

ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA PIANO TRIENNALE 2026-2028



INAF

ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

IMMAGINE DI COPERTINA: Fotografia del satellite PLATO all'interno del Large Space Simulator (LSS), presso il centro ESTEC dell'ESA, dove il satellite è stato sottoposto ad una serie di rigorose prove in condizioni simili a quelle spaziali. L'immagine è stata ripresa dalla sommità del LSS dopo la riapertura della camera di test. Offre una vista diretta delle 26 camere ultrasensibili di PLATO, gli "occhi" speciali che la missione utilizzerà per monitorare simultaneamente più di 150.000 stelle brillanti, alla ricerca di pianeti terrestri in orbita attorno a stelle simili al Sole.

PLATO (*PLANetary Transits and Oscillations of stars*), è il terzo satellite di classe Media del programma Cosmic Vision 2015-2025 dell'Agenzia Spaziale Europea. Il satellite utilizzerà le 26 camere per monitorare con elevata precisione la luminosità stellare, individuare transiti planetari e studiare le proprietà fisiche delle stelle ospiti. La missione, una delle principali missioni spaziali europee del prossimo triennio, si inserisce nelle attività scientifiche e tecnologiche dell'INAF nel campo degli esopianeti, dell'astrofisica stellare e della strumentazione spaziale. Il lancio è previsto nel primo trimestre del 2027 da Kourou con Ariane 6.

PLATO rappresenta anche un esempio significativo del contributo dell'INAF ai grandi programmi spaziali europei, integrando responsabilità scientifiche, sviluppo tecnologico, progettazione ottica, realizzazione e validazione di componenti strumentali, attività di ingegneria di sistema, assicurazione e controllo qualità, preparazione dei cataloghi scientifici e supporto alle operazioni.

La partecipazione italiana alla missione PLATO ha visto in prima linea l'Istituto Nazionale di Astrofisica, l'Agenzia Spaziale Italiana e l'Università di Padova, affiancati da un'importante filiera industriale nazionale. In particolare, Leonardo (Campi Bisenzio, Firenze), Thales Alenia Space Italia (Torino), Media Lario (Bosisio Parini, Lecco), HST (Prato), Gestione Silo (Scandicci, Firenze) e Kayser Italia (Livorno) hanno contribuito, sotto il coordinamento dell'ASI e la supervisione scientifica dell'INAF, alla progettazione, realizzazione, integrazione e qualifica dei telescopi e del computer di bordo.

L'INAF, in collaborazione con l'ESA e con il supporto dell'ASI, ha coordinato le attività di system engineering, integrazione, verifica e *product assurance* del **Camera System** della missione, comprendente le 26 camere, assumendo la responsabilità della sua consegna al Prime Contractor.

Crediti: ESA

Licenza: ESA Standard Licence

Montaggio: Davide Coero Borga, INAF

Il triennio 2026-2028, oltre ad essere caratterizzato dall'utilizzo di finanziamenti scevri del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, che vede la sua conclusione con ottime percentuali di successo, vede un certo numero di eventi significativi sia sul piano dello sviluppo di infrastrutture a lungo e lunghissimo respiro, sia per lo sviluppo dell'astrofisica fondamentale "curiosity-driven".

Dopo il lancio di Euclid e la prima luce del Vera Rubin è infatti la volta, agli inizi del 2027, del satellite PLATO a cui la comunità INAF e l'industria nazionale hanno apportato e continuano ad apportare, innovazioni tecnologiche e scientifiche in modo da potenziare ulteriormente la nostra conoscenza di mondi al di fuori del nostro Sistema Solare. Oltre a imprevedibili scoperte ed a individuare i migliori destinatari di osservazioni di missioni successive, come ARIEL, la nostra comunità, forte dell'esperienza guadagnata con CHEOPS e del continuo efficace utilizzo del Telescopio Nazionale Galileo per la misura della massa di nuovi esopianeti, è verosimile attendersi che il risultato scientificamente più importante sarà il porsi nuove domande, che non avremmo immaginato sino a qualche anno addietro.

ASTRI, l'array di telescopi Cherenkov di disegno e costruzione nazionale, precursore di CTAO, sta entrando in modalità di osservare e produrre risultati scientifici e tanta è l'attesa riposta nella individuazione di eventi estremamente energetici di cui sappiamo l'esistenza ma di cui ignoriamo in gran parte la natura e la provenienza. Si tratterà anche di un esperimento importante per raffinare le nostre capacità di analisi scientifica di questi fenomeni transienti, che si riveleranno immediatamente di prezioso utilizzo per il CTAO, la cui costruzione continua nei nostri laboratori, in industria, e nei siti, a Nord e a Sud, destinatari di questa importante infrastruttura per la quale siamo impegnati a garantire la continuità delle risorse.

Analoghe considerazioni possono essere fatte per LOFAR e MeerKAT, precursori di SKA-Low e SKA-Mid (ovvero di SKAO) per i quali il triennio in esame sarà cruciale per definire le modalità della fase successiva, che potrebbe vederne il completamento fino al raggiungimento della risoluzione e della sensibilità previste fin dalle origini del progetto. Su questo fronte voglio lasciare parole di moderato e giustificato ottimismo riguardo al potenziale rischio rappresentato dalle cosiddette mega-costellazioni. Per le frequenze elevate, la definizione di zone radioquiete rimane la strada maestra e non dobbiamo smettere di esercitare quella discreta e fattiva pressione sugli enti regolatori, con i quali abbiamo fino ad ora mantenuto rapporti eccellenti, anche a tutela di siti situati in aree fortemente antropizzate, come quelle che ospitano le storiche antenne sul suolo nazionale. Per le basse frequenze, la situazione geopolitica sta lentamente spingendo costruttori e operatori commerciali verso emissioni minimali e "standardizzate" (e quindi più facilmente filtrabili), per ragioni legate alla minore distinguibilità dei segnali, che, una volta tanto, collimano con i desiderata della comunità astronomica, contribuendo così a conservare in larga misura le capacità scientifiche attese.

Il triennio in esame è anche quello in cui la strumentazione ottica per l'Extremely Large Telescope e quella di frontiera per l'attuale generazione di telescopi ottici vedono il passaggio dalla fase di design a quella della costruzione, con l'inevitabile concretizzarsi di nuovi problemi

ma anche di nuove soddisfazioni, in una situazione di infrastrutture di laboratorio che beneficia degli effetti del PNRR.

La costruzione di una antenna per Space Weather nel Mezzogiorno dove potrebbe concretizzarsi la realizzazione di una nuova struttura dell'INAF, il continuo grande lavoro a supporto dell'Einstein Telescope e, più in generale, dell'astronomia multimessaggera sono tra i tanti progetti - impossibile nominarli tutti - che continuano ad essere gestiti da quello che rimane il patrimonio di gran lunga più prezioso dell'Ente: quello umano. In questo contesto continuano, spesso con discrezione e lontano dai riflettori, le attività per una loro appropriata valorizzazione.

Sul fronte dell'astrofisica fondamentale prende l'abbrivio il piano di finanziamenti che ha visto aumentare il proprio budget nominale del 50% e ha sancito un respiro temporale coerente con quanto sperimentato nelle precedenti edizioni analoghe, in uno spirito di maggiore e più efficace competitività.

Con lo stesso spirito va visto l'impulso per una missione spaziale nazionale di adeguate dimensioni e il continuo interesse per le attività di calcolo, in preparazione di quella rivoluzione caratterizzata da telescopi, missioni ed esperimenti volte alla produzione di quantità di dati ingestibili se non attraverso le nuove tecnologie informatiche, tra cui spicca l'intelligenza artificiale.

Un triennio, quello in oggetto, che vedrà dunque compiersi alcune fasi trasformative e preparerà il terreno per le prossime rivoluzioni, a partire dalle prime luci di CTAO, ELT e SKAO, per le quali la comunità dovrà farsi trovare preparata e pronta a reagire alle nuove scoperte ed alle nuove domande che esse porranno.

Il Presidente INAF

Roberto Ragazzoni

Indice

Premessa	1
1. L'Ente	3
1.1 Descrizione dell'Ente	3
1.1.1 Organizzazione dell'Ente	3
La Governance	3
Le Strutture di Ricerca, caratteristiche, localizzazione e logistica	10
Sedi distaccate delle strutture di ricerca	12
Laboratori e strumentazione nelle strutture INAF	13
1.2 Missione e Strategia di Sviluppo	14
1.3 Aderenza verso il Programma Nazionale della Ricerca (PNR) 2021-2027	15
1.4 Posizionamento dell'Ente	15
1.4.1 Roadmap ESFRI e ASTRONET	16
1.4.2 Sostenibilità e Programmazione	17
1.4.3 Pianificazione delle attività di ricerca	18
1.4.4 Controllo dei prodotti delle Attività di Ricerca	19
1.4.5 Leadership scientifica con record elevato di pubblicazioni	20
1.4.6 Open Science in INAF	21
1.4.7 Produzione Scientifica dell'Ente	22
2. Collaborazioni Nazionali	26
3. Internazionalizzazione	28
3.1 Partecipazione a reti ed infrastrutture a carattere internazionale	28
3.2 Posizionamento dell'Ente in contesti di Ricerca Internazionali	29
3.3 Rappresentanze in altri Enti di Ricerca o Istituzioni nazionali ed internazionali	29
4. Personale Ricercatore, Tecnologo, Tecnico, Amministrativo	31
4.1 Dotazione organica	31
4.2 Altro personale	32
5. Infrastrutture di Ricerca	34
5.1 Infrastrutture da Terra in fase operativa	34
5.1.1 SRT e Antenne VLBI	34
5.1.2 Telescopio Nazionale Galileo (TNG)	35
5.1.3 Large Binocular Telescope (LBT)	35
5.1.4 VLT Survey Telescope (VST)	35
5.1.5 Telescopi ESO	36
5.2 Infrastrutture da terra in costruzione	36
5.2.1 ELT - Extremely Large Telescope	36
5.2.2 ASTRI Mini-Array	36
5.2.3 CTA	37
5.2.4 SKA e precursori	38
5.2.5 Einstein Telescope	39
5.2.6 Km3NeT	40
5.3 Infrastrutture dallo/per lo Spazio	41
5.3.1 Missioni spaziali in ambito ESA in fase operativa	41
5.3.2 Missioni spaziali in ambito extra Europeo in fase operativa	42
5.3.3 Missioni spaziali in ambito ESA in fase di sviluppo	42

5.3.4	Missioni spaziali in ambito extra Europeo in fase di sviluppo	43
5.4	Infrastrutture Informatiche	44
6.	Attività Scientifica e Progettuale	47
6.1	Principali linee di Ricerca	47
6.1.1	Galassie e Cosmologia - Raggruppamento Scientifico Nazionale 1	47
6.1.2	Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 2	51
6.1.3	Sole e Sistema Solare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 3	55
6.1.4	Astrofisica Relativistica e Particellare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 4	59
6.1.5	Tecnologie Avanzate e Strumentazione - Raggruppamento Scientifico Nazionale 5	64
6.2	Progetti di Astrofisica Fondamentale	68
6.3	Progetti di Astrofisica di Frontiera	70
6.4	Progetti per l'Astrofisica dallo Spazio e l'Esplorazione del Sistema Solare	72
6.5	Il Programma Proris	76
6.5.1	Il "Progetto Strategico" PRORIS	77
6.6	Il Progetto "Space IT UP"	77
6.7	Progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)	78
6.7.1	STILES	78
6.7.2	CTA+	79
6.7.3	NG Croce	80
6.7.4	EMM	81
6.7.5	Andamento complessivo del Programma PNRR [4 maggiori Progetti]	83
6.7.6	Altri progetti PNRR in cui è coinvolta INAF	85
	Il Centro Nazionale HPC, Big Data and Quantum Computing (ICSC)	85
	KM3Net4RR ("Kilometer Cube Neutrino Telescope for Recovery and Resilience)	86
	Einstein Telescope Infrastructure Consortium, ETIC	87
	VITALITY	88
6.8	Progetti multidisciplinari ad impatto strategico sulla società	89
6.8.1	Space Situational Awareness (SSA)	89
	Space Surveillance and Tracking (SST)	89
	Space Weather	90
	Tomografia Muonica dei Vulcani attivi	91
6.9	Progetti del PN-RIC 2021-2027	91
6.9.1	Progetti ammessi a finanziamento D.D. n. 310 del 18 marzo 2025	92
	ASTRASUD	92
	CTA++	93
	STILEMI	93
6.9.2	Progetti ammessi a finanziamento D.D. n. 307 del 18 marzo 2025	94
	ECHO-TWIN-RISE	94
	ECHO-TWIN-NET	95
7.	Attività di Terza Missione/Impatto Sociale	96
7.1	Valorizzazione economica della Ricerca	96
7.1.1	Tecnologie Astrofisiche applicate al campo sanitario	97
7.2	Alta formazione	97
7.3	Public Engagement	100
7.3.1	Informazione e Comunicazione	101
7.3.2	Divulgazione	102
	Infrastrutture di Public Engagement: Accesso e Valorizzazione	102

Format di Successo e Grandi Eventi	103
Collaborazioni Strategiche Nazionali e Internazionali	103
7.3.3 Didattica (Education)	104
Progetti Chiave per l'Inclusione e l'Innovazione	104
Coordinamento Internazionale e Formazione	104
Collaborazione con il Sistema Scuola (MIM)	104
7.4 Biblioteche, archivi storici e Musei	105
8. Gender Equality	108
8.1 Iniziative in atto e previste volte a promuovere inclusività e parità di “genere”.	108
8.2 Indicazione del budget e del personale coinvolto.	109
9. Patrimonio, Bilancio e Fabbisogno di Risorse	110
9.1 Patrimonio	110
9.1.1 Aggiornamento sullo stato dei lavori di censimento, inventario e gestione del patrimonio immobiliare.	112
9.2 Bilancio	118
9.2.1 Stato del bilancio annuale e di previsione	118
9.2.2 Immagine proiettiva dei successivi tre anni	121
Entrate previste nell’ambito del Fondo Ordinario di Funzionamento	121
Entrate previste per il finanziamento di grandi infrastrutture	122
Spese Previste per l’Anno 2026 e proiezione triennale	124
Criticità di finanziamento per attività di ricerca e infrastrutturali	127
9.2.3 Rapporto tra le risorse interne ed esterne	128
9.3 Azioni volte al risparmio sulla conduzione dell’Ente.	129
10. Risorse umane e loro gestione	131
10.1 Fabbisogno del Personale e programmazione	131
10.1.1 Assunzioni obbligatorie per il Triennio 2026-2028	131
10.2 Attività di formazione per il Personale	131
11. Monitoraggio e Autovalutazione	132
11.1 Meccanismi per il monitoraggio interno dell’avanzamento delle attività e dei progetti.	132
11.2 Autovalutazione dell'impatto delle attività di ricerca a livello scientifico, economico e sociale.	132
12. Società partecipate	133
Lista degli Acronimi	135

Premessa

L'aggiornamento del **Piano Triennale di Attività (PTA) dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) per il triennio 2026-2028** è predisposto in conformità al modello trasmesso dal Ministero dell'Università e della Ricerca con nota dell'11 marzo 2025, prot. n. 4264, elaborato dal Comitato di valutazione nominato con Decreto Direttoriale n. 906 del 15 luglio 2025.

La descrizione delle attività dell'Ente si articola in due parti: un **Executive Summary**, volto a evidenziare in forma sintetica gli elementi strategici della programmazione, e una parte descrittiva generale, nella quale sono riportati in modo più esteso gli obiettivi, le attività scientifiche e progettuali, le infrastrutture, le risorse e gli strumenti organizzativi a supporto della missione istituzionale.

La formazione dei contenuti del PTA è frutto di un processo di ricognizione partecipata e di analisi dei principali programmi, progetti e iniziative in corso o previste nel triennio.

Nel primo semestre del 2026 si è concluso il mandato dei **Comitati Scientifici Nazionali (CSN)** in carica e i nuovi Comitati si sono insediati a decorrere dal **1° luglio 2026**. In considerazione di tale transizione, la sezione 6.1, ordinariamente predisposta con il contributo dei CSN, non è stata oggetto di revisione sostanziale nel presente aggiornamento. Il suo aggiornamento organico sarà affidato ai nuovi Comitati Scientifici Nazionali nell'ambito del successivo ciclo di programmazione, al fine di recepire in modo coerente le priorità scientifiche e le linee di sviluppo individuate dalla nuova composizione dei CSN.

Nel gennaio 2026 è stato approvato il PTA 2025-2027, la cui finalizzazione non era stata possibile nel corso del 2025 a causa del ritardo accumulato nella predisposizione del PTA 2024-2026, in concomitanza con la transizione della governance dell'Ente nel 2024. A seguito dell'approvazione del PTA 2025-2027, è stata avviata la predisposizione del presente PTA 2026-2028.

In considerazione del breve intervallo temporale intercorso tra la presentazione del precedente Piano e l'elaborazione del presente aggiornamento, il PTA 2026-2028 mantiene l'impianto strategico generale già delineato, intervenendo prevalentemente sull'aggiornamento delle sezioni soggette a maggiore evoluzione e sull'inserimento di nuove attività di rilievo. In particolare, sono state integrate le iniziative connesse al supporto alla candidatura italiana per Einstein Telescope, incluse le attività legate al sito di Sos Enattos e alla prospettiva dell'astronomia multi-messaggera, nonché il percorso di definizione della partecipazione dell'INAF alla collaborazione KM3NeT. Sono state inoltre aggiornate le sezioni relative al bilancio, al personale, alla programmazione delle risorse e alle principali attività progettuali e infrastrutturali.

Il PTA 2026-2028 fa riferimento al [PIAO 2026-2028](#) per le tematiche comuni ai due documenti e rinvia a quest'ultimo ogniqualvolta la riproduzione dei contenuti risulterebbe ridondante, assicurando coerenza e complementarità tra gli strumenti di programmazione dell'Ente.

1. L'Ente

1.1 Descrizione dell'Ente

L'**Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)** è l'Ente Pubblico di Ricerca tematico, vigilato dal MUR, che si occupa di ricerca di base ed applicata nei settori di astrofisica, astronomia ed esplorazione scientifica del Cosmo e del Sistema Solare. Si svolgono in INAF ricerche nei campi più svariati afferenti a questi settori, dalla cosmologia alla ricerca ed alla caratterizzazione dei pianeti extrasolari, inclusa la fisica degli oggetti compatti con particolare riguardo alle sorgenti delle onde gravitazionali recentemente rivelate. L'INAF conduce anche ricerca tecnologica ed applicata, talvolta in partenariato con il mondo industriale, per la realizzazione della strumentazione per osservazioni dell'Universo sia da Terra che dallo Spazio.

1.1.1 Organizzazione dell'Ente

La Governance

L'INAF è un Ente pubblico di ricerca costituito con Decreto Legislativo 23 luglio 1999, n. 296 dalla unificazione degli Osservatori Astronomici (allora 12) e successivamente riformato dal Decreto Legislativo 4 giugno 2003, n. 138 includendo gli Istituti tematicamente affini allora afferenti al CNR. L'INAF ha la propria sede legale a Roma. La governance dell'Ente è descritta nello Statuto, approvato il 25 Maggio 2018, il cui testo integrale è reperibile al seguente sito: <https://pta.inaf.it>.

L'Ente è articolato in sedici Strutture di Ricerca distribuite sul territorio nazionale, ciascuna sotto la responsabilità di un Direttore. I ricercatori e tecnologi che svolgono le proprie attività nelle Strutture di Ricerca afferiscono a cinque **Raggruppamenti Scientifici Nazionali (RSN)** definiti dal Consiglio di Amministrazione.

Lo schema di funzionamento dell'Ente è rappresentato in Figura 1. Come da Statuto, l'organizzazione dell'INAF separa le funzioni di indirizzo dalle funzioni di gestione. Le funzioni di indirizzo sono svolte dal **Presidente** e dal **Consiglio di Amministrazione**, organi di governo dell'Ente. Le funzioni gestionali sono svolte dalle due direzioni apicali paritetiche **Direzione Generale** e **Direzione Scientifica**, e dai Direttori delle Strutture di Ricerca, ciascuno secondo le proprie competenze.

