del software per l'analisi dei scientifici a cura di ASDC.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite NuStar (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	136	[68]	[68]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	0	[0]	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	187	[94]	[94]
	Borsisti	27	[14]	[14]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle proveniente Università	44	[22]	[22]

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

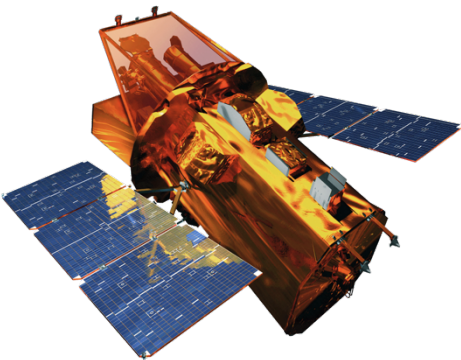
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	48685	[24342]	[24342]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	31165	[15582]	[15582]
	Altri costi diretti	117500	[58750]	[58750]
	Missioni	26289	[13144]	[13144]

6.1.2.5 Swift

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Swift	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	10/03/2011	Data di fine	09/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Il satellite Swift ha a bordo tre strumenti che permettono agli scienziati di osservare i Gamma Ray Burst. L'osservazione dei Gamma Ray Burst permette di monitorare la luce prodotta nelle esplosioni del lampo gamma e di trasferire i dati a tutti i telescopi del mondo.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche estensione Fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Swift è una missione NASA-ASI-UK. L'INAF-Oabrera ha provveduto le ottiche XRT. La partecipazione italiana è resa possibile grazie al supporto di ASI, che fornisce anche la stazione di terra di Malindi.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Swift (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	104	[104]	[104]
	Ricercatori e Tecnologi	731	[731]	[731]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	0	[0]	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	1498	[1498]	[1498]
	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	175	[175]	[175]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	110	[110]	[110]

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

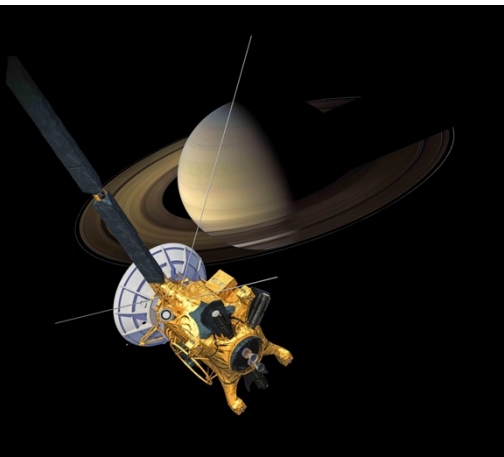
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	264472	[264472]	[264472]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	234503	[234503]	[234503]
	Missioni	41869	[41869]	[41869]
	External services	1565	[1565]	[1565]
	External major product	8477	[8477]	[8477]
	Altri costi diretti	5575	[5575]	[5575]

6.1.2.6 Cassini

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio -Cassini	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliosifica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	21/12/2014	Data di fine	20/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a. Finalità e obiettivi
Cassini-Huygens è una missione robotica che sta studiando il pianeta Saturno e i suoi satelliti. Il contributo italiano alla missione consiste con lo spettrometro a immagine nel visibile e vicino infrarosso VIMS-V, l'esperimento RADAR e lo strumento HASI su Huygens, dedicato allo studio dell'atmosfera di Titano.

b. Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche per Cassini Huygens fase E2.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione nasce da una collaborazione con la NASA, l'ESA, ASI ed INAF.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
/

e. Infrastrutture di ricerca
Le infrastrutture impegnate nella missione sono l'orbiter Cassini e la sonda Huygens (ancora in fase operativa).

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)
--

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	218	0	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	277	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	112	0	0

	Borsisti	112	0	0
	Co.Co.Co.	53	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	42	0	0

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	76814,50	0	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	34465	0	0
	Missioni	15522	0	0

6.1.2.7 Dawn

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio -Dawn	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	01/03/2012	Data di fine	30/11/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Sonda lanciata per l'esplorazione dell'asteroide Vesta, prima, e Cerere poi. L'INAF contribuisce alla missione con lo spettrometro ad immagine VIR (Visual and Infrared Spectrometer) nel visibile e vicino infrarosso.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica di supporto alla missione - continuazione fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Dawn è una missione del programma discovery della NASA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI. L'INAF è il solo ente di ricerca nel presente accordo.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Dawn (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	37	34	[34]
	Ricercatori e Tecnologi	341	312	[312]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	347	317	[317]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	412	378	[378]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]

	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	0	0	[0]

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	122406	112205	[112205]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	146987	134738	[134738]
	Missioni	45032	41279	[41279]
	Raw materials	5217	4782	[4782]
	Mechanical parts	3478	3188	[3188]
	Electrical parts	3478	3188	[3188]
	External major product	6873	6300	[6300]
	External services	14174	12990	[12990]

6.1.2.8 Juno Jiram

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Juno Jiram	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Juno Jiram	

☒ Dipartimento
☐ Horizon 2020 ☐ Altra area di intervento
☐ Attività di ricerca con risultati pubblicabili
☒ Attività di ricerca istituzionali

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliosifica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	09/12/2014	Data di fine	08/08/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Gli obiettivi scientifici di JUNO sono di determinare se Giove ha un interno solido, misurare l'abbondanza di acqua, il campo del vento nella bassa atmosfera e le caratteristiche del campo magnetico e dei fenomeni inerenti. L'Italia partecipa con due esperimenti, JIRAM e KaT. JIRAM (Jovian InfraRed Auroral Mapper) è uno strumento che permette di acquisire immagini e spettri nel range spettrale 2-5 μm . KaT (Ka-Band Translator) è la porzione nella banda Ka dell'esperimento per mappare il campo di gravità del pianeta	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Supporto alle operazioni dello strumento durante la fase di crociera	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
JUNO fa parte del programma New Frontiers della NASA. Al programma partecipa anche il CNR.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Juno (in fase di crociera).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	258	[258]	[258]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	277	[277]	[277]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	214	[214]	[214]
	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	0	[0]	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	82912,50	[82912,50]	[82912,50]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	99736	[99736]	[99736]
	Missioni	22642	[22642]	[22642]

6.1.2.9 Rosetta

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Rosetta	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliosfera e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	---------------------------------------

Data di inizio	30/07/2012	Data di fine	29/07/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Il lander Philae, atterrato sulla cometa 67P/Churyumov Gerasimenko nel novembre 2014, permetterà di effettuare misure in-situ e di campionare il materiale superficiale per una analisi chimico-mineralogica dettagliata. L'INAF ha un ruolo di responsabilità con lo strumento VIRTIS, che studierà la composizione mineralogica e le proprietà termiche del nucleo, le abbondanze molecolari nella cometa. Le altre partecipazioni italiane sono: GIADA che analizzerà la dinamica ed il flusso di particelle solide dal nucleo della cometa; OSIRIS che è il sistema di imaging a bordo della sonda; SD2 è il trapano usato a bordo del lander per raccogliere e distribuire campioni del suolo cometario.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica e supporto alle operazioni fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Rosetta è una missione ESA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Politecnico di Milano e Università Parthenope di Napoli	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Rosetta (missione in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	186	[186]	[186]
	Ricercatori e Tecnologi	422	[422]	[422]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	47	[47]	[47]
	Ricercatori e Tecnologi	220	[220]	[220]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	998	[998]	[998]
	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	145	[145]	[145]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	1276	[1276]	[1276]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	357413	[357413]	[357413]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	175772	[175772]	[175772]
	Missioni	19350	[19350]	[19350]
	Altri costi diretti	3500	[3500]	[3500]

6.1.2.10 Venus Express

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Venus Express	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	26/11/2010	Data di fine	25/01/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
La missione Venus Express ha come obiettivo principale lo studio della superficie di Venere, della sua spessa atmosfera, della loro interazione e dell'interazione del pianeta con lo spazio profondo ed il vento solare. L'INAF svolge un ruolo di primo piano sul payload, con responsabilità diretta su VIRTIS (una camera iperspettrale tra .3 e 5 micron) e con una importante partecipazione su ASPERA-4 (per lo studio del plasma).	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività Scientifica - Fase E	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Venus Express è una missione ESA e finanziata dall'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Venus Express (in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	3	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	3	0	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	23	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	14	0	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	1862	0	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	6414	0	0
	Missioni	1155	0	0
	External services	140	0	0
	External major product	562	0	0

6.1.2.11 Fermi

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Fermi	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	01/09/2015	Data di fine	31/08/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Comprensione del meccanismo di accelerazione delle particelle negli AGN, nelle Pulsar e SNR; Mappatura del cielo nella componente di radiazione gamma; Determinazione del comportamento ad alta energia dei GRB e di altri fenomeni transienti; Studi sulla natura della materia oscura.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
L'osservatorio spaziale Fermi è una missione internazionale che fa parte del programma della NASA sullo studio della Struttura ed Evoluzione dell'Universo e del programma di ricerca di fisica fondamentale senza acceleratori del DOE (USA)	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Programma NASA e coinvolgimento ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Sono coinvolte le Università di Perugia e di Trieste	

e.	Infrastrutture di ricerca
Il Telescopio spaziale per raggi gamma Fermi	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	621	621	414
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	150	150	100
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	600	600	400
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	800	800	534

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	31353	31353	20902

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	56666	56666	37777
	Missioni	27500	27500	27500

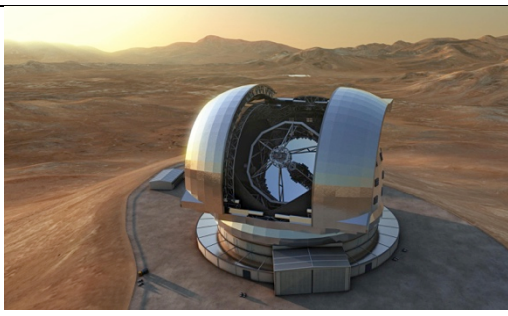
6.2 Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio

6.2.1 Infrastrutture da 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).

6.2.1.1 European Extremely Large Telescope (E-ELT)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra – E-ELT	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Grandi Telescopi ottici-IR da terra
---------------------------	-------------------------------------

Data di inizio	2014	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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. 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. 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.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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 incrementale della quota annuale di funzionamento (pari al 2% per anno).	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
-----------	---

Il Personale Universitario associato all'INAF collabora attivamente nella realizzazione dei progetti tecnologici strumentali e nella definizione dei programmi scientifici per E-ELT.

e. Infrastrutture di ricerca

E-ELT: European Extremely Large Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Ricercatori e Tecnologi	10000	12000	12000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	1000	1200	1200
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	2000	2000	2000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	6000	7000	8000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1500	1500	1500
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2000	2000	2000

g. Fonti di finanziamento

E-ELT è finanziato con il FOE di INAF

h. Costo complessivo del progetto

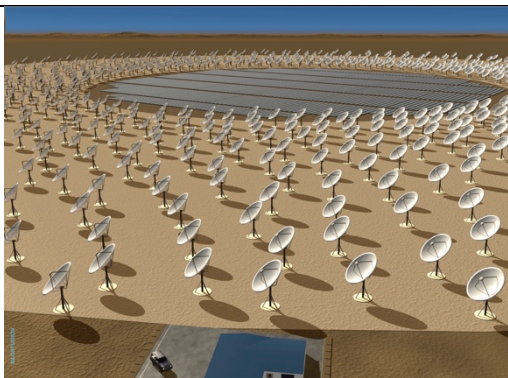
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Quota di partecipazione	4.2 M€	4.4 M€	4.6 M€
	Sviluppo Strumentazione	1.2 M€	1.4 M€	1.4 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018

6.2.1.2 Square Kilometer Array (SKA)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra – SKA	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2010	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a. Finalità e obiettivi
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.

b. Contenuto tecnico scientifico
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: • 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

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Collaborazione con la SKA Organization (società no profit di diritto Britannico partecipata dall'INAF).

d. Eventuali collaborazioni con le Università
Personale Universitario associato all'INAF partecipa agli sviluppi tecnologici e scientifici relativi a SKA.

e.	Infrastrutture di ricerca
SKA: Square Kilometer Array	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1000	1000	1000
	Ricercatori e Tecnologi	3500	3500	3500
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	600	600	600
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	2500	2500	2500
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università			

g.	Fonti di finanziamento
Il Progetto SKA è finanziato dal FOE INAF e dal programma di "Astronomia Industriale" del MISE	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
		1.5 M€	1.5 M€	1.5 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Astronomia Industriale	1.5 M€	1.0 M€	

6.2.1.3 Cherenkov Telescope Array (CTA)

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Grandi Progetti da Terra – CTA	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Telescopi Gamma da Terra
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	2020	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
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: • <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.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
CTA Observatory (Società no-profit di diritto privato Tedesco partecipata dagli Enti). 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). INAF è socio fondatore della GmbH e ne forma parte rilevante (seconda dopo la Germania).	

Attraverso la GmbH, INAF governa il processo di realizzazione e successivamente di operazione dell'Array CTA nel suo complesso.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

La Collaborazione CTA vede personale delle Università e di altri enti di Ricerca (es. INFN) collaborare con i ricercatori INAF al progetto.

e. Infrastrutture di ricerca

CTA: Cherenkov Telescope Array

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1000
	Ricercatori e Tecnologi	3000	4000	4000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	5000	5000	5000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	5000	5000	5000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g. Fonti di finanziamento

CTA è sostenuto dal FOE INAF per la parte di ricerca e sviluppo, dal programma "Astronomia Industriale" per la realizzazione. INFN collabora a CTA con risorse proprie

h. Costo complessivo del progetto

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Finanziamento Generale al progetto	2 M€	2 M€	2 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
---------------	--	----------------	----------------	----------------

	Astronomia Industriale	8.5 M€	9.0 M€	

6.2.2 Infrastrutture nello 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 possibile 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.

Per finire a valle di un processo che ha visto la competizione di 27 missioni, ESA ha ristretto la rosa per la selezione della quarta missione di classe "M" a tre missioni. Le tre missioni ancora in competizione sono: **Xipe**, **Thor** e **Ariel** dedicate, rispettivamente, alla polarimetria in banda X, allo studio del plasma spaziale in condizioni di turbolenza ed allo studio delle atmosfere stellari di esopianeti in orbita attorno a stelle vicine.

Inoltre INAF collabora in maniera rilevante alla missione **IXPE**. IXPE (The X-ray Imaging Polarimetry Explorer) è una missione di Polarimetria X ad immagine (termine previsto della fase A nel luglio 2016) ed in competizione come piccola missione (SMEX - Small Explorer Missions) per la NASA con altre due missioni. La selezione avverrà nel gennaio 2017 con il lancio di IXPE (se selezionata) previsto per la fine del 2020. INAF è responsabile di tutto il piano focale (rivelatori, elettroniche di back-end, sistema di calibrazione e payload computer) in collaborazione con l'INFN-PI.

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 2016-2018:

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 ad aprile 2018 e l'arrivo su Mercurio nel 2025. 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.

Solar Orbiter: prima missione di classe M del programma Cosmic Vision dell’ESA selezionata per un lancio a fine 2018. 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.

CHEOPS: selezionato dall’ESA come prima missione di classe “Small” (S) con lancio previsto a giugno 2018. 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.

Le missioni in preparazione:

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 a fine 2020. 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 2024. 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.

ATHENA: seconda missione di classe "L" dell'ESA. Sarà il grande osservatorio di Astrofisica in raggi X dei prossimi decenni (lancio previsto nel 2028), dando all'Europa la leadership nel settore. Athena svelerà la formazione e l'evoluzione congiunta delle due componenti di altissima temperatura ed energetiche del nostro Universo come il plasma caldo negli ammassi di galassie e gli oggetti celesti più estremi che si conoscano, ovvero i buchi neri e i lampi gamma, spingendosi fino all'epoca in cui si sono formate le prime stelle supermassicce. Per esplorare l'Universo profondo nei raggi X, Athena avrà a bordo strumentazione avanzatissima, combinando un telescopio di grande area con due strumenti di piano focale. Lo strumento di punta è lo X-IFU, la prima X-ray Integral Field Unit in raggi X, basata su microcalorimetri criogenici con una elevatissima risoluzione energetica e buona capacità di *imaging*, accompagnato da uno strumento di campo largo WFI (Wide-Field Imager). La comunità italiana ha un ruolo fondamentale nella missione sia sulla parte scientifica che sulla strumentazione; una competenza ed eccellenza tutta italiana che si è sviluppata e consolidata anche grazie ad alcuni programmi dell'ASI come Beppo-Sax e Agile. Contributo primario è lo X-IFU, ma è previsto inoltre un ruolo rilevante sulle attività di *ground segment*.

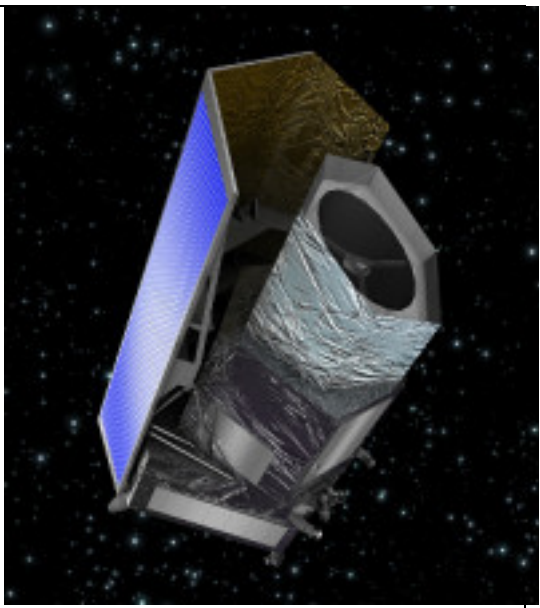
PROBA-3: prima missione per la convalida di tecnologie per satelliti in formazione di volo e per lo studio della corona solare. Nel 2019, ESA lancerà questa missione con due satelliti in un'orbita terrestre altamente eccentrica dove per parte di essa manterranno, con altissima precisione, la separazione di 150 m lungo la direzione del Sole. Il primo satellite con un occultatore schernerà dal Sole un telescopio – ASPIICS – posto nel secondo satellite, creando così un'eclissi artificiale per l'osservazione della corona solare. Questo enorme coronografo permetterà per la prima volta di osservare per ore, ad ogni orbita, zone della corona angolarmente molto vicine al bordo solare, dove finora è stato possibile osservare per pochi minuti solo durante le eclissi naturali. Questo permetterà di misurare il plasma del vento solare e di osservare le sorgenti solari che lo hanno generato. L'INAF è leader del contributo italiano per ASPIICS che consiste nella realizzazione del sistema di sensori e software per la metrologia di formazione di volo, di ottiche per l'analisi dello spettro coronale e nello studio per la minimizzazione della diffrazione dall'occultatore che fa da schermo al coronografo ASPIICS.

Prima di procedere con la presentazione delle schede sui maggiori programmi di astrofisica dallo spazio in cui l'INAF è attualmente coinvolta, è importante fare alcune premesse e precisazioni. La partecipazione ai programmi di astrofisica dallo spazio dell'INAF è principalmente finanziata mediante specifici accordi pluriennali con ASI. ASI, infatti, finanzia sia in forma diretta verso INAF o in forma indiretta (e.g. quando INAF è sottocontrattore di un accordo tra l'INAF e una Università) circa il 97% delle attività di Astrofisica dallo spazio del nostro Ente. Da un punto di vista formale, la collaborazione si sostanzia attraverso il raggiungimento di intese che portano alla firma di accordi attuativi della Convenzione Quadro. Questi prevedono un ruolo paritario tra le parti: a tal fine l'INAF contribuisce con l'expertise e il lavoro del proprio personale (ricercatori, tecnologi, tecnici ed amministrativi per la cura degli aspetti contrattuali) e con le proprie attrezzature e laboratori.

I dati riportati nelle schede che seguono costituiscono uno spaccato della situazione attuale degli accordi e sono limitate temporalmente alla durata dell'accordo ASI-INAF in corso. E' naturale che diverse delle maggiori missioni/progetti descritti di seguito (e.g. Euclid, Gaia, Bepicolombo, Exomars, Juice, Solar Orbiter, ASDC) verranno estesi (ed a volte con maggiore impegno economico e di man-power) ben oltre la durata attuale riportata nelle schede.

Laddove non è possibile fornire dati certi relativi al triennio di riferimento, sono state indicate delle previsioni contenute in parentesi quadre.

6.2.2.1 Euclid

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Euclid	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	13/08/2012	Data di fine	12/08/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a. Finalità e obiettivi
Euclid realizzerà una mappa tridimensionale del nostro universo, misurando la posizione di circa 10 miliardi di oggetti celesti, tra cui 1 miliardo di galassie; esplorerà così la storia del cosmo degli ultimi 10 miliardi di anni. Euclid è una missione di classe "Medium" approvata dall'ESA nell'ambito del programma Cosmic Vision 2015-2025 ed è dedicata alla comprensione dell'accelerazione dell'universo e allo studio dei suoi costituenti, in particolare Dark Energy, Dark Matter.

b. Contenuto tecnico scientifico
Attività relative alla fase B2/C della missione

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Euclid è una missione ESA. Il contributo italiano è finanziato da ASI. Gli Enti di ricerca che partecipano alla missione sono INAF (capofila) ed INFN.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Bologna

e. Infrastrutture di ricerca
Satellite Euclid (data presunta di lancio intorno al 2020-2021).

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	676	676	415
	Ricercatori e Tecnologi	5370	5370	3296
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	1556	1556	955
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	3478	3478	2134
	Borsisti	190	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	2091	2091	1283

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

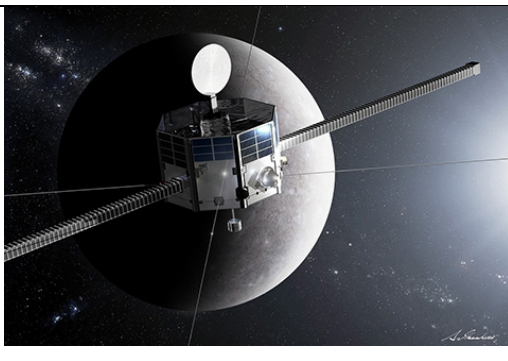
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. Personale di ruolo	1292946	1292946	793479

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	886865	886865	544268
	Missioni	212118	212117	130176
	External services	10085	10085	6189
	External major products	102984	102984	63201

6.2.2.2 Bepicolombo

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - BepiColombo	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	22/06/2010	Data di fine	21/05/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a. Finalità e obiettivi
BepiColombo è la missione ESA e JAXA per l'esplorazione del pianeta Mercurio, basata su due satelliti: MPO (ESA) e MMO (JAXA), dedicati a misure planetarie e magnetosferiche. SIMBIO-SYS, la cui partecipazione italiana è interamente finanziata da ASI, è il pacchetto a bordo di MPO costituito da tre canali per osservazioni stereoscopiche (STC - responsabilità INAF), ad alta risoluzione spaziale (HRIC - responsabilità Università Parthenope e INAF) e iperspettrali (VIHI - responsabilità INAF) nel visibile che consentirà l'esplorazione accurata delle proprietà geofisiche e geochimiche del pianeta. Ad affiancarlo ci saranno anche gli strumenti a guida INAF SERENA (Search for Exosphere Refilling and Emitted Neutral Abundance) e ISA (Italian Spring Accelerometer). Inoltre ricercatori INAF fanno parte dei team degli strumenti SIXS (Solar Intensity X-ray and particle Spectrometer) e MEA (Mercury Electrostatic Analyzer).

b. Contenuto tecnico scientifico
Attività Scientifica - Fase B2/C

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Bepicolombo è una missione ESA, in collaborazione con l'agenzia spaziale giapponese JAXA. Il contributo italiano è finanziato dall'ASI.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Università di Perugia e Università Parthenope.

e. Infrastrutture di ricerca
Satellite Bepicolombo (lancio è previsto nel 2016, la fase operativa nel 2022).