Gli organi di governo dell'Ente deliberano atti di indirizzo che sono trasmessi in forma di delibera agli organismi gestionali per essere attuati. Nella formulazione degli indirizzi, gli organi di governo si avvalgono della consulenza del **Consiglio Scientifico**, del **Collegio dei Direttori di Struttura**, dei **Comitati Scientifici Nazionali** e della **Direzione Scientifica** che ha in aggiunta ruolo propositivo verso gli organi di Governo.

A questi si aggiungono, con specifiche funzioni statutarie, il **Collegio dei Revisori dei Conti**, il **Comitato Unico di Garanzia** e l'**Organismo Indipendente di Valutazione**.

Nel 2025 l'INAF ha avviato un ampio processo di rinnovamento della propria architettura organizzativa centrale, con l'obiettivo di rafforzare la propria capacità di indirizzo strategico, migliorare l'efficienza dei processi amministrativi e valorizzare le funzioni scientifiche e istituzionali dell'Ente. Le riorganizzazioni della Presidenza, della Direzione Scientifica e della Direzione Generale si inseriscono in una visione comune: un INAF più moderno, più integrato, più competitivo e maggiormente allineato agli standard delle principali istituzioni di ricerca europee.

Le tre articolazioni della governance, il cui nuovo assetto è illustrato nel **Prospetto 1** – pur mantenendo ambiti e responsabilità tra loro distinti – condividono alcuni principi cardine: chiarezza delle funzioni, specializzazione delle competenze, responsabilizzazione dei ruoli, sostegno alla ricerca e alle infrastrutture scientifiche, trasparenza e gestione diffusa.

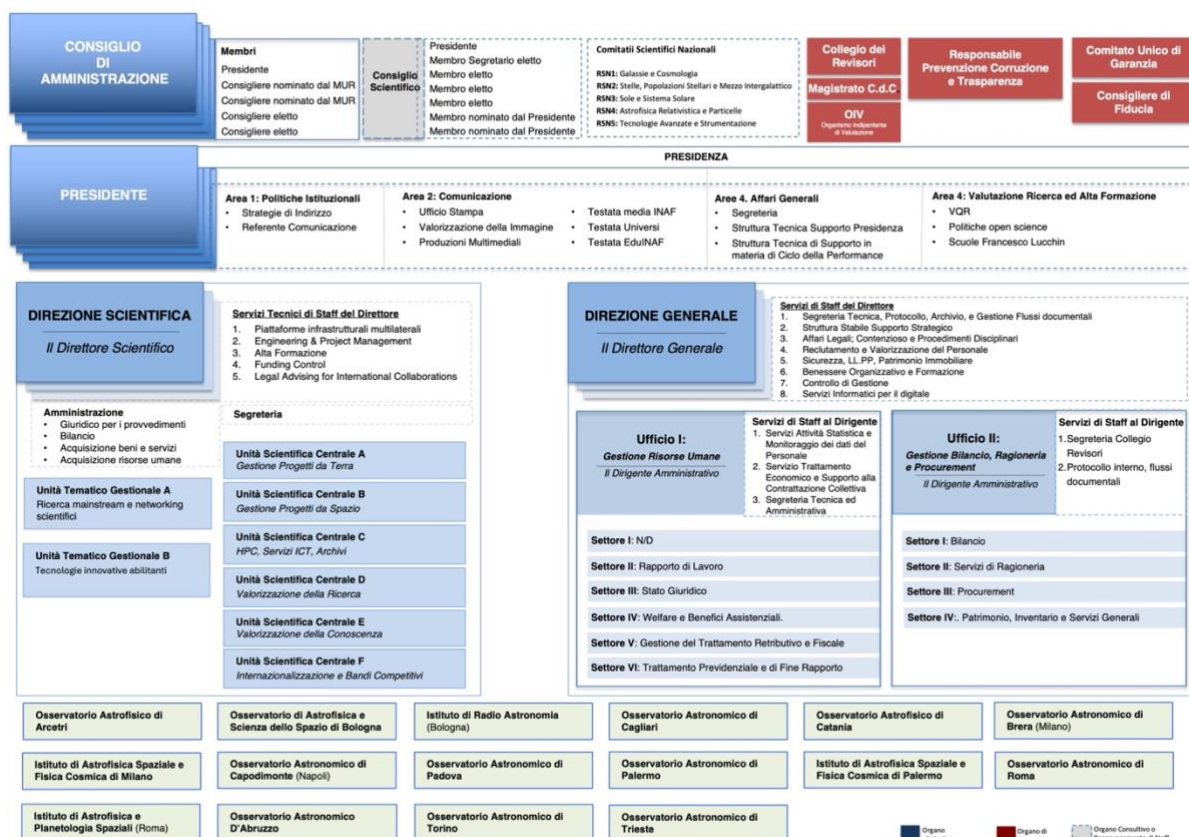


Figura 1 - Schema della organizzazione dell'INAF

I Ricercatori e Tecnologi dell'INAF afferiscono, per libera scelta, ad un **RSN primario** ed eventualmente a un **RSN secondario**, tra gli RSN definiti dal Consiglio di Amministrazione (Delibera 30 del 3 Maggio 2019):

- RSN-1 Galassie e Cosmologia
- RSN-2 Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare
- RSN-3 Sole e Sistema Solare
- RSN-4 Astrofisica Relativistica e Particelle

- RSN-5 Tecnologie Avanzate e Strumentazione

Per ogni Struttura di Ricerca è eletta una figura di coordinatore locale per ognuno dei Raggruppamenti Scientifici di rilevanza per la Struttura. Ciascun RSN si dota di un Comitato Scientifico Nazionale (CSN) composto dai coordinatori locali. Ciascun CSN elegge il proprio Presidente. I Direttori delle Strutture di Ricerca formano il **Collegio dei Direttori di Struttura**, soggetto collettivo con specifiche funzioni attribuite dallo statuto. I CSN hanno contribuito per le parti di loro competenza alla redazione di questo aggiornamento del PTA.

Prospetto 1

RIORGANIZZAZIONE ASSETTO ORGANIZZATIVO DELLA PRESIDENZA, DELLA DIREZIONE SCIENTIFICA E DELLA DIREZIONE GENERALE

Presidenza

Con il Decreto 10/2025, successivamente formalizzato nel documento Organizzazione dell'Ufficio di Presidenza dell'11 marzo 2025, è stato definito il nuovo assetto organizzativo della Presidenza, articolato in quattro aree.



Area "**Politiche Istituzionali**".

Si occupa di coadiuvare il Presidente nelle scelte politico istituzionali con referenti nazionali ed internazionali e nella comunicazione del Presidente.

Al suo interno è divisa nelle segg. articolazioni:

- Strategie di indirizzo;
- Affari Multilaterali (per le questioni di carattere internazionale);
- Referente per la comunicazione.

Area "**Comunicazione**".

Si occupa di gestire l'ufficio stampa istituzionale dell'Ente, delle testate giornalistiche in capo all'Ente, del sito Web istituzionale e del suo contenuto, oltre che alla gestione dell'immagine dell'Ente negli eventi in cui lo stesso è presente istituzionalmente, seguendo la linea editoriale indicata dal Presidente.

Al suo interno è divisa nelle segg. articolazioni:

- Ufficio Stampa;
- Testate giornalistiche, così suddivise:
 - Media INAF;
 - Universi;
 - EduINAF;
- Sito Web & contenuti multimediali;
- Valorizzazione dell'immagine.

Area “**Affari Generali**”

Si occupa delle attività di segreteria e delle strutture di supporto tecnico amministrative del Consiglio di Amministrazione, dell'Organo Indipendente di Valutazione e della struttura di valutazione della performance.

Al suo interno è divisa nelle segg. articolazioni:

- Ufficio di Segreteria;
- Struttura tecnica a supporto del Consiglio di Amministrazione;
- Struttura tecnica a supporto della Presidenza, del Consiglio di Amministrazione e dell'Organismo Indipendente di Valutazione per la definizione di tutti gli atti propri del ciclo di gestione della performance.

Area “**Valutazione della Ricerca & Alta Formazione**”

Si occupa delle attività connesse alla Valutazione della Qualità della Ricerca, delle politiche di Open Science, nonché della programmazione delle Scuole “Francesco Lucchin” a seguito delle indicazioni fornite dalla Presidenza.

Al suo interno è divisa nelle segg. articolazioni:

- Valutazione della Qualità della Ricerca;
- Politiche di Open Science;
- Scuole “Francesco Lucchin”.

La nuova organizzazione degli uffici di Presidenza rafforza la capacità di indirizzo del Presidente, introduce un modello comunicativo moderno e consolida il presidio su valutazione e open science.

Direzione Generale

Il Direttore Generale è responsabile, in via esclusiva, della gestione amministrativa e contabile dell'Ente, fatta eccezione per le funzioni amministrative e gestionali espressamente attribuite al Direttore Scientifico e ai Direttori delle Strutture di Ricerca.

La Direzione Generale dispone correntemente di due uffici di livello dirigenziale:

- Ufficio Risorse Umane;

- Ufficio Bilancio.

È stata ribadita in più occasioni ai ministeri vigilanti la necessità di aumentare il numero degli uffici Dirigenziali a beneficio di una maggiore efficienza dell'Ente.

Nel 2025 l'INAF ha completato un'importante revisione dell'assetto organizzativo della Direzione Generale, con l'obiettivo di rafforzare la capacità amministrativa e tecnica dell'Ente, migliorare l'efficacia dei processi di supporto alle Strutture di Ricerca e garantire un presidio più solido delle funzioni di compliance, sicurezza e gestione delle infrastrutture. La riorganizzazione si fonda su due atti complementari: la Delibera 11/2025, che introduce modifiche strutturali ai Servizi di Staff e ridisegna la distribuzione di alcune competenze strategiche tra Direzione Generale e Presidenza, e la Delibera 26/2025, che completa l'assetto della Direzione Generale e rafforza il presidio dei processi di reclutamento e valorizzazione del personale.

Un primo elemento qualificante è il trasferimento della funzione "Prevenzione della Corruzione, Trasparenza e Ciclo di Gestione della Performance" dalla Direzione Generale a un'area della Presidenza, in coerenza con le indicazioni dell'Organismo Indipendente di Valutazione. Questa scelta rafforza l'assetto complessivo della governance, attribuendo alla Presidenza un presidio più diretto su funzioni istituzionali trasversali che incidono sul ciclo di programmazione e valutazione dell'Ente e sul rapporto con gli organismi di controllo.

Contestualmente, la Direzione Generale consolida la propria capacità di gestione tecnico-operativa attraverso l'istituzione del nuovo Servizio di Staff "Sicurezza, Lavori Pubblici e Patrimonio Immobiliare", articolato in tre sezioni (Prevenzione e Protezione; Lavori Pubblici; Patrimonio Immobiliare), che consente di integrare e professionalizzare la gestione di sicurezza, programmazione e monitoraggio delle opere pubbliche, pianificazione degli investimenti e governo del patrimonio immobiliare, incluse le grandi attrezzature scientifiche. In questo quadro viene confermato anche il ruolo del Tavolo Tecnico Permanente come articolazione del Servizio, garantendo continuità operativa e competenza specialistica.

Un ulteriore elemento di riforma riguarda il rafforzamento delle funzioni collegate alla qualificazione dell'Ente come Stazione Appaltante, in coerenza con il nuovo Codice dei Contratti Pubblici. Viene infatti potenziata la Struttura Stabile di Supporto Strategico agli Organi di Governo e di Supporto Tecnico alle Strutture di Ricerca e ai RUP, con compiti consolidati su programmazione degli acquisti, supporto consulenziale, standardizzazione e formazione, gestione delle piattaforme digitali e presidio delle interazioni con ANAC, anche attraverso la collaborazione con tavoli tecnici permanenti.

La Delibera 26/2025 completa il quadro introducendo un ulteriore miglioramento organizzativo, con la creazione del nuovo Servizio di Staff "Reclutamento e Valorizzazione del Personale", dedicato alla gestione delle procedure concorsuali e selettive, incluse assunzioni, progressioni economiche e di carriera, reclutamento a tempo determinato, contratti di ricerca e borse di studio, su richiesta della Presidenza e della Direzione Generale. Il nuovo Servizio è concepito per garantire specializzazione e tempestività operativa, ed è rafforzato dall'introduzione di una figura apicale dedicata: un Dirigente Tecnologo di primo livello, selezionato con procedura concorsuale aperta, cui il Direttore Generale conferisce specifica delega di funzioni per operare con elevata autonomia e responsabilizzazione.

Coerentemente con questa impostazione, il dispositivo prevede anche la razionalizzazione delle competenze interne: vengono eliminate duplicazioni nell'Ufficio "Gestione delle Risorse Umane", mantenendo in capo a tale ufficio il presidio dello status giuridico ed economico del personale, e rafforzando al contempo il principio di segregazione delle funzioni nei processi di integrità e controllo, con specifico riferimento anche al ruolo del RPCT.

Nel complesso, la riorganizzazione del 2025 definisce una Direzione Generale più solida, più tecnica e maggiormente integrata, capace di sostenere con efficacia la missione scientifica dell'Ente, garantendo basi amministrative robuste, presidi tecnici adeguati, maggiore chiarezza delle responsabilità e un rafforzamento della compliance e della qualità dei processi.

Direzione Scientifica

Il Direttore Scientifico è responsabile, in via esclusiva, della gestione scientifica dell'Ente e di tutte le attività amministrative e contabili ad essa strumentali.

La nuova struttura della Direzione Scientifica, approvata dal CDA il 25 febbraio 2025, segna un'evoluzione sostanziale nel modo in cui l'INAF pianifica, governa e valorizza la propria attività scientifica. Il nuovo modello è concepito per affrontare le sfide della ricerca astrofisica moderna, caratterizzata da infrastrutture internazionali di grandi dimensioni, da collaborazioni multilaterali complesse, da cicli di sviluppo tecnologico avanzati e da una crescente centralità dei dati e del calcolo scientifico.

Questo assetto consente all'Ente di operare con maggiore coerenza strategica e tempestività, integrando competenze scientifiche, tecnologiche, gestionali e amministrative su scala nazionale e internazionale.

La riorganizzazione della Direzione Scientifica definisce un modello pienamente allineato allo Statuto e al Regolamento di Organizzazione e Funzionamento, articolato in quattro componenti: Struttura di Supporto Amministrativo, Struttura Tecnica di Supporto (ST1 –ST5), Unità Tematico-Gestionali (UTG-A e UTG-B) e Unità Scientifiche Centrali (USC-A ... USC-F).

STRUTTURA DI SUPPORTO AMMINISTRATIVO

La Struttura di Supporto Amministrativo è la base operativa della Direzione Scientifica e garantisce la gestione documentale, il supporto diretto alla Direttrice Scientifica e l'attuazione dei processi amministrativi necessari per la programmazione scientifica. La Segreteria assicura la tenuta dei flussi comunicativi interni ed esterni, mentre l'Area Amministrazione coordina attività essenziali quali la preparazione dei provvedimenti, la gestione del bilancio della Direzione Scientifica, il reclutamento di personale a supporto delle attività scientifiche. La struttura opera secondo il modello di *"amministrazione e gestione diffusa"*, integrando personale dell'Amministrazione Centrale e delle Strutture di Ricerca.

STRUTTURE TECNICHE DI SUPPORTO – ST1 –ST5

La Struttura Tecnica della Direzione Scientifica incorpora competenze avanzate che abilitano l'Ente a partecipare efficacemente alle grandi infrastrutture internazionali, sviluppare progetti tecnologici complessi, formare nuove generazioni di ricercatori e tecnologi e garantire la corretta gestione legale e finanziaria delle collaborazioni multilaterali.

ST1 – Piattaforme Infrastrutturali Multilaterali

Attraverso il sistema dei "Project Spokesperson", ST1 raccoglie, organizza e trasmette i flussi informativi provenienti dalle user communities delle infrastrutture in cui l'Istituto è coinvolto e li integra nei processi decisionali della Direzione Scientifica.



L'elenco delle infrastrutture monitorate comprende, tra le altre, ASTRI, CTA, ET, ESO, infrastrutture spaziali, JIVE, LBT, LOFAR, MAGIC, MEERKAT+, SKA, SRT, TNG, e VST con possibilità di

aggiornamento secondo le evoluzioni della partecipazione a infrastrutture e grandi progetti al livello nazionale e internazionale.

ST2 – Engineering & Project Management

ST2 è responsabile del presidio ingegneristico dei progetti tecnologici dell'Ente. Monitora l'adozione degli standard internazionali, supporta la pianificazione, la progettazione e lo sviluppo di infrastrutture avanzate e interviene nei casi di criticità proponendo analisi tecniche e recovery plan. Svolge anche un importante ruolo nel mantenimento delle competenze ingegneristiche interne tramite programmi di aggiornamento professionale.

ST3 – Alta Formazione

ST3 coordina il sistema di formazione avanzata dell'INAF: relazioni con università e istituti di ricerca, dottorati, post-dottorati, scuole, corsi specialistici e programmi per giovani ricercatori. La sua missione è sviluppare e consolidare competenze scientifiche e tecnologiche strategiche per l'Ente, promuovendo percorsi formativi che rispondano ai bisogni presenti e futuri della comunità scientifica.

ST4 – Funding Control

ST4 fornisce un presidio dedicato al controllo gestionale dei finanziamenti della ricerca. Supervisiona l'allocazione delle risorse FOE, delle assegnazioni vincolate e dei fondi progettuali, assicurando la corretta distribuzione e rendicontazione delle risorse, nonché la coerenza tra i programmi scientifici e le disponibilità finanziarie. Il servizio supporta la Direzione Scientifica nella pianificazione pluriennale della spesa.

ST5 – Legal Advising for International Science Collaborations

ST5 coordina l'assistenza legale per le collaborazioni scientifiche internazionali, supportando la stipula di accordi, protocolli multilaterali e intese istituzionali. Le attività vengono svolte attraverso task force composte da esperti interni del settore legale e scientifico, con l'obiettivo di garantire rigore giuridico e flessibilità operativa.

UNITÀ TEMATICO-GESTIONALI – UTG

Le UTG rappresentano il ponte strategico tra ricerca, infrastrutture e innovazione tecnologica. Hanno il compito di agevolare l'accesso della comunità scientifica alle infrastrutture e ai dati, di coordinare i network tematici e di sostenere lo sviluppo di programmi scientifici e tecnologici trasformativi.

UTG-A – Ricerca Mainstream & Network Scientifici

UTG-A coordina i network scientifici tematici, armonizzando priorità, risorse e opportunità. Promuove la crescita e la competitività internazionale dei gruppi di ricerca e sostiene l'avvio di programmi ad alto valore innovativo, contribuendo alla costruzione di massa critica nei settori più strategici per l'INAF.

UTG-B – Tecnologie Innovative Abilitanti

UTG-B presidia il percorso di sviluppo delle tecnologie innovative, accompagnando i progetti dai primi livelli TRL [0–3] fino alle fasi più mature del processo di ingegnerizzazione [TRL 4–9, TRL 7–10]. La sua missione è alimentare l'innovazione scientifica, favorire la collaborazione con partner industriali e accademici e sostenere il trasferimento tecnologico verso applicazioni avanzate.

UNITÀ SCIENTIFICHE CENTRALI – USC

Le USC costituiscono la cabina di regia della programmazione scientifica della Direzione Scientifica. Ogni USC presidia un ambito strategico: grandi progetti da Terra e dallo Spazio, calcolo avanzato, innovazione tecnologica, valorizzazione della ricerca e della conoscenza, relazioni internazionali e bandi competitivi.

USC-A – Progetti da Terra

USC-A coordina la progettazione e lo sviluppo degli strumenti ground-based, incluse collaborazioni nazionali e internazionali. Supporta PI e gruppi di ricerca nella pianificazione, realizzazione e gestione dei progetti, contribuendo alla definizione delle roadmap osservative.

USC-B – Progetti dallo Spazio

USC-B supporta la partecipazione dell'INAF alle missioni spaziali ASI, ESA e internazionali, presidia lo sviluppo degli strumenti e delle pipeline scientifiche, coordina i fondi dedicati alle attività spaziali e promuove nuove progettualità legate all'osservazione dell'Universo dallo spazio.

USC-C – Calcolo Avanzato, HPC, ICT e Archivi

USC-C coordina e sviluppa le competenze dell'Ente nel calcolo avanzato, nella gestione dei dati, nell'intelligenza artificiale e nelle tecnologie emergenti come il quantum computing. Garantisce la qualità e l'evoluzione dei servizi ICT e delle infrastrutture di calcolo.

USC-D – Valorizzazione della Ricerca

USC-D promuove la valorizzazione dei risultati scientifici, gestisce la tutela della proprietà intellettuale, sostiene la creazione di spin-off e favorisce l'industrial liaison. Assicura la tutela dell'integrità della ricerca e supporta la crescita della capacità innovativa dell'Ente.

USC-E – Valorizzazione della Conoscenza

USC-E coordina attività editoriali, divulgative, formative e museali, garantendo la diffusione del patrimonio scientifico dell'Ente. Gestisce musei, archivi e biblioteche e cura il deposito istituzionale open access, promuovendo la trasparenza e l'accessibilità dei risultati della ricerca.

USC-F – Internazionalizzazione e Bandi Competitivi

USC-F sostiene le relazioni internazionali e coordina gli accordi multilaterali. Mantiene aggiornati il Registro degli Accordi e le Schede Paese, coordina la partecipazione ai bandi European Research Council, Horizon Europe e altri programmi competitivi, supportando strutture e ricercatori nelle fasi di proposta, audit e rendicontazione.

Le Strutture di Ricerca, caratteristiche, localizzazione e logistica

L'INAF ha il proprio Quartier Generale a Roma, presso la Villa Mellini sulla collina di Monte Mario, edificio di interesse storico e sede del Museo Copernicano. Conta inoltre le seguenti 16 strutture distribuite nel territorio nazionale:

- Osservatorio Astronomico di Trieste
- Osservatorio Astronomico di Padova
- Osservatorio Astronomico di Brera (Milano - Merate)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano
- Osservatorio Astrofisico di Torino
- Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna
- Istituto di Radioastronomia di Bologna
- Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Firenze)
- Osservatorio Astronomico di Cagliari

- Osservatorio Astronomico di Roma
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Planetologia Spaziali di Roma
- Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (Teramo)
- Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Napoli)
- Osservatorio Astrofisico di Catania
- Osservatorio Astronomico di Palermo
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo

In Tabella 1 è riportato il personale in servizio nelle Strutture di Ricerca, in Direzione Generale e in Direzione Scientifica per tipologia [1907 unità alla data del 9 luglio 2026].

Tabella 1 - Distribuzione del Personale presso la Sede Centrale e le Strutture di Ricerca al 09/07/2026

Struttura	Ruolo DD	Astronomi Ordinari	Astronomi Associati	Ricercatori Astronomi	TI I-III	TI IV-VIII	TD I-III	TD IV-VIII	Assegni di ricerca	Borse di Studio	Contratti di ricerca
Direzione Generale	2	0	0	0	10	43	1	3	0	0	0
Direzione Scientifica	0	0	0	0	8	5	0	5	0	0	0
O.A. Arcetri	0	0	3	4	58	18	21	2	32	7	0
OAS Bologna	0	0	2	5	82	19	22	3	21	1	1
IRA	0	0	0	0	44	34	18	20	9	1	0
O.A. Brera	0	0	0	0	51	23	22	5	19	9	0
O.A. Cagliari	0	0	0	0	37	21	17	6	7	4	0
O.A. Capodimonte	0	0	1	1	45	25	20	4	15	3	1
O.A. Catania	0	0	1	3	41	27	21	10	8	2	1
O.A. Abruzzo	0	0	0	0	22	9	4	4	3	2	0
IASF Milano	0	0	0	0	29	13	8	0	3	4	0
O.A. Padova	0	0	0	0	59	19	26	4	27	4	0
IASF Palermo	0	0	0	0	21	11	4	1	5	0	0
O.A. Palermo	0	0	0	2	21	20	15	4	5	5	0
IAPS	0	0	0	1	90	31	47	9	36	15	1
O.A. Roma	0	0	1	1	66	26	36	7	24	3	1
O.A. Torino	0	0	0	5	37	25	8	6	9	3	0
O.A. Trieste	0	0	1	1	46	21	18	7	15	2	0
Totale	5	0	9	23	767	390	308	100	238	65	5

L'INAF è un Ente di Ricerca derivante dall'accorpamento degli Osservatori Astro-nomici/-fisici, molti dei quali con oltre due secoli di storia, e di alcuni istituti ex CNR. La localizzazione delle sedi è generalmente conseguente alla storia di ciascuna di esse.

Alcune Strutture di ricerca continuano ad avere almeno una tra le proprie sedi in edifici di interesse storico. Queste sono l'Osservatorio di Padova presso la Specola, l'Osservatorio di Brera presso palazzo Brera a Milano, l'Osservatorio di Arcetri sulla collina di Arcetri a Firenze, l'Osservatorio di Capodimonte sulla collina di Capodimonte a Napoli, l'Osservatorio di Palermo all'interno del Palazzo dei Normanni a Palermo e l'edificio dell'Osservatorio Astronomico di Roma a Monte Porzio Catone.

Altre sedi, per motivi storici, sono ospitate in edifici di proprietà delle locali università, come la sede cittadina dell'Osservatorio di Catania, assetto che talvolta comporta limiti nell'uso e nella manutenzione appropriata degli spazi.

Gli Istituti ex-CNR continuano ad essere collocati nelle Aree di Ricerca CNR nelle quali erano inseriti in precedenza. L'Area di Ricerca di Milano (IASF Mi), l'Area di Ricerca di Bologna (IRA-Bo e parte di OAS-Bo), l'Area di Ricerca di Roma Tor Vergata (IAPS) e l'Area di Ricerca di Palermo (IASF Pa). È in corso il passaggio di proprietà (o lo studio di soluzioni alternative) da CNR a INAF degli spazi occupati dagli istituti nelle aree di ricerca e, a Palermo, INAF auspica la realizzazione di una nuova e più moderna sede che ospiti entrambe le strutture palermitane ed

i laboratori in un edificio di propria proprietà. Per IAPS, è "in corso" la realizzazione di nuovi edifici di proprietà, all'interno dell'Area di Ricerca di Tor Vergata.

Alcune Strutture sono locate, o hanno almeno una sede, nei siti selezionati all'inizio del XX secolo come siti osservativi e nei quali sono (o erano in passato) installati telescopi. È il caso della sede di Merate (LC) per l'Osservatorio di Brera (ora sede di importanti laboratori), della Sede di Pino Torinese per l'Osservatorio di Torino, della Sede di Asiago per l'Osservatorio di Padova, della sede di Loiano per l'Osservatorio di Bologna, della Sede di Campo Imperatore per l'Osservatorio d'Abruzzo, della sede di Serra la Nave, sull'Etna, per l'Osservatorio di Catania. In questi casi i vincoli storici sono ridotti o non presenti, ma l'accessibilità delle sedi, indubbiamente disagiate, è minore. Per la sede di Monte Porzio Catone dell'Osservatorio di Roma esiste vincolo puntuale sul complesso riconosciuto come bene culturale, con un interesse storico e architettonico, vincolo diretto che ne impone la tutela e la conservazione secondo il Codice dei Beni Culturali (D.Lgs. 42/2004).

Sedi distaccate delle strutture di ricerca

Diverse Strutture di Ricerca dell'INAF operano su più sedi, distribuite tra sedi principali, sedi storiche, laboratori, stazioni osservative e infrastrutture tecnologiche. Tale articolazione riflette sia la storia degli Osservatori astronomici italiani, spesso sviluppatasi in contesti urbani e successivamente ampliati verso siti osservativi meno esposti all'inquinamento luminoso, sia l'evoluzione più recente delle attività dell'Ente, sempre più orientate allo sviluppo di laboratori, infrastrutture tecnologiche, facility di calcolo e piattaforme osservative specializzate.

Le principali sedi staccate attualmente operative sono:

- **Osservatorio Astronomico di Trieste:** oltre alle sedi cittadine di Castello Basevi e Villa Bazzoni, l'Osservatorio dispone della **Stazione osservativa di Basovizza**, situata sul Carso triestino, che ospita la Specola Margherita Hack ed è utilizzata anche per attività didattiche, divulgative e visite al pubblico.
- **Osservatorio Astronomico di Brera:** la sede di **Merate** (LC), nata come sede osservativa dell'Osservatorio di Brera, ospita oggi una parte rilevante delle attività scientifiche e tecnologiche della Struttura, inclusi laboratori per lo sviluppo di strumentazione astronomica. Nella sede sono presenti anche i telescopi storici **Ruths** e **Zeiss**, oggi utilizzati prevalentemente per attività didattiche e divulgative.
- **Osservatorio Astronomico di Padova:** gestisce l'**Osservatorio di Asiago** [VI], articolato nei siti dell'Altopiano di Asiago e di Cima Ekar, dove sono presenti il telescopio Copernico da 1,82 m e il telescopio Schmidt 67/92.
- **Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna:** gestisce la stazione osservativa di **Loiano** [BO], sull'Appennino bolognese, dove è operativo il telescopio Cassini da 1,52 m.
- **Osservatorio Astronomico d'Abruzzo:** gestisce la stazione osservativa di **Campo Imperatore** [AQ], sul Gran Sasso, dotata del telescopio AZT24 da 1,08 m e del telescopio Schmidt 60/90.
- **Osservatorio Astrofisico di Catania:** oltre alla sede cittadina, ospita attività osservative presso l'**Osservatorio M.G. Fracastoro** di Serra la Nave, sull'Etna, dove sono presenti telescopi ottici e il prototipo Cherenkov **ASTRI-Horn d'Arturo**, sviluppato nell'ambito delle attività propedeutiche al Cherenkov Telescope Array Observatory.

-
- **Istituto di Radioastronomia di Bologna:** gestisce la **Stazione osservativa di Medicina** [BO], che ospita il radiotelescopio Croce del Nord e l'antenna parabolica da 32 m, e la **Stazione osservativa di Noto** [SR], in Sicilia, dotata di antenna parabolica da 32 m.
 - **Osservatorio Astronomico di Cagliari:** gestisce il **Sardinia Radio Telescope**, situato a San Basilio [SU], infrastruttura radioastronomica nazionale costituita da un'antenna parabolica da 64 m.

Inoltre, presso le sedi di **Catania** e **Roma** sono operativi telescopi e strumenti solari che contribuiscono a reti osservative nazionali e internazionali, incluse attività legate allo Space Weather, per il monitoraggio dell'atmosfera solare a diverse lunghezze d'onda.

Nel complesso, le sedi distaccate e le stazioni osservative costituiscono un elemento essenziale dell'articolazione territoriale dell'INAF. Esse consentono all'Ente di mantenere operativi siti osservativi storici, infrastrutture radioastronomiche strategiche, laboratori tecnologici e poli di didattica e divulgazione, contribuendo al rafforzamento della presenza dell'INAF nei territori e alla valorizzazione del patrimonio scientifico, tecnologico e storico dell'astronomia italiana.

Laboratori e strumentazione nelle strutture INAF

L'attività osservativa, che è alla base dell'impegno scientifico dell'Ente, ha come "laboratori" le infrastrutture osservative (telescopi, radio antenne e rivelatori elettromagnetici di altro genere) sia da terra che dallo spazio che INAF possiede, opera o a cui ha accesso. A queste si affiancano laboratori specializzati nella conduzione di esperimenti per lo studio di fenomeni di interesse astrofisico (es., effetti dell'interazione di radiazione e/o particelle con materiali, specie molecolari, analizzatori di plasma solare a bordo di Solar Orbiter e a Terra SVIRCO Neutron Monitor), oltre ai laboratori meccanici, ottici, elettronici, informatici, dove sono condotte attività di sviluppo, costruzione, integrazione e test di strumentazione per l'astrofisica e le scienze spaziali.

Le infrastrutture di ricerca sono descritte in dettaglio nel Capitolo 5 di questo documento, mentre un documento descrittivo delle caratteristiche dei laboratori¹ INAF (per le attività spaziali) è reperibile al seguente indirizzo: <https://pta.inaf.it>.

I laboratori dell'INAF e la relativa strumentazione sono stati oggetto di un significativo potenziamento nel periodo 2023-2025 grazie alle risorse del Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2021-2027, del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e ai finanziamenti previsti dal Decreto Ministeriale n. 355 del 20 aprile 2022. Al fine di valorizzare tali investimenti e favorirne il pieno utilizzo, la Direzione Scientifica ha avviato una ricognizione sistematica delle infrastrutture di laboratorio e delle relative dotazioni tecnologiche, finalizzata alla realizzazione di un portfolio aggiornato e omogeneo. Tale strumento consentirà di migliorare l'accessibilità alle infrastrutture da parte della comunità scientifica dell'Ente e di rafforzarne la visibilità nei confronti di università, enti di ricerca, partner internazionali e imprese operanti nei settori delle tecnologie avanzate, favorendo nuove collaborazioni scientifiche, tecnologiche e di trasferimento dell'innovazione.

¹ Il documento è in fase di aggiornamento, alla luce delle molteplici nuove implementazioni rese possibili grazie agli investimenti PNRR e ad un finanziamento dedicato ai sensi del DM355 del 20 aprile 2022.

1.2 Missione e Strategia di Sviluppo

Missione dell'INAF è svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di valorizzarne le applicazioni interdisciplinari; di diffonderne e divulgarne relativi risultati; preservare il patrimonio storico museale di cui è custode; di promuovere e favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria, perseguendo obiettivi di eccellenza a livello internazionale.

La strategia di sviluppo a lungo termine è descritta dal Documento di Visione Strategica (DVS). L'ultima edizione del DVS riguarda il periodo 2019-2029 ed è reperibile al seguente link: <https://pta.inaf.it>

Il documento indica, come priorità di lungo termine per l'Ente, le seguenti voci:

1. La partecipazione alle grandi infrastrutture internazionali del futuro
2. L'esplorazione del sistema solare
3. La vita oltre il sistema solare
4. L'astrofisica multi-messaggera
5. L'astrofisica fondamentale

Fornisce inoltre le seguenti raccomandazioni generali:

- Fornire supporto all'astrofisica teorica
- Incoraggiare la creazione e coordinazione di grandi gruppi di ricerca
- Fornire supporto a progetti di "ricerca di base"
- Incoraggiare le partnership interdisciplinari
- Migliorare la cooperazione con ASI e gli altri Enti Pubblici di Ricerca
- Dare un ruolo efficace ai *Raggruppamenti Scientifici Nazionali*.

IL DVS ed il PTA sono entrambi documenti programmatici che indicano la pianificazione delle attività di ricerca dell'INAF, il primo per il medio-lungo termine ed il secondo per il corto-medio termine. In questo senso il PTA, che riflette le priorità e raccomandazioni del DVS, ne rappresenta una declinazione operativa per il triennio, aggiornata di anno in anno.

Il PTA, le cui azioni qui riportate riflettono puntualmente tutte le raccomandazioni del DVS, ha anche la funzione di complementare il DVS stesso, che non viene aggiornato annualmente, con le eventuali opportunità nuove che si presentano e che gli organi di governo dell'Ente hanno determinato di cogliere.

In particolare nel triennio 2026-28: (1) si intende finanziare la ricerca di base attraverso selezione competitiva di progetti di ricerca nell'ambito dell'iniziativa "Astrofisica di Frontiera"; (2) si intende sostenere numerosi gruppi di ricerca medio-grandi per affrontare al meglio i grandi programmi internazionali da terra (e.g., SKAO e precursori, CTAO e precursori, strumentazione ESO, Einstein Telescope) e dallo spazio (e.g., le missioni Gaia, Solar-Orbiter, Euclid, Juice, Bepi Colombo, IXPE, HERMES, Cheops, PLATO, Ariel, Comet Interceptor, LISA etc.); (3) si intende continuare il supporto al finanziamento della Ricerca di Base gestita dai direttori e direttrici delle strutture di ricerca; (4) si intende incoraggiare le collaborazioni interdisciplinari coinvolgendo altri Enti di Ricerca (quali CNR, INGV, INFN), con particolare riferimento ai grandi progetti del PNRR e del post PNRR e ai progetti infrastrutturali nazionali, e internazionali; (5) si intende rafforzare le collaborazioni scientifiche e programmatiche con ASI con l'adozione di diversi progetti comuni in ambito satellitare e per applicazioni terrestri.

1.3 Aderenza verso il Programma Nazionale della Ricerca (PNR) 2021-2027

Le attività programmate dall'INAF per il triennio 2026-2028 risultano sostanzialmente integralmente riconducibili agli obiettivi e alle priorità del Programma Nazionale della Ricerca 2021-2027. In qualità di Ente pubblico nazionale di ricerca vigilato dal Ministero dell'Università e della Ricerca e con competenza istituzionale nel settore dell'astrofisica, delle scienze dello spazio e delle relative tecnologie abilitanti, l'INAF orienta la propria programmazione scientifica in coerenza con gli indirizzi strategici nazionali ed europei.

L'aderenza al PNR si realizza in particolare attraverso il consolidamento della ricerca fondamentale, il rafforzamento della ricerca interdisciplinare, lo sviluppo e la gestione di infrastrutture di ricerca, la partecipazione a grandi programmi scientifici e tecnologici nazionali e internazionali, la formazione avanzata, la scienza aperta, la valorizzazione dei dati scientifici e il trasferimento di conoscenze verso il sistema produttivo. Le attività dell'Ente trovano inoltre piena corrispondenza con gli ambiti del PNR relativi a "Digitale, Industria, Aerospazio", con particolare riferimento ad aerospazio, high performance computing e big data, intelligenza artificiale, tecnologie quantistiche, microelettronica, sensoristica e tecnologie abilitanti per la strumentazione scientifica avanzata.

La ricerca astrofisica svolta dall'INAF presenta per sua natura una forte componente tecnologica e infrastrutturale. La progettazione e realizzazione di strumentazione per osservatori da terra e missioni spaziali, lo sviluppo di laboratori avanzati, l'analisi di grandi moli di dati, la modellistica numerica e la collaborazione con imprese specializzate favoriscono la circolazione di conoscenze e competenze tra ricerca pubblica e sistema produttivo, in linea con le priorità del PNR. L'Ente contribuisce inoltre alla formazione di giovani ricercatrici e ricercatori attraverso dottorati, assegni di ricerca, borse, mobilità e collaborazioni con Università italiane e straniere.

Le attività svolte su richiesta di soggetti esterni, nell'ambito di accordi, convenzioni, collaborazioni, commesse o consulenze, sono riconducibili alle finalità istituzionali dell'Ente e risultano coerenti con le priorità del PNR, in quanto riguardano prevalentemente ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, infrastrutture, dati, alta formazione, trasferimento tecnologico e supporto tecnico-scientifico qualificato.

Pertanto, ai fini della presente programmazione, l'aderenza complessiva dell'INAF al PNR 2021-2027 può essere considerata prossima al 100%. Lo scostamento per altre iniziative e per richieste esterne di attività di ricerca o consulenza è da considerarsi trascurabile, in quanto tali attività non costituiscono una deviazione rispetto agli indirizzi del PNR, ma rappresentano modalità attuative delle missioni istituzionali dell'Ente.

1.4 Posizionamento dell'Ente

L'INAF è un istituto affine, a livello nazionale, all' INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - pur avendo quest'ultimo un ordinamento giuridico a sé stante) e all'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) essendo tali enti gli unici di tipo monotematico. Invece, per ordinamento e regole di funzionamento, l'INAF non è dissimile dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che tuttavia è multi-tematico ed organizzato in dipartimenti.

L'INAF collabora a progetti comuni con tutti gli Enti di Ricerca citati ed ha un rapporto privilegiato con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) con la quale progetta e sviluppa missioni per lo studio dell'universo e del Sistema Solare, oltre a sistemi a terra per la sorveglianza dello Spazio (detriti spaziali, Near Earth Objects, Space Weather). L'INAF contribuisce alla maggior parte delle missioni del programma scientifico dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), sia nel campo dell'Esplorazione del Sistema Solare, sia in quello di Osservazione dell'Universo, talvolta esprimendo PI-ship o co-PIship di strumenti o di missione.