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)
--

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a. Personale di ruolo				
	Tecnici	398	166	[166]
	Ricercatori e Tecnologi	1464	610	[610]
b. Personale non di ruolo				
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	407	169	[169]

	Ricercatori e Tecnologi	1341	559	[559]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	1979	825	[825]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	65	27	[27]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	97	41	[41]
d.	Personale precedentemente citato dalle proveniente dalle Università	1291	538	[538]

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

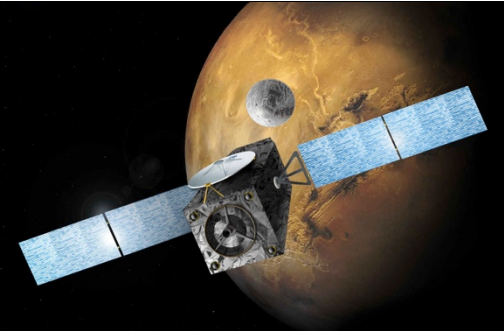
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	466760	194483	[194483]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	964337	401807	[401807]
	Missioni	118722	49467	[49467]
	Altri costi diretti	59450	24770	[24770]
	External major product	39600	16274	[16274]
	External services	23314	9715	[9715]
	Raw Material	723	300	[300]
	Mechanical parts	1300	542	[542]
	Electrical parts	8200	3415	[3415]

6.2.2.3 Exomars

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Exomars	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	27/03/2015	Data di fine	26/01/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Exomars rappresenta uno dei punti chiave del programma dell'ESA di esplorazione (programma Aurora). Sono previsti due lanci: Il primo lancio è stato effettuato nel marzo 2016, il secondo è previsto nel 2018. Lo scopo principale è l'esplorazione robotica e umana del sistema solare, in particolare di Marte con la ricerca di vita. ExoMars consiste di un orbiter e un modulo di discesa (2016), e un rover con drill (2018). L'INAF contribuisce alla missione con la responsabilità di due strumenti scientifici e con la co responsabilità di un altro strumento e la partecipazione a diversi altri. Gli strumenti con responsabilità diretta di INAF sono: MaMISS - Spettrometro inserito nel sistema di carotaggio-driller per lo studio del sottosuolo marziano (INAF-IAPS) e DREAMS (INAF-OACN) per la caratterizzazione dell'ambiente marziano e CaSSIS (Co-PI ship) la camera a bordo dell'orbiter.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica per lo sviluppo del payload italiano.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Exomars è una missione ESA, il cui notevole contributo italiano è finanziato dall'ASI.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova	

e.	Infrastrutture di ricerca
Programma EXOMARS (in fase di realizzazione).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	25	25	[25]
	Ricercatori e Tecnologi	321	321	[321]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	856	856	[856]

c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	680	680	[680]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	0	0	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

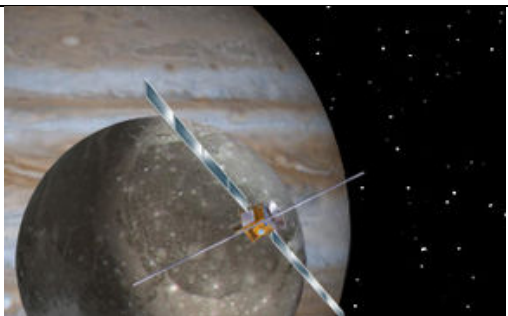
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	98899	98899	[98899]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	34465	0	[0]
	Missioni	39675	39675	[39675]
	Raw materials	1764	1764	[1764]
	Mechanical parts	30000	30000	[30000]
	Altri costi diretti	7059	7059	[7059]

6.2.2.4 Juice

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Juice	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	31/10/2013	Data di fine	24/07/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
JUICE (JUper ICy moon Explorer) è una missione spaziale verso il sistema solare esterno, avente come obiettivo primario lo studio di Giove e dei satelliti galileiani. La missione JUICE è la prima missione selezionata da ESA come classe LARGE per il programma Cosmic Vision 2015-2025. La tematica scientifica è quella di studiare l'intero complesso sistema gioviano ed in particolare l'abitabilità delle lune di Giove, prime fra tutte Ganimede ed Europa, ove si pensa ci sia un oceano sotterraneo con condizioni potenzialmente abitabili	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Partecipazione italiana alla fase A/B1 della missione	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione JUICE è la missione selezionata da ESA come classe L1 per il programma Cosmic Vision	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Sono coinvolte: Cisas - Università di Padova, Università del Salento, Politecnico di Milano, Università di Trento, Università di Bologna, Università di Pisa, Università di Roma "La Sapienza", Università di Roma 3, Università di Napoli "Parthenope"	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Juice (missione in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	56	56	[56]
	Ricercatori e Tecnologi	368	368	[368]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	205	205	[205]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]

	Assegnisti	1795	1795	[1795]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	337	337	[337]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	581	581	[581]
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	1478	1478	[1478]

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	251899	251899	[251899]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	208550	208550	[208550]
	Missioni	45487	45487	[45487]
	External major product	42700	42700	[42700]
	External services	11500	11500	[11500]

6.2.2.5 Osiris Rex

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio – Osiris Rex	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	14/10/2013	Data di fine	13/10/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Gli obiettivi della missione sono riportare a terra e analizzare un campione di regolite primitivo ricco di carbonio, proveniente dall'asteroide 1999RQ36 con lo scopo di caratterizzare le proprietà globali integrate di un asteroide primitivo ricco di carbonio per permettere un confronto diretto con le osservazioni da terra dell'intera popolazione degli asteroidi.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Partecipazione scientifica alla missione per la fase B2/C/D	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Osiris-Rex è una missione NASA	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Osiris (missione in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	135	[135]	[135]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	0	[0]	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	160	[160]	[160]
	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle proveniente Università	0	[0]	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

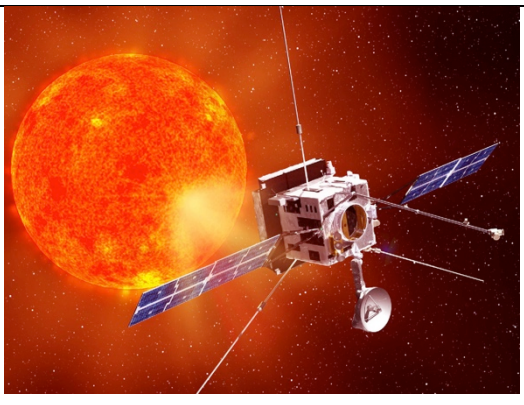
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	44100	[44100]	[44100]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	24750	[24750]	[24750]
	Missioni	12284	[12284]	[12284]
	External Major product	24500	[24500]	[24500]
	Altri costi diretti	652	[652]	[652]

6.2.2.6 Solar Orbiter

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Solar Orbiter	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	15/05/2012	Data di fine	14/05/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
La missione Solar Orbiter è caratterizzata da un'orbita che la porterà a distanze dal Sole finora mai raggiunte. Nel 2009 sono stati selezionati gli strumenti del carico scientifico del Solar Orbiter. Tra questi, INAF, col supporto di ASI svilupperà con contributi da Germania e Repubblica Ceca, METIS e SWA (Solar Wind Analyzer). METIS è finalizzato a osservare la corona nella luce visibile polarizzata, nell'UV e nell'EUV, otterrà immagini coronali monocromatiche nella riga dell'idrogeno (HI 121.6 nm) e dell'elio (He II 30.4 nm) e misure spettroscopiche nel dominio UV-EUV in un settore della corona. SWA analizzerà le principali componenti del plasma nelle regioni circumsolari. 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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Supporto scientifico alla realizzazione degli strumenti METIS e SWA/DPU - fasi B2/C1	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Rosetta è una missione ESA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI. Partecipano alla missione anche Università e il CNR	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Politecnico di Torino, Università di Firenze, Università di Genova, Università degli studi di Tor Vergata.	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Solar Orbiter (in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	580	580	213

	Ricercatori e Tecnologi	1300	1300	477
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	1463	1463	537
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	1057	1057	388
	Assegnisti	998	0	0
	Borsisti	891	891	327
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	1343	1343	493

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

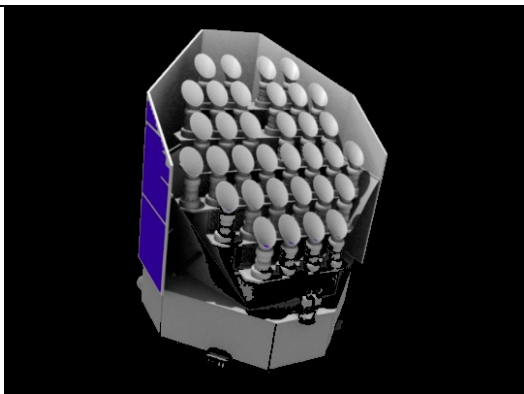
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	580697	580697	213187

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2018
	Personale finanziato	553296	553296	203128
	Missioni	64340	64340	23621
	Altri costi diretti	3192	3192	1172
	External major product	17333	17333	6363
	External services	26667	26666	9790

6.2.2.7 Plato

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Plato	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	30/07/2015	Data di fine	29/07/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
La missione PLATO è dedicata alla ricerca di pianeti extrasolari di tipo terrestre tramite il metodo dei transiti e allo studio delle oscillazioni delle stelle intorno alle quali essi orbitano per determinare completamente le proprietà dei sistemi planetari.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
L'Italia partecipa alla missione PLATO contribuendo alla preparazione scientifica, allo sviluppo di fondamentali sottosistemi del payload e alla preparazione del segmento di terra.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione PLATO è stata selezionata dall'ESA nel gennaio del 2014 come missione M3 del Programma "Cosmic Vision 2015-2025". Il coinvolgimento italiano è finanziato da ASI.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
All'accordo partecipa l'Università di Padova	

e.	Infrastrutture di ricerca
Il payload della missione, costituito da 34 piccoli telescopi con rispettive CCD ed elettronica, sarà realizzato da un consorzio di istituti europei selezionato da ESA	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	178	178	104
	Ricercatori e Tecnologi	2231	2231	1301
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	495	495	376
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	989	989	577
	Borsisti	9	9	5
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	83	83	48
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	965	965	563

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

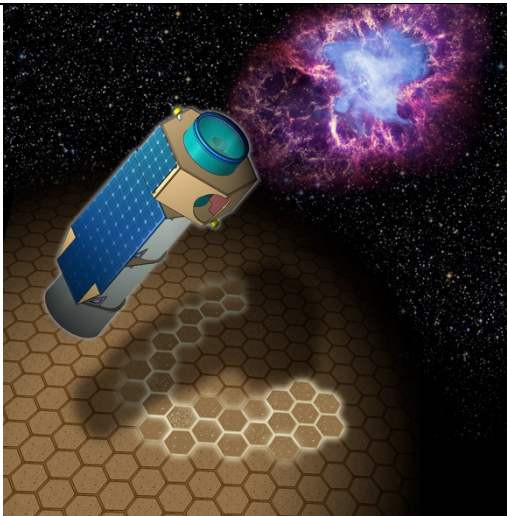
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	667386	667386	389309

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	107942	107942	62996
	Missioni	84390	84390	49228
	External major product	101923	101923	59455
	External services	8459	8459	4934
	Altri costi diretti	5681	5681	3314

6.2.2.8 Xipe

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Plato	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento			
Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia		
Data di inizio	05/11/2015	Data di fine	04/11/2017
a. Finalità e obiettivi	Definizione degli obiettivi; sviluppo del payload scientifico; attività di simulazione; partecipazione alle attività preparatorie del ground segment		
b. Contenuto tecnico scientifico	Fase di assessment per la missione		
c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali	La missione Xipe è una delle 3 missioni dell'ESA di classe M giunta alla fase finale della selezione. La partecipazione italiana è finanziata da ASI e nel progetto è coinvolto anche l'INFN		
d. Eventuali collaborazioni con le Università	Università di Roma 3		
e. Infrastrutture di ricerca			
f. Personale impiegato (in giornate/uomo)			

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	187	156	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	294	245	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	214	178	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	54	44	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

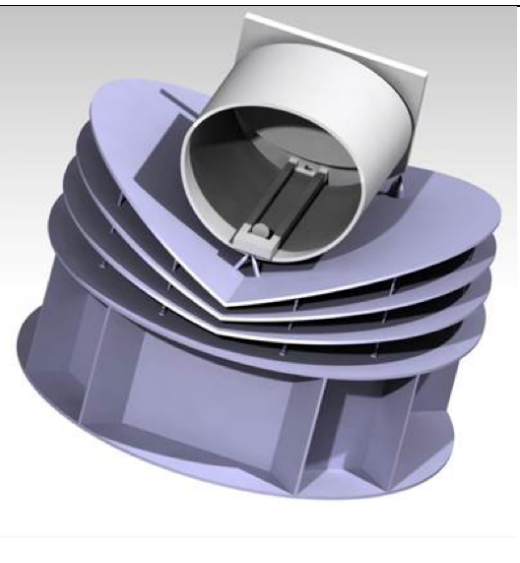
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	200920	167434	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	100074	83395	0
	Missioni	112579	112579	0
	Mech parts	18300	18300	0
	External major products	78147	78147	0
	External services	57500	57500	0

6.2.2.9 Ariel

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Ariel	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	16/11/2015	Data di fine	15/11/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Fase di studio per la realizzazione del payload, del telescopio, dell'elettronica di bordo e partecipazione alle attività preparatorie del ground segment.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Fase di assessment per la missione	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione Ariel è una delle 3 missioni dell'ESA di classe M giunta alla fase finale della selezione. La partecipazione italiana è finanziata da ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
E' coinvolta l'Università di Firenze	

e.	Infrastrutture di ricerca
/	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	53	47	0
	Ricercatori e Tecnologi	2192	1918	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	214	187	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	232	203	0
	Borsisti	214	187	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	214	187	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	502	434	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

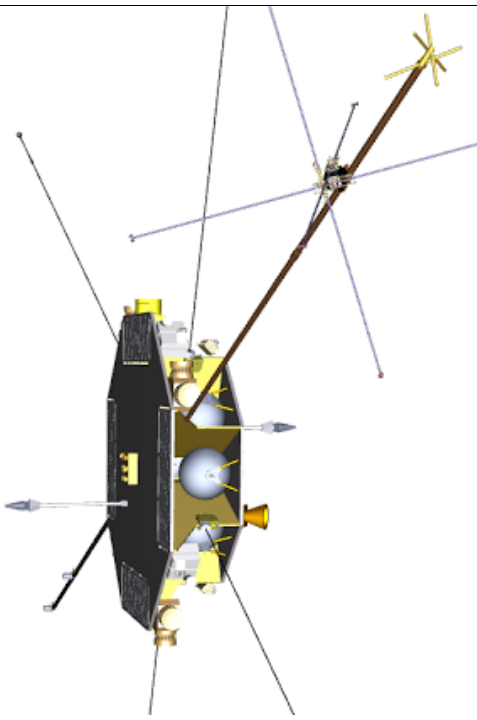
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	277798	243073	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	107172	93776	0
	Missioni	50428	50428	0
	Altri costi diretti	16738	16738	0
	External major products	2196	1922	0
	External services	18000	18000	0

6.2.2.10 Thor

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Thor	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento			
Area di intervento	Eliosfera e Fisica del Sistema Solare		
Data di inizio	18/11/2015	Data di fine	17/11/2017
a. Finalità e obiettivi	Thor è la prima missione spaziale pensata specificamente per risolvere il problema del riscaldamento del Plasma dell'Universo		
b. Contenuto tecnico scientifico	Fase di assessment per la missione		
c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali	La missione Thor è una delle 3 missioni dell'ESA di classe M giunta alla fase finale della selezione. La partecipazione italiana è finanziata da ASI		
d. Eventuali collaborazioni con le Università	E' coinvolta l'Università della Calabria - Dipartimento di Fisica		
e. Infrastrutture di ricerca	/		
f. Personale impiegato (in giornate/uomo)			

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	365	320	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	0	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	214	187	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	42	37	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

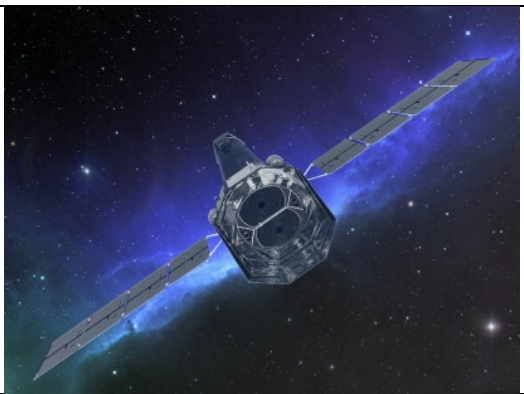
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	96916	84801	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	36750	32156	0
	Missioni	7474	6539	0
	External services	54000	47250	0

6.2.2.11 Athena

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Athena	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	25/01/2016	Data di fine	24/01/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Obiettivo del programma è definire i requirements scientific dello strumento X-IFU e definire il ruolo e la partecipazione dell'INAF nel Scientific Ground Segment di Athena, oltre a fornire il proprio contributo all'analisi dei driver scientifici per la definizione delle specifiche dello strumento WFI.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Fase di assessment per la missione	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Athena è una missione ESA, con un coinvolgimento minoritario di NASA e JAXA. In Italia la missione vede il coinvolgimento di ASI, CNR, INFN e Università	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Genova, Università di Palermo e Università di Roma 3	

e.	Infrastrutture di ricerca
/	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	1686	1840	153
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	392	428	36
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	392	428	36
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	249	272	23
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	760	829	69

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

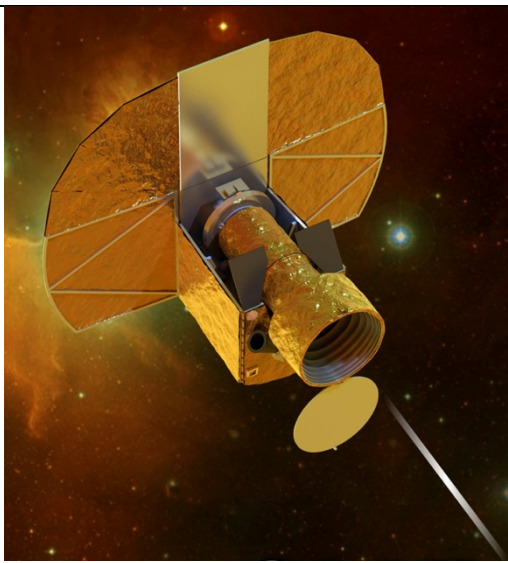
Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	513256	559916	46659

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	63382	69145	5762
	Missioni	65708	71682	5974
	External services	33296	33296	0
	Raw materials	16913	16912	0
	Semi finished parts	2891	2892	0
	Elect. parts	12221	12221	0
	External major products	227435	227435	0

6.2.2.12 Cheops

Attività di Ricerca	
Area di Specializzazione: Progetti dallo Spazio - Cheops	
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area. ☒ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☐ Attività di ricerca istituzionali	

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	10/07/2013	Data di fine	09/07/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a. Finalità e obiettivi
Obiettivo fondamentale della missione è la ricerca di pianeti extrasolari e di fornirne informazioni circa la loro caratterizzazione.

b. Contenuto tecnico scientifico
Cheops è la prima missione dedicata alla ricerca di transiti esoplanetari mediante fotometria di altissima precisione di stelle luminose già note per ospitare pianeti. Il principale contributo italiano consiste nella fornitura del telescopio, disegno degli specchi e dell'ottica e dell'ottica di back-end, integrazione e collaudo del telescopio.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Cheops è una missione congiunta ESA-Svizzera. Il contributo italiano vede la partecipazione dell'ASI, sia in termini di finanziamento sia con il supporto dell'ASI Science Data Center.

d. Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova

e. Infrastrutture di ricerca
Telescopio spaziale Cheops

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)
--

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	98	98	50
	Ricercatori e Tecnologi	973	973	487
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	214	214	107
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	715	715	358
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	103	103	52
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	28	28	14
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	392	392	196

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	240890	240890	120441

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	129863	129863	64932
	Missioni	76103	76103	38052
	External services	8316	8316	4160
	Raw materials	9680	9680	4840
	External major products	56867	56867	28433
	Mech. parts	6474	6474	3237

6.2.3 Altre Attività Legate Allo Spazio

6.2.3.1 CAM

	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio – CAM	

☒ Dipartimento

☐ Horizon 2020

☐ Altra area di intervento

☐ Attività di ricerca con risultati pubblicabili

☒ Attività di ricerca istituzionali

Descrizione Dipartimento	
--------------------------	--

Area di intervento	Strumentazione spaziale
--------------------	-------------------------

Data di inizio	01/04/2014	Data di fine	30/06/2016
----------------	------------	--------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<i>Lo scopo del progetto CAM (Contamination Assessment Microbalance) è il design e la realizzazione di un breadboard e di un modello ingegneristico di un sensore, basato sulla tecnologia delle microbilance a cristalli piezoelettrici, in grado di rivelare e misurare la contaminazione spaziale sullo spacecraft e relativo payload.</i>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
<i>Attività tecnologica – Breadboard e EM model</i>	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
<i>Il progetto è finanziato da ESA. È sviluppato da un consorzio di istituti, guidato da IAPS-INAF e che vede coinvolti l'IIA-CNR, il Politecnico di Milano e la Kayser Italia.</i>	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
<i>Il Politecnico di Milano è tra gli istituti del consorzio e si occupa della gestione delle attività di design e manifattura della testa sensoriale.</i>	

e.	Infrastrutture di ricerca
/	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
----	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	44	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	50	0	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	0	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	89	0	0

	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
	ESA – European Space Agency

h.	Costo complessivo del progetto
----	--------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa	Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
Tot. personale di ruolo	23936	0	0

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa	Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
Personale finanziato	22131	0	0
Missioni	680	0	0
Material costs	7500	0	0
External services	0	0	0
External major product	4000	0	0

6.2.3.2 ASDC

	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - ASDC	

☒ **Dipartimento**

☐ **Horizon 2020**

☐ **Altra area di intervento**

☐ **Attività di ricerca con risultati pubblicabili**

☒ **Attività di ricerca istituzionali**

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Attività di supporto
---------------------------	----------------------

Data di inizio	05/12/2014	Data di fine	04/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Nel settembre 2010, l'ASI ha istituito l'ASI Science Data Center con il compito di gestire gli archivi scientifici dei satelliti relativi all'Esplorazione e Osservazione dell'Universo. L'ASDC si inserisce nel contesto internazionale quale centro multi-missione e multi-frequenza in grado di offrire alla comunità scientifica Italiana ed Europea di Astrofisica la disponibilità di dati nelle diverse bande di energia, consentendo anche un'analisi scientifica comparata di dati astronomici multi-missione.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Realizzazione di attività tecniche e scientifiche presso l'ASDC	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La gestione dell'ASDC è effettuata insieme con l'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
ASDC: ASI Science Data Center (in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	920	[920]	[920]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	642	[642]	[642]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Ricercatori e Tecnologi	3209	[3209]	[3209]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	214	[214]	[214]
	Borsisti	214	[214]	[214]
	Co.Co.Co.	0	[0]	[0]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	0	[0]	[0]
d.	Personale precedentemente citato dalle proveniente Università	0	[0]	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	319978,50	[319978,50]	[319978,50]

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	868598	[868598]	[868598]
	Missioni	70214	[70214]	[70214]
	External major product	3975	[3975]	[3975]
	Altri costi diretti	7200	[7200]	[7200]

6.2.3.3 Detriti spaziali

	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio – Detriti spaziali	

☒ **Dipartimento**

☐ **Horizon 2020**

☐ **Altra area di intervento**

☐ **Attività di ricerca con risultati pubblicabili**

☒ **Attività di ricerca istituzionali**

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Eliofisica e Fisica del Sistema Solare
---------------------------	--

Data di inizio	09/10/2015	Data di fine	08/10/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a. Finalità e obiettivi	
Supporto alle attività IADC e validazione pre-operativa per SST	

b. Contenuto tecnico scientifico	
Tracking di space debris e sviluppo di algoritmi e software per la validazione dei risultati	

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali	
Il progetto è stato ideato da ESA e vede coinvolte le agenzie spaziali nazionali aderenti allo IADC. Sul piano nazionale registra la partecipazione di ASI e 2 istituti del CNR: IFAC e ISTI	

d. Eventuali collaborazioni con le Università	
All'accordo partecipano l'Università di Padova, Politecnico di Milano e Università La Sapienza di Roma	

e. Infrastrutture di ricerca	
Antenne di Medicina (BO)	

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)	
--	--

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	101	101	90
	Ricercatori e Tecnologi	1200	1200	1000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Ricercatori e Tecnologi	20	20	17
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	883	883	736
	Borsisti	284	284	237
	Co.Co.Co.	60	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	558	558	465
d.	Personale precedentemente citato dalle Università	1419	1419	1183

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Tot. personale di ruolo	110305	110305	91921

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Personale finanziato	48706	48706	40588
	Missioni	39839	39839	39389
	External major product	13334	13333	13333
	External services	1000	1000	1000
	Altri costi diretti	500	500	500

6.3 e-Infrastructures ed ICT

Le e-infrastructures rappresentano uno dei pilastri sui quali poggiare lo sviluppo della ricerca nelle modalità auspiccate 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 ALMA, SRT, VLBI, VST, GAIA e LBT, ed Euclid, CTA e SKA nel futuro, ed è coinvolta nello sviluppo di standard internazionali di interoperabilità tra i dati (è il caso del **Virtual Observatory**), e di sviluppo di middleware per supporto al calcolo (**EGI**). Lo scopo di questo pesante coinvolgimento è quello di supportare i progetti scientifici per lo sfruttamento dei dati provenienti sia dai telescopi da terra o dallo spazio sia dal calcolo teorico.