Altri paesi europei ed extraeuropei presentano forme di coordinamento nazionale dell'astrofisica espressa attraverso enti autonomi o come parte di enti multi-tematici di governo della ricerca. A titolo di esempio, menzioniamo: in Francia l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU) parte del Centre national de la recherche scientifique (CNRS); in Spagna l'Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) e l'Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), il primo autonomo ed il secondo parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC); in Messico Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE); in Australia l'Australian Telescope National Facility (ATNF), parte del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). Altri Paesi, quali Germania o Stati Uniti, presentano una maggiore frammentazione delle attività in entità multiple di piccola/media dimensione, a volte coordinate in associazioni come nel caso della Max-Planck-Gesellschaft (MPG) o della Helmholtz-Gemeinschaft.

1.4.1 Roadmap ESFRI e ASTRONET

L'INAF si inserisce in modo strutturale nel quadro delle infrastrutture europee delineate dalla [ASTRONET Science Vision & Infrastructure Roadmap 2022–2035](#), documento di riferimento per l'evoluzione scientifica e tecnologica dell'astronomia europea nel prossimo decennio. La Roadmap enfatizza la necessità di un approccio integrato tra grandi osservatori, infrastrutture di calcolo, modelli teorici, formazione avanzata e sostenibilità, riconoscendo che la competitività europea dipende dalla capacità di coordinare investimenti, reti scientifiche e strategie di lungo periodo.

In questo contesto, l'INAF ricopre un ruolo di primo piano grazie alla propria partecipazione scientifica, tecnologica e gestionale a numerose infrastrutture inserite nella Roadmap ESFRI o raccomandate come prioritarie. Nel settore della radioastronomia, l'Istituto è profondamente coinvolto nello Square Kilometre Array (SKA), infrastruttura globale considerata un pilastro del panorama scientifico futuro. L'INAF è membro fondatore dello SKAO, contribuisce allo sviluppo tecnologico di SKA1-Mid e SKA1-Low ed è responsabile della realizzazione dello SKA Regional Centre italiano, parte del network europeo dedicato all'analisi dei Big Data astronomici. Parallelamente, l'INAF mantiene un ruolo consolidato nella European VLBI Network (JIVE), infrastruttura che ASTRONET identifica come complementare a SKA nel dominio delle osservazioni ad altissima risoluzione.

Nel campo delle alte energie, la roadmap individua il Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO) come infrastruttura di massima priorità. L'INAF è tra i principali attori scientifici e tecnologici del progetto, con responsabilità nella realizzazione degli strumenti, nella governance del consorzio e nella futura gestione scientifica dell'osservatorio.

L'inserimento dell'Italia nel sistema ESO rappresenta uno dei principali punti di forza della presenza europea dell'INAF. La roadmap raccomanda il completamento dell'Extremely Large Telescope (ELT) e lo sviluppo dei suoi strumenti di seconda generazione, quali ANDES e MOSAIC, oltre al continuo potenziamento del VLT/VLTI, incluso BlueMUSE. L'INAF è coinvolto in tutti questi progetti attraverso attività di progettazione strumentale, responsabilità nei

consorzi e partecipazione attiva alle fasi scientifiche e tecnologiche. Analoga rilevanza è attribuita all'upgrade di ALMA, considerato cruciale per preservare la leadership europea nel dominio mm/sub-mm: l'INAF contribuisce tramite l'ALMA Regional Centre italiano, con attività di supporto scientifico, sviluppo software e partecipazione ai programmi di miglioramento strumentale.

Nel dominio delle infrastrutture spaziali, le missioni ESA incluse nella roadmap—NewAthena, LISA, Euclid, PLATO, ARIEL, JUICE—coinvolgono l'INAF in modo esteso. L'Istituto contribuisce alla definizione scientifica delle missioni, allo sviluppo dei payload, alla gestione dei consorzi internazionali e alla realizzazione delle pipeline scientifiche, spesso con ruoli di leadership.

La roadmap ASTRONET assegna inoltre un ruolo chiave alle infrastrutture di calcolo, archiviazione, condivisione e analisi dei dati, individuando la gestione del ciclo di vita dei Big Data come una sfida critica per l'astronomia europea. L'INAF risponde a tali esigenze attraverso la propria rete di centri HPC, la partecipazione a progetti come ESCAPE e la costruzione dello SKA Regional Centre, oltre a iniziative strategiche nel campo dell'intelligenza artificiale, dell'analisi dati e delle tecnologie quantistiche.

Guardando oltre il 2035, la roadmap individua aree tecnologiche emergenti per la futura generazione di infrastrutture: rivelatori UV e far-IR, tecnologie radio avanzate, ottica adattiva estrema, interferometria ottica e radio, missioni lunari per l'astronomia in bande non accessibili da Terra. L'INAF è attivo in molte di queste aree attraverso la ricerca e sviluppo strumentale, collaborazioni internazionali e partecipazione a missioni ESA e NASA di nuova concezione.

La visione ASTRONET integra, inoltre, temi trasversali quali sostenibilità, inclusione, formazione avanzata e valorizzazione del capitale umano. L'INAF contribuisce a tali obiettivi attraverso programmi di dottorato e post-dottorato, scuole tematiche, iniziative di outreach e attività di citizen science.

Nel complesso, l'INAF è riconosciuto come uno dei principali nodi europei delle infrastrutture di ricerca incluse nel catalogo ESFRI, contribuendo al posizionamento dell'Italia nei tavoli internazionali e alla realizzazione di una visione scientifica condivisa per l'astrofisica europea del prossimo decennio.

1.4.2 Sostenibilità e Programmazione

Come tutti gli altri Enti di Ricerca, INAF si avvale di una programmazione pluriennale dinamica che possa fare fronte alle incertezze nei flussi di finanziamento per la ricerca.

Il 2025 ha visto un piccolo incremento del FOE ordinario. Il FOE straordinario contempla due parti a sostegno della “ricerca a valenza internazionale” e della “progettualità a carattere continuativo, entrambe fondamentali per condurre le attività di ricerca di base e i progetti in ambito internazionale in cui l'Ente è coinvolto.

L'INAF opera in aggiunta sulla base di finanziamenti pluriennali per iniziative progettuali specifiche. Tra questi, spiccano i finanziamenti ASI (circa 11 M€² è la quota media per anno finanziata a INAF nel triennio 2022-2025 (in particolare 12.3 M€ nel 2025) che sostengono lo sviluppo, la costruzione e lo sfruttamento scientifico delle missioni spaziali che INAF realizza con ASI. Si aggiungono a questi i finanziamenti da enti europei e dalla EC, pari in media a 12.4 M€/anno. Di questi 13,9 M€ nel triennio 2023-2025 sono fondi che i ricercatori INAF hanno ottenuto grazie a bandi competitivi (ad esempio, ERC, H2020 e Horizon Europe).

² 15 M€ includendo le quote destinate a enti partecipanti.

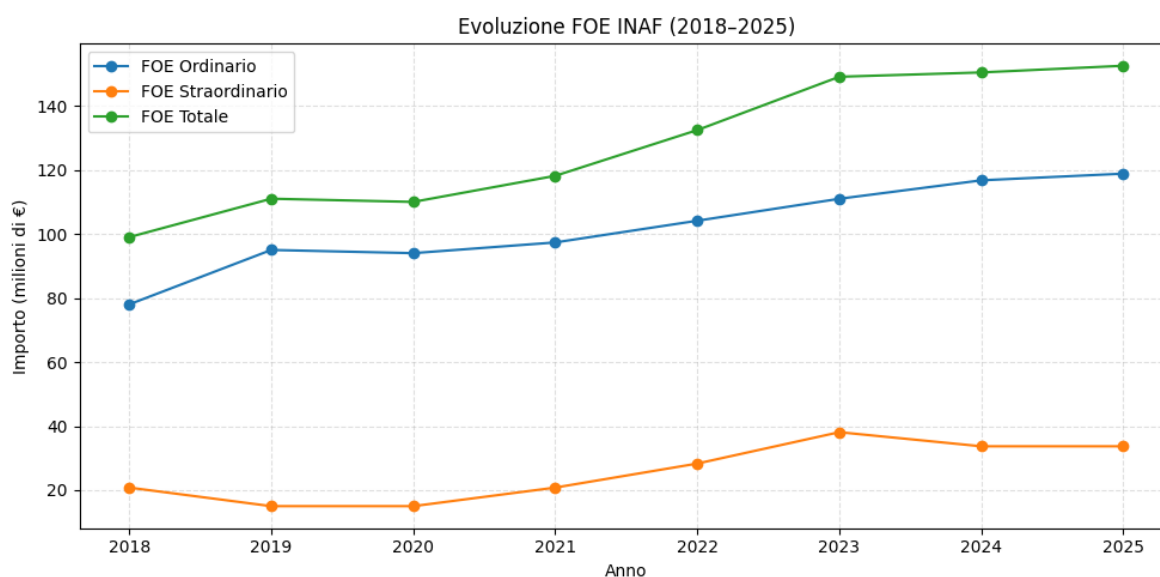


Figura 2 - Andamento FOE 2018-2025

Si aggiungono infine i finanziamenti strutturali decretati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e distribuiti dal MUR o iniziative legislative speciali incluse nelle leggi di bilancio o in leggi specifiche (ad esempio, legge di ratifica del trattato internazionale per SKA).

A fine giugno del 2026 sono andati a compimento tutti i progetti legati al PNRR in cui INAF è coinvolto. In particolare, i progetti CTA+, STILES, NG-CROCE, EMM e il Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing (HPC) i cui dettagli sono riportati al § 6.7.

Dettagli circa i finanziamenti sopra citati per il triennio di riferimento sono riportati nel Capitolo 9 del presente documento.

1.4.3 Pianificazione delle attività di ricerca

A partire dal 2025 la pianificazione delle attività di ricerca dell'INAF è stata ricondotta a un modello più essenziale e strategico, volto a garantire una visione complessiva dell'evoluzione scientifica e tecnologica dell'Ente, riducendo la frammentazione e l'eccesso di dettaglio operativo. La programmazione si fonda su un processo ciclico che integra analisi delle priorità scientifiche, valutazione della sostenibilità organizzativa e finanziaria e definizione di traiettorie di sviluppo coerenti con il quadro nazionale ed europeo delle infrastrutture di ricerca. In tale contesto, la pianificazione privilegia una lettura per grandi assi e linee di lungo periodo, in particolare gli investimenti infrastrutturali e di sistema — quali osservatori terrestri, partecipazioni a grandi infrastrutture internazionali, missioni spaziali, calcolo avanzato e archivi — su cui si innestano attività scientifiche e tecnologiche orientate sia allo sfruttamento scientifico sia al potenziamento continuo delle capacità dell'Ente. Accanto alle progettualità di grande durata, il modello include anche iniziative più mirate e a ciclo breve, favorendo flessibilità, capacità di risposta e innovazione, ma mantenendo una chiara coerenza con gli obiettivi strategici complessivi. Questa impostazione consente di orientare la programmazione verso risultati verificabili, massimizzare il ritorno scientifico e tecnologico delle partecipazioni

internazionali e rafforzare la capacità dell'INAF di operare come attore di riferimento nel sistema della ricerca europea.

1.4.4 Controllo dei prodotti delle Attività di Ricerca

Nella primavera del 2026, l'Agenzia Nazionale di Valutazione dell'Università e della Ricerca (ANVUR) ha concluso il processo di valutazione dei prodotti per la Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) relativa al periodo 2020-24.

INAF ha accreditato **954 Ricercatori/Tecnologi** con un aumento di oltre il 28% dei soggetti rispetto al quinquennio precedente. Sono stati sottoposti a valutazione un totale di **2342 prodotti** della ricerca (di cui 1588 unici) pubblicati nel periodo di riferimento³. I risultati della VQR, pubblicati il 28 maggio 2026, mostrano come INAF si confermi come un'eccellenza assoluta nel panorama scientifico italiano, registrando un netto miglioramento in tutti i principali indicatori.

Spicca il risultato relativo al voto medio dei prodotti della ricerca, dove l'INAF si classifica al primo posto tra gli EPR per il "Profilo A" (prodotti dei ricercatori afferenti all'Ente nel quinquennio 2020-2024), con un punteggio passato da 0.760 a 0.861. Questo segna un balzo in avanti del 13% rispetto alla precedente VQR 2015-19 e una salita dal quarto al primo posto nel parametro. Anche per il "Profilo B", che valuta le performance dei ricercatori neoassunti o che hanno conseguito avanzamenti di carriera nel medesimo periodo, l'INAF ottiene una seconda posizione alle spalle dell'INFN, migliorando il proprio voto medio del 3% (da 0.810 a 0.836) e scalando di una posizione rispetto al passato.

Il nostro Ente registra un ottimo incremento anche negli indicatori IRAS, parametri che misurano la qualità della ricerca in proporzione alle dimensioni dell'istituzione. L'INAF consolida il suo terzo posto nell'indicatore relativo ai prodotti scientifici (IRAS1_2) con una crescita del 15.5% (da 9.392 a 10.805). Il differenziale con INFN per i prodotti della ricerca passa da -61% della precedente VQR al -31% della presente.

Nella VQR 2020-24, l'INAF ha inoltre sottomesso a valutazione 19 casi studio di cui: 3 casi di brevetti e trasferimento tecnologico; 6 casi per la gestione dei beni pubblici; 10 casi relativi all'attività museale dell'Ente, alla didattica e al Public Engagement. Nell'indicatore dedicato ai casi studio per brevetti e terza missione (IRAS4), INAF passa da 8.600 a 11.246 con un notevole +30.8%. Questa rapida crescita ha permesso di accorciare il differenziale con INFN, riducendolo da -103% al confronto della VQR2015-19 ad un -13% a quella presente. Per quanto riguarda i finanziamenti alla ricerca (IRAS5), l'Istituto si attesta al sesto posto con 25 progetti competitivi internazionali vinti dai Ricercatori e Tecnologi dell'INAF che hanno permesso di raccogliere un totale di 22.5 milioni di euro.

Un ulteriore traguardo storico riguarda la valutazione delle infrastrutture di ricerca di valenza internazionale, introdotta per la prima volta per gli EPR in questa VQR. L'INAF ha candidato il **Telescopio Nazionale Galileo**, il quale ha ottenuto il **massimo punteggio possibile (1,0) e la classe di merito "Eccezionale"**. Si tratta di un livello di eccellenza rarissimo, raggiunto a livello nazionale solo da un'altra infrastruttura di ricerca.

³ Si fa notare che non è possibile un confronto diretto della variazione dei prodotti presentati per la modifica delle regole di presentazione dei prodotti dell'ultima VQR rispetto alle precedenti.

Ottemperando alle disposizioni di Legge, INAF si è dotata già da molti anni di una apposita infrastruttura per l'accesso aperto della propria produzione scientifica⁴. Questa piattaforma è stata ampiamente utilizzata nella fase di accreditamento dei prodotti della ricerca per la VQR, permettendo di rispondere fin da subito alla richiesta dell'ANVUR di presentare tutti prodotti ad accesso aperto.

Nell'intento di rafforzare la propria struttura di valutazione interna, la Presidenza INAF ha nominato un comitato di consulenza per la Valutazione con l'intento di sviluppare e rafforzare le proprie procedure di valutazione e auto-valutazione. A questo fine INAF sta predisponendo appositi strumenti, basati sui database citazionali Scopus e WoS, che permetteranno un monitoraggio costante degli indici relativi alla produzione scientifica, tra cui il numero di articoli referati pubblicati ogni anno, la loro collocazione mondiale rispetto alle citazioni ricevute, l'impact factor e così via. I primi risultati provenienti da questi strumenti verranno descritti nel successivo PTA.

1.4.5 Leadership scientifica con record elevato di pubblicazioni

Partendo dal campione del personale INAF censito da ANVUR per l'esercizio VQR 2020-24, inquadrato nel ruolo di ricercatore/ricercatrice o associato/a, e facendo riferimento al database internazionale NASA Astrophysics Data System (ADS, specializzato nella bibliografia di articoli di Astronomia ed Astrofisica) si è proceduto all'estrazione della produzione scientifica riassunto nella Figura 3.

In dettaglio, nel pannello di sinistra della Figura 3 si riporta il *boxplot* che illustra l'andamento dell'indice di Hirsch (*indice H*) in funzione della età anagrafica dei ricercatori/ricercatrice, mentre nel pannello di destra si riporta il *boxplot* relativo all'indice *m* (espresso come il rapporto tra l'indice *H* e gli anni in attività) in funzione dei medesimi *bin* di età. Nel grafico sono stati evidenziati gli 11 ricercatori INAF che spiccano oltre 2.6 volte la varianza della distribuzione del fattore *H* per la loro età anagrafica. Il valore medio dell'indice *H* della distribuzione è 32.7.

Nel caso dell'indice *m*, si evince come la produttività e competitività scientifica dell'Ente, intesa come derivata dell'indice *H* rispetto al tempo, è sostanzialmente conservata nei vari *bin* di età, eccetto per l'ultimo gruppo, dove si nota un lieve e fisiologico calo, funzione dell'età anagrafica dei ricercatori e della diversa epoca nella quale i ricercatori si sono trovati a lavorare nel passato con dinamiche e tempistiche di pubblicazione molto diverse da quelle di oggi. È inoltre importante osservare come i ricercatori più giovani, che popolano i primi due *bin* del plot, dominino il valore assoluto della distribuzione.

Anche per l'indice *m* si conferma un incremento positivo del trend in funzione dell'età con alcuni *outliers* rilevati in ricercatori con meno di 60 anni di età che presentano un indice superiore di 2.6 volte la media dei ricercatori della loro età⁶.

⁴ Il portale Open Access INAF <https://openaccess.inaf.it/>

⁵ L'indice di Hirsch quantifica le prolificità e l'impatto scientifico di un autore sia per numero di pubblicazioni che per numero di citazioni ricevute. Un autore ha un indice *H* pari ad *n* se almeno *n* lavori tra quelli che ha pubblicato sono stati citati almeno *n* volte ciascuno.

⁶ Fonte dati: ADS-Nasa per la sola collection Astronomy

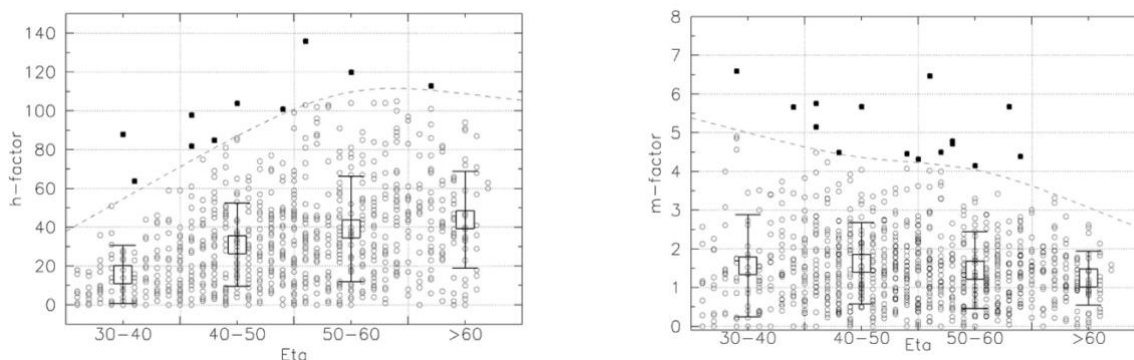


Figura 3 - Boxplots raffiguranti l'andamento dell'indice H [pannello di sinistra] e l'indice m [pannello di destra] in funzione dell'età degli accreditati INAF all'esercizio VQR 2021-25. Le box indicano la collocazione del secondo e terzo quartile della distribuzione. La linea tratteggiata in ognuno dei due pannelli indica 2.6 volte la varianza dei valori rappresentati.

È possibile apprezzare la leadership dell'ente anche nel recente *Rapporto sul sistema della formazione superiore e della ricerca 2026*⁷ redatto dall'ANVUR con un confronto fra gli EPR nazionali nei rispettivi ambiti scientifici. Dall'analisi della distribuzione dell'indice di impatto citazionale FWCI (Field Weighted Citation Impact), l'INAF si distingue per valori stabilmente elevati e di eccellenza in ambito nazionale e internazionale: nel periodo 2018-2024 i valori sono compresi tra 1.68 e 1.97, ben al di sopra della media italiana ed europea come è possibile vedere in Figura 4.

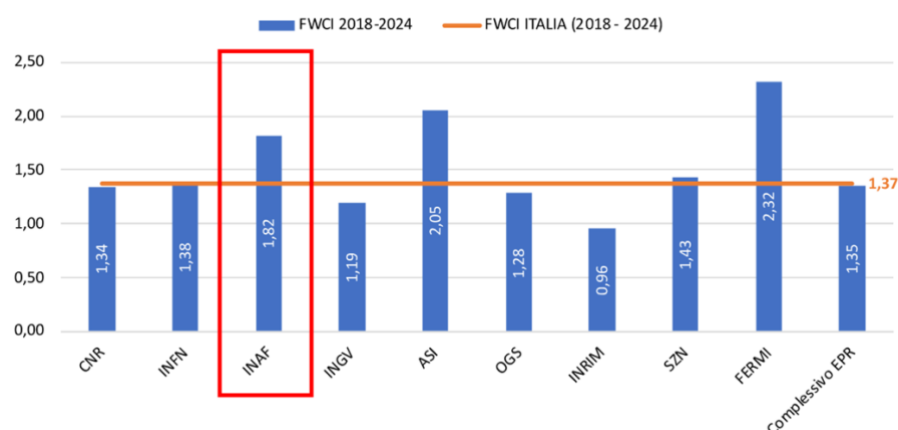


Figura 4 - Confronto della media dell'indice FWCI degli anni 2018-24 per i vari EPR italiani. Viene evidenziata la posizione dell'INAF.

1.4.6 Open Science in INAF

Per “scienza” si intende qui l’accezione più ampia, comprensiva di tutte le discipline accademiche. In questo quadro, l’**Open Science** non è soltanto un insieme di adempimenti, ma un’evoluzione del modo in cui la ricerca viene condotta, verificata e messa a valore dalla comunità. Nelle sue raccomandazioni, UNESCO definisce l’Open Science come un costrutto inclusivo che combina attività e pratiche volte a rendere la conoscenza scientifica aperta, più accessibile e utilizzabile da tutti, rafforzando collaborazioni e condivisione di informazioni a beneficio della ricerca e della società, in tutte le discipline, dalle scienze di base alle scienze

⁷ Il rapporto è disponibile <https://www.anvur.it/sites/default/files/2026-04/Capitolo3-Gli-Enti-Pubblici-di-Ricerca-Rapporto-ANVUR-2026.pdf>

umane. In astronomia e astrofisica, dove la produzione e l'uso di dati e software sono parte integrante del risultato scientifico, l'Open Science è una leva diretta di qualità: migliora la riproducibilità, accelera il riuso dei dati, rende più efficiente lo sfruttamento scientifico delle infrastrutture e rafforza il posizionamento internazionale dell'Ente.

Per l'INAF, adottare l'Open Science significa quindi valorizzare pienamente i dati astronomici prodotti o gestiti dall'Ente, promuovere l'accesso ai risultati della ricerca finanziata con fondi pubblici e mettere la comunità nelle condizioni di partecipare in modo competitivo ai processi nazionali ed europei che stanno ridefinendo standard, pratiche e infrastrutture della scienza aperta. In questa prospettiva, già dal 2023 la Direzione Scientifica ha istituito un **Working Group** con il mandato di definire entro il 2025 una **Roadmap** operativa per creare le condizioni di una partecipazione piena e consapevole dei ricercatori e delle strutture INAF all'ecosistema dell'Open Science. Le attività, i materiali e gli avanzamenti sono raccolti nel sito dedicato: <https://openscience.inaf.it>.

Nel quadro delle azioni volte al miglioramento e all'aggiornamento dei processi di valutazione della ricerca, nel corso del 2025 l'INAF prevede di aderire alla [Coalition for Advancing Research Assessment \(CoARA\)](#). CoARA è una coalizione internazionale che riunisce organizzazioni di ricerca, enti finanziatori, autorità di valutazione e società scientifiche impegnate nella riforma dei metodi e dei processi di valutazione della ricerca, dei ricercatori e delle istituzioni. L'iniziativa promuove un superamento dell'uso prevalente di indicatori bibliometrici quantitativi, favorendo approcci di valutazione più equilibrati, trasparenti e qualitativi, capaci di riconoscere la pluralità dei contributi scientifici, tecnologici, infrastrutturali e di servizio alla comunità. L'adesione di INAF a CoARA si inserisce in un contesto europeo ampio, che vede oltre 700 organizzazioni aver sottoscritto [l'Agreement on Reforming Research Assessment](#) pubblicato nel luglio 2022, e rappresenta un impegno programmatico dell'Ente a orientare i propri processi di valutazione in coerenza con i principi di responsabilità, inclusività e valorizzazione della qualità e dell'impatto della ricerca.

1.4.7 Produzione Scientifica dell'Ente

La produzione scientifica dell'Ente può essere valutata analiticamente mediante rendicontazione dei prodotti della ricerca pubblicati presso le maggiori riviste scientifiche indicizzate a livello mondiale mediante un opportuno database professionale (quale e.g. *Scopus*) in grado di tracciare correttamente numero di prodotti e citazioni in modo omogeneo e comparabile tra diversi settori scientifico-disciplinari (come già avviene, ad esempio, nelle Abilitazioni Scientifiche Nazionali, ASN).

In questo contesto, Scopus può essere consultato mediante query personalizzate al fine di ottenere una fotografia della produzione scientifica dell'Ente nell'ultimo quinquennio. Si riporta, per massima trasparenza e riproducibilità dei dati, la query utilizzata per le sintesi tracciate in questo paragrafo:

```
AFFIL ( inaf ) OR AFFIL ( iaps ) OR AFFIL ( ira ) OR AFFIL ( i.n.a.f. ) OR AFFIL ( i.r.a. ) OR AFFIL ( i.a.s.f. ) OR AFFIL ( i.a.p.s. ) OR AFFIL ( iasf ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2022 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2023 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2024 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2025 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "PHYS" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "EART" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MATE" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MATH" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MULT" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR LIMIT-TO
```

`{ SUBJAREA , "CHEM" } OR LIMIT-TO { SUBJAREA , "ENVI" } OR LIMIT-TO { SUBJAREA , "CENG" } OR LIMIT-TO { SUBJAREA , "ENER" } OR LIMIT-TO { SUBJAREA , "IMMU" }`

Utilizzando la query riportata sopra⁸, *Scopus* mostra che INAF ha pubblicato **14.068** prodotti totali ripartiti, per anno, secondo quanto illustrato in *Figura 5*. Essi si riferiscono a pubblicazioni in cui i Ricercatori/Tecnologi INAF oppure gli associati INAF risultino a primo autore oppure co-autori (considerando tutte le affiliazioni disponibili in caso di molteplice affiliazione di un Autore come avviene, ad esempio, per gli associati INAF Universitari).

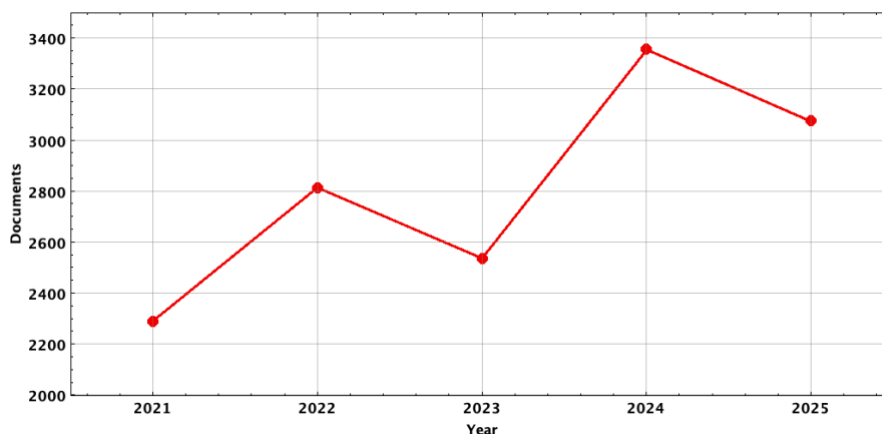


Figura 5 - Produzione scientifica dell'Ente nel quinquennio 2021-25

Di questi, 80,54% appartiene alla categoria *Articoli sottoposti a revisione tra pari (Peer Reviewed*, comprese *Lettere e Reviews*) mentre il 13,76% è rappresentato da pubblicazioni in proceedings o atti di congresso [Figura 6]. I primi 5 lavori, ordinati in base alle citazioni in ordine decrescente, contano oltre 1880 citazioni ciascuno accumulate in meno di 5 anni attestandosi all'interno del 99esimo percentile della distribuzione mondiale dei papers, di simile area tematica, censiti in Scopus [*Citation Benchmarking Scopus*®].

In queste pubblicazioni, tutte sottoposte a peer review, i Ricercatori/Tecnologi e associati dell'Istituto compaiono come co-autori mentre, a livello tematico, queste pubblicazioni si riferiscono alla missione spaziale Gaia [2], alla Fisica delle particelle [2] e alla rivelazione di una controparte ottica di un evento gravitazionale identificato dagli esperimenti LIGO e Virgo [1].

Per quanto concerne le riviste di riferimento di settore, si riporta in Figura 7 la distribuzione delle pubblicazioni nelle prime 5 riviste che costituiscono la maggioranza della produzione scientifica in INAF.

È possibile notare dal grafico riportato che la produzione scientifica dell'Ente è orientata verso le riviste di settore maggiormente quotate quali ad esempio *Astronomy & Astrophysics* (compresa Letter), *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS) ed *Astrophysical Journal*. Si evidenzia un chiaro spostamento delle pubblicazioni presso *Astronomy & Astrophysics* dopo il 2023 in risposta alla richiesta di pubblicare ad accesso aperto senza costi di produzione. Per quanto riguarda i proceedings, la maggioranza di essi è

⁸ La query è stata eseguita nel mese di luglio 2026 mantenendo la compatibilità con i risultati presentati nei precedenti Piani Triennali INAF.

pubblicata su riviste e/o atti di convegno di elevata rilevanza internazionale quali, e.g., Proceedings SPIE, Proceedings of Science⁹.

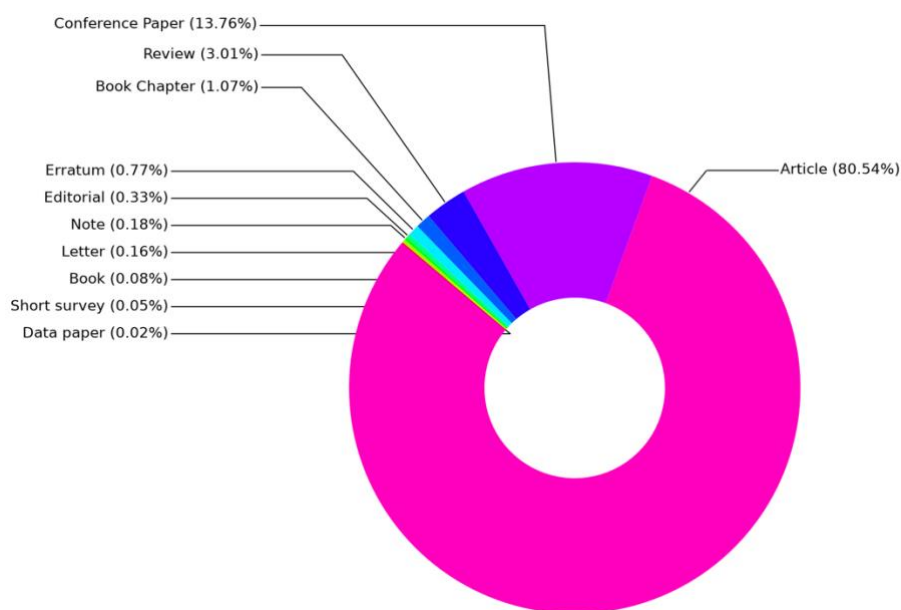


Figura 6 - Distribuzione della produzione scientifica INAF

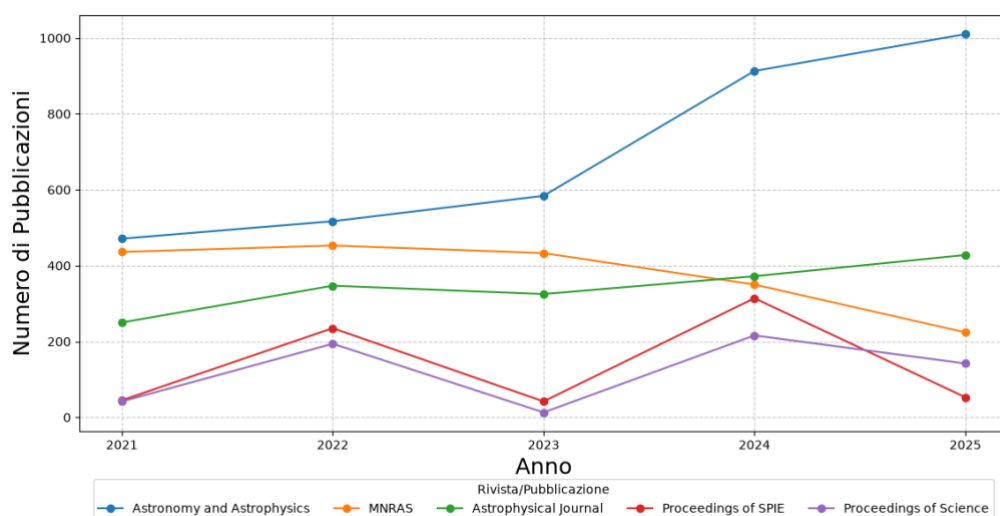


Figura 7 - Distribuzione della produzione scientifica nelle prime 5 riviste

Infine, INAF ha da sempre mantenuto una solida e costante produzione scientifica orientata alle riviste multidisciplinari caratterizzate da elevatissimo *Impact Factor* (e.g. *Nature*, *Physical Review*) a testimonianza della qualità della Ricerca condotta all'interno dell'Ente. La Figura 8 testimonia, nel quinquennio 2021-25, il trend mettendo in evidenza il numero di pubblicazioni dei Ricercatori e Tecnologi dell'Ente su riviste quali *Nature*, *Science* e *Physical Review*.

⁹ In Figura 7 si nota l'andamento a "onda" delle pubblicazioni sui Proceeding SPIE o Science data dalla cadenza bi-annuale dei relativi congressi dove vengono presentati i lavori.

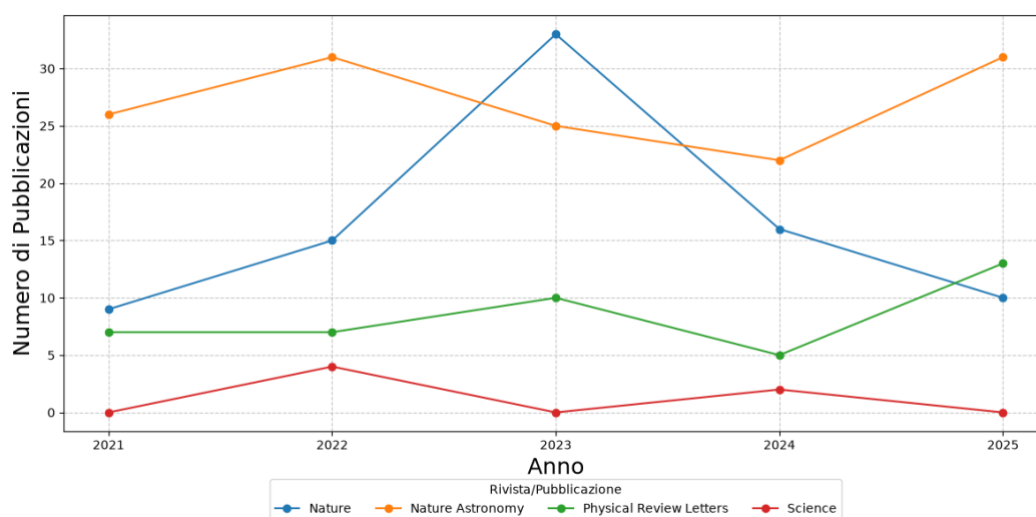


Figura 8 - Numero di pubblicazioni INAF su riviste ad alto impact factor (e.g., Nature, Science,...) nel quinquennio 2021-25.

2. Collaborazioni Nazionali

Nel triennio 2026–2028 l'INAF consoliderà il proprio sistema di collaborazioni nazionali con Enti pubblici di ricerca, Università, istituzioni territoriali, consorzi, associazioni e soggetti industriali, con l'obiettivo di rafforzare la partecipazione italiana alle grandi infrastrutture scientifiche, lo sviluppo tecnologico, l'alta formazione e la valorizzazione delle competenze diffuse nelle Strutture dell'Ente.

Un primo asse strategico riguarda la collaborazione con gli altri Enti pubblici di ricerca nazionali. In particolare, proseguirà la cooperazione con INFN e INGV nell'ambito delle attività collegate all'Einstein Telescope e alla candidatura italiana del sito di Sos Enattos in Sardegna, anche attraverso iniziative congiunte a supporto delle infrastrutture e delle attività scientifiche e tecnologiche legate alla rivelazione delle onde gravitazionali. In questo quadro l'INAF contribuisce con competenze astrofisiche, osservative, teoriche e tecnologiche, in sinergia con la comunità nazionale della fisica fondamentale e delle geoscienze.

Rientrano nello stesso ambito le collaborazioni con CNR, ASI, ENEA, INRIM e CINECA. Con il CNR assumono rilievo sia le iniziative comuni nel settore della ricerca spaziale di base, anche nell'ambito del programma PRORIS, sia le attività connesse alla valorizzazione delle infrastrutture radioastronomiche nazionali, incluse quelle di Medicina e Noto. Con ASI proseguiranno le attività relative alle missioni spaziali scientifiche e tecnologiche, agli studi preparatori di nuove missioni, alla space economy, allo space weather e alla space situational awareness. La collaborazione con CINECA e con le infrastrutture nazionali di calcolo continuerà a essere strategica per l'analisi, l'archiviazione e la gestione di grandi moli di dati scientifici, per le simulazioni numeriche e per il supporto alle missioni spaziali e alle survey astronomiche.

Un secondo ambito riguarda le Università italiane e l'alta formazione. L'INAF continuerà a sostenere convenzioni e accordi con Atenei nazionali per corsi di dottorato, borse di dottorato, scuole avanzate, percorsi formativi congiunti, partecipazione ai collegi dei docenti e supervisione di tesi. Tali collaborazioni permettono di integrare le competenze delle Strutture INAF con quelle universitarie nei campi dell'astrofisica, della fisica, dell'ingegneria, dell'informatica scientifica, della strumentazione, delle tecnologie spaziali e del calcolo ad alte prestazioni. In questo quadro si collocano anche iniziative territoriali quali, tra le altre, le sezioni INAF di Camerino, dell'Università della Calabria, dell'Università del Salento, orientate a rafforzare il rapporto tra ricerca astrofisica, formazione universitaria, tecnologie per lo spazio e filiera industriale.

Un terzo asse riguarda reti, consorzi, associazioni e distretti nazionali. L'adesione al Distretto Spaziale Abruzzese contribuisce a rafforzare il ruolo dell'INAF nella filiera nazionale della space economy, favorendo il raccordo tra ricerca, territorio, imprese e istituzioni. La partecipazione all'Associazione Alleanza Quantistica Italiana, insieme a Università di Padova, Università di Bologna, Università di Pavia, Politecnico di Milano, INFN, INRIM e CINECA, consente all'Ente di contribuire allo sviluppo di un ecosistema nazionale nelle tecnologie quantistiche, con ricadute potenziali anche su sensoristica, metrologia, calcolo, comunicazioni e strumentazione scientifica avanzata.