Nell'ambito delle *e-Infrastructure* di calcolo/dati, esistono fondamentalmente tre diverse linee, dotate di caratteristiche tra loro complementari: **HPC** (High Performans Computing), **HTC** (High Troughput 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 che come sistemi di analisi dei dati raccolti.

LA Direzione Scientifica intende valorizzare ed integrare le realtà presenti nel territorio nazionale legate ai vari progetti, oltre ad incentivare una sempre più forte interazione tecnica con gli altri Enti di Ricerca Italiani, in quanto molte problematiche infrastrutturali sono simili.

Attualmente presso l'INAF esistono molte esperienze in questi campi, ma sono spesso dedicate ai singoli progetti. Lo sviluppo dovrà portare nei prossimi anni a migliorare l'efficienza dell'offerta ICT, per permettere di rispondere alle sempre maggiori richieste di calcolo in senso lato, che arrivano dall'istituto. Per ottenere il miglior risultato le attività dell'ICT dovranno concentrarsi su 4 punti principali:

- **Infrastruttura di rete**
- **Infrastruttura di Calcolo**
- **Archivi**
- **Networking**
-

6.3.1 Sviluppo dell'infrastruttura di rete

La rete informatica dell'ente si caratterizza come una infrastruttura irrinunciabile per l'amministrazione, l'accesso ai servizi della comunità scientifica, l'acquisizione dei dati, l'integrazione delle risorse di calcolo. Se per le due prime due voci potrebbero essere sufficienti gli accessi a 2-30 Mbit/s previsti dalle moderne ADSL forniti dagli operatori, l'attività di ricerca richiede che siano garantite velocità ben maggiori. Basti pensare al E_VLBI che richiede dei flussi di 2-4 Gbit/s tra le singole antenne ed il correlatore distante alcune migliaia di Km, oppure il trasferimento dei dati osservativi di un telescopio o di un satellite che vengono analizzati in istituti di differenti paesi, o l'utilizzo di super-computer che generano TB di dati da analizzare localmente. Le reti della ricerca assolvono a questa funzione fornendo le dorsali ad altissima velocità (100-500

Gbit/s) verso i poli e le risorse scientifiche, garantendo al contempo il collegamento verso l'Internet commerciale.

Per sfruttare a pieno le potenzialità della rete della ricerca internazionale è necessario disporre di collegamenti veloci tra le nostre sedi ed i punti di accesso alle dorsali (PoP del GARR). In particolare si rendono necessari collegamenti in fibra ottica, gli unici che permettono le velocità richieste. Anche utilizzando fibre ottiche possiamo avere differenti soluzioni più o meno economiche e più o meno versatili. Il collegamento tra le nostre sedi ed il POP Garr su una fibra diretta (dark-fiber) permette di avere qualunque velocità si desideri (1-10-40 Gbit/s) semplicemente cambiando gli apparati attivi. Arrivare al POP attraverso una MAN universitaria o cittadina è notevolmente più economico, ma sono più ridotte le possibilità di avere bande alla massima velocità, bande che comunque vanno concordate. Infine si può avere un "servizio di trasporto" da un operatore di connettività con cui si concordare una tariffa ed una banda, tipicamente (n x 100Mbit/s).

Lo stato delle sedi INAF è notevolmente migliorato nell'ultimo anno grazie al progetto Garr-X-Progress che ha portato al collegamento in fibra "dark" di tutte le sedi del Sud, ma presenta ancora criticità che devono essere risolte.

Al 1/4/2016 la situazione dei collegamenti INAF alla rete GARR è la seguente:

Gruppo	Tipologia	Strutture	Costo
1	Collegamenti diretti dark con accesso a 10Gbit/s	Medicina, Noto, IRA Correlatore	108 KE
2	Collegamenti diretti dark con accesso a 1Gbit/s	Catania, Capodimonte, Iasf-PA, Palermo, Palemo-Lab	100 KE
3	Collegamenti via Man Cittadine o Universitarie con accesso a 1Gbit/s	Arcetri, Bologna, Loiano, Padova, Asiago, Trieste, IRA, IASF	75 KE
4	Collegamenti in varie tipologie con velocità inferiori a 1Gbit/s	Cagliari, IASF-MI, Teramo, Roma-M.Porzio, Roma-Presidenza, Milano-Brera, Merate, Torino, SRT	233 KE

Il costo attuale per l'infrastruttura di rete è di circa 520 KEuro più iva all'anno. A questa cifra vanno aggiunte alcune decine di migliaia di euro che sono pagate dall'ICT e dalle strutture sulla base di accordi locali.

Le situazioni critiche che vanno risolte prioritariamente sono quelle del gruppo 4, che presentano una velocità di collegamento nettamente insufficiente.

Alcune delle sedi sono anche a notevole distanza dal più vicino POP Garr. Il costo per la posa di una nuova fibra ottica è stimato intorno a 4-5 KEuro/Km, e anche se può essere spalmato su un periodo di alcuni anni rimane comunque significativo. L'impegno economico su più anni comporta inoltre una complicazione amministrativa che deve essere tenuta ben presente nel momento in cui si va a stipulare il contratto con un operatore o con il GARR. Va anche considerato che il collegamento dark su lunga distanza comporta una certa vulnerabilità del collegamento. Se il fatto di non avere ridondanza può essere accettabile per sedi osservative dove è presente poco personale e in cui si può sopperire alla mancanza di connettività con collegamenti "mobile" 3G o 4G, nel caso di strutture più critiche va previsto un sistema di backup più affidabile basato su collegamento satellitare o raddoppio della connettività, che viene a portare un aggravio di costo di un fattore 1.5 - 1.8

Vanno quindi sanate le situazioni seguenti:

Struttura	Collegamento attuale	Costo annuale KE	Km dal PoP	Note ed Attività prevista
SRT	NESSUNO		100	Impegno regione Sardegna che dovrebbe concludersi a fine 2016. E' stata portata la fibra non è ancora illuminata
Cagliari	Ponte Radio 300Mbit/s	25	25	Presenza di Voip. Impegno regione Sardegna che dovrebbe concludersi entro 2017. E' stata portata la fibra non è ancora illuminata
IASF-MI	Rete Area CNR 100 Mbit/s	0	5	E' in atto il collegamento diretto al PoP Garr, e verrà portata ad 1Gbit/s
Milano Brera	Rete fastweb 100Mbit/s	19		Accorpamento previsto. Nel caso non si realizzi trasferimento prevedere collegamento diretto al PoP Garr.
Teramo	Ponte Radio 80Mbit/s	4.5	10	Prevista fibra entro 2017
Roma M.Porzio	Servizio: 2x100 Mbit/s	56	5	Prevedere fibra dark
Roma Presidenza	Servizio 50 Mbit/s	23	5	Necessario potenziamento ad alta affidabilità almeno a 2x100 Mbit/s
Merate	Servizio: 2x100 Mbit/s	54	50	Valutare l'opportunità ed il costo di una fibra dark
Torino	Servizio 2x100 Mbit/s	54	10	Prevedere fibra dark

Quasi tutti questi collegamenti risultano saturi o hanno carichi superiori al 70% nelle ore lavorative. Il costo di questa operazione potrebbe comportare un **costo aggiuntivo di circa 200 K annuo**. Nel caso si ritenesse necessario intervenire per SRT il costo dell cablaggio è stimato in 500-600 KEuro.

Il potenziamento dei collegamenti realizzati in fibra (gruppo 2 e 3) si può realizzare semplicemente con la sostituzione del router con costi a partire da 10-15 KEuro. Va considerato che il passaggio da 1 a 10 GBy nella connettività richiede anche l'aggiornamento di parti consistenti delle reti locali delle strutture, molte delle quali sono ancora a 1 Gbit/s, se non a 100Mbit/s. Nel prossimo triennio andrebbe pianificato prioritariamente l'adeguamento delle reti locali prevedendo il potenziamento della connettività quando il Gbit/s inizia ad essere insufficiente. Primi segnali di congestione su reti a 1Gbit/s iniziano a vedersi per ora solo nei nodi di Padova e Trieste.

Infine si prevede uno piano straordinario di stanziamento di 500 KEuro, a carico massimamente di fondi di progetto, per l'adeguamento delle reti interne (switch, router, firewall e cavi) delle singole strutture, in quanto in diverse sedi esiste un problema di efficienza della rete interna (spesso a 100 Mbit/s). Ciò in vista dell'adeguamento della dorsale verso una situazione minimale ad 1 Gbit/s e per l'utilizzo dei big data che i nuovi strumenti scientifici stanno producendo.

6.3.2 Sviluppo dell'infrastruttura di calcolo

Attualmente in INAF non esiste un'infrastruttura di calcolo nazionale e dedicata all'utenza generale. I progetti e i gruppi di ricerca hanno sviluppato proprie infrastrutture per specifiche esigenze. Un esempio di ciò sono le infrastrutture per il centro dati di **Planck**, il DPC Italiano di **GAIA**, l' **ALMA Regional Data Center** e le infrastrutture di calcolo ottenute attraverso specifici finanziamenti regionali quali **MIUR-PON e POR**. Queste infrastrutture hanno permesso ai ricercatori INAF di raggiungere livelli di eccellenza a livello internazionale.

Esistono inoltre in alcune sedi cluster d'istituto o di gruppo di piccole dimensioni con un numero limitato di CPU/core non superiore a 128 che offrono servizi a progetti Nazionali ed Internazionali. Il vantaggio di questo tipo di approccio consiste nella flessibilità, lo svantaggio invece è dato dalla difficoltà di manutenzione, dall'evoluzione non sempre garantita e dal ristretto numero di persone ivi dedicate. Inoltre visto il target spesso "dedicato" dell'infrastruttura stessa e la connotazione locale, l'ingegnerizzazione del sistema è decisa dalle esigenze "locali" e poi eventualmente adattate a progetti anche di altre sedi.

Da quanto recentemente emerso da dibattiti interni alla nostra comunità e per l'interesse dei grandi progetti, è allo studio la possibilità di dotarsi di una infrastruttura nazionale di calcolo Tier-2 specifica per le esigenze dell'INAF, sia per mantenere i livelli di eccellenza e la sperimentazione per progetti di rilevanza internazionale (SKA, CTA ecc) che per le ricerche di Astrofisica che fanno uso di HTC ed HPC.

Come primo passo, e 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 in fase di realizzazione. Questo progetto metterà a disposizione degli Enti di Ricerca Italiani, un'e-Infrastructure nazionale, costituita da un sistema distribuito ad alto *throughput* di risorse di *calcolo e storage*, 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. Il progetto DHTCS-IT ha permesso ad INAF di dotarsi di un sistema di calcolo. Tuttavia tale sistema, oltre ad avere un budget limitato, è in parte soggetto alle restrizioni del progetto stesso anche se può essere un buon banco di prova per testare sia l'hardware che in middleware.

Come primo sviluppo, che può portare eventualmente l'INAF a dotarsi di una infrastruttura equivalente ad un Tier-2, è quello di finanziare/cofinanziare strutture di calcolo valutando le esigenze della parte scientifica e valorizzando le competenze ove si sono formate (vedi anche par. Networking). e che possa rispondere alle richieste di sviluppo e test di codici, produzione scientifica e soprattutto ad accrescere le competenze interne all'ente nell'uso e gestione di infrastrutture HW e software per il calcolo aprendo la strada all'acquisizione di una infrastruttura di tipo Tier-2. Ciò permetterà di offrire un servizio generale non più gestito secondo criteri della sede locale ma dipendente dalla valutazione a livello nazionale da cui discenderà l'ingegnerizzazione del sistema stesso, tenuto conto delle esigenze dell'intera comunità.

Questo tipo di "pre-finanziamento" proposto, che valutiamo possa essere di 150/300 KEuro, permetterà di partecipare all'acquisizione e/o ammodernamento delle infrastrutture esistenti in modo da renderle utili strumenti per la comunità, purché vengano gestite a livello nazionale, e rendendole parte di un progetto più ad ampio respiro che poi porti INAF a dotarsi di una infrastruttura di punta equivalente ad un Tier-2. Inoltre si porrà particolare attenzione a progetti con finanziamento di tipo regionale (ad es. PON e POR o consorzi regionali) che possano portare all'acquisizione di facilities complementari o di estensione al Tier-2, purché siano sempre rispondenti a logiche non locali ma di respiro nazionale.

Ad oggi un tipico sistema Tier-2 (con circa 1.500 core e acceleratori GPU) avrebbe un costo stimato di circa 1.5 Meuro (solo Hardware), a cui si deve aggiungere circa 200 KEuro per il condizionamento e l'adeguamento della struttura ospitante. Il costo di mantenimento della infrastruttura HW (corrente elettrica, manutenzione, componentistica) si aggira a circa il 10% del costo totale (170 -250 KEuro/anno). Il posizionamento di una tale infrastruttura, che potrebbe essere distribuita sul territorio nella logica del paradigma Cloud, dovrebbe essere oggetto di una valutazione e di gara interna tra le strutture stesse dell'INAF, in modo da identificarne quelle che, oltre a garantirne il funzionamento per almeno 5 anni, permetta il suo utilizzo ottimale (anche da

un punto di vista di efficienza energetica) e quindi una gestione a livello nazionale. Per garantire la gestione della stessa (h24) serviranno infine alcune unità di personale dedicate.

Per il calcolo HPC che richiede infrastrutture di tipo Tier-0), l'ICT ha già eseguito una specifica indagine presso tutte le sue strutture, rilevando che la richiesta HPC è diffusa in oltre 60% di tutte le strutture INAF e che il livello di eccellenza raggiunta dai ricercatori è di primo piano nel panorama della comunità internazionale, con numero e qualità di pubblicazioni scientifiche nel triennio di assoluta rilevanza. Tale indagine sarà completata, se del caso, con le esigenze di sperimentazione dei grandi progetti come SKA, CTA, EUCLID, GAIA ecc. L'evoluzione dei sistemi HPC con l'uso di acceleratori, rende oggi indispensabile supportare le ricerche che fanno uso di queste attrezzature Tier-0 con un apposito MoU con centri di supercalcolo. Questo avrebbe un impegno economico di circa 100 KEuro/anno e garantirebbe, oltre ad avere milioni di ore di calcolo dedicate alla comunità, una collaborazione efficiente tramite l'impegno di personale dedicato, che permetterebbe l'adeguamento dei codici in uso e quelli in fase di progettazione e l'uso efficiente degli acceleratori. Si ricorda inoltre che è già in corso un MoU con il Cineca dedicato esclusivamente alla missione Gaia che garantisce una competitività ed una eccellenza della partecipazione INAF alla missione stessa.

6.3.2.1 Centro di Calcolo INAF

6.1.1	Attività di ricerca		
Area di specializzazione: ICT – INAF Computing Center/s			
☒ Dipartimento ☐ Horizon 2020 ☐ Altra area di intervento ☐ Attività di ricerca con risultati pubblicabili ☒ Attività di ricerca istituzionali			
Descrizione Dipartimento			
Area di intervento	Generale		
Data di inizio	2016	Data di fine	
a.	Finalità e obiettivi		
La creazione di un centro di calcolo INAF di carattere generale permetterebbe, oltre a coordinare efficientemente l'expertise, anche a sviluppare ulteriori capacità nella gestione di centri di calcolo generali. Inoltre permetterà all'utenza INAF di avere un punto primario di appoggio per lo sviluppo delle attività in tale campo.			
b.	Contenuto tecnico scientifico		
• Sviluppo di infrastruttura nel paradigma Cloud • Sinergia tra le diverse strutture e progetti • Sinergia tra le competenze			
c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali		
L'INAF potrà collaborare a pieno titolo con le grosse infrastrutture di calcolo nazionali (es.: CINECA) ed internazionali (es.: EGI)			
d.	Eventuali collaborazioni con le Università		

Personale delle Università associato all' INAF prende parte alle attività scientifiche e tecnologiche del progetto

e. Infrastrutture di ricerca

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	200	400	600
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici	200	400	600
	Ricercatori e Tecnologi	200	400	600
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	400	800	800
	Borsisti	200	600	800
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università			

g. Fonti di finanziamento

Il Progetto dovrebbe avere una base di finanziamento legato al FOE, ma dovrà ricercare fonti di finanziamento sia legate a PON e POR che a finanziamento Europei H2020

h. Costo complessivo del progetto

Il Progetto avrà , in caso di disponibilità di risorse, una base di spesa di 1.5 Milioni di Euro

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2016	Annualità 2017	Annualità 2018
	Funzionamento	1000	250	250

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.3.3 Archivi

Per l'INAF il concetto di "data curation e preservation" è insito nell'attività scientifica. Il dato astronomico è unico ed irripetibile, e come tale va salvato per ogni suo uso presente e futuro. Per questa ragione INAF si è già dotata da tempo di un Centro Italiano Archivi Astronomici-**IA2**. Questo gestisce i dati dei maggiori telescopi terrestri dell'INAF e fornisce una "data infrastructure" a tutta la comunità. Il data center, oltre ad aver sviluppato sistemi avanzati di gestione e salvataggio dei dati (NADIR – New Archival Distributed Infrastructure), permettere la loro pubblicazione tramite le classiche GUI (Grafical User Interface) o tramite i servizi del VO (Virtual Observatory), fornisce anche la possibilità di hosting di archivi vecchi o nuovi che necessitano di una infrastruttura adeguata.

L'infrastruttura consente all'intera comunità INAF la possibilità di condividere i propri dati tramite strumenti di archivio e Cloud, ed è stata appena equipaggiata con un sistema base di tape-library per permettere una "preservazione" del dato scientifico e/o amministrativo su tempi scala di decenni. Il sistema però andrà potenziato soprattutto per supportare i progetti INAF

L'adeguamento di una tale infrastruttura, andrebbe identificato essenzialmente in due parti:

Storage tramite HD da 0.4 PB	~ 100 KEuro
Tape Library da 2 PB	~ 140 KEuro

L'adeguamento di una tale infrastruttura di storage a lunga durata andrebbe poi "integrata" con delle infrastrutture analoghe ma di entità minori localizzate in alcune strutture per un primo salvataggio dei dati, prima che questi vengano definitivamente archiviati nella Tape Library.

IA2 non è il solo repository di dati dell'INAF. A parte la stretta collaborazione che ha l'INAF con ASDC (Asi Science Data Center), in INAF sono presenti oltre 50 piccoli e medi archivi, i cui dati pubblici e privati devono essere salvaguardati sia nel concetto "salvare il bit" sia nel salvare la conoscenza che è legata ed intrinseca nel dato stesso.

Infine IA2 è coinvolta in diversi progetti EU FP7 ed H2020 o a progetti di Archivi Radio, di Cloud e di Virtual Observatory sviluppando sistemi di gestione visualizzazione (GUI), di AAI (Autorizzazione ed Autenticazione) e tutto sistemi di supporto alla gestione dei big data.

6.3.3.1 IA2

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: ICT – IA2	

☐ Dipartimento

☐ Horizon 2020

☐ Altra area di intervento

☐ Attività di ricerca con risultati pubblicabili

☒ Attività di ricerca istituzionali

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	ICT – data archive
---------------------------	--------------------

Data di inizio	2005	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
Il centro archivi IA2 è stato costituito nel 2005 ed oltre ad aver sviluppato sistemi di gestione del flusso dati dai grandi telescopi, è anche attiva nel campo dell'Osservatorio Virtuale (IVOA) e del RDA. Fornisce un supporto alle attività di accesso ai dati astronomici tramite anche sistemi di	

workflow.

b.	Contenuto tecnico scientifico
-----------	--------------------------------------

IA2 è un data center specializzato nella gestione e sviluppo di tecnologie di data handling. In particolare::

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Gestione di dati su archivi distribuiti su scala geografica • Sviluppo di wizard per la creazione di GUI dedicate • Sviluppo ed implementazione di standard legati all'IVOA ed RDA • Implementazioni di sistemi di workflow per pipeline dedicate ai dati di archivio |
|--|

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
-----------	--

L'INAF e l'Italia collaborano allo sviluppo degli standard Internazionali IVOA ed RDA

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
-----------	---

e.	Infrastrutture di ricerca
-----------	----------------------------------

IA2: e-infrastrutture

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	200	300	300
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Ricercatori e Tecnologi	200	400	400
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	1000	800	800
	Borsisti	700	700	700
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università			

g.	Fonti di finanziamento
-----------	-------------------------------

Il data center IA2 è finanziato da INAF. IA2 partecipa inoltre a progetti Interni ed Internazionali (EU/H2020) che permettono lo sviluppo di nuove tecnologie da applicare alla gestione e divulgazione dei dati astronomici.

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE (in Euro)

Voce di spesa	Annualità	Annualità	Annualità
---------------	-----------	-----------	-----------

		2016	2017	2018
	Funzionamento IA2	250	250	250

Eventuali ulteriori finanziamenti (in Euro)

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.3.4 Networking (infrastruttura umana)

Si è voluto tenere separata la parte di Networking o “infrastruttura umana” non perchè scollegata dalle infrastrutture fisiche, ma per sottolineare l'importanza di creare un network la cui competenza può essere tranquillamente distribuita e coordinata sulle vari sedi dell'INAF.

Mentre una struttura centrale legata all'hardware può portare a dei vantaggi economici e strutturali, la situazione distribuita geograficamente dell'INAF porta insita in sè una concezione “cloud” delle risorse umane.

Attualmente con il termine “Cloud Computing” si indica un paradigma di erogazione delle risorse informatiche, come quelle indicate precedentemente (archiviazione, elaborazione e la trasmissione dei dati), caratterizzato dalla disponibilità “on demand” a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili raggiungibili tramite la rete. In particolare si parla molto di IaaS, PaaS & SaaS (Infrastruttura, Piattaforma e Software “as a Service”) ove l'utente, a seconda del tipo di servizio richiesto, si deve preoccupare solo dell'applicativo finale (il software scientifico) astraendosi sempre di più dal concetto di macchina fisica. Per far ciò serve creare, oltre all'infrastruttura stessa, una rete di competenze e di interazioni tra il personale INAF, e non solo.

Il Lavoro che INAF sta portando avanti tramite l'Unità VI della Direzione Scientifica – ICT, è quello di stimolare la creazione di collaborazioni interne ed esterne all'ente e di pubblicizzarne l'esistenza. Esistono a tal proposito già diverse collaborazioni, Mou e Progetti Nazionali ed Europei che sono avviati o in fase di sviluppo, tra cui vale la pena citare:

- **IVOA** (International Virtual Observatory Alliance): è un progetto decennale mondiale in cui la comunità astronomica sta sviluppando ed evolvendo gli standard necessari affinché i dati astronomici siano resi interoperabili in maniera efficiente;
- **RDA** (Research Data Alliance) come per l'IVOA, ma con connotazioni interdisciplinari;
- **MoU sulla Digital Library** tra gli enti di ricerca Italiani;
- **MoU con TANGO** ed **ACS** per l'uso e lo sviluppo dei software sui sistemi di controllo dei strumenti scientifici.
- **MoU con INFN** e **SISSA** per lo sfruttamento di risorse di calcolo;
- Partnership industriali con **IBM (OpenPower)** ed **Oracle**;
- Progetti europei finanziati dalla comunità Europea nell'ambito di **H2020** quali **ASTERICS**, **INDIGO** ed **EGI** per l'uso e lo sviluppo di infrastrutture e standard da calibrare al paradigma Cloud.
- Etc.

Tutte queste iniziative, avranno un reale futuro solo se si sarà in grado di far evolvere la comunità astronomica ed il personale di supporto alla ricerca in modo coordinato. Essenziale è quindi

investire sul capitale umano presente, sia esso scientifico che di supporto alla ricerca in parallelo ai progetti ed impegni nazionali ed internazionali va **stimolata ed incentivata**:

- la propagazione dell'informazione;
- la creazione di gruppi di lavoro che portino all'uniformazione di servizi (un esempio potrebbe essere l'implementazione di un unico sistema di posta), e ad un utilizzo più efficiente delle risorse umane;
- la creazione di comunità dedicate a particolari temi (come il calcolo HPC, o i sistemi OpenPower o di controllo come TANGO, l'utilizzo di GPU come acceleratori numerici);
- la creazione di corsi, seminari e meeting interni ed esterni dedicati ai singoli argomenti;
- la creazione di repository di software sviluppato per il singolo ricercatore o gruppo di ricerca.

In tutto questo discorso va però tenuto presente un punto cruciale che è l'invecchiamento del capitale umano, soprattutto quello di supporto alla ricerca. Oramai diverse strutture iniziano ad avere problemi di supporto all'utenza scientifica, e questo non per la mancanza di infrastrutture, ma per la mancanza di personale locale che, anche nel paradigma "Cloud", deve essere in grado come numero e come esperienza di supportare la componente scientifica, od a sviluppare il necessario background tecnologico tramite tecnologie mirate. A integrare, ma non in secondo piano, gli investimenti infrastrutturali va anche sviluppata una adeguata politica di turn-over se non di incremento del capitale umano.

7 Collaborazioni Nazionali ed Internazionali

7.1 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.

Le roadmap scientifiche e delle infrastrutture del network europeo Astronet, avviato nel corso del settimo programma quadro, hanno costituito l'elemento coagulante di gran parte dell'astronomia europea e gettato le basi su cui si sono sviluppati i piani nazionali, incluso quello dell'INAF.

Con l'avvio del nuovo programma quadro, Horizon 2020, è stata proposta 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 Roque de los Muchacos (Canarie). La definizione del nuovo coordinamento è a guida INAF e STFC (Science and Technology Facilities Council, UK).

Le nuove infrastrutture per l'astrofisica inserite nella roadmap ESFRI (CTA, SKA e E-ELT) vedono INAF presente sin dalla loro costituzione con propri rappresentanti negli organi di governo, in maniera determinante sia del punto di vista tecnologico che scientifico e a ciò autorizzata dal MIUR.

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

Esistono inoltre numerose collaborazioni internazionali a livello scientifico e tecnologico, consolidate nel corso degli anni da parte di gruppi di ricerca presenti nelle strutture territoriali dell'INAF, come rappresentato nella seguente tabella.

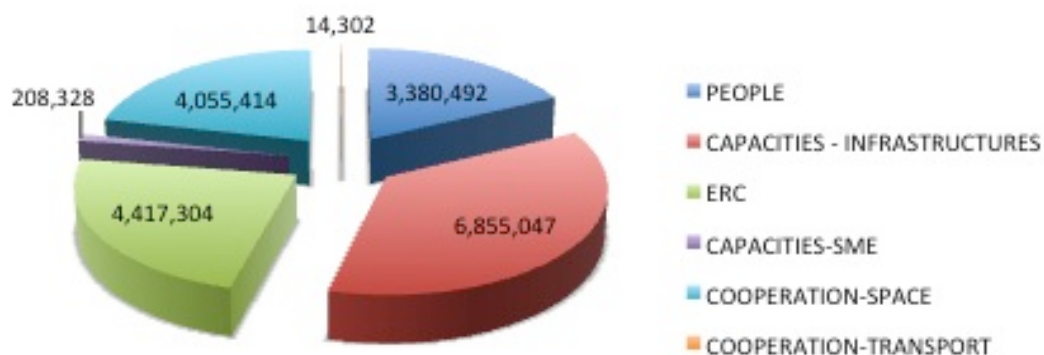
Stato	Osservatori												IASF			IAPS	IRA
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	BO	MI	PA		
Francia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Germania	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
UK	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	X
Spagna	x	x	x		x	x	x			x		x	x	x	x	x	X
Olanda		x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	X
Belgio		x				x								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	
Brasile			x														

Nell'ambito degli accordi di collaborazione in ambito scientifico e tecnologico sottoscritti dal Governo Italiano attraverso il Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale INAF ha ricevuto finanziamenti nel corso dell'ultimo triennio a valere su progetti di grandi rilevanza in particolare nell'ambito delle collaborazioni esistenti con il Giappone gli Stati Uniti e il Sud Africa.

7.1.1 I contributi europei

Il grafico riportato sotto illustra la distribuzione dei finanziamenti ricevuti dall'INAF nell'ambito dell'FP7 che ha sfiorato la cifra totale di 20 Milioni di Euro.

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



7.1.2 Horizon 2020

A tre anni dall'inizio del Programma Quadro "Horizon 2020" l'INAF continua a mantenere un trend positivo nell'assegnazione di finanziamenti europei a fronte dei progetti presentati nell'ambito di nuove collaborazioni o di consolidate collaborazioni a carattere europeo, come dimostrano gli oltre 9 Milioni di Euro di finanziamenti ottenuti.

ACRONIMO PROGETTO	CALL	COORDINATORE UE	CONTRIBUTO COMPLESSIVO DEL CONTRATTO UE	CONTRIBUTO ALL'INAF
Excellence Science ERC Grant				
Fornax 679627	ERC-2015-STG	INAF	€ 1.500.000,00	€ 1.500.000,00
TOTALE			€ 1.500.000,00	€1.500.000,00
Excellence Science MSCA				
Cosmo Plasmas 658912	H2020-MSCA-IF-2014	INAF	€ 244.269,00	€ 244.269,00
TMSP 660657	H2020-MSCA-IF-2014	INAF	€ 168.277,00	€ 168.277,00
AstroFlt2 664931	H2020-MSCA-COFUND-2014	INAF	€ 1.911.600,00	€ 1.911.600,00
TOTALE			€ 2.324.146,00	€2.324.146,00

Excellence Science Infrastructures				
EGI-Engage 654142	H2020-EINFRA-2014-2	EGI.eu (NL)	€ 8.000.000,00	€ 81.000,00
INDIGO- DataCloud 653549	H2020-EINFRA-2014-2	INFN (IT)	€ 11.138.114,00	€ 187.500,00
GRESt 653982	H2020-INFRADEV-1- 2014-1	IAC (ES)	€ 2.977.274,00	€ 370.000,00
ASTERICS 653477	H2020-INFRADEV-1- 2014-1	ASTRON (NL)	€ 14.991.195,00	€ 1.459.290,00
AHEAD 654215	H2020-INFRAIA-2014- 2015	INAF	€ 4.982.477,00	€ 1.340.434,00
EPN2020-RI 654208	H2020-INFRAIA-2014- 2015	The Open University (UK)	€ 9.945.361,00	207.000,00
		TOTALE	€ 52.034.421,00	€3.645.224,00
Excellence Science FET				
ExaNeSt 671553	H2020-FETHPC-2014	FORTH (GR)	€ 8.442.548,00	€ 600.000,00
		TOTALE	€ 8.442.548,00	€ 600.000,00
LEIT SPACE				
PPOSS 687373	H2020-COMPET-2015	ESF (FR)	€ 996.106,25	€ 69.706,25
EURO-CARES 640190	H2020-COMPET-2014	NATURAL HISTORY MUSEUM (UK)	€ 1.999.999,00	€ 347.275,00
UPWARDS 633127	H2020-COMPET-2014	CSIC (ES)	€ 2.103.594,00	€ 347.125,00
NEOShield-2 640351	H2020-PROTEC-2014	AIRBUS GMBH (DE)	€ 4.217.071,00	€ 185.001,00
		TOTALE	€ 9.316.770,25	€ 949.107,25
			TOTALE	€ 73.617.885,25
				€9.018.477,25

Come emerge dalla tabella sopra riportata 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.

Nel corso di questi ultimi 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.

A questo riguardo si sottolinea l'importanza delle assunzioni straordinarie per meriti eccezionali di ricercatori italiani attualmente operanti all'estero, in grado di stimolare ulteriormente le collaborazioni internazionali.

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 ri-assetto della Direzione Scientifica che prevede specifiche iniziative congiunte delle Unità Scientifiche a carattere Tematico Gestionale

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 2015 il suo primo ERIC per le attività del Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE).

7.2 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 (svilupata 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 opto-meccanica 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*.

7.3 Innovazione INAF

7.3.1 Panorama sulla innovazione contemporanea

La centralità dell'innovazione, quale motore della moderna economia della conoscenza, è un dato storico ormai globalmente acquisito. Tutti gli attori del mondo economico pianificano, infatti, le proprie strategie di business verso l'obiettivo di incrementare il posizionamento di proprie innovazioni sul mercato.

In questo scenario, si è quindi compreso come, anche le Amministrazioni Pubbliche, sia per le diverse funzioni di regolamentazione dei mercati, sia per i capitali che investono nel perseguimento delle diverse missioni istituzionali, debbano giocare un ruolo nei processi di innovazione della società e dell'economia, attraverso l'attuazione di politiche che inneschino fattori moltiplicativi di crescita economica, attraverso la promozione delle opportunità di innovazione.

Quale esempio di questo trend politico, si possono citare l'introduzione dei nuovi strumenti normativi comunitari d'incentivazione della innovazione, quali gli appalti per l'innovazione e gli appalti pre-competitivi, il cui obiettivo è la "fertilizzazione" dell'ecosistema industria-ricerca per stimolare innovazioni foriere di nuovi mercati.

Un moderno Ente Pubblico di Ricerca quale l'INAF, che produce conoscenza in un framework, per definizione, globale come la ricerca scientifica, è quindi, per sua stessa natura un provider di innovazione ed un player di politica economica, pertanto chiamato a dotarsi di una specifica politica di massimizzazione dell'impatto economico della propria attività.

7.3.2 Policy

Le modalità di valorizzazione dell'INAF, hanno subito una veloce trasformazione nel tempo, passando dall'iniziale esercizio delle sole attività di business development, ovvero tentativi di avviamento allo sfruttamento economico del proprio portfolio brevetti, alla definizione di una più ampia ed articolata politica industriale e dell'innovazione, quale obiettivo strategico teso a massimizzare l'impatto dei ritorni sugli investimenti pubblici che l'Istituto è deputato a gestire nell'esercizio della propria missione istituzionale, anche in forza della crescita del posizionamento strategico che il ruolo dell'INAF ha rapidamente acquisito sulla scena internazionale.

Dialogo organico con il mondo produttivo, comprensione delle capabilities industriali del Paese, analisi dei trend tecnologici di punta, ottimizzazione delle policy di gestione della proprietà intellettuale, sono quindi divenuti strumenti cardine di un sistematico ciclo dell'innovazione che vedo come ambito principe della declinazione la partecipazione ai grandi progetti infrastrutturali di carattere internazionale, con l'obiettivo strategico di massimizzare i ritorni per il Paese sotto il profilo economico, tecnologico ed industriale.

Sulla base delle strategie di massimizzazione dei ritorni, vengono quindi decisi i target di partecipazione nei progetti, con l'esplicito intendo di posizionarsi nello spettro di attività che può potenzialmente apportare il maggior valore aggiunto in termini di innovazione scientifica e tecnologica per il Paese.

Le attività avviate per progetti quali EELT, SKA, CTA che rappresentano un significativo campo di azione di questo approccio politico, che oltre a portare, nel prossimo futuro, un significativo numero di innovazioni nei prossimi anni, ha già garantito ritorni economici per Paese di gran lunga superiori agli investimenti effettuati.

Un fulgido esempio di successo di questa politica è il caso del progetto EELT – European Extremely Large Telescope dove, grazie ad un piano di dialogo strutturato con le aziende iniziato nel 2008, si è

resa possibile l'aggiudicazione ad una cordata di aziende italiane, della gara per la costruzione della struttura meccanica portante e della cupola di quello che sarà il più grande telescopio ottico mai realizzato, con un contratto il cui valore ammonta a circa 400 milioni di Euro.

7.3.3 Sviluppo di applicazioni tecnologiche

Nel novero degli obiettivi di una strategia per l'innovazione vi è anche la valorizzazione, economica e sociale della ricerca astronomica, non solo sul piano culturale, ma anche nella diffusione ed applicazione di nuove tecnologie, la cui applicabilità può ricadere in ambiti diversi da quello astronomico.

Sulla base delle analisi e degli sviluppi tecnologici in corso nell'Istituto, nel prossimo triennio saranno poste in essere specifiche azioni di valorizzazione su asset tecnologici quali:

- Supercalcolo e big data
- applicazioni per diagnostica, a bassissima invasività, di materiale biologico;
- adattamento alla diagnostica medica per immagini, delle tecniche utilizzate per l'elaborazione ed il processing delle immagini astronomiche;
- sviluppi industriali della opto-meccanica di grande precisione di derivazione aerospaziale;
 - apparati di trasmissione nelle frequenze radio;
 - diagnostica di sicurezza attraverso l'utilizzo di rivelatori di muoni;
 - applicazioni geologiche di apparati strumentali basati su rivelatori muonici

7.3.4 Azioni operative

A supporto della politica industriale e dell'innovazione, saranno condotte le seguenti azioni:

1. attuazione del nuovo regolamento generale in materia di gestione e tutela della proprietà intellettuale, valorizzazione economica ed incentivazione della innovazione;
2. programma di formazione sulla economia della innovazione;
3. dialogo strutturato con le aziende di settore.
4. incentivazione delle collaborazioni di ricerca con le aziende;
5. stimolo alla costituzione di start-up innovative promosse dai ricercatori dell'INAF
6. attivazione della prima edizione del premio INAFINNOVA;
7. .

Tab. 4.1 Partecipazioni per valorizzazione della ricerca e trasferimento tecnologico

Denominazione	CF	Tipo logia	Indirizzo WEB
INNOPadova		C	
OPTOSCANA		C	http://optoscana.net/
Frascati Scienza		C	http://www.frascatiscienza.it/
Master II Livello in Scienza e Tecnologia Spaziale		C	http://www.mat.uniroma2.it/mastersts
Notte dei Ricercatori		C	www.nottedeiricercatori.it
Accordo attuativo della convenzione CRUI-INAF TRA Il Dipartimento di Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET) dell' Università Sapienza di Roma e l'INAF		C	

accordo di collaborazione tra dipartimento scienze del sistema terra e tecnologie per l'ambiente (CNR - DTA)e INAF		E	
Project Agreement for the Scientific and Technical Cooperation Between INAF and The University of Arizona Lunar and Planetary Laboratory (UA-LPL)		E	
Convenzione CRUI – INAF tra il dipartimento di matematica e fisica dell'Università “Roma tre” e l’INAF		E	
Convenzione CRUI – INAF tra il dipartimento di matematica e fisica “Ennio de Giorgi” dell'Università del Salento e l’INAF		E	
Convenzione per la promozione di tirocini teorico pratici presso aziende/enti (master in scienza e tecnologia spaziale del dipartimento di matematica dell'Università di Roma “Tor Vergata e INAF		E	
Convenzione CRUI-INAF tra dipartimento di scienze e tecnologie dell’Università di Napoli Parthenope e INAF		E	
Dalle tecnologie per l'astrofisica alla creazione di impresa per lo sviluppo del territorio		C	http://www.astropa.unipa.it/indice_generale/FSE/index.html
Consorzio per la Fisica” di Trieste		C	http://www.consorzio-fisica-trieste.it
Coordinamento degli Enti di Ricerca” del Friuli Venezia Giulia		C	http://www.area.trieste.it/opencms/opencms/area/it/CER/
Welcome Office del Friuli Venezia Giulia		C	http://www.welcomeoffice.fvg.it
Modulo di insegnamento gratuito per il corso di "Laboratorio di Astronomia", del corso di Laurea Magistrale in Astrofisica e Cosmologia dell'Università di Bologna		C	
Seminario nell’ambito del corso: Sistemi a portante ottica, dell’Università di Bologna “Grandi impianti radioastronomici e sistemi in fibra ottica”		C	
Bando CORESEARCH di FILAS Regione Lazio		D	
bando MISE Fondo per la crescita sostenibile		D	
Partecipazione a una rete di		E	

aziende (capofila la MC&A di Bari) per l'innovazione logistica delle PMI pugliesi			
SARDASENSOR		C	http://www.sardegna.ricerche.it/index.php?xsl=370&s=262830&v=2&c=12088&nc=1&sc=&q=1&qp=2&fa=1&o=1&t=3
SARDASENSOR		E	http://www.sardegna.ricerche.it/index.php?xsl=370&s=262830&v=2&c=12088&nc=1&sc=&q=1&qp=2&fa=1&o=1&t=3
Progetto Speciale Multiasse "Sistema Sapere e Crescita"		C	http://saperecrescita.lngs.infn.it/
Lombardia Aerospace Cluster		C	http://www.aerospacelombardia.it
UniverLecco		C	http://univerlecco.it/about
Contratto di collaborazione con la ditta Glass-Up per lo sviluppo tecnologia olografica		D	
FameLAB			http://famelabbo.bo.imm.cnr.it/
PERcorsi FORMATivi post-laurea in ambito Astrofisico		C	http://www.sicilia-fse.it/DesktopDefault.aspx?tabid=4&mid=44&NewsID=137&st=1
PERcorsi FORMATivi post-laurea in ambito Astrofisico		D	
Consorzio Multi-Ente per la promozione e l'adozione di Tecnologie di calcolo Avanzato" (COMETA)		E	http://www.consorzio-cometa.it
Cluster Tecnologico Nazionale Aerospazio		A	http://www.ctna.it/ITA/
Novaetech Srl		B	http://www.novaetech.it/
Technapoli		E	http://www.technapoli.it/

8 Attività di terza missione

8.1 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.

Sul versante del recupero dell'informazione bibliografica corrente, non storica, è da sottolineare che sono in corso trattative con il gruppo CARE (Coordinamento per l'accesso alle risorse elettroniche) della CRUI per la sottoscrizione di un accordo con CRUI per poter partecipare, come INAF, ai contratti con i principali editori scientifici per la sottoscrizione degli abbonamenti alle riviste.

Il Servizio Biblioteche e Archivi inoltre sta collaborando con l'IAU al progetto di digitalizzazione sistematica dei proceedings IAU fornendo all'editore, Cambridge University Press, i volumi di difficile reperibilità.

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. Per poter coordinare le diverse attività di recupero e conservazione gestite singolarmente nelle diverse strutture locali, INAF si è dotato un Servizio dedicato, il Servizio Musei, afferente all'Unità Scientifica Centrale I della Direzione Scientifica, che sostiene tutte le azioni volte alla 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.

Dal 2014 il Servizio Musei si è anche fatto promotore di alcuni eventi culturali volti a recuperare la memoria storica degli Osservatori Astronomici italiani e delle loro collezioni scientifiche: ha quindi supportato il Convegno scientifico «Giuseppe Lorenzoni: l'uomo, l'astronomo e il Maestro», in commemorazione dei 100 anni dalla morte del IV direttore dell'Osservatorio di Padova, e il workshop su "I telescopi Merz in Italia" (Palermo, Museo della Specola, 26-27 maggio 2015), organizzato dall'Osservatorio Astronomico di Palermo per fare il punto sull'attuale stato di conservazione e musealizzazione in Italia dei telescopi realizzati dalle Officine Merz, mettendo in evidenza come questa costituisca una delle collezioni più importanti dell'INAF nel suo insieme.

Il Servizio Biblioteche e Archivi e il Servizio Musei dell'INAF, hanno realizzato *Polvere di Selle*, il Portale dei beni culturali astronomici italiani (www.beniculturali.inaf.it), che raccoglie i database archivistici, bibliografici e strumentali di tutti i beni culturali INAF e che è tuttora in fase d'implementazione e aggiornamento. Il Portale intende essere uno strumento informatico interattivo che consenta, agli studiosi, ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-scientifiche dell'INAF, dal momento che da esso sono accessibili tutti i database delle differenti tipologie di materiale storico. Il Portale è arricchito sia dalla presenza della Teca digitale, che permette la consultazione dei volumi antichi di particolare rilievo in full text, sia dal database delle biografie degli astronomi italiani.

In particolare, per quanto riguarda la strumentazione storica, si sta procedendo alla realizzazione di un database nazionale delle collezioni, che risponda ai criteri di catalogazione richiesti dall'ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione), al fine di pervenire, per ciascun oggetto della collezione INAF, all'assegnazione del numero di catalogo generale NCTN. 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.

Per quanto riguarda il materiale bibliografico, si sta ultimando la catalogazione di tutti i libri antichi ed è stata effettuata la digitalizzazione dei volumi antichi dell'Osservatorio di Capodimonte, e di una selezione tra i più pregiati volumi dell'Osservatorio Astronomico di Roma. Tali testi sono consultabili nella teca digitale del portale dei beni culturali. Inoltre nel corso del 2016 si intende inoltre procede, ove le risorse lo permettano, anche alla digitalizzazione degli incunaboli e delle cinquecentine conservate presso l'Osservatorio di Brera. Le digitalizzazioni ad alta risoluzione dei volumi sono conservate presso un repository nazionale ospitato dall'IA2 (OATS).

Per quanto attiene agli archivi storici, è in fase di conclusione il riordino dell'archivio storico dell'Osservatorio di Roma che si intende completare, ove le risorse lo permettano, entro la fine del 2016. Inoltre è stato pubblicato l'inventario dell'archivio storico di Palermo, a cura di D. Randazzo, A. Mandrino, S. La Via e R. Vinci.

Nel biennio 2015-16, gli Osservatori di Arcetri, Capodimonte, Padova, Palermo e Roma, infine, sono coinvolti nel progetto PDIN INAF "Analyzing starlight" per la valorizzazione del patrimonio storico culturale INAF che ha portato alla realizzazione della mostra a rete STARLIGHT (21 marzo-21 giugno 2016).