Nel settore delle reti per l'innovazione e del trasferimento tecnologico, l'INAF continuerà inoltre a partecipare ai principali ecosistemi nazionali dedicati alla ricerca e allo sviluppo industriale. In particolare, proseguirà la partecipazione al Distretto Aerospaziale della Sicilia (DAS) e al

Distretto Aerospaziale della Sardegna (DASS), favorendo la collaborazione tra ricerca pubblica, università e imprese nei settori dell'aerospazio, dell'osservazione della Terra, delle tecnologie satellitari e della strumentazione avanzata. L'INAF partecipa inoltre al Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi, contribuendo allo sviluppo di attività di ricerca e innovazione nei settori delle tecnologie abilitanti, della sensoristica avanzata, della fotonica, dei materiali e della microelettronica, con ricadute nello sviluppo della strumentazione scientifica e delle applicazioni per lo spazio. L'Ente continuerà inoltre a sostenere le attività dell'International Foundation for Fundamental Physics and Universe (IFPU), contribuendo allo sviluppo di programmi di ricerca di frontiera nei settori della fisica fondamentale, della cosmologia e dell'astrofisica, nonché alla formazione avanzata e al rafforzamento delle collaborazioni tra enti di ricerca e università.

Nel campo della divulgazione, della didattica e della valorizzazione culturale, proseguiranno inoltre le collaborazioni con associazioni nazionali quali PLANit, Associazione dei Planetari Italiani, e con soggetti attivi nella tutela e valorizzazione del patrimonio tecnico-scientifico, come l'Associazione A. Bombelli 1889. Questi accordi rafforzano la terza missione dell'Ente, la diffusione della cultura astronomica, il rapporto con il pubblico e il recupero di competenze storiche legate alla costruzione, manutenzione e conservazione di strumenti scientifici.

Un quarto ambito riguarda le collaborazioni con Regioni, enti territoriali e infrastrutture nazionali. Di particolare rilievo sono le convenzioni con la Regione Autonoma della Sardegna per l'ampliamento delle attività collegate al Sardinia Radio Telescope e per il sostegno alle iniziative connesse all'Einstein Telescope. Tali collaborazioni favoriscono l'integrazione tra ricerca di frontiera, sviluppo territoriale, innovazione tecnologica e crescita di competenze locali, con potenziali ricadute sul sistema industriale e formativo.

Infine, l'INAF continuerà a sviluppare rapporti con l'industria nazionale, in particolare nei settori dell'ottica avanzata, della meccanica di precisione, dell'elettronica, della sensoristica, della criogenia, delle tecnologie spaziali, del calcolo scientifico e della gestione dei dati. Il coinvolgimento di imprese italiane specializzate costituisce un elemento essenziale per la realizzazione di strumentazione complessa, per la partecipazione a grandi progetti scientifici e per il trasferimento tecnologico dalla ricerca di base all'innovazione.

Nel complesso, le collaborazioni nazionali attive nel triennio 2026–2028 rappresentano uno strumento fondamentale per rafforzare il ruolo dell'INAF nel sistema Paese, promuovendo sinergie tra ricerca, alta formazione, infrastrutture, territori e industria, e contribuendo alla competitività scientifica e tecnologica dell'Italia nei settori dell'astrofisica e dello spazio.

3. Internazionalizzazione

La ricerca scientifica in campo astronomico ha una dimensione internazionale intrinseca. Le grandi infrastrutture osservative sono spesso installate in luoghi remoti scelti per le condizioni favorevoli alle osservazioni astronomiche, e sono costruite e gestite in ambito di collaborazioni internazionali. Stessa considerazione può essere fatta per le missioni spaziali.

3.1 Partecipazione a reti ed infrastrutture a carattere internazionale

Si elencano di seguito le principali reti ed infrastrutture a carattere internazionale a cui INAF partecipa ed a quale titolo. Queste reti operano infrastrutture di ricerca che sono descritte nel Capitolo 5 di questo documento.

- **European Southern Observatory (ESO)**. Organizzazione Internazionale da Trattato fondata nel 1962 a cui l'Italia ha aderito nel 1982 e della quale ad oggi detiene una quota del 11,08%. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico. ESO costruisce il più grande telescopio ottico al mondo (ELT) ed opera telescopi e radiotelescopi nei propri osservatori in Cile.
- **Square Kilometre Array Observatory (SKAO)**. Organizzazione Internazionale da Trattato fondata nel 2021 di cui l'Italia è tra i paesi fondatori. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico. SKAO costruisce ed opererà il più grande radiotelescopio al mondo con antenne in Sudafrica ed Australia.
- **JIV-ERIC**. ERIC fondata come fondazione nel 1993 ed in seguito trasformata in ERIC a cui l'Italia ha aderito nel 2021. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico.
- **LOFAR (ERIC)**. LOFAR opera un radiotelescopio a sintesi di apertura con stazioni distribuite in tutta Europa (tra breve anche una presso la stazione osservativa di Medicina presso Bologna). Si è appena concluso il processo di costituzione della ERIC divenuta operativa nel corso del 2023. Prima della costituzione della ERIC, INAF dal 2018 partecipava all'International LOFAR Telescope (ILT) che era governato da un Board al quale INAF aveva rappresentante votante.
- **MeerKAT+**. MeerKAT+ è una estensione con 14 parabole da 15mt di diametro dell'array MeerKAT (64 parabole da 13.5 mt di diametro) operato dal South African Radio Astronomical Observatory (SARAO) nel deserto del Karoo. INAF ha concluso un accordo di collaborazione con SARAO e Max Planck per contribuire alla costruzione e sfruttare scientificamente l'infrastruttura.
- **Large Binocular Telescope Corporation (LBTC)**. LBTC opera il telescopio binoculare LBT presso Mt Graham in Arizona (USA). Società no-profit di diritto USA è partecipata da INAF per il 25%.
- **Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO) gGmbH (futura ERIC)**. CTAO (gGmbH) ha svolto e concluso l'attività preparatoria per la costruzione e le seguenti operazioni del telescopio CTA nei due siti prescelti di Paranal in Cile (emisfero sud) e la Palma alle Canarie (emisfero nord). La ERIC, istituita a Gennaio 2025, procederà alla

costruzione della infrastruttura. INAF ha avuto una partecipazione di circa il 20% nella gGmbH che si riflette nella partecipazione dell'Italia nella ERIC.

3.2 Posizionamento dell'Ente in contesti di Ricerca Internazionali

INAF ha un ruolo diretto o rappresenta l'Italia nella stragrande maggioranza delle infrastrutture di ricerca internazionali accessibili ai ricercatori europei (LBT, JIVE, LOFAR, MeerKAT+, ESO, SKAO, CTA, ET). Ha inoltre una posizione di leadership riconosciuta in molte missioni spaziali per l'esplorazione del sistema solare o l'osservazione del cosmo in collaborazione con ASI, ESA, NASA, JAXA, CNSA). I dettagli sono forniti in questo documento nella sezione che descrive i programmi scientifici e le infrastrutture.

3.3 Rappresentanze in altri Enti di Ricerca o Istituzioni nazionali ed internazionali

Si propongono in Tabella 2 l'elenco delle rappresentanze coperte da INAF in vari contesti internazionali con indicazione del ruolo e del nominante ed i principali ruoli di rappresentanza coperti da INAF in seno alle varie organizzazioni internazionali descritte in questo documento. Si riporta il ruolo ed anche chi è preposto alla nomina per quel ruolo.

Organismo	Ruolo	Nominato	Nominante
LBT Board	Directors (2)	Ricercatori e Tecnologi INAF	DS
LBT Executive Board	Member Representative	DS (ex officio) o suo delegato	Presidente INAF
LBT Corporation	Presidente	Uno tra i Direttori in LBTC Board	Board LBTC (elezione)
LBT Financial Comm.	Member	Funzionario INAF o MEF o MUR	Presidente INAF
ESO Council	First Member	Ex-officio Presidente INAF	MAECI
ESO Council	Second Member	Attachè Scientifico Ambasciata Berlino	MAECI
CTA gGmbH Council	Member Representative	Direzione Scientifica	Presidente INAF
CTA gGmbH Council	Advisors	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
CTA STAC	Member	Ricercatori e Tecnologi Italiani	Council CTA (elezione)
CTA BGR	Member Representative	A discrezione del MUR	MUR

SKA Org. Board	Science Director	Direzione Scientifica	Presidente INAF
SKA Org. Board	Voting Director	Presidente INAF (ex officio) o suo delegato	Presidente INAF
SKAO Council	Member Representative	Presidente INAF	MAECI
SKAO Council	Advisors	Ricercatori e Tecnologi Italiani	Presidente INAF
FGG (TNG) Patronato	Presidente	Presidente INAF (ex officio)	Atto Notarile FGG
FGG (TNG) Patronato	Membri Ex-Officio	DG (ex officio) DS (ex officio)	Atto Notarile FGG
FGG (TNG) Patronato	Membri	Ricercatori, Tecnologi e Funzionari INAF e dei Ministeri (MEF. MUR).	CdA INAF su proposta del Presidente
ESA SPC	Advisor Scientifico	Direzione Scientifica	Presidente ASI su proposta Presidente INAF
LOFAR ERIC Council	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	MUR
MeerKAT+ Board	Member	Direzione Scientifica	Presidente INAF
JIVE-EVN Board	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
JIV ERIC Council	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	MUR
Paritetico ASI	Membri	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
SEAC SKA	Membri	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF

Tabella 2 - Elenco delle rappresentanze coperte da INAF in vari contesti internazionali con indicazione del ruolo e del nominante

4. Personale Ricercatore, Tecnologo, Tecnico, Amministrativo

4.1 Dotazione organica

La Dotazione Organica dell'Istituto, alla data del 9 luglio 2026 è pari a 1.214 unità, il personale con contratto a tempo indeterminato in servizio alla data 9 luglio 2026 è pari a 1.190 unità. La distribuzione della dotazione organica e del personale in servizio a tempo indeterminato è riportata nella Tabella 3.

Tabella 3- Dotazione organica dell'Istituto Nazionale di Astrofisica e personale in servizio al 9 luglio 2026.

Profilo	Livello	Dotazione Organica	Personale in servizio a tempo indeterminato
Dirigente Amministrativo di Prima Fascia			
Dirigente Amministrativo di Seconda Fascia		2	2
Dirigente di Ricerca	I	54	106
Primo Ricercatore	II	130	254
Ricercatore	III	215	153
Dirigente Tecnologo	I	9	31
Primo Tecnologo	II	26	132
Tecnologo	III	127	90
Astronomo Ordinario		15	0
Astronomo Associato		40	10
Ricercatore Astronomo		115	22
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	128	96
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	58	25
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	VI	43	59
Operatore Tecnico	VI	57	28
Operatore Tecnico	VII	13	7
Operatore Tecnico	VIII	9	20
Funzionario di Amministrazione	IV	29	33
Funzionario di Amministrazione	V	19	52
Collaboratore di Amministrazione	V	58	32
Collaboratore di Amministrazione	VI	16	7
Collaboratore di Amministrazione	VII	23	20
Operatore di Amministrazione	VII	16	5
Operatore di Amministrazione	VIII	5	6
Elevate professionalità (ruolo ad esaurimento)		7	0
Totale		1214	1190

La predetta Dotazione Organica è tuttora caratterizzata dalla presenza di personale inquadrato nelle categorie e nelle aree funzionali proprie del sistema di classificazione del comparto universitario, ovvero di personale inquadrato nella Categoria delle "Elevate Professionalità" (EP), ruolo ad esaurimento, nonché dalla presenza di personale inquadrato nella qualifica di "astronomo", in regime di diritto pubblico, che non ha esercitato il diritto di opzione ai fini della equiparazione nei profili e nei livelli professionali propri del Comparto delle Istituzioni e degli Enti

di Ricerca e Sperimentazione. Per maggiori dettagli relativi alla equiparazione tra le qualifiche proprie del ruolo degli “astronomi” ed i profili e i livelli professionali del “personale di ricerca”, nonché alle politiche dell’Istituto per regolare il diritto di opzione per il passaggio degli astronomi al comparto ricerca si rimanda al [PIAO 2026-2028](#).

4.2 Altro personale

Nei ruoli I-III e IV-VIII del CCNL al 9 luglio 2026 sono in servizio nell’ente 409 unità di personale con contratto di lavoro a tempo determinato distribuite come nella Tabella 4.

Tabella 4 – Personale a tempo determinato nei ruoli IV-VII e I-III in servizio al 9 luglio 2026.

Livello	Qualifica	Totale	Totale
IV-VIII	Collaboratore amm.vo	30	100
	C.t.e.r.	42	
	Funzionario amm.vo	22	
	Operatore tecnico	6	
I-III	Dirigente di ricerca	2	309
	Primo ricercatore	1	
	Ricercatore	173	
	Dirigente tecnologo	8	
	Primo tecnologo	6	
	Tecnologo	119	

Alle attività di ricerca dell’Istituto Nazionale di Astrofisica contribuiscono inoltre giovani ricercatori titolari di borse di studio, assegni di ricerca, incarichi di ricerca, incarichi post-doc e contratti di ricerca, che trovano presso l’Istituto possibilità di crescita curriculare e professionale. Il loro numero al 9 luglio 2026 è di 308 unità. I regolamenti per gli incarichi di ricerca e gli incarichi post-doc sono stati deliberati dal Consiglio di Amministrazione dell’INAF con delibera No. 2 del 13 gennaio 2026; i bandi emessi nel periodo successivo non hanno, alla data di scrittura del presente documento prodotto personale in servizio con il relativo inquadramento.

Inoltre, svolgono studio e ricerca nelle strutture INAF studenti di dottorato afferenti a università italiane e straniere, e associati all’Istituto Nazionale di Astrofisica in ragione della ricerca condotta in diretta collaborazione con il personale INAF. Gli studenti di dottorato associati INAF, per un totale di 345 unità, accedono alle strutture, facendo uso di facilities strumentali (es., telescopi, laboratori, biblioteche), e partecipando a progetti condotti da personale di ricerca INAF. Come descritto nella sezione 7.2, parte degli studenti di dottorato fruiscono di borse di studio finanziate da INAF.

Svolgono attività di ricerca in collaborazione con personale INAF 1087 associati, di cui 55 con incarico (cf. Tabella 5).

Tabella 5 – Altro Personale che opera in INAF al 9 luglio 2026.

Tipologia	Impiegato in attività di ricerca	NON impiegato in attività di ricerca
Titolari di assegni di ricerca	238	
Titolari di contratti di ricerca	5	
Titolari di incarichi di ricerca	-	
Titolari di incarichi Post.-Doc	-	
Titolari di borse di studio	65	
Studenti di dottorato associati <i>[univ. italiane/univ. estere]</i>	345 <i>(306/39)</i>	
Associati con incarico	55	
Altri associati	1032	
Titolari di contratti di collaborazione coordinata e continuativa	-	
Totale	1740	

5. Infrastrutture di Ricerca

INAF costruisce, opera ed utilizza infrastrutture osservative da Terra e da Spazio, queste ultime in collaborazione con l'ASI ed altre rilevanti agenzie spaziali nel mondo.

Una descrizione completa di tutti i programmi a carattere infrastrutturale è consultabile al sito <https://pta.inaf.it>. I telescopi operativi presso le strutture osservative nel territorio nazionale sono brevemente descritti nel paragrafo § 1.1.1. Di seguito elenchiamo le infrastrutture di maggiore rilevanza scientifica e quelle che sono direttamente finanziate e controllate da INAF.

5.1 Infrastrutture da Terra in fase operativa

5.1.1 SRT e Antenne VLBI

SRT è un radiotelescopio dell'INAF con superficie attiva di 64 m di diametro sito in località San Basilio in Sardegna. È stato realizzato da INAF con contributi del MUR, della Regione Sardegna e dell'ASI. Oltre ad essere uno strumento innovativo per applicazioni single-dish opera anche, insieme alle antenne da 32 m presso Medicina (Bo) e Noto (Sr), nella rete italiana ed europea del VLBI (Very Long Baseline Interferometry). Il funzionamento di SRT e delle antenne VLBI è finanziato dal MUR come progetto a valenza internazionale (4.0 M€/anno). È stato recentemente finalizzato un importante potenziamento di SRT finanziato dal MUR attraverso l'iniziativa PON (PIRO1_00010 - 18.7 M€), che consente ora di operare il radiotelescopio ad alta frequenza (fino a 100 GHz) aprendo nuovi orizzonti di sfruttamento scientifico. Sempre grazie al PON si sono equipaggiati con ricevitori ad alta frequenza anche l'antenna di Noto e quella di Medicina, presto dotata anche di superficie attiva. Quindi, a breve, anche tutta la rete VLBI italiana potrà osservare fino a 100 GHz.



Figura 9 - Sardinia Radio Telescope (SRT)

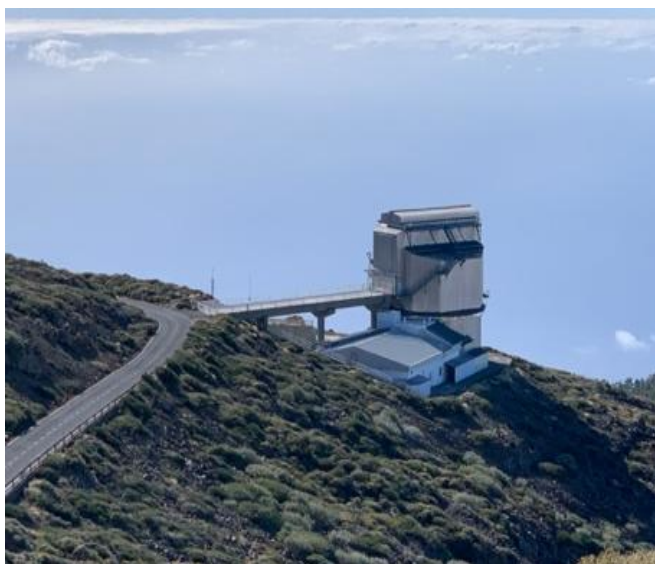


Figura 10 - Telescopio Nazionale Galileo (TNG)

5.1.2 Telescopio Nazionale Galileo (TNG)

Il [TNG](#) è un Telescopio Ottico-Infrarosso da 3.6 m di diametro sito presso l'Osservatorio del Roque de los Muchachos, isola di La Palma, Canarie (Spagna). Infrastruttura gestita interamente da INAF attraverso la *Fundación Galileo Galilei Fundación Canaria*, e finanziata dal MUR come progetto a valenza internazionale (3.1 M€/anno). La infrastruttura è internazionalmente riconosciuta all'avanguardia assoluta nella ricerca dei pianeti extrasolari e contribuisce fattivamente alla ricerca multiwavelength e multimessenger delle sorgenti transienti. È stato aggiornato l'accordo con l'Università di Ginevra per l'utilizzo dello spettrografo ad alta risoluzione HARPS-N fino al 2028. Il TNG è inoltre coinvolto nei progetti PNRR CTA+ e STILES per la costruzione di un fotometro veloce e di un laser-comb VIS-NIR.

5.1.3 Large Binocular Telescope (LBT)

Il [LBT](#) è un telescopio Ottico-Infrarosso binoculare con due specchi dal diametro di 8.4 m ciascuno sito presso il Mount Graham International Observatory in Arizona (USA). LBT è operato da INAF che ne possiede il 25% in associazione con partners statunitensi (50%) e tedeschi (25%) attraverso una società no-profit di diritto USA (LBT Corporation) ed è finanziato dal MUR come progetto a valenza internazionale (3.0 M€/anno a fronte di un costo di 3.5 M€/anno nel 2025). LBT è riconosciuto all'avanguardia per le tecnologie di ottica adattiva che incorpora e per le capacità uniche al mondo di spettro polarimetria ad alta risoluzione. Sono operativi al Large Binocular Telescope i nuovi strumenti SHARK-VIS e SHARK-NIR, realizzati dall'INAF e offerti alla comunità scientifica a partire dalla Call osservativa 2024-2025. I due strumenti consentono osservazioni ad alta risoluzione angolare e ad alto contrasto, nel visibile e nel vicino infrarosso, con particolare riferimento alla ricerca e alla caratterizzazione diretta di pianeti extrasolari e protopianeti. Essi valorizzano le avanzate capacità di ottica adattiva di LBT, che rimarrà, sino all'avvio di ELT, uno dei maggiori e più avanzati telescopi ottici e infrarossi al mondo.