8.2 Le collezioni scientifiche

Avendo accorpato i 12 Osservatori Astronomici italiani, la cui fondazione risale in alcuni casi a oltre 250 anni fa, all'atto della sua costituzione INAF ha acquisito anche tutto il patrimonio strumentale da questi posseduto, e nella sua globalità questo patrimonio costituisce una delle **collezioni scientifiche** più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, non solo a livello italiano o europeo, ma anche a livello mondiale. INAF si è quindi impegnato ed intenderebbe continuare ad impegnarsi, ove le risorse lo permettano, ad attuare tutte quelle attività di ricerca che ne garantiscano la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali, così come previsto dallo Statuto (Art. 2, comma g). Le collezioni scientifiche INAF sono dunque dislocate su tutto il territorio nazionale e alcune di esse sono permanentemente esposte in musei strutturati, e quindi fruibili dal pubblico.

I Musei e le collezioni strumentali INAF sono così distribuiti sul territorio:

OA Arcetri (Firenze). Collezione. Gli strumenti storici più importanti dell'OA Arcetri sono da molti anni conservati al Museo Galileo di Firenze, ma dal 2009 si sono avviati interventi di recupero sugli oggetti (ca. 170 pezzi, in gran parte Novecenteschi) che erano rimasti in Osservatorio. In particolare si è attuato il restauro del telescopio 'Tempel' ed è stata effettuata la ricognizione della collezione: strumenti, opere artistiche, arredi - con ricerca di fonti documentarie ed iconografiche, che ha portato alla ricollocazione di un ritratto ottocentesco di Galileo, e al rinvenimento e ricollocazione del busto in marmo di Domenico Cipolletti, opera di Luigi Cartei. La strumentazione più piccola è esposta nel padiglione 'Amici', ed è visitabile in occasione delle visite didattiche organizzate dall'Osservatorio. È attualmente in corso la catalogazione di tutta la collezione all'interno del database nazionale.

OA Brera (Milano). Museo aperto al pubblico. Fino al 2015 la collezione storica Sette-Ottocentesca (ca. una novantina di pezzi), restaurata da molti anni a cura dell'Università degli Studi di Milano, è stata gestita in parte dall'Osservatorio, in parte dall'Università stessa. Dal dicembre 2015 è stato formalmente costituito il Museo Astronomico di Brera (MAB), dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera. L'OA Brera sta quindi curando la catalogazione degli strumenti novecenteschi, mai censiti in precedenza (si contando ca. 450 oggetti), compiendo le necessarie ricerche sul loro funzionamento, attraverso la documentazione storica, per la compilazione delle relative schede e sta preparando le nuove schede di tutta la collezione scientifica, da inserirsi nel Portale nazionale dei Beni Culturali INAF. Il team di OABr, in collaborazione con Unimi, ha inoltre realizzato le audioguide, per ora solo in italiano, per i visitatori del Museo Astronomico.

OA Cagliari. Collezione. Il recupero della strumentazione d'interesse storico (ca. una trentina di pezzi), ereditata dalla Stazione Astronomica di Carloforte, ha avuto avvio negli anni novanta. Alla fine del 2013, con il trasferimento dell'Osservatorio alla nuova sede, presso il comune di Selargius (Cagliari), si è concretizzata l'idea di realizzare una Sala Espositiva, progettata per accogliere il patrimonio storico-astrometrico e renderlo fruibile al pubblico, all'interno dei Percorsi Museali della Sardegna. In essa troveranno spazio anche dei momenti didattici con attività di tipo laboratoriale. L'allestimento della Sala Espositiva ha avuto inizio nel gennaio del 2014, secondo le linee guida indicate dalla Regione Sardegna, per il riconoscimento del Polo Museale dell'Osservatorio cagliaritano all'interno della rete museale regionale. Per ogni strumento e, se presenti, per le parti accessorie, si stanno predisponendo le didascalie complete di tutti i dati indicativi: questi confluiranno anche nel database del Portale nazionale. L'apertura della struttura è prevista entro il 2016.

OA Capodimonte (Napoli). Museo aperto al pubblico. Il MuSA – Museo degli Strumenti Astronomici dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte è stato inaugurato il 17 novembre 2012 e con decreto dell'8 marzo 2013 è stato approvato il regolamento, la carta dei servizi, gli orari di apertura e tariffe, ed è stato nominato il Responsabile scientifico. La collezione scientifica permanentemente esposta conta circa cento strumenti che coprono un arco temporale dal Cinquecento agli inizi del Novecento, alcuni di notevole pregio artistico e scientifico; è tuttora in corso lo studio della documentazione ad essa relativa, così come lo studio dei documenti biografici e la produzione scientifica degli astronomi di Capodimonte, per l'ampliamento delle note storiche presenti nelle schede catalografiche inserite nel

database locale e nel nuovo database nazionale consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Nel corso del 2015 è proseguita l'intensa attività di promozione culturale che dall'apertura del MuSA è stata organizzata, in collaborazione con le principali istituzioni culturali del territorio. Per il progetto, *Gli infiniti Mondi*, approvato dall'Osservatorio e finanziato dalla Regione Campania DG12-UOD04, è stata realizzata una mostra dal titolo: *Napoli patria della Fantascienza: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci*. L'iniziativa che ha ottenuto il patrocinio della Regione Campania, dei comuni di Napoli, Nola e Picinisco, dell'Accademia dei Lincei e dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL. È stata realizzazione di un set di tre cartoline postali e l'emissione di un annullo filatelico speciale dedicati alla mostra. Insieme al catalogo della mostra: *Viaggiatori del cosmo: dagli infiniti modi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci*, sono state realizzate le ristampe anastatiche di alcuni volumi di Capocci: *Dialoghi sulle Comete* (1825), *Quadro del sistema planetario solare* (1853), *Relazione del primo viaggio alla Luna fatto da una donna l'anno di grazia 2057* (1857); inoltre è stato pubblicato il volume *Discorso letto per l'inaugurazione del monumento sepolcrale di Ernesto Capocci dal prof. Pasquale del Pezzo, duca di Caianello*, tratto da un inedito documento ritrovato nell'Archivio Storico dell'Osservatorio di Napoli. Associata alla visita della mostra e all'osservazione del cielo con i telescopi è stata realizzata una serie di conferenze pubbliche, con tematiche scientifiche strettamente legate ai temi trattati dalla mostra. È stato completato il restauro del Cerchio Ripetitore di Reichenbach e Utzschneider (1814), il primo strumento installato nell'Osservatorio di Capodimonte con il quale fu realizzata la prima osservazione dal nuovo sito, ed è stata progettata e realizzata la struttura di sostegno, rifacendosi ai disegni originali del 1824. La nuova installazione nel MuSA verrà inaugurata agli inizi del 2016. Il progetto *Il Vesuvio dell'Astronomia*, approvato dall'Osservatorio nel corso del 2014, è stato finanziato dalla Regione Campania e nelle prime settimane del 2016 verranno realizzate le attività programmate. Nel 2015 è proseguito inoltre il lavoro di restauro sulla collezione (restauro dell'Apparecchio per l'osservazione delle immagini riflesse delle stelle di Heurtaux (1881)) e di manutenzione delle teche del MuSA. *Tuttavia il MuSA non è ancora dotato di personale stabile a tempo indeterminato ad esso dedicato ed è auspicabile che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un Conservatore strutturato.*

OA Catania. Collezione. Possiede diverso materiale storico già catalogato (circa una cinquantina di pezzi), ma questo non è esposto al pubblico e non è attualmente fruibile neanche all'interno dei percorsi delle visite divulgative. Si sono però individuate le priorità da perseguire nel prossimo triennio (cfr. più sotto).

OA Torino. Collezione. Possiede circa una quarantina di strumenti antichi che sono stati oggetto di restauro negli ultimi anni, ma che non sono fruibili al pubblico per mancanza di spazi. Nel corso del 2013 si è quindi effettuato il prestito di tre strumenti per la mostra *Lagrange: un europeo a Torino*, organizzata dall'Accademia delle Scienze di Torino per celebrare il bicentenario della morte del suo illustre Socio fondatore.

OA Padova. Museo aperto al pubblico. Il Museo *La Specola*, sezione museale dell'OAPd, è stato istituito nel 1994, e da allora esso è regolarmente aperto al pubblico. Il Museo possiede una collezione scientifica di circa 150 strumenti storici, databili dalla metà del Settecento fino ai primi anni del Novecento, di cui un'ottantina esposti; ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca storica. La strumentazione novecentesca e contemporanea è per lo più conservata presso la succursale di Asiago, dove l'OA Padova convive con l'Osservatorio Astrofisico del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova. In questa sede gli oggetti appartenenti all'Osservatorio sono stati utilizzati dal Dipartimento per allestire il 'Museo degli strumenti di Astronomia'. Nel corso del 2015 a Padova è proseguita l'attività di ricerca storica e l'attività di revisione catalogografica per il riversamento del catalogo locale nel database nazionale, consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Si è inoltre continuata l'attività di promozione culturale della collezione scientifica: dopo il Convegno scientifico «Giuseppe Lorenzoni: l'uomo, l'astronomo e il Maestro», svoltosi in commemorazione dei 100 anni dalla morte del IV direttore dell'Osservatorio di Padova, e la mostra bibliografica, iconografica e strumentale «Giovanni Antonio Rizzi Zannoni, cartografo e geografo», realizzata per le celebrazioni del Bicentenario della morte del celebre cartografo nel 2014, occasione nella quale si è proceduto all'intervento di pulizia e restauro della Tesa parigina del Wolf (1776), nel 2015 è stata realizzata la mostra «Luci dal passato: gli antichi libri ritornano alla luce», che ha visto l'esposizione di una parte dei volumi della Biblioteca Antica

dell'Osservatorio, restaurati grazie al sostegno della Fondazione Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo, nell'ambito del Bando 'Biblioteche e Archivi 2013'. La mostra bibliografica ha illustrato al pubblico non solo il contenuto astronomico dei volumi e l'importante contributo culturale da essi fornito allo sviluppo dell'astronomia nel corso dei secoli, ma anche le più salienti fasi del restauro, che ha permesso di 'riportare alla luce' questi piccoli e grandi capolavori del nostro passato.

OA Palermo. Museo. Gestisce e cura da molti anni, tramite convenzione, la collezione scientifica di proprietà universitaria. Il Museo è chiuso da luglio 2010 per adeguamento alla normativa antincendio per la quale sono già stati fatti nel corso del 2015 una parte dei lavori di adeguamento che si prevede di poter concludere, ove le risorse lo permettano, entro il 2016. Nonostante questa situazione il Museo continua a svolgere l'attività di ricerca e di conservazione di sua competenza: nel 2012 è stato realizzato un importante intervento di restauro sul pilastro lesionato del grande rifrattore Merz (1865), in occasione del quale è stata effettuata la pulitura e manutenzione dello strumento. Nel 2013 sono state avviate le operazioni di pulitura straordinaria del Cerchio di Ramsden (1789), il pezzo principale della collezione, ultimate nel 2014. Nel 2014 è stata completata l'inventariazione dei beni in deposito, non ancora catalogati, che ha prodotto un elenco aggiuntivo di circa 120 pezzi. È stato inoltre effettuato, dall'ottobre 2013 all'ottobre 2014, un rilevamento dati del microclima del Museo, grazie alla collocazione di appositi sensori, i cui dati sono ancora allo studio. Tutte le attività relative al Museo (per una visita virtuale vedasi <http://www.astropa.unipa.it/museo/visitavirtuale.htm>) sono state comunicate al pubblico attraverso la redazione di una Newsletter elettronica (di cui sono usciti 12 numeri), consultabile alla pagina <http://www.astropa.unipa.it/NewsletterOttobre.html>.

OA Roma, Museo Astronomico e Copernicano. Museo. L'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma (OAR) possiede un patrimonio unico al mondo per ampiezza e completezza, che abbraccia un periodo che va dal XVI secolo ai nostri giorni. La collezione scientifica proviene dai due principali osservatori astronomici romani dell'Ottocento, che sono stati la culla dell'astrofisica: l'Osservatorio del Collegio Romano e l'Osservatorio del Campidoglio. Il materiale più recente è frutto delle attività svolte dall'Osservatorio di Roma nella sede di Monte Mario, nel Novecento. A questo si aggiungono le opere conservate nel Museo Astronomico e Copernicano a partire dalle collezioni raccolte in occasione delle celebrazioni di Copernico nel 4° centenario della nascita, tenutesi a Roma nel 1873. La collezione e il relativo percorso storico si sviluppano su due sedi: Monte Porzio e Monte Mario. A Monte Porzio, presso l'edificio principale dell'OAR, nel 2014 è stato inaugurato un nuovo percorso espositivo, che prevede una parte stabile e due ambienti (la cupola e una nuova sala blindata) dedicati a mostre temporanee, mentre il percorso espositivo di Monte Mario, che conserva le collezioni del Museo Astronomico e Copernicano, è attualmente in fase di riallestimento.

Le attività di ricerca svolte sulle collezioni nel biennio 2013-14 hanno coinvolto unitariamente strumenti, libri e documenti d'archivio: ricognizione del patrimonio librario composto da circa 4000 libri antichi (tra cui due copie della prima edizione del *De revolutionibus* di Copernico del 1543) e ricostruzione delle collezioni e della loro provenienza; digitalizzazione di una selezione di volumi antichi e di pregio per il portale beni culturali INAF; riordinamento dei documenti dell'archivio storico; studio della strumentazione di Angelo Secchi (caratterizzazione dei prismi a visione diretta e del prisma obiettivo) in vista della mostra *Starlight* e delle celebrazioni del bicentenario della nascita di Secchi del 2018; ricognizione e analisi storico-scientifica di tutte le opere conservate per la realizzazione delle schede necessarie al nuovo allestimento del museo e al portale dei beni culturali INAF; studio per la realizzazione di un exhibit "astrolabio virtuale" per i visitatori del museo; ricerca sulla storia dell'astronomia da Monte Mario e valorizzazione della linea del primo meridiano (collocamento dello strumento dei passaggi di Bamberg nella cabina dove è stato utilizzato fino agli anni '60 del secolo scorso); collaborazioni di ricerca storica per lo studio e la valorizzazione del patrimonio comune tra Museo Astronomico e Copernicano e Università Gregoriana, Biblioteca Nazionale di Roma, CRA-CMA, Biblioteca Casanatense, Istituto Massimo; recupero e restauro di alcune opere di elevato valore storico (globo celeste di Coronelli, codice manoscritto del XIV sec.). Il personale necessario allo svolgimento delle attività sopra elencate si compone di un ricercatore storico dell'astronomia a tempo pieno, che svolga anche l'attività di curatore delle collezioni (nel biennio 2013-14 questo è stato ricoperto da un

Assegno di ricerca); un tecnico part-time al 50% di affiancamento per tutte le attività connesse alla conservazione del patrimonio antico; un tecnico part-time al 50% per lo studio e l'inventariazione dell'archivio storico; un ricercatore per il coordinamento delle visite guidate, per una giornata alla settimana; collaboratori: giovani astronomi e fisici per condurre le visite guidate su richiesta. Dal pensionamento dei due Conservatori precedenti, che curavano separatamente la strumentazione di Monte Porzio e di Monte Mario, il museo *non è più dotato di personale stabile a tempo indeterminato ad esso dedicato ed è quanto mai urgente che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un Conservatore stabile, strutturato e qualificato per la sua gestione, soprattutto in vista della prossima riapertura e riavvio di tutte le attività Museali.*

OA Teramo. Museo aperto al pubblico. Il Museo possiede una collezione scientifica di circa 40 strumenti e l'attuale allestimento è stato progettato e realizzato nel 2014, anno della sua riapertura dopo la chiusura forzata a causa del sisma del 2009. Tutto il materiale è stato restaurato e catalogato all'interno del database nazionale, consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Per ogni strumento è stata anche redatta una scheda descrittiva. Tutte queste schede sono confluite in un unico catalogo museale consultabile dal visitatore anche on-line sul sito: www.oa-teramo.inaf.it/museo.htm. Il Museo è parte integrante del nuovo Laboratorio Didattico realizzato nel 2014, dove sono state sviluppate tecnologie per la didattica e la divulgazione dell'Astronomia: quadrisfera, schermo immersivo, sala dei pianeti, sala delle cosmologie antiche e sala 3D. L'allestimento del museo suggerisce al visitatore un percorso da seguire attraverso un ordinamento scientifico continuo, mettendo in rilievo le specificità di ogni strumento esposto. Questa organizzazione spaziale e funzionale crea un senso di immediata comunicazione tra l'oggetto esposto ed il visitatore, suscitando l'interesse di quest'ultimo. A tale scopo si è fatto ricorso alle moderne tecniche comunicative integrando l'ausilio di didascalie efficaci e di pannelli esplicativi con l'utilizzo di sistemi multimediali QR-Code, AR+ (Augmented Reality) e sviluppando una specifica App scaricabile dalle principali piattaforme (IOS e ANDROID). Ciò permette al visitatore di spostarsi a differenti livelli d'approfondimento e d'interattività, fornendogli così un'informazione più esauriente ed efficace.

OA Trieste. Collezione. Possiede circa 25 strumenti, esposti con allestimento tematico assieme a una quarantina di testi storici al piano terreno della cupola principale della Stazione osservativa di Basovizza (Specola Margherita Hack).

Nel corso del triennio 2016-18, in tutti gli Osservatori proseguiranno le attività di ricerca finalizzate ad incrementare la conoscenza, la catalogazione, il restauro e la conservazione degli strumenti scientifici non più in uso per la ricerca moderna. Ad **Arcetri**, nella primavera del 2016, all'interno della mostra distribuita 'Starlight: la nascita dell'astrofisica in Italia', verrà allestita la sezione locale 'Le origini dell'astrofisica a Firenze', insieme alla realizzazione del catalogo cartaceo, del sito web dedicato e del tour virtuale della mostra. A **Cagliari** sarà aperto al pubblico l'allestimento museale. A **Napoli** prenderà avvio il restauro della cupola del cerchio meridiano di Repsold (1935), con annessa pulitura della strumentazione antica lì conservata; inoltre sarà realizzato *Smart observatory*, un progetto pilota presentato alla Regione Campania per la realizzazione di un'applicazione per smartphone e l'installazione di alcuni dispositivi Ibeacon su specifici beni storici sia museali che architettonici. Insieme alla presentazione della nuova struttura del Cerchio Ripetitore verrà realizzata la mostra 'Memorie di carta sotto il cielo di Napoli', esposizione di 12 tavole, carboncino su carta, realizzate dall'artista napoletano Christian Leperino. Nella primavera del 2016 per la mostra 'Starlight: la nascita dell'astrofisica in Italia', verrà allestita la sezione dedicata all'Eclisse totale di Sole del 1870, insieme alla realizzazione di un catalogo cartaceo, alla realizzazione di un sito web dedicato e di un tour virtuale della mostra. Infine verranno programmate una serie di aperture straordinarie della struttura nei primi sabati di ogni mese con visita alle collezioni museali e le osservazioni del Sole con il telescopio 40 cm e il celostato. Nel corso del 2016 verrà definito un protocollo d'intesa con il Polo Museale della Campania per la definizione di un programma di attività per la valorizzazione del patrimonio storico artistico e scientifico custodito dal MuSA e dai musei napoletani. A **Catania** prenderà avvio il recupero degli strumenti del "Regio Osservatorio Astrofisico di Catania" (attualmente dispersi) e il restauro della canna del telescopio Merz ora custodito nel deposito delle Officine di Meccanica dell'OACT; si intende poi allestire un piccolo "Museo della Specola", all'interno di uno degli ambienti del Monastero dei Benedettini di Catania, sede

del primo osservatorio cittadino; sarà realizzata una mostra dedicata a “Tacchini: astronomo e avventuriero”, legata al recupero e digitalizzazione di lastre fotografiche di fine ‘800 ed inizi ‘900 che descrivono i viaggi di Tacchini dedicati all’osservazione delle eclissi di Sole; sarà poi realizzata una monografia dedicata al “Regio Osservatorio” ed ai suoi strumenti. A **Padova** si eseguiranno degli interventi di restauro sugli infissi dei locali museali, sia per una maggior valorizzazione dei locali stessi, storici e sottoposti a vincoli di tutela, sia per garantire un miglioramento del microclima degli ambienti espositivi. Si darà poi avvio allo studio di fattibilità del restauro del grande Circolo meridiano di Starke (1836), uno dei più importanti strumenti della collezione, e certamente un pezzo unico all’interno della stessa collezione INAF complessiva. Nella primavera del 2016, all’interno della mostra distribuita ‘Starlight: la nascita dell’astrofisica in Italia’, verrà allestita la sezione locale ‘Una Società Scientifica Italiana per l’Astrofisica’, insieme alla realizzazione del catalogo cartaceo, del sito web dedicato e del tour virtuale della mostra. A **Palermo** nella primavera del 2016, all’interno della mostra distribuita ‘Starlight: la nascita dell’astrofisica in Italia’, verrà allestita la sezione locale ‘Lo sviluppo della Fisica Solare’, insieme alla realizzazione del catalogo cartaceo, del sito web dedicato e del tour virtuale della mostra. A **Roma**, presso la sede di Monte Porzio, è stato programmato il restauro e la ricollocazione dello strumento per le osservazioni solari Ascania (2016) presso gli ambienti attualmente impegnati dal percorso storico. Inoltre nella primavera del 2016, all’interno della mostra distribuita ‘Starlight: la nascita dell’astrofisica in Italia’, verrà allestita la sezione locale ‘Roma capitale dell’astrofisica’, insieme alla realizzazione del catalogo cartaceo, del sito web dedicato e del tour virtuale della mostra. Le collezioni del Museo Astronomico e Copernicano ospitate presso Villa Mellini, a Monte Mario, saranno invece oggetto di un importante e sostanziale operazione di rinnovamento sia nell’aspetto dell’allestimento che nella logica del percorso espositivo, con l’introduzione di contenuti multimediali. I lavori per la fornitura del nuovo allestimento sono iniziati a marzo 2016 ed è prevista la riconsegna dei locali ad inizio estate 2016. A **Torino**, in occasione del convegno della *Scientific Instruments Commission*, programmato per settembre 2015, è stata organizzata una mostra temporanea presso l’Osservatorio. In occasione dell’anno della luce è stata poi organizzata la mostra “OltreLuce”, allestita presso Palazzo Madama da Ottobre 2015 a Gennaio 2016 che vede esposti anche diversi pezzi provenienti dalla collezione dell’Osservatorio Astronomico.

Le attività di ricerca legate alle collezioni scientifiche producono anche una serie di pubblicazioni, tra le quali si segnalano:

- Chinnici I., *Il patrimonio storico-scientifico dell’Osservatorio di Palermo*, Atti del Convegno «Gli strumenti scientifici delle collezioni storiche nell’area palermitana», Palermo, 23 e 24 ottobre 2014 in: Quaderni di Ricerca in Didattica (Science) 7 (2015), 1-9.
- Chinnici I., Randazzo D., Casi F., *Instruments on Movie Sets: A Case Study*, «Scientific Instruments on Display» (edited by S. Ackermann, R. L. Kremer, M. Miniati), Leiden, Brill, 2014, pp. 188-198.
- *Museo della Specola – Newsletter* (a cura di I. Chinnici) nn. 9-20 (2012-2014)
- *Starlight: la nascita dell’Astrofisica in Italia. Catalogo della mostra*, a cura di I. Chinnici, Napoli, Arte’m, 2016.
- Meschiari A., Bianchi S., 2013, *L’eredità di Giovanni Battista Amici ad Arcetri nel 150° anniversario della morte*, «Il Colle di Galileo», Vol. 2, N. 1, pp. 9-25.
- *Viaggiatori del Cosmo: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci*, pubblicazione realizzata a corredo della mostra «Napoli patria della Fantascienza: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci» (3 marzo – 30 aprile 2015, prorogata fino al 31 maggio 2015).
- Ristampa anastatica dei volumi di Capocci: *Relazione del primo viaggio alla Luna fatto da una donna l’anno di grazia 2057* (1857), *Dialoghi sulle comete* (1825), *Quadro del sistema planetario solare con relativa tavola* (1853).

- Pubblicazione documento inedito ritrovato nell'Archivio Storico dell'Osservatorio di Capodimonte: *Discorso letto per l'inaugurazione del monumento funebre dell'astronomo Ernesto Capocci*, a cura di Gargano M. e Olostro Cirella E. (2015).
- Gargano M., Olostro Cirella E. e Della Valle M. (a cura di), *Che il diavolo benedica i pulcinella: cronache napoletane, scientifiche e non, dell'astronomo von Zach* (Tullio Pironti Editore, 2015).
- Realizzazione di una collezione speciale di 3 cartoline dedicate alla mostra "Napoli patria della Fantascienza", con la realizzazione di un annullo postale speciale (2015)
- Turatto M., Zanini V., *La tesa parigina dell'Osservatorio Astronomico di Padova*, in «Giovanni Antonio Rizzi Zannoni, scienziato del settecento veneto», Atti del Convegno, Venezia, Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, 2015.
- Zanini V., *Tullio Levi Civita e Bruno Rossi. Due eccellenze ripudiate dall'Italia fascista*, in «Giornale di Astronomia», 2015, 2, pp. 42-52.
- Zanini V., *Giuseppe Lorenzoni: l'uomo, l'astronomo e il maestro*, in «Atti e Memorie dell'Accademia Galileiana di Scienze Lettere ed Arti in Padova già dei Ricovrati e Patavina», Vol. CXXVII (2014-2015), pp. 73-103.

8.3 Servizi erogati (Quadro 8)

8.3.1 Attività di Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano (Quadro 8b)

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 460 unità, di cui circa 300 appartenenti ad Università. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e Astronomia nelle Università di Bologna, Padova e Catania. 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, e Palermo. L'INAF collabora alla formazione di nuovi ricercatori, coadiuvando le Istituzioni universitarie nei corsi di laurea e di dottorato e nella supervisione di tesi di ricerca. In diversi casi i rapporti di collaborazione e scambio tra 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 o specifici progetti di formazione post-laurea, spesso a valere su risorse FSER. Ricercatori e tecnologi dell'INAF hanno svolto attività di docenza universitaria e post-laurea sia come docenti di corsi di laurea, di master universitari, di corsi di dottorato e di corsi professionalizzanti di alta formazione, sia come tutor di tirocini previsti dagli ordinamenti dei corsi di laurea sia di università italiane che straniere e che danno titolo all'acquisizione di crediti formativi da parte degli studenti.

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.). A partire dal 2014, INAF ha deciso di invertire tale tendenza. Pertanto INAF ha attivato, per il triennio 2014-2016, 3 dottorati in Astronomia ed in Astrofisica in convenzione con le

Università di Bologna, Padova e con il consorzio fra la I Università di Roma, La Sapienza e la II Università di Roma, Tor Vergata e nel contempo ha accresciuto il numero di borse di studio finanziate presso dottorati generalisti in Fisica, Fisica ed Astrofisica, etc. In totale nel corso del 2015 INAF ha finanziato 12 nuove borse di studio di dottorato a valere su sia risorse FFO che su fondi di progetti premiali. Il numero complessivo di borse attive finanziate da INAF nel 2015 è invece pari 21; ulteriori dati sono sintetizzati nella tabella 8.b.1. Per il 2016, in ottemperanza all'impegno triennale assunto per i 3 dottorati in convenzione, INAF finanzia, facendo ricorso a risorse FOE pregresse, 9 borse di dottorato, e prevede di finanziare/co-finanziare (al 50%) circa altre 5 borse di dottorato sia su risorse FOE pregresse che su fondi esterni. Come per gli anni precedenti anche per il 2016 INAF intenderebbe mantenere, risorse permettendo, il proprio impegno a sostegno di 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 che le presenti gravi difficoltà finanziarie non rendano impossibile l'attuazione di questa linea di intervento.

Tabella 8.b.1 Collaborazione ad attività formative istituzionali svolte dalla università (dati al 31.12.2015)

Numero totale di corsi di didattica universitaria e post-universitaria (corsi di laurea, master e corsi di dottorato, scuole nazionali di dottorato, altri corsi in percorsi di alta formazione) erogati in toto o in parte.	69
Numero totale di ore di didattica universitaria e post-universitaria complessivamente erogate	3896
Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti	58
Numero totale di corsi di dottorato in convenzione	3
Numero totale di studenti di dottorato attivi nell'anno (con tutor o co-tutor dell'INAF)	95
Numero di borse di dottorato erogate dall'ente	21

Nel corso del 2014 è stato presentato alla UE un programma di borse post-doc biennali cofinanziate dalla UE riservate a favorire la mobilità di ricercatori italiani e stranieri residenti all'estero che mira a continuare un analogo programma nominato ASTROFIT avviato negli anni precedenti. Il nuovo programma è stato approvato e finanziato dalla UE e, nel corso del 2015, esso è entrato nella fase di implementazione con l'emissione del primo bando per 9 borse di studio e la selezione dei borsisti che si è recentemente conclusa. I vincitori inizieranno le loro attività entro la fine del 2016, il secondo bando per ulteriori 9 borse di studio verrà pubblicato nel corso della seconda metà del 2016.

Nel corso del 2015 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 70 borsisti, e 248 assegnisti di ricerca, di cui 228 regolati dall'art. 22 della Legge n. 240/2010 e successive modificazioni. La stragrande maggioranza di questi assegnisti concluderà il sesto anno di godimento dell'assegno nel corso del 2017 senza possibilità di ulteriore rinnovo, in ottemperanza alle disposizioni di legge. *Le presenti restrizioni sul turn-over (i cui limiti per i ricercatori e tecnologi sono fissati al 60% nel 2016 e all'80% nel 2017 e al 25% per il restante personale incluso quello tecnico) di fatto precludono la possibilità che una piccola, ma adeguata frazione degli stessi possa essere assunta nel corso del triennio 2016-2018. Tale situazione è stata alleviata dal piano straordinario di assunzioni di ricercatori e dalla destinazione all'INAF di 19 dei 215 posti di ricercatore sdi cui al reclutamento straordinario del 2016. Resta tuttavia vero che 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.*

Ricercatori e Tecnologi dell'INAF hanno nel corso del 2015 partecipato ad attività di formazione professionale continua rivolti i) all'aggiornamento di personale docente della scuola secondaria, ii) alla formazione di volontari di Servizio Civile Nazionale, iii) alla formazione di personale specializzato nel campo dell'ICT.

Tabella 8.b.2 Formazione continua e permanente

Numero totale di corsi erogati	13
Numero totale di ore di didattica assistita complessivamente erogate	84
Numero totale di partecipanti	260
Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti	3
Numero di organizzazioni esterne coinvolte come utilizzatrici dei programmi	26
Di cui imprese	0
Di cui enti pubblici	24
Di cui istituzioni no profit	2

8.3.2 Attività di Public Engagement (Quadro 8d)

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, anche riguardo ai temi di inclusione sociale, per le scuole di ogni ordine e grado. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani, l'Astronomia, infatti, rappresenta un valido strumento per combattere la tendenza negativa di abbandono degli studi di area scientifica che si sta verificando nella maggior parte dei Paesi Europei. 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. Anche eventi naturali, come l'eclisse parziale di Sole del 20 marzo 2015, è stato utilizzato da molte sedi INAF per organizzare eventi speciali, trasmissioni in streaming e osservazioni del fenomeno, raccogliendo migliaia di visitatori e l'attenzione della stampa nazionale. Solo a titolo di esempio, ricordiamo gli oltre 4000 studenti coinvolti dall'Osservatorio di Bologna e il video realizzato da La Repubblica sull'evento di Milano

Con la consapevolezza della presa dell'astronomia nel pubblico e negli studenti, nel gennaio 2015, nell'ambito del bando relativo ai Progetti di Rilevanza Nazionale (PRIN), l'INAF ha finanziato con 150 keuro, il progetto biennale *From astronomical light to public enlightenment-through public outreach and education programs* (P.I. Ginevra Trinchieri, INAF-Osservatorio Astronomico di Brera e responsabile del gruppo per la didattica della SAI), dedicato interamente alla divulgazione e alla didattica. Il progetto, articolato in 9 unità di ricerca, ha visto la partecipazione di oltre 70 unità di personale, distribuite su 15 sedi INAF, il TNG, l'Università di Napoli e l'Università di Bologna. La principale iniziativa del programma è stata l'organizzazione della settimana *Light in Astronomy* (per dettagli si veda la scheda nel seguito). Da sottolineare che il cartone animato *Facciamo luce sul fotone*, realizzato dall'Osservatorio di Capodimonte e finanziato dal PDIN INAF, è disponibile on-line e proiettato in anteprima al Festival della Scienza di Pechino il 17 luglio 2015. Inoltre, il cortometraggio è stato selezionato per essere proiettato il 5 febbraio 2016 durante il Film Festival dell'IYL 15, che si è tenuto a Merida (Messico): un riconoscimento internazionale del lavoro di divulgazione scientifica svolto dall'INAF. La cerimonia pubblica di chiusura dell'IYL2015 si è tenuta presso l'Osservatorio di Capodimonte, con la presenza dell'Astronauta Luca Parmitano.

Il progetto assume una particolare rilevanza tenuto conto che il 2015 è stato dall'ONU *Anno Internazionale della Luce e delle Tecnologie derivate*, con il coinvolgimento esplicito dell'Unione

Astronomica Internazionale (IAU). L'INAF, per coordinare al meglio le attività, in collaborazione con la SAIt, ha istituito una commissione formata da Ginevra Trinchieri (INAF – Osservatorio Astronomico di Brera), Laura Daricello (INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo), Flavio Fusi Pecci (Società Astronomica Italiana, INAF Osservatorio Astronomico di Bologna), Francesco Rea (INAF Ufficio Relazioni con il Pubblico e Media INAF), Maria Teresa Fulco (INAF Osservatorio Astronomico di Napoli Capodimonte), Alberto Cora (INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino).

Queste nuove azioni intraprese da INAF rafforzano le attività che le strutture di ricerca dell'INAF promuovono da anni attività, con numerosi e pregevoli iniziative per le scuole e per il pubblico, inclusi corsi di formazione per docenti e studenti. Ne sono un esempio i programmi di successo come *Gli astronomi vanno a scuola* (Osservatorio di Bologna), che prevede visite al Planetario di Loiano, inaugurato il 16 Luglio 2015, e al telescopio da 50 cm; *A spasso per l'Universo, Le stelle di Palazzo Mirto* (IASF Palermo); *Il Linguaggio della Ricerca* (IASF-Bologna), che negli anni passati ha rappresentato un case-study per il progetto europeo di divulgazione scientifica Science Teaching European Network for Creativity and Innovation in Learning (STENCIL); la *Cosmoscuola* (Osservatorio Astronomico di Roma, in collaborazione con Ass. Culturale Estrellas y Planetas); *I fili della scienza nell'astrofisica contemporanea*, giunto alla sua XII edizione, e *Magie in cielo e in terra* (Osservatorio Astronomico di Brera, rispettivamente nelle due sedi di Milano e Merate); *Le Settimane... a scuola* (Osservatorio di Torino e promossa da CentroScienza onlus). Anche il TNG svolge un programma di supporto alla didattica nel corso dell'anno scolastico, sia per scuole italiane in visita alla Canarie. Le strutture INAF inoltre partecipano 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" (**ulteriori dettagli nella scheda**).

Fra i veicoli di attrazione e di comunicazione verso il pubblico e le scuole, vanno segnalate le visite stabilmente organizzate ai Musei e delle Collezioni Scientifiche dell'INAF (di cui si fornisce una dettagliata descrizione nella sezioni 5 e 8e), oltre che presso altri laboratori e strutture osservative di INAF. Fra questi ricordiamo il *Centro Visite Marcello Ceccarelli* che espone strumentazioni storiche provenienti dai laboratori dei radiotelescopi e permette l'osservazione ravvicinata dei radiotelescopi del sito di Medicina, l'*Astrolab* di Roma, *infini.TO* di Torino, un museo con planetario a partecipazione INAF, il Planetario dell'Osservatorio di Capodimonte e il *Centro Visite* legato Sardinia Radio Telescope e il nuovo Planetario dell'Osservatorio di Cagliari.

Vale la pena sottolineare come anche le nuove tecnologie si facciano strada nei metodi di diffusione della cultura astronomica, grazie: lo IASF di Milano ha costruito, insieme al Telescopio Nazionale Galileo (TNG), ha prodotto il calendario 2016 in realtà aumentata, disponibile su Apple e Android e scaricabile dal sito web del TNG stesso.

Nel corso del 2015, sono inoltre proseguite le ormai tradizionali attività per bambini *Astrokids* (dettagli nella scheda), che nel 2014 sono state accompagnate dalla pubblicazione del volume *Astrokids, Avventure e Scoperte nello spazio*, edito da Scienza Express. La proposta è stata rafforzata dal sito web dedicato (<http://astrokids.inaf.it/>), sul quale è possibile trovare materiale divulgativo come approfondimenti, video, immagini e giochi legati ai capitoli del libro. Nel 2015, gli astrokids dell'INAF sono stati accolti nel programma ufficiale di EXPO In Città del Comune di Milano: in quella occasione sono iniziate le pubblicazioni della canzoni basate sulle filastrocche della protagonista, Martina Tremenda, a cura dell'Associazione Realtà Debora Mancini e dell'Osservatorio di Brera.

Di grande rilievo anche le *Olimpiadi italiane di astronomia* (per dettagli vedasi la scheda), un'iniziativa per le scuole promossa dal MIUR, nell'ambito della valorizzazione delle eccellenze scolastiche, che prevede l'inserimento dei vincitori nell'Albo delle Eccellenze, con l'attribuzione di numerose borse di studio. Le Olimpiadi italiane di astronomia sono organizzate in collaborazione con la Società Astronomica Italiana (SAIt) e sono supportate anche dal PDIN INAF. Oltre a numerosi stage di formazione sul territorio nazionale, vale la pena sottolineare che le due vincitrici della

categoria senior, Silvia Neri (Liceo Scientifico Statale “L. da Vinci” di Reggio Calabria) e Mariastella Cascone (Liceo Scientifico Statale “G. Galilei” di Catania), sono state ospitate presso la sede del Telescopio Nazionale Galileo, sull’isola di La Palma, Canarie, dal 19 al 24 Giugno.

Nel 2015, l’INAF ha partecipato (Padova, Bologna) al talent show *Famelab*, promosso dal British Council, nel quale giovani ricercatori si sfidano in pillole di comunicazione di 3 minuti. Il vincitore nazionale è risultato un giovane dottorando (Luca Perri) dell’Università dell’Insubria, che lavora presso l’INAF. L’INAF è stato presente anche a livello di conduzione e coordinamento della finale, in sede EXPO, a Milano.

Nel corso del 2015, l’Unità Centrale I della Direzione Scientifica di INAF, che ha -fra l’altro- la responsabilità di promuovere e valorizzare le attività di questo settore, a potuto contare su una Servizio Didattica e Divulgazione, che ha coordinato, 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, per preparare le manifestazioni a livello nazionale per il 2009, anno internazionale dell’astronomia promosso dall’UNESCO su proposta italiana.

Grazie all’interessamento della Direzione Scientifica, dal 2015 l’INAF è accreditato all’albo nazionale degli enti che possono presentare ed ospitare progetti di Servizio Civile nazionale, con espresso riferimento a progetti nell’ambito di: Educazione e promozione culturale e Patrimonio artistico e culturale. Nel corso del 2016 INAF pianifica di presentare un progetto che, nel caso di positiva selezione permetterà a numerosi volontari di Servizio Civile potranno svolgere, nel corso del 2017, la loro attività e il loro processo di formazione e crescita presso le sedi di INAF. In particolare, per il settore PATRIMONIO ARTISTICO E CULTURALE, le aree di intervento saranno: Cura e conservazione biblioteche, valorizzazione storie e culture locali, valorizzazione sistema museale pubblico e privato, turismo culturale. Per il settore EDUCAZIONE E PROMOZIONE CULTURALE le aree saranno. Centri di aggregazione, attività artistiche, animazione culturale verso minori, animazione culturale verso giovani, educazione al cibo, educazione informatica, educazione ai diritti del cittadino, educazione alla pace, lotta all’evasione scolastica, attività di tutoraggio scolastico, interventi di animazione nel territorio, sportelli informa, attività sportiva, minoranze linguistiche e culture locali.

Nel medio termine, la rete per la D&D dell’INAF intende continuare, ove le risorse lo permettano, 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 triennio 2016-2018, si pianifica inoltre il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma H2020 della UE.

Nel seguito viene fornita informazione dettagliata su una selezione delle iniziative nel settore svolte da INAF.

Tabella 8d-1 Iniziative di Public Engagement nazionali

Periodo di svolgimento dell’iniziativa	8 al 15 novembre 2015
Titolo dell’iniziativa	Light in Astronomy
Categoria di attività	Laboratori, conferenze, incontri
Breve descrizione	Attività sulle luce, conferenze, planetario, teatro, concerti, presentazione di libri e cartoni animati, Astrokids, letture, costruzione di strumenti, serate osservative, spettacoli, tè ed aperitivi scientifici,

	corsi di aggiornamento per insegnanti. Alla settimana hanno aderito, con numerose iniziative, gli osservatori di: Arcetri, Bologna, Cagliari, Capodimonte (Napoli), Milano (Brera e Merate), Padova, Palermo, Roma, Torino, Trieste, IASF Bologna, ORA (ex IRA, Bologna).
Budget complessivo utilizzato	20000
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	50000 accessi al sito iyl2015.inaf.it Oltre 6500 persone coinvolte nelle mostre
Link a siti web	iyl2015.inaf.it http://www.media.inaf.it/2015/12/04/grande-successo-per-light-in-astronomy/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Settembre 2014-settembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Olimpiadi Italiane di Astronomia
Categoria di attività	Iniziative di orientamento e interazione con le scuole superiori
Breve descrizione	Competizione per gli studenti su argomenti di Astronomia e Astrofisica; si svolge in tre fasi (Preselezione, Gara Interregionale, Finale Nazionale). Viene organizzata in collaborazione con la Società Astronomica Italiana e con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Direzione Generale per gli Ordinamenti scolastici e l'Autonomia scolastica. Le Olimpiadi Italiane di Astronomia rientrano nel programma di valorizzazione delle eccellenze del MIUR.
Budget complessivo utilizzato	50.000 euro
Finanziamenti esterni	30.000 euro da fondi MIUR
Impatto stimato	1000
Link a siti web	www.olimpiadiastronomia.it

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	gennaio-maggio, ottobre-dicembre
Titolo dell'iniziativa	Offerta didattica e visita alle strutture dell'INAF
Categoria di attività	Iniziative per il mondo della scuola di ogni ordine e grado e fruizione da parte delle scolaresche delle strutture INAF
Breve descrizione	L'INAF da anni propone al mondo della scuola attività didattiche attraverso conferenze, laboratori e percorsi guidati alle strutture. Oggi gli Istituti INAF sono dotati di Musei, telescopi, sale conferenze e planetari che vengono utilizzati al fine di avvicinare gli studenti al mondo scientifico e al fine di completare la formazione di docenti e studenti attraverso l'uso della strumentazione scientifica.
Budget complessivo utilizzato	35.000 euro
Finanziamenti esterni	31.000 euro, in larga parte ottenuti dai biglietti delle visite
Impatto stimato	40.000
Link a siti web	Siti degli Osservatori Astronomici

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	gennaio-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Astrokids - Avventure e Scoperte nello spazio
Categoria di attività	Iniziative divulgative rivolte a bambini e giovani
Breve descrizione	AstroKids è un progetto nazionale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica rivolto a bambini di età compresa tra i 5 ed i 9 anni. I laboratori si svolgono nelle librerie "La Feltrinelli", nelle biblioteche comunali e negli Istituti INAF ed hanno l'obiettivo di avvicinare i più piccoli alla cultura scientifica, di incuriosirli e spingerli così ad approfondire gli argomenti di astronomia partecipando attivamente con giochi, drammatizzazioni e creazioni artistiche.
Budget complessivo utilizzato	4.000 euro
Finanziamenti esterni	1.500 euro (da finanziamenti locali e dal PDIN)
Impatto stimato	5.000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2015/04/13/astrokids-in-musica/ http://www.media.inaf.it/2015/05/14/gli-astrokids-dellinaf-approdano-allexpo/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	13-20 aprile 2015
Titolo dell'iniziativa	Settimana nazionale dell'Astronomia
Categoria di attività	Organizzazione di eventi pubblici
Breve descrizione	La Settimana Nazionale dell'Astronomia indetta dal MIUR e organizzata dalla SAI in collaborazione con l'INAF è divenuta un appuntamento fisso per il pubblico e per le scuole, per promuovere la conoscenza del cielo e della ricerca astronomica, motivarli e orientarli alla scoperta delle opportunità formative e professionali offerte dallo studio delle discipline scientifiche.
Budget complessivo utilizzato	500 euro
Finanziamenti esterni	0
Impatto stimato	2000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2015/03/27/gli-studenti-fanno-vedere-le-stelle/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	20 Marzo 2015
Titolo dell'iniziativa	Eclisse parziale di Sole
Categoria di attività	iniziativa rivolta ad alunni di tutti gli ordini e grado e pubblico generico
Breve descrizione	Eclisse parziale seguita con osservazioni pubbliche e guidate, incontri, lezioni frontali, streaming sui siti web INAF. Hanno aderito: Osservatorio Astronomico di Catania (150 visitatori); Osservatorio astronomico di Bologna (3500 studenti e 800 visitatori), l'Osservatorio Astronomico di Teramo (streaming e successivo filmato: 26500 contatti on-line), l'Osservatorio Astronomico di Napoli (500 visitatori e partecipazione alla diretta RAI); Osservatorio di Padova (streaming dell'evento e 80 visitatori ad Asiago); Osservatorio di Brera (500 visitatori e filmato su La Repubblica); Osservatorio di Torino (160 visitatori); Osservatorio di Palermo (500 visitatori).
Budget complessivo utilizzato	
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	Oltre 6000 visitatori, 3 streaming, oltre 30000 contatti WEB
Link a siti web	iyl2015.inaf.it/?p=761 iyl2015.inaf.it/?p=771 iyl2015.inaf.it/?p=790 iyl2015.inaf.it/?p=795 iyl2015.inaf.it/?p=800 iyl2015.inaf.it/?p=819

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	20 giugno 2015
Titolo dell'iniziativa	Occhi su Saturno
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	Occhi Su Saturno è una manifestazione per celebrare il 300° anniversario della morte di Cassini dall' Associazione Stellaria di Perinaldo, città natale di Cassini. Lo IAPS , che partecipa alla missione Cassini-Huygens, collabora fin dalla prima edizione. Si sono svolti oltre 110 eventi, fra osservazioni del pianeta, conferenze, lezioni, mostre, di cui 3 a Roma con la partecipazione dell'IAPS. E' stato lanciato il progetto Planitalia, un Sistema Solare in scala grande quanto l'Italia.
Budget complessivo utilizzato	-
Finanziamenti esterni	1.000 euro per la stampa della brochure (da fondi di progetto)
Impatto stimato	Nel 2015 sono stati organizzati 110 eventi in 18 regioni italiane coinvolgendo decine di migliaia di persone (vedi per la totalità http://www.occhisusaturno.it/eventi-2015/).