Figura 11 - Large Binocular Telescope (LBT)

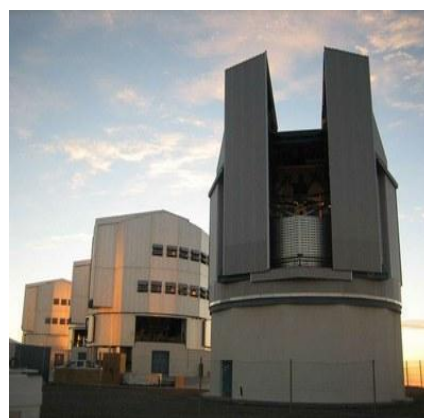


Figura 12 - VLT Survey Telescope (VST)

5.1.4 VLT Survey Telescope (VST)

Il [VST](#) è un telescopio da 2.6 m di diametro installato all'Osservatorio del Paranal dell'ESO. VST è progettato per le survey del cielo in luce visibile con la camera a campo largo OmegaCAM che ne costituisce il principale strumento. Di realizzazione italiana e proprietà INAF il VST è tornato sotto il pieno controllo dell'Ente dal 1°ottobre 2022, alla scadenza dell'accordo

decennale con ESO per il suo utilizzo. Per la sua gestione l'Ente ha creato un apposito centro, denominato "Centro di Coordinamento per VST".

5.1.5 Telescopi ESO

L'Organizzazione Europea per l'Astronomia nell'Emisfero Australe ([ESO](#)) è una organizzazione internazionale da trattato (IGO) fondata nel 1962 ed alla quale l'Italia ha aderito nel 1982. L'ESO gestisce decine di telescopi dall'infrarosso al millimetrico nei tre osservatori di La Silla, Paranal e Chajnantor siti sulle Ande cilene. Tra questi, sono di grande importanza il Very Large Telescope (VLT – Paranal) e l'Atacama Large Millimetric Array (ALMA – Chajnantor). L'Italia ha una partecipazione di circa il 14% in ESO sostenuta dal MAECI. Il membro votante nel Council ESO è il Presidente dell'INAF. I ricercatori italiani ottengono tempo osservativo presso l'infrastruttura attraverso un meccanismo di assegnazione competitiva. L'ESO permette più di 50 configurazioni osservative possibili delle quali 12 utilizzabili simultaneamente. Tale quantità e varietà di possibilità ha contribuito nelle ultime decadi alla indiscussa leadership europea nella astrofisica osservativa.



Figura 13 - Very Large Telescope (VLT)



Figura 14 - Atacama Large Millimetric Array

5.2 Infrastrutture da terra in costruzione

5.2.1 ELT – Extremely Large Telescope

L'ESO nel 2012 ha avviato la costruzione dell'[ELT](#) a Cerro Armazones nel deserto di Atacama in Chile. ELT vedrà la prima luce nel 2028 e sarà il telescopio ottico-infrarosso più grande mai costruito al mondo. ELT è finanziato attraverso un contributo straordinario ad ESO sostenuto in passato dal MUR come progetto a valenza internazionale e dal 2021 dal MAECI come parte integrante della quota di partecipazione ad ESO. La costruzione della struttura meccanica e della cupola è stata assegnata ad un consorzio di imprese italiane (commessa di circa 400 M€). Il cuore tecnologico del telescopio, lo specchio adattivo M4, è costruito da un consorzio di imprese italiane coordinate con tecnologia proprietaria sviluppata nei laboratori dell'INAF. INAF costruisce inoltre strumentazione scientifica all'avanguardia come il modulo adattivo MORFEO ed in prospettiva lo spettrografo ad alta risoluzione per la ricerca di pianeti extrasolari ANDES.

5.2.2 ASTRI Mini-Array

I Telescopi Cherenkov ASTRI sono frutto di una tecnologia innovativa interamente italiana il cui sviluppo è stato finanziato nel 2010 nell'ambito dei progetti Bandiera del MIUR. Il primo prototipo funzionante è installato presso l'Osservatorio di Serra la Nave alle pendici dell'Etna

[dedicato a Guido Horn D'Arturo]. Una serie di nove telescopi, denominata [ASTRI Mini-Array](#), è in corso di installazione nell' isola di Tenerife, Canarie. In fase finale di installazione il Mini-array sarà operativo dalla seconda parte del 2026 e promette di fornire risultati rivoluzionari nel campo della astrofisica delle altissime energie (>100 TeV) inclusa la identificazione per la prima volta di sorgenti di Pevatroni. Il Mini-Array è finanziato da un intervento specifico iscritto nella legge di Bilancio 2015 mentre la sua installazione ed operazioni è sostenuta dal MUR attraverso il fondo infrastrutturale [DM 450/2019].

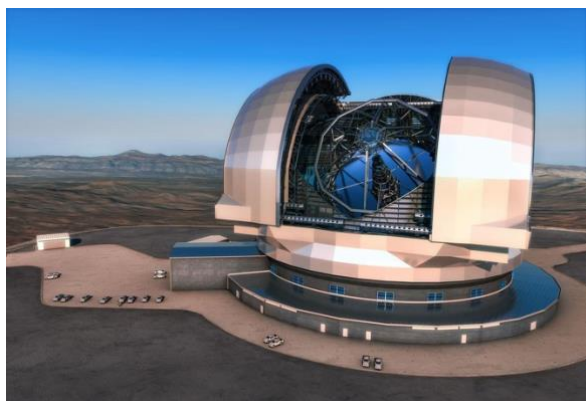


Figura 15 - Extremely Large Telescope (ELT)



Figura 16 - ASTRI Horn d'Arturo



Figura 17 – Panoramica della infrastruttura ASTRI sul Teide, Tenerife (Isole Canarie). Sono visibili 5 dei 7 telescopi installati entro luglio 2025.

5.2.3 CTA

CTA è un progetto che vede coinvolti paesi e ricercatori di tutto il mondo per la realizzazione di un grande osservatorio astronomico ([CTAO](#)), con due sedi: una nell'emisfero nord nell'isola di La Palma, isole Canarie, ed una nell'emisfero sud presso Cerro Paranal nel deserto di Atacama in Cile. CTAO studierà l'Universo attraverso i raggi gamma di altissima energia (TeV) rivelati mediante l'effetto Cherenkov. Ciascun osservatorio ospiterà un numero di telescopi Cherenkov (13 al nord ed oltre 50 al sud) di dimensioni variabili: grandi (LST – diametro 23 m), medi (MST – diametro 12 m) e piccoli (SST – diametro 4 m) dal momento che la possibilità di osservare fotoni gamma ad energie diverse dipende dalla dimensione del telescopio. La tecnologia per i telescopi SST sarà italiana, sviluppata e collaudata con il telescopio ASTRI-Horn d'Arturo e con il progetto ASTRI Mini-Array in fase di installazione a Tenerife.

CTA è correntemente gestito dal Gennaio 2025 dalla CTAO-ERIC. CTAO ha sede a Bologna presso la struttura dell'INAF-OAS. CTA è sostenuto dal MUR attraverso fondi infrastrutturali [DM 450/2019].



Figura 18 - Large Size Telescope (LST)

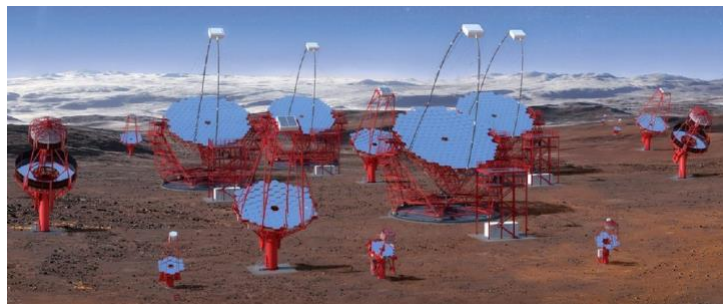


Figura 19 - Cherenkov Telescope Array (CTA) (rendering)

Nel biennio 2026-2027 è previsto un consistente avanzamento delle fasi di costruzione in Cile della infrastruttura che dovrà accogliere i telescopi, molti dei quali prodotti nel nostro paese.

Il contributo dell'Italia *in-kind* previsto dallo statuto della ERIC CTAO si è arricchito con l'accettazione da parte del Council della ERIC CTA di 2 telescopi LST destinati al sito Sud e di due illuminatori, che sono stati finanziati nell'ambito del Progetto PNRR - IR0000012 - Cherenkov Telescope Array Plus [CTA+] (cf. § 6.7.2). I telescopi LST rafforzeranno significativamente le capacità dell'Osservatorio nel dominio delle basse energie e nelle osservazioni di fenomeni transienti e *multi-messenger*. L'Italia è di conseguenza diventato il paese con maggiore contributo al CTAO, in quanto la quota italiana passa dal 20,2% al 26,7%, mentre quella della Germania, che aveva il maggiore contributo in precedenza, passa dal 28% al 25,6%.

5.2.4 SKA e precursori

[SKAO](#) è il più grande radiointerferometro al mondo correntemente in costruzione in due siti nell'emisfero sud: nel deserto del Karoo in Sudafrica (antenne a frequenza media) e nel deserto di Murchison in Western Australia (antenne a bassa frequenza). L'Osservatorio SKA (SKAO) si è costituito come una organizzazione inter-governativa da trattato (IGO) a seguito di una negoziazione internazionale a presidenza italiana (MIUR-MAECI) il 12 Marzo 2019.

A seguito dei processi di ratifica nei parlamenti dei paesi membri la IGO-SKAO, che ha sede a Jodrell Bank in UK, è divenuta operativa all'inizio di Febbraio del 2021. L'Italia contribuisce a SKAO attraverso il MUR con 120 M€ in 10 anni stabiliti dalla legge di ratifica del trattato internazionale. Diverse delle nuove tecnologie incorporate nel telescopio sono state sviluppate da INAF in collaborazione con l'industria italiana, in particolare il selettore di campo (Feed Indexer) delle antenne a frequenza media ed il disegno analogico-digitale della antenna log-periodica a bassa frequenza.

Gli studi e la prototipazione sono stati finanziati dal MUR con un intervento specifico iscritto nella legge di Bilancio 2015 e successivamente dai fondi infrastrutturali del MUR [DM 450/2019]. I fondi infrastrutturali hanno finanziato anche la partecipazione ai precursori di SKA MeerKAT+ e LOFAR. Inoltre, andranno a finanziare l'acquisizione delle risorse di calcolo necessarie per il trattamento avanzato dei dati di SKA. La scienza di SKA spazierà dalla ricerca

di pianeti extrasolari abitabili all'universo primordiale con particolare attenzione ai campi gravitazionali forti ed al magnetismo cosmico.



Figura 20 - MeerKAT Radiotelescope



Figura 21 - Aperture Array Verification System 2.0 (AAVS2.0)

5.2.5 Einstein Telescope

[ET](#) è il progetto europeo per la realizzazione di un osservatorio di onde gravitazionali di terza generazione, concepito come infrastruttura sotterranea ad altissima sensibilità per lo studio dell'Universo gravitazionale. ET rappresenta una delle principali infrastrutture di ricerca europee in fase di definizione nel campo della fisica fondamentale, dell'astrofisica relativistica, della cosmologia e dell'astronomia multi-messaggera. La sua realizzazione consentirà di osservare con sensibilità e continuità senza precedenti eventi astrofisici estremi, quali fusioni di buchi neri e stelle di neutroni, e di studiare l'evoluzione dell'Universo attraverso un canale osservativo complementare a quello elettromagnetico.

L'Italia sostiene la candidatura del sito di Sos Enattos, in Sardegna, ad ospitare l'infrastruttura. Il sito sardo presenta caratteristiche di particolare interesse per un rivelatore sotterraneo di onde gravitazionali, anche in relazione al basso livello di rumore sismico e antropico. Le attività di caratterizzazione, sviluppo scientifico e supporto alla candidatura sono condotte in un quadro nazionale che coinvolge in primo luogo INFN, INAF e INGV, con il sostegno della Regione Sardegna, delle Università sarde e di altri soggetti istituzionali e scientifici.

Nel 2026 l'INAF ha ulteriormente consolidato il proprio coinvolgimento istituzionale nel progetto attraverso l'approvazione del Memorandum of Agreement tra Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Istituto Nazionale di Astrofisica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Technische Universität Dresden e Karlsruhe Institute of Technology, finalizzato al coordinamento delle attività connesse alla candidatura congiunta dei siti Sardegna e Lusazia per la realizzazione dell'Einstein Telescope. L'accordo disciplina la collaborazione tra le istituzioni partecipanti per la predisposizione della candidatura integrata nella configurazione denominata "2L", definendo obiettivi, elaborati congiunti, governance, gruppi di lavoro, aspetti di riservatezza, proprietà intellettuale e pubblicazioni. La sottoscrizione del Memorandum non comporta nuovi o maggiori oneri a carico del bilancio dell'INAF.

Il contributo scientifico dell'INAF al progetto riguarda in particolare l'astrofisica multi-messaggera, ovvero la capacità di integrare l'informazione proveniente dalle onde gravitazionali con osservazioni elettromagnetiche effettuate da infrastrutture terrestri e spaziali. In questo contesto si inserisce anche MezzoCielo, concetto di telescopio ottico a

larghissimo campo sviluppato in ambito INAF per il monitoraggio rapido e continuo del cielo transiente. Un dimostratore di MezzoCielo è previsto presso il SunLab di Sos Enattos, con l'obiettivo di validare soluzioni innovative per l'osservazione simultanea di ampie porzioni di cielo, la rivelazione tempestiva di fenomeni transienti e il supporto al follow-up elettromagnetico di eventi gravitazionali. Il progetto prevede una configurazione modulare basata su una sfera di circa 80–100 cm equipaggiata con oltre 100 camere ottiche e rivelatori CMOS, insieme allo sviluppo dei sistemi di acquisizione dati e delle pipeline dedicate di riduzione e analisi.

Lo sviluppo di MezzoCielo rafforza il ruolo dell'INAF nel sito di Sos Enattos e nel futuro ecosistema di ET-SUnLab, portando competenze tecnologiche distintive nel campo dell'ottica, della sensoristica, del controllo strumentale, dell'acquisizione e analisi dati e dell'astronomia time-domain. In tale prospettiva, MezzoCielo rappresenta un elemento di raccordo tra la candidatura italiana per Einstein Telescope, le infrastrutture osservative dell'Ente e le esigenze scientifiche della nuova generazione di osservatori gravitazionali, per le quali sarà essenziale disporre di sistemi rapidi, autonomi e ad ampio campo per l'identificazione delle controparti elettromagnetiche. Il progetto ET-SUnLab, che sarà realizzato nell'area mineraria di Sos Enattos, costituisce il contesto infrastrutturale nel quale tali sviluppi potranno essere integrati e valorizzati.

Ricercatori INAF hanno contribuito al progetto PNRR ETIC finalizzato al progetto ET (cf. § 6.7.6).

In vista della futura operatività di ET, l'INAF intende inoltre rafforzare le proprie capacità di follow-up rapido di eventi transienti e gravitazionali, valorizzando la rete di infrastrutture osservative dell'Ente, tra cui le infrastrutture ottiche e radio, i sistemi di analisi dati e le competenze nel campo dell'astronomia time-domain.

Nel triennio 2026–2028 l'INAF proseguirà le attività di supporto scientifico e istituzionale alla candidatura italiana ed europea, contribuendo allo sviluppo delle competenze e delle infrastrutture necessarie per la futura astronomia multi-messaggera.

5.2.6 Km3NeT

Nel triennio 2026–2028 l'INAF intende definire la propria partecipazione al progetto internazionale [Km3NeT](#), infrastruttura di ricerca per l'astrofisica dei neutrini e per lo studio dell'Universo multi-messaggero. A tal fine è stato avviato fin dal 2025 un confronto con l'INFN attraverso un gruppo di lavoro congiunto INAF–INFN, finalizzato a individuare i contenuti scientifici e le modalità operative per l'ingresso dell'Ente nella collaborazione. L'adesione di INAF è prevista a partire dal 2026 come ente autonomo all'interno della collaborazione Km3NeT e non come estensione della partecipazione INFN. Il contributo dell'Ente sarà orientato al rafforzamento delle sinergie tra astronomia elettromagnetica, astrofisica delle alte energie e astronomia dei neutrini, anche in relazione alla risposta multi-messaggera a eventi transienti. Saranno inoltre forniti contributi *in-kind*, in raccordo con INFN, a supporto delle attività tecniche e tecnologiche della collaborazione, incluse attività di montaggio, integrazione e supporto alla strumentazione svolte presso sedi INFN, tra cui quelle di Catania e Caserta.

La comunità INAF interessata alla partecipazione a KM3NeT si articola in un numero limitato di unità scientifiche, organizzate in modo da rappresentare le principali competenze dell'Ente nei settori dell'astronomia multi-messaggera, dei transienti, delle alte energie, degli oggetti compatti, degli AGN/blazar e delle osservazioni radio in sinergia con altre infrastrutture. Tale articolazione consente di presentare alla collaborazione un contributo coerente e riconoscibile,

valorizzando competenze distribuite in diverse sedi INAF e favorendo il coinvolgimento di giovani ricercatrici e ricercatori, inclusi dottorandi, nelle attività scientifiche e operative della collaborazione.

5.3 Infrastrutture dallo/per lo Spazio

L'INAF è il principale partner dell'ASI per la ricerca astrofisica legata all'osservazione dell'Universo e per lo studio del sistema solare. L'Ente ha una collaborazione storica e consolidata con l'Agenzia per il disegno, la realizzazione e lo sfruttamento scientifico di missioni spaziali e di strumentazione per satelliti. Di seguito le collaborazioni in corso più rilevanti relative a missioni spaziali nazionali ed internazionali.

La descrizione della partecipazione scientifica e tecnologica dell'INAF alle missioni sopra elencate ed a tutte le altre non citate è descritta nel dettaglio nel citato repository dei progetti <https://pta.inaf.it>.

5.3.1 Missioni spaziali in ambito ESA in fase operativa

- **BEPICOLOMBO**: missione Cornerstone ESA-JAXA lanciata nell'ottobre 2018 in viaggio verso Mercurio. Partecipazione INAF: strumenti ISA, SERENA e SIMBIO-SYS.
- **CHEOPS**: missione di classe Small lanciata nel dicembre 2019 e dedicata allo studio degli esopianeti. Partecipazione INAF: progetto ottico del telescopio, contributo su specchi ed elettronica di bordo.
- **EUCLID**: missione di classe Medium (M2); in fase operativa e dedicata allo studio dell'energia e della materia oscura e con lancio effettuato nel luglio 2023. Partecipazione INAF: Data processing Unit e SW applicativo di bordo, GRISM Unit, contributo al Ground Segment.
- **GAIA**: Missione "Cornerstone" lanciata nel dicembre 2013 e dedicata principalmente allo studio, al censimento e alla cartografia della Galassia tramite misure astrometriche. Il satellite ha concluso la fase operativa il 15 gennaio 2025. Continua la fase di processamento dei dati che prevede la release DR4, prevista per dicembre 2026, che include tutti i dati acquisiti durante i circa 5,5 anni della fase osservativa nominale e, non prima del 2030, la release DR5 che includerà i dati acquisiti nei circa 10,5 anni di osservazioni.
- **ExoMars 2016**: missione ESA-Roscosmos (Trace Gas Orbiter) in fase operativa dedicata allo studio dei gas in traccia nell'atmosfera di Marte. Partecipazione INAF: leadership degli strumenti NOMAD e CASSIS.
- **HERA**: missione di Planetary Defense lanciata nell'ottobre 2024. Partecipazione INAF: scienza e responsabilità sensore di polvere.
- **JUICE**: missione di classe Large (L1) lanciata nell'aprile 2023 e dedicata allo studio del sistema Giove. Partecipazione INAF: strumenti JANUS, MAJIS, RIME e 3GM.
- **MARS-EXPRESS**: missione Flexible lanciata nel giugno 2003 e prima missione europea verso Marte. Partecipazione INAF: contributi agli strumenti ASPERA, MARSIS, OMEGA e PFS.
- **PROBA 3**: prima missione dimostrativa delle tecnologie per volo in formazione lanciata a dicembre 2024. Partecipazione INAF: metrologia e filtri alta risoluzione.