Link a siti web	http://www.occhisusaturno.it http://www.iaps.inaf.it/dd/occhisusaturno/
-----------------	--

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	20-25 settembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Settimana della scienza e Notte europea dei ricercatori
Categoria di attività	Organizzazione di eventi pubblici
Breve descrizione	Iniziativa promossa dalla Commissione Europea che coinvolge ogni anno migliaia di ricercatori e istituzioni di ricerca in tutti i paesi europei. L'obiettivo è di creare occasioni di incontro tra ricercatori e cittadini per diffondere la cultura scientifica e la conoscenza delle professioni della ricerca in un contesto informale e stimolante. Gli eventi organizzati comprendono esperimenti e dimostrazioni scientifiche dal vivo, mostre e visite guidate, conferenze e seminari divulgativi, spettacoli e concerti. L'INAF ha aderito da subito con una molteplicità di progetti distribuiti in tutta Italia in piazza o presso le proprie strutture che ne fanno tradizionalmente una delle istituzioni italiane che propone il maggior numero di eventi sparsi sul territorio italiano.
Budget complessivo utilizzato	15.000 euro
Finanziamenti esterni	10.000 euro da fondi europei
Impatto stimato	13.000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2015/09/21/quant-eventi-per-la-notte-dei-ricercatori/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	gennaio-dicembre
Titolo dell'iniziativa	Manifestazioni, Eventi e Festival delle Scienze
Categoria di attività	Organizzazione di concerti mostre eventi di pubblica utilità aperti alla comunità
Breve descrizione	L'INAF per meglio diffondere la cultura astronomica e avvalendosi di strumentazione scientifica e multimediale organizza manifestazioni, conferenze laboratori e mostre presentando con il linguaggio semplice ed accessibile le meraviglie del Cosmo. Con questi eventi si vuole, infatti, restituire al cittadino le conoscenze e competenze raggiunte in ambito astronomico celebrando l'eccellenza dell'astronomia, che ha dato e continua a dare prestigio al Paese.
Budget complessivo utilizzato	30.000 euro
Finanziamenti esterni	5.000 euro
Impatto stimato	11.000
Link a siti web	

Tabella 8d-2 Iniziative di Public Engagement promosse dalla strutture

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	Luglio-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Visite guidate al Planetario, all'Aula didattica e al telescopio da 50 cm di Loiano
Categoria di attività	
Breve descrizione	Il pubblico viene introdotto a visitare le strutture della Stazione Osservativa di Loiano, dotata di un telescopio da 50 cm dedicato alla divulgazione, un aula didattica con exhibits e proiezioni immersive e un planetario digitale da 30 posti. Il planetario è stato inaugurato nell'estate 2015.
Budget complessivo utilizzato	Divulgazione
Finanziamenti esterni	5000 euro dal comune di Loiano
Impatto stimato	1500 persone
Link a siti web	

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	gennaio-marzo Ottobre-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Unijunior:conoscere per crescere
Categoria di attività	divulgazione e didattica
Breve descrizione	Vengono fatte delle lezioni a bambini dell'età 8-14 anni all'interno di aule universitarie. L'idea è quella di simulare un percorso didattico "adulto" a bambini che scelgono le lezioni specifiche. L'OABO è incaricata delle lezioni di astronomia.
Budget complessivo utilizzato	
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	980 studenti
Link a siti web	http://www.unijunior.it/

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	10 Novembre 2015 al 9 dicembre 2015,
Titolo dell'iniziativa	Lontano, lontano nel tempo: Un viaggio nell'Universo a cavallo della luce
Categoria di attività	mostra
Breve descrizione	Un percorso realizzato da astronomi dell' INAF-Osservatorio di Brera , dello IASF-Milano e dai curatori del Museo di Storia Naturale di Milano, che offre la possibilità di fare un viaggio nel tempo sulla Terra e nell'intero Universo, associando ai reperti del Museo, le immagini di sorgenti celesti che ci sono state portate da luce che ha la stessa età dei reperti stessi.
Budget complessivo utilizzato	5000 euro
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	10000 visitatori
Link a siti web	http://www.brera.inaf.it/viaggiouniversoluce2015/

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	28 luglio – 13 settembre
Titolo dell'iniziativa	Brera in contemporaneo
Categoria di attività	Mostra artistico-scientifica
Breve descrizione	Il primo progetto espositivo che unisce tutte le istituzioni del Palazzo di Brera in un unico percorso tra arte antica e contemporanea: Accademia di Belle Arti, Pinacoteca, Orto Botanico e Museo Astronomico, Osservatorio Astronomico, Biblioteca Braidense, Istituto Nazionale di Scienze e Lettere. Presso la Cupola Schiaparelli è stata installata opera dell'affermato artista Marco Bagnoli "La macchina stanca. Tre tentativi di fermare il tempo", (2015)
Budget complessivo utilizzato	0
Finanziamenti esterni	1000
Impatto stimato	1500
Link a siti web	http://www.accademiadibrera.milano.it/it/accademia-aperta.html

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	Gennaio - Maggio 2015
Titolo dell'iniziativa	Una nuova luce per le scuole della Sardegna
Categoria di attività	Didattica
Breve descrizione	Progetto didattico dedicato al concetto di "luce", sviluppato dall' INAF-OACagliari . Attraverso un percorso ludico-esperienziale, gli studenti di scuola secondaria scoprono le caratteristiche e le proprietà fisiche della luce, in un viaggio ideale dal "visibile" all'"osservabile". Il progetto si è svolto in classe e presso le sedi dell' INAF-OAC e di SRT , e si è avvalso della collaborazione scientifica di Laboratorio Scienza e NOA , per la creazione del percorso, la valutazione dei risultati e l'abbattimento delle problematiche legate ai Disturbi Specifici di

	Apprendimento (DSA), con la creazione di linee generali (protocollo) di comportamento utili per la progettazione di percorsi didattici futuri.
Budget complessivo utilizzato	13.500 euro
Finanziamenti esterni	Circa 13.000 euro, finanziati da Fondazione Banco di Sardegna
Impatto stimato	2 Istituti comprensivi, per un totale di 4 classi coinvolte direttamente (80 studenti). 10 insegnanti coinvolti direttamente I risultati ottenuti e le schede didattiche prodotte sono state condivise con tutti gli altri insegnanti dei due istituti, e sono disponibili online.
Link a siti web	https://nuovalucexlascuola.wordpress.com/

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	28 Novembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Solar System Tour - VII edizione
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	Il Solar System Tour è un'iniziativa che si propone di unire la passione per le discipline scientifiche a quella per lo sport. La manifestazione si è svolta presso gli impianti del CUS Catania, dove è stato realizzato un Sistema Solare in miniatura con dieci grandi pannelli, 3D da un lato e didattici dall'altro. La competizione, (primarie, secondarie di primo e di secondo grado), prevedeva una Gara Sportiva (organizzata dal CUS Catania), una Gara di Cultura Astronomica (organizzata dall' INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania) e una Classifica Combinata.
Budget complessivo utilizzato	3000 €
Finanziamenti esterni	1500 € (valore del montepremi e dei servizi offerti dal CUS Catania)
Impatto stimato	Totale scuole partecipanti: 26 (4 primarie; 9 secondarie di primo grado; 13 secondarie di secondo grado) . Totale studenti e docenti: 315
Link a siti web	http://www.oact.inaf.it/visite/S_S_Tour_2015.htm

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Gennaio-Aprile 2015
Titolo dell'iniziativa	Osserva il cielo e disegna le tue emozioni - IX edizione
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	Concorso di disegno riservato agli studenti delle scuole primarie organizzato dall' INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania . Gli studenti dovevano realizzare dei disegni con tema principale un qualsiasi soggetto di carattere astronomico, con qualsiasi tecnica con formato massimo A4. Una giuria di esperti ha scelto gli 8 elaborati più originali e/o ben realizzati. Altri 4 elaborati sono stati scelti con una votazione via e-mail a cui potevano partecipare gli iscritti alla mailing-list per le attività divulgative dell'OACT.
Budget complessivo utilizzato	1500 €
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	Sono pervenuti 381 elaborati da 16 istituti scolastici (cinque dei quali non siciliani). Alla votazione via e-mail hanno partecipato oltre 200 iscritti alla mailing-list per le attività divulgative dell'OACT.
Link a siti web	http://www.oact.inaf.it/visite/Concorso_2015.htm

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Anno scolastico 2014/2015
Titolo dell'iniziativa	A caccia di comete e asteroidi
Categoria di attività	Didattica
Breve descrizione	A caccia di Comete e Asteroidi è una mostra didattica prodotta dall' INAF-IAPS con il supporto dell'associazione culturale Speak Science . La mostra segue il viaggio delle sonde Dawn e Rosetta, utilizzando le ultime scoperte di queste due missioni spaziali per raccontare la scienza dei corpi minori del Sistema Solare. A caccia di Comete e Asteroidi è stata pensata come mostra diffusa, facilmente

	trasportabile e ri-allestibile e/o ristampabile. La mostra è stata ospitata in diverse scuole e manifestazioni nel corso del 2015 ed è stata accompagnata da una serie di attività didattiche e laboratoriali organizzate nelle scuole ospitanti e riutilizzate dagli insegnanti coinvolti.
Budget complessivo utilizzato	-
Finanziamenti esterni	3000 euro per la stampa dei pannelli (da fondi di progetto)
Impatto stimato	6 scuole con un totale di 20 classi; circa 2000 visitatori alla mostra allestita a Roma Tre e a Palermo, a Palazzo dei Normanni (2015)
Link a siti web	http://www.iaps.inaf.it/dd/exhibits/a-caccia-di-comete-e-asteroidi/

Data/periodo di svolgimento dell'iniziativa	Aprile-settembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Col favore del buio
Categoria dell'attività di Public Engagement	Organizzazione di eventi pubblici; fruizione da parte della comunità di musei; organizzazione di mostre aperte alla comunità; iniziative divulgative rivolta a bambini e giovani.
Breve descrizione (max 500 caratteri)	L'iniziativa, coordinata dall' Osservatorio di Bologna e realizzata in collaborazione con IASF-Bologna e Osservatorio di Radioastronomia (ex-IRA) di Bologna , prevede la promozione di tutte le realtà (amatoriali e professionali) che, entro il territorio della Città Metropolitana di Bologna, si occupano di divulgazione astronomica. La pubblicizzazione delle medesime – e delle proposte che esse rivolgono al pubblico – avviene mediante un sito web e la distribuzione di un volantino su tutto il territorio.
Budget complessivo utilizzato	0 Euro (iniziativa inserita nel calendario di visite ed eventi del Centro Visite)
(di cui) finanziamenti esterni	0
Impatto stimato	Migliaia di cittadini raggiunti dalle informazioni, con il conseguente accesso di centinaia di persone alle varie strutture aderenti.
Link a siti web	http://www.colfavoredelbuio.it

Data/periodo di svolgimento dell'iniziativa	7 novembre 2015
Titolo dell'iniziativa	3, 2, 1... lancio!
Categoria dell'attività di Public Engagement	Organizzazione di eventi pubblici; fruizione da parte della comunità di musei; organizzazione di mostre aperte alla comunità; iniziative divulgative rivolte a bambini e giovani.
Breve descrizione (max 500 caratteri)	Evento realizzato dall'Osservatorio di Radioastronomia (ex-IRA) di Bologna e dedicato a due dei più grandi sogni della specie umana: il volo e l'esplorazione spaziale. I locali del Centro Visite di Medicina e gli spazi esterni hanno ospitato numerose iniziative, in attesa dell'ospite d'onore: il Comandante Maurizio Cheli (pilota, astronauta e imprenditore) che ha raccontato la propria straordinaria esperienza professionale e umana, presentando il suo libro "Tutto in un istante". Ad affiancarlo c'erano Luigi Pizzimenti (esperto di astronautica e missioni spaziali) e l'attrice Cristina Chinaglia (che ha letto alcuni estratti del libro del comandante Cheli).
Budget complessivo utilizzato	1200 Euro
(di cui) finanziamenti esterni	600 (Comune di Medicina)
Impatto stimato	300 persone tra le iniziative del pomeriggio, l'osservazione serale del cielo e la conferenza pubblica di Cheli. [Impatto limitato dal numero chiuso delle iniziative guidate del pomeriggio e alla capienza della sala multimediale ed espositiva del Centro].
Link a siti web	http://www.centrovisite.ira.inaf.it/files/Cheli-Volantino.pdf

Data/periodo di svolgimento dell'iniziativa	Gennaio – giugno 2015
Titolo dell'iniziativa	Facciamo luce sul fotone
Categoria dell'attività di Public Engagement	Cartone animato per bambini 5-10 anni
Breve descrizione (max 500 caratteri)	“Facciamo Luce sul Fotone” è un docu-cartoon sulla luce, realizzato dall’ INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte - Napoli in collaborazione con lo studio di animazione “La Testuggine” e del grafico Michele Grimaldi. Attraverso la realizzazione di questo cortometraggio, della durata di 6 minuti, si è voluto avvicinare anche i ragazzi più piccoli a concetti un po’ più complessi, attraverso un linguaggio semplice, grazie all’uso esplicativo di immagini ricche di colori.
Budget complessivo utilizzato	€ 10.000
(di cui) finanziamenti esterni	
Impatto stimato	Visualizzazione a oggi: 5.300
Link a siti web	www.media.inaf.it/2015/07/17/litalia-della-scienza-a-pechino/ In Italiano: https://www.youtube.com/watch?v=qp8DJTWV9wQ In Inglese: https://www.youtube.com/watch?v=4tbOrZewfpU

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	20 ottobre 2015
Titolo dell'iniziativa	A Capodimonte tra luna e musica
Categoria di attività	pubblico generico
Breve descrizione	Progetto realizzato dall’ Osservatorio Astronomico di Capodimonte con l'Associazione degli ex Allievi del Conservatorio San Pietro a Majella, in cui musica e scienza formano un connubio unico. Interpreti musicali di livello nazionale reinterpretono le note jazz, per piano chitarra e violino mescolandosi con pillole di scienza. La serata ha inizio con una conferenza di Astronomia alla quale si lega il concerto di musica classica, e si conclude con le osservazioni della luna ai telescopi. La manifestazione ha ricevuto l'Adesione del Presidente della Repubblica Italiana Sergio Mattarella.
Budget complessivo utilizzato	€ 3.000
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	2.000
Link a siti web	http://iyl2015.inaf.it/?event=a-capodimonte-fra-luna-e-musica-merolla-trio

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	Settembre - novembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Celebrazioni: Cerere ieri e oggi
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	In occasione dell’avvicinamento della sonda Dawn a Cerere, l’ Osservatorio di Palermo ha organizzato e partecipato a una serie di eventi: “Cerere ieri e oggi: da Piazzesi a Dawn”, con la collaborazione di ASI e NASA e “A spasso nello spazio. Dagli asteroidi al futuro”; le mostre La missione Dawn, (Palazzo dei Normanni, dal 10 Aprile all’8 Maggio); “Cerere Ferdinanda”, mostra storica dell’Osservatorio di Palermo (10 aprile – 8 maggio) ; “Frammenti di cielo”, in collaborazione con Specola Vaticana e Museo di Mineralogia dell’Università di Palermo.
Budget complessivo utilizzato	200 euro
Finanziamenti esterni	NO
Impatto stimato	Circa 1.500 persone
Link a siti web	http://www.iaps.inaf.it/cerere/ http://www.astropa.inaf.it/cerere_ferdinanda.html http://www.astropa.unipa.it/ConferenzaDawn.html

	http://www.astropa.unipa.it/EventoFocus.html
Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	gennaio-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	A... come Astronomia
Categoria di attività	corso, mostra, ebook astronomico
Breve descrizione	Corso dedicato al tema della luce dal punto di vista astronomico per primarie e secondarie di primo grado. Al termine del corso, gli studenti hanno mostrato gli exhibit realizzati durante il corso in occasione della manifestazione Esperienza inSegna (Università di Palermo, 21-28 Febbraio 2015) e della XVI Settimana Nazionale dell'Astronomia nella settecentesca Villa Filippina (13-19 aprile 2015). L'Osservatorio Astronomico di Palermo ha realizzato l'e-book "A... come Astronomia" (disponibile gratuitamente http://iyl2015.inaf.it/ e dal portale edu.inaf.it)
Budget complessivo utilizzato	7.500
Finanziamenti esterni	Scuole e PDIN INAF "From Astronomical light to public enlightenment (through public outreach and education programs)".
Impatto stimato	15000
Link a siti web	http://iyl2015.inaf.it/Ebook/ video: www.youtube.com/watch?v=k09H_TnTw48
Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	settembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Convegno scientifico e celebrativo
Categoria di attività	Diffusione
Breve descrizione	L'Osservatorio Astronomico di Padova ha promosso, insieme al Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova, un convegno di una giornata presso l'Accademia Patavina per la celebrazione dei 100 anni dalla nascita del prof. Leonida Rosino, direttore degli Osservatori di Padova e Asiago. Sono stati presentati 20 contributi orali che hanno permesso di delineare la figura umana e scientifica del Prof. Rosino e la sua eredità culturale con una particolare attenzione agli sviluppi futuri dell'astronomia. È stata pubblicata una breve raccolta di pensieri e ricordi di allievi e colleghi del Prof. Rosino. La municipalità di Asiago su sollecitazione dell'OAPD ha intitolato la strada di accesso all'Osservatorio di cima Ekar al prof. Leonida Rosino.
Budget complessivo utilizzato	5500
Finanziamenti esterni	Nessuno
Impatto stimato	120
Link a siti web	https://www.ict.inaf.it/indico/event/142/
Periodo di svolgimento dell'iniziativa	gennaio-dicembre 2016
Titolo dell'iniziativa	Visite Guidate all'Osservatorio Astronomico di Asiago
Categoria di attività	Divulgazione e Didattica
Breve descrizione	Le tipologie di visite sono diverse, sia diurne che notturne, affrontano tematiche differenti dell'Astronomia e sono tarate sia nei metodi che nel linguaggio a seconda che siano per le Scuole (tenendo conto dell'età degli studenti e del loro livello scolastico) sia che siano rivolte al pubblico. E' sempre svolta una breve lezione storico scientifica nella cupola del telescopio Galileo. È svolta poi, se le visite sono di giorno, l'osservazione di macchie e protuberanze solari dalla sala Multimediale del Pennar e/o lezione a scelta tra quelle indicate nel programma oppure, nel caso della visita notturna, osservazione da remoto col telescopio Schmidt di cima Ekar. Durata: 1.5-2 ore.
Budget complessivo utilizzato	Entrate biglietti: 25.000-30.000 euro l'anno
Finanziamenti esterni	Una tantum (sponsor)
Impatto stimato	7000-8000 presenze

Link a siti web	http://www.oapd.inaf.it/index.php/it/asiago-home/divulgazione.html
-----------------	---

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Anno scolastico 2014/2015
Titolo dell'iniziativa	Visite all'Astrolab
Categoria di attività	Didattica
Breve descrizione	Come ormai 15 anni la struttura didattica e divulgativa Astrolab è la più visitata dell' Osservatorio Astronomico di Roma . E' tornata finalmente operativa la terza sala dedicata alle osservazioni astronomiche che ha completato il percorso didattico e riscosso successo nel pubblico.
Budget complessivo utilizzato	-
Finanziamenti esterni	-
Impatto stimato	Nel periodo preso in considerazione l'Astrolab è stato visitato da oltre 5000 visitatori scolastici più alcune migliaia di visitatori generici in occasione delle serate astronomiche e delle iniziative pubbliche.
Link a siti web	http://www.iaps.inaf.it/dd/exhibits/a-caccia-di-comete-e-asteroidi/

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	31 maggio 2015
Titolo dell'iniziativa	Big Bang: l'inizio della luce
Categoria di attività	Didattica & Divulgazione
Breve descrizione	Manifestazione rivolta a tutta la cittadinanza, organizzata dall' INAF-Osservatorio Astronomico di Teramo , in collaborazione con gli Assessorati della Cultura e della Pubblica Istruzione del Comune di Teramo che si è svolta domenica 31 Maggio 2015, in Piazza Martiri della Libertà, Teramo. L'origine dell'Universo e la sua evoluzione sono state illustrate con semplici esperienze e giochi. A tale scopo è stata illustrata l'origine della radiazione elettromagnetica e, in particolare, della luce. La "storia dell'Universo" viene raccontata dai bambini delle classi quinte della scuola primaria "Noè Lucidi" di Teramo, i quali, sotto la guida di una coreografa professionista e dei ricercatori dell'OATe, si sono improvvisati piccoli attori e hanno rappresentato la nascita dell'Universo (Big Bang), la sua infanzia (espansione), fino alla separazione di materia e radiazione.
Budget complessivo utilizzato	-
Finanziamenti esterni	2500
Impatto stimato	
Link a siti web	http://www.oa-teramo.inaf.it/ita/index.php?option=com_content&task=view&id=387&Itemid=130

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	20 giugno 2015
Titolo dell'iniziativa	Notturmo Kircheriano
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	Sabato 20 giugno, a partire dalle ore 21:00 (con turnazioni di 1 ora) si è svolta presso l' Osservatorio Astronomico di Teramo lo spettacolo teatrale "NOTTURNO KIRCHERIANO", drammatizzazione, realizzata dalla compagnia teatrale Il Teatro della Memoria, dell'Itinerarium Estaticum del Gesuita Athanasius Kircher: un viaggio all'esplorazione dell'Universo conosciuto nel XVII secolo, dalla Luna al Cielo delle Stelle Fisse passando per i pianeti, sotto la guida di un angelo. Il viaggio culturale di Kircher è stato rappresentato in forma itinerante negli spazi dell'Osservatorio di Teramo, con l'accompagnamento di musiche dell'epoca, fondendo insieme recitazione, brani danzati e

	scene della commedia dell'arte.
Budget complessivo utilizzato	4500 (PDIN)
Finanziamenti esterni	-
Impatto stimato	
Link a siti web	http://www.oa-teramo.inaf.it/ita/index.php?option=com_content&task=view&id=393

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	gennaio-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Visite Guidate all'Osservatorio Astrofisico di Torino
Categoria di attività	Divulgazione
Breve descrizione	Durante le visite diurne si osserva il Sole (fotosfera e cromosfera), le visite notturne sono fissate normalmente in concomitanza della Luna al primo quarto per osservare il nostro satellite e altri oggetti (usualmente pianeti). Le visite sono svolte su prenotazione, tramite il sito dell'osservatorio, oppure tramite il Planetario di Torino e Museo dell'astronomia e dello Spazio (INFINI.To), che ha inserito le nostre visite nell'offerta formativa proposta alle scolaresche. Nel 2015 si sono tenute complessivamente 359 visite guidate di cui 181 prenotate attraverso il planetario.
Budget complessivo utilizzato	1.000 euro (strumentazione e manutenzione)
Finanziamenti esterni	
Impatto stimato	8650 persone/anno (2015)
Link a siti web	http://edu.inaf.it/?page_id=480 http://www.planetarioditorino.it/infinito/didattica/scuole

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	marzo-giugno e ottobre-dicembre 2015
Titolo dell'iniziativa	Il cielo dalla Specola Margherita Hack
Categoria di attività	Attività per il pubblico e le scuole
Breve descrizione	Programma di osservazioni visuali del cielo organizzato dall' Osservatorio Astronomico di Trieste con il nuovo riflettore Marcon da 60 cm. Le osservazioni si svolgono di sera tre volte alla settimana, una riservata ai singoli, le altre due ai gruppi e alle scuole. Le osservazioni avvengono sotto la guida esperta di astronomi che illustrano le caratteristiche del telescopio, descrivono le caratteristiche del cielo visibile nella serata e spiegano la natura dei principali corpi celesti osservati al telescopio. In caso di maltempo, le risorse software e i dati del progetto europeo Virtual Observatory e un proiettore semi-immersivo in cupola permettono di trasformare il programma di osservazioni al telescopio in quello di una visita a un planetario.
Budget complessivo utilizzato	
Finanziamenti esterni	sponsor privati e pubblici
Impatto stimato	4000
Link a siti web	http://scuole.oats.inaf.it/index.php/it/smh-it

8.3.3 Produzione e gestione di beni culturali (quadro 8e)

In alcune delle Strutture INAF che conservano collezioni scientifiche si è allestito anche un vero e proprio museo aperto al pubblico, per lo più sfruttando proprio gli ambienti storici che furono interessati dall'attività di ricerca degli astronomi Sette e Ottocenteschi. Le Strutture che hanno una sezione museale sono gli Osservatori Astronomici di Brera, Capodimonte, Padova, Palermo, Roma-Monte Porzio e Teramo, cui si aggiunge la collezione di Trieste, che è accessibile da tutti i visitatori che effettuano le

visite didattiche in cupola. Ad eccezione di Palermo, il cui Museo è stato chiuso nel corso del 2015 per adeguamento alla normativa antincendio, i restanti sono aperti al pubblico. Nel corso del 2016-2017 si prevede aprano al pubblico, ove le risorse lo permettano, anche il museo di Cagliari e quello di Roma-Monte Mario.

Tabella 8.e Produzione e gestione di beni culturali (dati relativi all'anno 2015)

Nome della Struttura di gestione	Servizio Musei	(note)
Numero di siti museali gestiti dal Polo Museale	7	Teramo, Trieste, Padova, Capodimonte, Brera, Roma, Palermo
Numeri di giorni di apertura nell'anno	300	Teramo: 40; Trieste: 75; Capodimonte: 260 (dal lun al ven); Brera: 260 (dal lun al ven); Roma: stagionale; Padova: tutti i sabati e domeniche, più visite prenotate in orario infrasettimanale
Spazi dedicati in mq	Minimo 1381 mq	Teramo: 250; Trieste: 78; Capodimonte: 300; Brera: 185; Roma: 218 coperti (sale museo, cupola Bamberg, Torre solare) più spazi esterni del parco del Meridiano di Roma; Padova: 200; Palermo: 150
Budget impegnato per la gestione dell'attività nell'anno	Minimo 140000 € di cui 39000 € di costo pro-quota del personale di staff	Teramo 1500€; Trieste 7500€ (manutenzione) + 900€ (quota servizi); Capodimonte: non quantificato (è nell'FFO); Brera: 1 Cter VI livello per guardiana, 1h:30 settimanali di ric o tec. + 36 ore annue per le visite private, 20 ore di straordinario; Roma: totale non quantificato (investimento per riallestimento 100.000, realizzazione Exhibit multimediali 11.000); Padova: 9220 (rimborsi associazione convenzionata per lo svolgimento del servizio di apertura e visita guidata) + 10000 per attività ordinarie (acquisto PC e macchina fotografica, stampe volantini, interventi e materiale per pulizie e disinfestazione...); Palermo 0.25 FTE di 1 Ricercatore Astronomo come curatore del Museo, i costi generali sono coperti da FFO di INAF-OAPA e di UNIPA.
Totale finanziamenti esterni ottenuti per la gestione del polo museale nell'anno	Minimo 198700 €, compresi contributi <i>una tantum</i> per l'allestimento museale	Teramo: 101.000 € (borse di studio su fondi FSE Abruzzo 2014-2015); Trieste: 7880€ (biglietti); Capodimonte: 1740 (biglietti) + 14000 (PDIN INAF finalizzato alla realizzazione della mostra); Brera: 1500 (biglietti); Roma: 25.000 restauro Globo Coronelli + 16.000 per attività di comunicazione del Museo; Padova: 19476 (biglietti) + 20000

		(PDIN INAF finalizzato alla realizzazione della mostra Starlight)
Presenza di un sistema di rilevazione delle presenze	Parziale	Teramo: SI; Trieste: SI; Capodimonte: No (le cifre indicate sono stime); Brera: SI; Roma: NO (le cifre indicate sono stime); Padova: SI per i paganti; Palermo: SI
Se esiste un sistema di rilevazione delle presenze, l'ente di ricerca dovrà indicare: N.ro dei visitatori nell'anno	22000 ca.	Teramo: 2000; Trieste: 2245; Brera: 5200 (stimati); Roma: 5000 (stimati); Capodimonte: 2450 (stimati); Padova: 5100 (stimati)
N.ro dei visitatori paganti nell'anno	Un minimo di 7500	Teramo: 2000; Trieste: 1970; Brera: 180; Padova: 3354; Capodimonte e Roma: non quantificabili

Nome della struttura di gestione	Centro Visite "Marcello Ceccarelli"	
Numero di siti museali gestiti	1	Nel Centro Visite sono custodite strumentazioni storiche provenienti dai laboratori dei radiotelescopi
Numero di giorni di apertura all'anno	200	
Spazi dedicati in mq	200	
Budget impegnato per la gestione dell'attività dell'anno	Circa 20.000 euro	Per l'affitto dei locali
Totale dei finanziamenti esterni ottenuti per la gestione museale	Nessuno	Nel 2015
Presenza di un sistema di rilevazione delle presenze	Parziale	Attraverso la vendita dei biglietti. Durante le visite del fine settimana, gli under 12 non pagano e quindi non se ne può tenere un conteggio preciso, inoltre vengono organizzati degli open day ad accesso libero, senza prenotazione o costi.
N.o dei visitatori nell'anno	Circa 5.000- 6.000	
N.o dei visitatori paganti nell'anno	Circa 4.500	

8.3.4 Brevetti (quadro 8g)

nome brevetto	n. domanda	n. brevetto	data rilascio	titolare	inventori
processo per la produzione di un elemento ottico mediante formatura a caldo di una lastra di vetro	TO2013A000687 - 102013902184063	1419814	11/12/15	INAF	Ghigo-Proserpio
processo per la produzione di un'unita' ottica	TO2015A000219 - 102015902344496			INAF	Pareschi-Basso-Civitani
	BO2007A000578 - 102007901548321	1376417	21/06/10	INAF	Ghigo
di lastra curva su entrambe le facce, e relativo apparato per la produzione di tali substrati	RM2005A000480 - 102005901345239	1359922	04/05/09	INAF	SALINARI
					BAFFA CARLO BILIOTTI VALDEMARO FALCINI GILBERTO GENNARI SANDRO GIANI ELISABETTA MOCHI IACOPO OLIVA ERNESTO SOZZI MAURO
passante elettrico per recipienti sotto vuoto spinto o ultra spinto, e connettore per tale passante elettrico	RM2006A000690 - 102006901479326	1373186	19/04/10	INAF	FEDERICI MARTINO
sistema di calcolo	BO2011A000239 - 102011901940352	1406449	28/02/14	INAF	Pernechele- Pisanu- al.
sistema di misura ottico non a contatto	BO2011A000410 - 102011901961804	1406822	14/03/14	INAF	
apparato e metodo per l'ispezione non invasiva di corpi solidi mediante imaging muonico	UB2015A005808 - 102015000075497			INAF	O. Catalano
metodo per la generazione di sequenze di segnali, per la gestione di un sensore infrarosso od altro, e relativo dispositivo	FI2001A000128 - 102001900942853	1328513	14/07/05	CNR	Billiotti
dispositivo a pinza per la rivelazione di tessuti tumorali radiomarcati	BO2001A000508 - 102001900949700	1329134	08/09/05	CNR	Waldes
apparecchiatura per la misurazione di un segnale elettromagnetico	RM2001A000744 - 102001900979106	1323872	28/09/04	CNR	BUTTACCIO TARDIO S. NICOTRA G. TUCCARI G.
Apparatus for detecting electromagnetic radiation, in particular for radio astronomic applications	10/495,477 - PCT/IB2003/000045	6,982,681	03/01/06	CNR	Orfei - al.
concentratore solare e metodo di ottimizzazione dell'irradianza di tale concentratore solare.	TO2014A000016-102014902223298	1421696	31-Mar-16	INAF- UNI/BO	Diolaiti et al.
Achromatic liquid crystal variable retarder				INAF-INTA	Capobianco et al.

9 Capitolo 9 Le risorse finanziarie

9.1 FOE straordinario/internazionale

Fondi (in milioni di €)	2014		2015		2016	2017	2018
	Stanz.	Neces.	Stanz.	Neces.	Necessità	Necessità	Necessità
CTA	0.9	1.5 ¹	0.4	1.5 ¹	2.0 ²	2.0 ²	2.0 ²
SKA	1.0	1.5 ¹	0.06	1.5 ¹	1.5 ²	1.5 ²	1.5 ²
ELT	2.7	4.2	2.1	4.4	4.5 ³	4.6 ³	4.7 ³
SRT	2.6	3.5	1.6	3.5	3.3	3.3	3.3
LBT	-	2.5 ⁴	-	2.5 ⁴	3.0 ⁴	3.0 ⁴	3.0 ⁴
TNG	0.4	2.4	0.4	2.5	2.5	2.5	2.5
TOTALE	7.6	15.6	4.56*	15.9	16.9	16.9	16.9

*

¹ A questa somma erano aggiunti nel PTA 2014-2016 e 2015-2017 un importo pari a 2.5 M€ per SKA e 2.5 M€ per CTA a sostegno alle attività industriali poi finanziate negli anni successivi attraverso il programma "astronomia industriale".

² Le necessità indicate si riferiscono alle attività ordinarie programmate ed in corso e non al costo annuale di eventuale adesione alle formande organizzazioni internazionali, stimate in 10M per SKA e 5M per CTA rispettivamente.

³ Quote necessarie per la copertura dell'impegno finanziario MIUR relativo alla partecipazione al Telescopio E-ELT dell'ESO. La quote comprene una parte di aumento incrementale.

⁴ La Quota di LBT è fissa e pari a 3.2 M\$. Il recente affermarsi di un cambio euro/dollaro meno favorevole ha determinato l'aumento della necessità.

* A questo si devono aggiungere 500 K€ per il sottosegno alla attività di servizio relativa al Parco Astronomico delle Madonie (PAM).

9.2 FOE ordinario

Fondi (in milioni di €)	2014		2015		2016	2017	2018
	Stanz.	Neces.	Stanz.	Neces.	Necessità	Necessità	Necessità
Personale	64.0	64.0	62.6	64.0	64.6	64.6	64.6
Edilizia	*	*	*	*	5.9	4.2	4.2
Funzionamento	4.6	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4

Strutture+infrastrutture							
Ricerca di base	1.8	2.5	1.7	2.5	2.5	2.5	2.5
Funzionamento Ente (organi, licenze, assicurazioni, etc.)	5.8	7.6	4.4	7.6	7.6	7.6	7.6
TOTALE	76.2	82.5	77.1	82.5	89	87,3	87,3

* I risparmi di spesa conseguiti dall'Ente hanno permesso di finanziare quantomeno gli interventi obbligatori per la messa a norma ed in sicurezza degli edifici per gli anni 2014 e 2015.

E' opportuno inoltre notare che le voci relative a TNG, LBT ed SRT sono di carattere strutturale e dovrebbero in prospettiva essere assorbite nella dotazione ordinaria dell'Ente. 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.

9.3 Premiali ed altro

Le seguenti assegnazioni di origine premiale o dovute ad interventi straordinari per legge sono state o saranno erogate negli anni indicati.

Fondi (in milioni di €)	2014	2015	2016	2017
	Assegnazione	Assegnazione	Assegnazione	Assegnazione
Premialità indivisa	15.9	0	7.1	
Progetti premiali		0	1.3	
Astronomia Industriale		10	10	10

La distribuzione del finanziamento legato al programma "Astronomia Industriale" tra i progetti afferenti SKA e CTA è indicata nella tabella seguente:

Fondi (in milioni di €)	2015	2016	2017
CTA	6.0	8.5	9.0
SKA	4.0	1.5	1.0
TOTALE	10	10	10

La distribuzione presentata sopra assume la convergenza del progetto SKA in una organizzazione internazionale con finanziamenti di altra provenienza e prevede pertanto un sostegno prevalente a CTA attraverso il programma di Astronomia Industriale.

10 Appendice: Tabelle Dotazione Organica

Tabella 2 Dotazione Organica

Profilo	Livello	Dotazione Organica DPCM 22/01/2013	Dotazione Organica rideterminata ex art. 2, comma 5, Regolamento del personale	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2015	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2015
Dirigente I fascia		0	0	0	
Dirigente II fascia		2	2	2	
Dirigente di ricerca	I	41	47	11	
Primo ricercatore	II	100	117	56	
Ricercatore	III	190	199	164	37
Dirigente tecnologo	I	9	9	1	1
Primo tecnologo	II	26	26	20	2
Tecnologo	III	127	127	106	27
Astronomo Ordinario		28	22	22	
Astronomo Associato		70	53	53	
Ricercatore Astronomo		140	131	131	
Collaboratore tecnico E.R.	IV	128	128	114	
Collaboratore tecnico E.R.	V	58	58	57	
Collaboratore tecnico E.R.	VI	43	43	32	10
Operatore tecnico	VI	57	57	42	
Operatore tecnico	VII	13	13	12	
Operatore tecnico	VIII	9	9	6	6
Funzionario di amministrazione	IV	29	29	22	
Funzionario di amministrazione	V	19	19	17	1
Collaboratore di amministrazione	V	58	58	54	
Collaboratore di amministrazione	VI	16	16	13	
Collaboratore di amministrazione	VII	23	23	12	1
Operatore di amministrazione	VII	16	16	13	
Operatore di amministrazione	VIII	5	5	4	
R.E. ex ctg EP		7	7	5	
Totale		1214	1214	969	85

Altro Personale	Personale in servizio al 31-12-2015 impiegato in ricerca	Personale in servizio al 31-12-2015 NON impiegato in ricerca
Personale associato	460	
Assegnisti	248	
Borsisti	76	
Co.Co.Co	12	
Comandi in Entrata		3
Dottorandi associati	22	
Personale associato proveniente dalle Università	277	

11 Appendice: Tabelle Fabbisogno Personale

Tabella 3 Fabbisogno del personale

A TEMPO INDETERMINATO	Livello	Dotazione Organica rideterminata	2016		2017		2018		Cessazio ni al 31/12/201 5
			Num.	Costo	Num.	Costo	Num	Costo	
Dirigente I fascia		0	0	0	0	0	0	0	0
Dirigente II fascia		2	0	0	0	0	0	0	0
Dirigente di ricerca	I	47	14	1.075.214	6	460.806	16	1.228.816	2
Primo ricercatore	II	117	4	240.028	2	120.014	55	3.300.385	0
Ricercatore	III	199	14	665.392	9	427.752	12	570.336	3
Dirigente tecnologo	I	9	0	0	1	76.801	7	537.607	1
Primo tecnologo	II	26	0	0	2	120.014	4	240.028	0
Tecnologo	III	127	4	190.112	5	237.640	12	570.336	2
Astronomo Ordinario		22	0	0	0	0	0	0	0
Astronomo Associato		53	0	0	0	0	0	0	0
Ricercatore Astronomo		131	0	0	0	0	0	0	4
Collaboratore tecnico E.R.	IV	128	14	729.134	0	0	0	0	4
Collaboratore tecnico E.R.	V	58	1	47.583	0	0	0	0	0
Collaboratore tecnico E.R.	VI	43	11	471.174	0	0	0	0	0
Operatore tecnico	VI	57	8	342.672	0	0	7	299.838	3
Operatore tecnico	VII	13	1	38.432	0	0	0	0	0
Operatore tecnico	VIII	9	2	70.224	1	35.112	0	0	0
Funzionario di amministrazione	IV	29	7	364.567	0	0	0	0	0
Funzionario di amministrazione	V	19	1	47.583	0	0	1	47.583	0
Collaboratore di amministrazione	V	58	3	142.749	0	0	1	47.583	1
Collaboratore di amministrazione	VI	16	3	128.502	0	0	0	0	0
Collaboratore di amministrazione	VII	23	5	192.160	3	115.296	2	76.864	0
Operatore di amministrazione	VII	16	4	153.728	0	0	0	0	1
Operatore di amministrazione	VIII	5	1	35.112	0	0	0	0	0
R.E. ex ctg EP		7	0	0	0	0	0	0	0
Totale		1214	97	4.934.366	29	1.593.435	117	6.919.376	21

A TEMPO DETERMINATO	Livello	Dotazione Organica	2016		2017		2018	
			Num.	Costo	Num.	Costo	Num.	Costo
Dirigente I fascia								
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		1	42.834				
Operatore tecnico	VI							
Operatore tecnico	VII							
Operatore tecnico	VIII							
Funzionario di amministrazione	IV							

Funzionario di amministrazione	V							
Collaboratore di amministrazione	V							
Collaboratore di amministrazione	VI							
Collaboratore di amministrazione	VII							
Operatore di amministrazione	VII							
Operatore di amministrazione	VIII							
Totale			1	42.834				

12 Appendice: Prospetti Analitici

12.1 Prospetto Analitico C1

PROSPETTO ANALITICO C1 - RISPARMI DA TURN OVER LIVELLI I-III

CESSATI 2015 - consolidato

PROG.	Qualifica/Profilo e livello	Classe/Fascia stipendiale	DATA CESSAZIONE	NOTE	ONERE ANNUO LORDO
1	Ricercatore - III livello	VII	01/01/2015	collocamento a riposo	77.666,06
2	Ricercatore astronomo	14	16/04/2015	collocamento a riposo	84.815,97
3	Ricercatore astronomo	14	01/03/2015	collocamento a riposo	84.815,97
4	Ricercatore astronomo	14	01/06/2015	collocamento a riposo	84.815,97
5	Ricercatore astronomo	14	01/12/2015	collocamento a riposo	84.815,97
6	Tecnologo - III livello	III	30/05/2015	deceduto	54.854,84
7	Tecnologo - III livello	I	15/10/2015	risoluzione contratto	47.527,84
8	Ricercatore - III livello	IV	01/10/2015	dimissioni	58.675,56
9	Ricercatore - III livello	VII	01/04/2015	collocamento a riposo	77.666,06
10	Dirigente di ricerca - I livello	VII	01/04/2015	collocamento a riposo	137.201,49
11	Dirigente tecnologo - I livello	VII	01/11/2015	collocamento a riposo	137.201,49
12	Dirigente di ricerca - I livello	V	29/07/2015	dimissioni	113.209,06

Somma	1.043.266,28
Percentuale 60%	625.959,77

CESSATI 2016 - previsione

PROG.	Qualifica/Profilo e livello	Classe/Fascia stipendiale	DATA CESSAZIONE	NOTE	ONERE ANNUO LORDO
1	Astronomo ordinario	11	01/10/2016	collocamento a riposo	140.868,84
2	Astronomo ordinario	9	01/06/2016	collocamento a riposo	130.996,97
3	Astronomo ordinario	9	01/11/2016	collocamento a riposo	130.996,97
4	Astronomo ordinario	7	27/01/2016	deceduto	121.125,06
5	Astronomo ordinario	10	01/08/2016	collocamento a riposo	135.932,88
6	Tecnologo - III livello	VI	01/07/2016	collocamento a riposo	70.807,07

Somma	730.727,79
Percentuale 80%	584.582,23

CESSATI 2017 - previsione

PROG.	Qualifica/Profilo e livello	Classe/Fascia stipendiale	DATA CESSAZIONE	NOTE	ONERE ANNUO LORDO
1	Astronomo associato	11	01/07/2017	collocamento a riposo	103.541,90
2	Astronomo ordinario	7	01/07/2017	collocamento a riposo	121.125,06
3	Tecnologo III livello	VI	01/03/2017	collocamento a riposo	70.807,07
4	Astronomo associato	6	01/05/2017	collocamento a riposo	86.015,71
5	Dirigente di ricerca - I livello	VI	01/12/2017	collocamento a riposo	123.655,56

Somma	505.145,30
Percentuale 100%	505.145,30

12.2 Prospetto Analitico C2

PROSPETTO ANALITICO C2 - RISPARMI DA TURN OVER LIVELLI IV-VIII

CESSATI 2015 - consolidato

PROG.	Profilo	Livello	DATA CESSAZIONE	NOTE	Onere annuo lordo
1	CTER	IV livello super II	01/08/2015	collocamento a riposo	55.418,80
2	CTER	IV livello super I	01/01/2015	collocamento a riposo	55.418,80
3	Operatore tecnico	VI livello	01/03/2015	collocamento a riposo	42.833,76
4	Operatore di amministrazione	VII livello super I	29/06/2015	collocamento a riposo	39.535,96
5	Operatore tecnico	VI livello	28/10/2015	collocamento a riposo	42.833,76
6	Collaboratore di amministrazione	V livello super II	01/10/2015	collocamento a riposo	50.482,14
7	CTER	IV livello super II	31/12/2015	collocamento a riposo	55.418,80
8	CTER	IV livello super I	01/05/2015	collocamento a riposo	53.749,69
Somma					395.691,71
Turn Over 25%					98.922,93

CESSATI 2016 - previsione

PROG.	Profilo	Livello	DATA CESSAZIONE	NOTE	Onere annuo lordo
1	CTER	V livello	15/01/2016	deceduto	47.582,80
2	CTER	IV livello super II	01/08/2016	collocamento a riposo	55.418,80
Somma					103.001,60
Turn Over 25%					25.750,40

CESSATI 2017 - previsione

PROG.	QUALIFICA	PROFILO/LIVELLO INIZIALE	DATA CESSAZIONE	NOTE	Onere annuo lordo
1	CTER - IV livello	IV livello	01/08/2017	collocamento a riposo	52.080,59
2	Collaboratore di amministrazione	V livello super I	01/04/2017	collocamento a riposo	49.032,47
Somma					101.113,06
Turn Over 25%					25.278,27

12.3 Prospetto Sintetico C3

PROSPETTO SINTETICO C3									
Procedura reclutamento	Livello	Profilo	Unità I-III da assumere su autorizzazione PTA 2015-2017	Unità trasformazione rapporto di lavoro da tempo parziale a tempo pieno -	Unità I-III da bandire/assumere	Posti vacanti al 31/12/2015	Onere unitario annuo lordo (*)	Onere complessivo a regime	Onere complessivo a regime trasformazione rapporto di lavoro da part time a tempo pieno
ordinaria	I	Dirigente di ricerca			1	36	76.801	76.801	
ordinaria	I	Dirigente Tecnologo	1			8	76.801	76.801	
ordinaria	II	Primo Tecnologo	2		1	6	60.007	180.021	
ordinaria	II	Primo Ricercatore	2		2	61	60.007	240.028	
	III	Tecnologo		1 (**)		21			10.971
ordinaria	III	Tecnologo	5		6	21	47.528	522.808	
ordinaria	III	Ricercatore	4		8	35	47.528	570.336	
Totale unità da bandire/assumere: 33			14	1	18			1.666.795	10.971
Totale spesa per assunzioni: 1.677.766									
Budget assunzionale 2016-2018 per livelli I-III (Turn over 2015-2017): 1.715.687									

(*) L'onere unitario annuo lordo è riferito alla I fascia stipendiale dei livelli del profilo di Ricercatore e Tecnologo

(**) Trasformazione rapporto di lavoro da part time all'80% a tempo pieno di n. 1 unità con profilo di Tecnologo III livello - III fascia stipendiale

12.4 Prospetto Analitico C4

Prospetto sintetico C4						
Procedura reclutamento	Livello	Profilo	Unità da assumere su autorizzazione PTA 2014-2016 e PTA 2015-2017	Onere unitario	Onere complessivo a regime	Posti vacanti al 31/12/2015
ordinaria	VI	CTER	3	42.834	128.502	11
Totale unità da assumere: 3			3		128.502	
Totale spesa per assunzioni: 128.502						
Budget assunzionale 2016-2018 per i livelli IV-VIII (Turn over 2015-2017): 149.951						