- **SOLAR ORBITER:** missione di classe Medium (M1); lanciata nel febbraio 2020 e dedicata allo studio del Sole e dell'Eliosfera. Partecipazione INAF: strumento METIS e digital processing Unit per lo strumento SWA.
- **XMM:** missione Cornerstone di Astrofisica X lanciata nel 1999. Partecipazione INAF: scienza, sviluppo dei 3 strumenti di EPIC.

5.3.2 Missioni spaziali in ambito extra Europeo in fase operativa

- **CSES-2:** missione della CSNA di Space Weather e studio accoppiamento Litosfera-Magnetosfera lanciata nel 2025. Partecipazione INAF: sviluppo dello strumento di campo elettrico EFD-02.
- **Fermi:** missione della NASA lanciata nel giugno 2008 e dedicata all'astrofisica gamma. Partecipazione INAF: contributo all'interpretazione dei dati scientifici.
- **Hayabusa2:** missione della JAXA di sample return da asteroidi lanciata nel dicembre 2014. Partecipazione INAF: calibrazione ed analisi dati scientifici.
- **IXPE:** missione NASA di classe SMEX lanciata a dicembre 2021 e dedicata alla polarimetria X. Partecipazione INAF: responsabilità scientifica del polarimetro e contributo al Ground Segment.
- **JUNO:** missione della NASA lanciata nell'agosto 2011 e dedicata allo studio del campo magnetico di Giove. Partecipazione INAF: responsabilità scientifica dello strumento JIRAM e contributo al Ground Segment.
- **MARS 2020:** missione NASA facente parte del Mars Exploration Program dedicata all'esplorazione di Marte e lanciata nel luglio 2020. Partecipazione INAF: test di laboratorio per confronto con le osservazioni degli strumenti SuperCam e SHERLOC a bordo del rover Perseverance.
- **MRO:** missione NASA per studio dell'atmosfera, superficie e sottosuolo di Marte. Lanciata nell'agosto 2002. Partecipazione INAF: sviluppo dello strumento Sharad.
- **OSIRIS-REx:** missione della NASA di sample return da asteroide con materiale organico lanciata nel settembre 2016. Partecipazione INAF: osservazione da Terra del target.
- **Swift:** missione NASA di classe MIDEX lanciata nel novembre 2004 e dedicata allo studio dei lampi gamma. Partecipazione INAF: responsabilità delle ottiche dello strumento XRT, contributo al Ground Segment ed all'analisi dei dati scientifici.
- **Tianwen2:** missione della CNSA cinese di sample return dall'asteroide Kamo'oalewa lanciata nel 2025. Partecipazione INAF: responsabilità dei due strumenti VISTA1 e VISTA2.
- **VERITAS:** missione della NASA di classe Orbiter attualmente in fase B, dedicata allo studio della superficie di Venere (gravimetria, topografia e spettroscopia). Partecipazione INAF: scienza.

5.3.3 Missioni spaziali in ambito ESA in fase di sviluppo

- **Ariel:** missione di classe Medium (M4) dedicata allo studio degli esopianeti. Partecipazione INAF: co-Pisip; telescopio, elettronica di bordo, contributo al Ground Segment. Lancio previsto nel 2029.
- **New-ATHENA:** missione di classe Large di Astrofisica X. Partecipazione INAF: sistema di anticoincidenza criogenica, filtri termici ed ottici, Instrument Control Unit, facility di calibrazione ottica dei singoli moduli e del mirror assembly integrato, simulazioni delle performance ottiche stima del background. Lancio previsto nel 2037.

-
- **COMET-INTERCEPTOR**: missione di classe Fast (F1) dedicata alla scoperta di nuove comete. Partecipazione INAF: responsabilità strumento DISC e contributo sulla testata ottica dello strumento EnVisS. Lancio previsto nel 2029.
 - **ExoMars**: missione ESA e dedicata allo studio dell'ambiente e sottosuperficie di Marte ed alla ricerca di vita il cui lancio è previsto nel 2028. Partecipazione INAF: leadership dello strumento Ma_Miss e numerose partecipazioni ad altri strumenti. Per quanto riguarda lo strumento Micromed, sempre a leadership italiana, è in fase di studio una sua possibile riallocazione.
 - **M-MATISSE**¹⁰: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) dedicata allo studio delle interazioni tra magnetosfera, ionosfera, termosfera di Marte con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: responsabilità della Data Processing Unit dei sensori di particelle.
 - **PLATO**: missione di classe Medium (M3); in fase di sviluppo e dedicata allo studio degli esopianeti, il cui lancio è previsto a Dicembre 2026. Partecipazione INAF: co- PI-ship; coordinamento Camera System, fornitura delle Telescope Optical Units e della Instrument Control Unit. Partecipazione INAF;
 - **PLASMA OBSERVATORY**¹⁰: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) dedicata allo studio dei processi di energizzazione nella magnetosfera con misure a multi scala con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: PI-ship; responsabilità Particle Processing Unit e Ion Mass Spectrometer.
 - **THESEUS**¹⁰: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) di Astrofisica delle Alte Energie, Astrofisica multi-messenger e Cosmologia con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: PI-ship; responsabilità XSGS e del telescopio infrarosso, scienza.

5.3.4 Missioni spaziali in ambito extra Europeo in fase di sviluppo

- **COSI**: missione NASA di classe SMEX dedicata all'astrofisica gamma nel regime Compton e con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: scienza, simulazioni di strumento e SW di analisi dati.
- **EMA**: missione dell'Agenzia Spaziale degli UAE, con lancio previsto nel 2028, per esplorazione degli asteroidi della Main Belt. Partecipazione INAF: sviluppo del payload scientifico MIST-A.
- **eXTP**: missione della CAS di Astrofisica X con lancio previsto nel 2029. Partecipazione INAF: scienza.
- **LiteBIRD**: missione della JAXA per studio della polarizzazione B-mode del fondo cosmico con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: calibrazioni e scienza.
- **MANTIS**: missione CubeSat della NASA per spettroscopia stellare, con lancio previsto nel 2026. Partecipazione INAF: scienza, sistema ottico per telescopio EUV.
- **MUSE**: missione medium class explorer della NASA dedicata all'Eliofisica ed allo Space Weather e con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: scienza, specchi per Imager EUV, specchio primario per lo spettrografo, filtri ottici.
- **PRIMA**: missione della NASA di classe Probe attualmente in fase A e dedicata all'Astrofisica nel vicino infrarosso. Partecipazione INAF: scienza e Data Handling Unit. Lancio previsto entro il 2032.

¹⁰ Alla data di adozione del presente Piano triennale, l'ESA ha proposto la missione "Plasma Observatory" per la selezione come M7 e lo SPC ne ha preso atto; la decisione formale è prevista nel novembre 2026.

-
- **Rashid Rover 3:** missione facente parte del programma Emirates Lunar Mission (ELM) che prevede lo sviluppo di rover per l'esplorazione della regione del Polo Sud lunare. Partecipazione INAF: spettrometro miniaturizzato nel range Vis-IR derivato dallo strumento Ma_MISS. Lancio previsto entro il 2028.
 - **Solar-C_EUVST:** missione della JAXA per analisi spettrale del Sole nell'estremo UV con lancio previsto nel 2028. Partecipazione INAF: sviluppo del sistema di fenditure dello spettrografo.

5.4 Infrastrutture Informatiche

La ricerca scientifica nel campo dell'Astrofisica necessita di un accesso ad infrastrutture informatiche per la produzione del dato scientifico, la sua archiviazione e la sua interpretazione. Con il crescere del volume di dati prodotti dalle nuove infrastrutture osservative, le esigenze relative alle infrastrutture informatiche sono progressivamente aumentate. L'Ente ha dato origine nel 2020 ad un processo di analisi, poi continuato nel 2021 e 2022, del proprio posizionamento nel contesto nazionale ed internazionale in relazione alle infrastrutture informatiche. La conclusione della prima fase di questo processo ha portato alla costituzione nel 2022 della Unità Scientifica Centrale dedicata al Calcolo sotto l'egida della Direzione Scientifica INAF, che avrà ruolo di coordinamento delle risorse di calcolo e di data management dell'Ente. In particolare, l'obiettivo da perseguire sul medio termine è la creazione di un *ecosistema di calcolo* per INAF, capace di sostenere, nelle prossime decadi, l'elevata competitività dei membri di INAF nell'agone internazionale della ricerca.

L'INAF ha in essere collaborazioni nazionali e internazionali orientate allo sviluppo di infrastrutture di calcolo e data-storage a supporto delle infrastrutture osservative correntemente operate (es. ALMA, SRT, VLBI, VST, Gaia, Euclid e LBT) ed in preparazione per quelle future (es. CTA e SKA). INAF partecipa inoltre a iniziative e comunità internazionali che operano nel campo della gestione, della fruibilità e del calcolo associato ai dati quali l'IVOA, EGI, EOSC, e altre iniziative internazionali, oltre a iniziative a scala nazionale come ICDI, allo scopo di perseguire i concetti di FAIR-ness, Open Access e contribuire alla crescita del calcolo su infrastrutture di classe exascale. La visione programmatica per il futuro si coniuga con il presente nel quale INAF già offre adeguato supporto nell'ambito delle infrastrutture di rete, quelle di calcolo e quelle d'archivio.

Infrastrutture di Rete. La rete portante per le infrastrutture INAF è il GARR (Gestione Ampliamento Reti della Ricerca), di cui INAF è diventato socio nel 2021, che garantisce i flussi necessari alle infrastrutture di ricerca, che possono dover essere superiori ai 10 Gbit/s. Le reti della ricerca internazionali e quella nazionale GARR assolvono a questa funzione fornendo le dorsali ad altissima velocità (fino a 2 Tbit/s) verso i poli e le risorse scientifiche, garantendo al contempo il collegamento verso Internet commerciale. Iniziative nell'ambito PNRR, come il progetto TeRABIT (avviatosi nel 2023) determineranno un ulteriore salto di qualità nella rete della ricerca nazionale. È cruciale anche il collegamento tra le Strutture di Ricerca ed i punti di accesso (PoP) del GARR che sono realizzate con collegamenti in fibra ottica (fibra diretta - dark-fiber) che consentono di raggiungere bande da 1 a 40 Gbit/s a seconda degli apparati attivi adottati. Tutte le Strutture di Ricerca hanno ad oggi un collegamento almeno ad 1 Gbit/s e si sta progressivamente procedendo alla estensione della rete a 10 Gbit/s.

Infrastrutture di Calcolo. I progetti e i gruppi di ricerca all'interno di INAF hanno sviluppato nel corso del tempo proprie infrastrutture per specifiche esigenze (es. centro dati Euclid, il DPCT Italiano di Gaia, l' ALMA Regional Center, il data center "di prossimità" di LOFAR, ecc). 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 dimensioni limitate (ad esempio il Cluster SRT e il Cluster OAC presso la sede di Cagliari), ma che offrono servizi a progetti Nazionali ed Internazionali e sono talora supportati da un elevatissimo livello di expertise.

Oltre a stimolare le sinergie fra tutte queste realtà locali, favorendone la crescita e la conoscenza reciproca all'interno dell'Ente, l'USC-Computing si è attivata per dotare INAF di una infrastruttura di calcolo centralizzata di medio livello, che permetta di condurre ricerche, progettazioni e analisi dati altrimenti non supportabili a livello di infrastrutture locali e/o si presti per testare la scalabilità di codici in vista del loro utilizzo su sistemi di calcolo di valenza mondiale (Tier-1 o Tier-0).

Già a partire dal 2022, INAF ha regolarmente offerto alla propria comunità, tramite bandi competitivi periodici, le risorse di calcolo della propria e-infrastruttura PLEIADI per il calcolo HPC/HTC, basata su quasi 60 Milioni di core/hour distribuiti su oltre 7000 core, con nodi da 128 o 256 GB di RAM e 12 nodi dotati di GPU. Nel 2025 ai nodi menzionati si sono aggiunti 3 rack di nodi di tipo M100, che mettono a disposizione della infrastruttura PLEIADI una batteria di GPU molto più avanzate delle precedenti. Le esigenze di calcolo sono attualmente completate da altre due fonti: da un lato attraverso un MoU con il CINECA (siglato inizialmente per il periodo 2017-2020 e poi progressivamente esteso dal 2021 fino al 2026) per l'acquisizione di un numero adeguato di ore di calcolo (dell'ordine dei 10 Milioni) e relative competenze di supporto, e in secondo luogo tramite il ricorso a clouds commerciali allorquando necessario. Dal Marzo 2023 è in linea anche l'infrastruttura di calcolo, già menzionata, asservita a SRT e finanziata sul PON 2018, che comprende 14 nodi di calcolo con 512 GB di RAM (di cui 6 nodi con 2 GPU NVIDIA A40), rete Infiniband, 2 nodi di storage scratch e 2 nodi di storage long term.

INAF, in linea con le prospettive della summenzionata USC-Computing, sta inoltre finalizzando l'acquisizione di un nuovo sistema (temporaneamente battezzato Tier-3), che doterà l'Ente, a cavallo fra le fine del 2025 e l'inizio del 2026, di significative capacità aggiuntive di calcolo (dell'ordine di 1.5 Petaflop/s) e di un sistema di storage e di archiviazione all'avanguardia, inizialmente dell'ordine di una decina di PB e potenzialmente espandibile a 100 PB, che potenzierà l'esistente infrastruttura (vedere sotto) e costituirà il nucleo del sistema di archiviazione asservito al polo italiano dei Centri Regionali di Calcolo di SKA, che sarà guidato da INAF. Il Tier-3 sarà installato negli spazi del CINECA presso il "Tecnopolo" di Bologna ricavato nei locali della ex Manifattura Tabacchi.

Ulteriori capacità di calcolo (dell'ordine di circa 4 Petaflop/s e sempre localizzate presso il "Tecnopolo") saranno a disposizione non esclusiva di INAF a partire dal 2026 nel quadro della sua partecipazione al Centro Nazionale di Ricerca ICSC in «High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing», un progetto triennale (2023-2026) nel contesto PNRR di portata strategica per l'Italia e nella quale INAF è protagonista in 4 diversi ambiti: leader nello Spoke 3 «*Astrophysics and Cosmos Observations*», co-leader nello Spoke 2 «*Fundamental Research and Space Economy*», nonché partecipante agli Spoke «*Future Computing e Big Data*» e «*Quantum Computing*». Di là dalle infrastrutture hardware, il Centro Nazionale di Ricerca ICSC offre ad INAF la possibilità senza precedenti di investire in modo significativo sulla formazione e sul capitale umano nel campo dell'innovazione digitale, delle sue applicazioni all'astrofisica, e del trasferimento di conoscenza dalle e verso le imprese. Sono infatti 74 le annualità di personale a Tempo Determinato o studenti di Dottorato che INAF ha arruolato grazie ai finanziamenti di ICSC.

Infrastrutture di Archivio. Per l'INAF il concetto di "data curation e preservation" è di importanza fondamentale data la unicità ed irripetibilità del dato derivante da una osservazione astronomica. Per questo INAF si è dotato del Centro Italiano Archivi Astronomici-IA2. Il Centro

dati gestisce i dati raw e scientifici dei maggiori telescopi terrestri dell'INAF, in banda ottica e radio, 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), permette la loro pubblicazione tramite le classiche GUI (Graphical User Interface) o tramite i servizi del VO (Virtual Observatory), fornisce servizi di supporto (Workflow management Systems, Twiki, DOI, preservazione, accesso home utente) e science gateway (connessione degli strumenti di analisi agli archivi e viceversa – Data Flow – Connessione con Servizi), segue gli sviluppi delle politiche di Open Access, oltre naturalmente a fornire la possibilità di hosting di archivi vecchi o nuovi che necessitano di una infrastruttura adeguata. In effetti, per la prima volta nel 2023, sotto gli auspici della USC-Computing, spazi di preservazione di dati a lungo termine sono stati messi a disposizione della comunità INAF anche tramite bandi competitivi. Come anticipato, l'avvento del Tier-3 (vedi sopra) fornirà ulteriore impulso a tutte queste attività.

Nell'ambito della partecipazione italiana al consorzio DPAC (ESA), grazie al contratto con l'ASI, l'INAF ha la responsabilità scientifica dell'archivio dei dati della Missione Gaia presso ALTEC (DPCT). Il data center italiano di Gaia costituisce non solo una risorsa preziosa INAF con valenza di archivio, ma anche uno strumento per lo sfruttamento scientifico ottimale dei dati. L'INAF partecipa, insieme ad INFN e ad ASI, alla conduzione dello SSDC (Space Science Data Center), un centro dati per le missioni spaziali per l'esplorazione e l'osservazione dell'Universo. SSDC rappresenta un unicum nel suo genere fornendo supporto alla comunità astronomica, dalla gestione delle missioni fino allo sfruttamento scientifico dei dati, ben oltre la vita operativa degli strumenti in un contesto multifrequenza ed ora anche multi-messaggero.

6. Attività Scientifica e Progettuale

6.1 Principali linee di Ricerca

La ricerca in INAF è principalmente organizzata secondo cinque principali filoni tematici corrispondenti ai Raggruppamenti Scientifici Nazionali (RSN) definiti nel paragrafo 1.3 di questo documento e che verranno illustrati nei paragrafi seguenti, uno per ciascun RSN.

È opportuno sottolineare che quanto verrà descritto in questa Sezione è una sintesi delle tematiche più rilevanti in termini di personale coinvolto e di investimento economico. Tuttavia, non è completamente esaustivo del panorama di tutte le attività condotte dai ricercatori INAF nei relativi raggruppamenti. È infatti importante ricordare la moltitudine di attività di ricerca scientifica svolte in INAF nei 5 Raggruppamenti che sono meno visibili ma comunque rilevanti ed indispensabili fucine di nuove idee e teorie alla base delle conquiste scientifiche e tecnologiche. È infine importante sottolineare che sono molteplici le trasversalità e sinergie tra vari RSN, dovute alla multidisciplinarietà che caratterizza la ricerca astrofisica.

Nelle varie sezioni qui illustrate sarà possibile apprezzare il ruolo di leadership conquistato negli anni dall'Istituto relativamente alle varie tematiche di ricerca affrontate in ciascun settore, alla capacità di consolidare e guidare importanti reti di collaborazione a livello internazionale e della capacità di realizzare strumentazione e sviluppare nuove tecnologie di ampio respiro internazionale.

6.1.1 Galassie e Cosmologia - Raggruppamento Scientifico Nazionale 1

Descrizione dell'area di specializzazione: Le attività del Raggruppamento Scientifico Nazionale 1 (RSN1) si concentrano sullo studio delle galassie e della cosmologia e si articolano su tre filoni di ricerca principali: 1) galassie, Nuclei Galattici Attivi (AGN) e loro evoluzione; 2) ammassi di galassie, struttura a grande scala e mezzo intergalattico; 3) cosmologia teorica ed osservativa. Alcune delle attività svolte all'interno di questi filoni di ricerca hanno importanti ricadute anche nell'ambito della formazione stellare, dell'astrofisica delle alte energie e della fisica fondamentale, e della definizione degli obiettivi scientifici per missioni spaziali e telescopi da Terra in via di sviluppo, tematiche trattate rispettivamente da RSN2, RSN4 ed RSN5.

Finalità della ricerca e contesto scientifico: Comprendere modalità e tempi scala della formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche a diverse epoche e in diversi ambienti rappresenta una delle sfide principali dell'astrofisica moderna e di RSN1. Questa ricerca include studi osservativi, teorici e computazionali che hanno l'obiettivo di rispondere alle seguenti domande:

1. Quali sono i meccanismi fisici che regolano la formazione e l'evoluzione di galassie e nuclei galattici attivi? Come questi processi dipendono dall'epoca cosmica e dalle condizioni ambientali?
2. Qual è la struttura a larga scala dell'Universo a diverse epoche cosmiche? Quali sono i meccanismi fisici che governano le proprietà della materia in queste strutture?

3. Qual è la natura di Materia ed Energia Oscura e come si comporta la gravità su scale cosmologiche?

La cosmologia è descritta da un modello “di concordanza” che prevede una componente dominante di energia oscura, una significativa componente di materia non barionica di natura tuttora ignota, detta oscura, e solo una piccola componente di materia barionica.

Le iniziali fluttuazioni di densità, “fotografate” dalla radiazione cosmica di fondo a microonde, danno origine per instabilità gravitazionale alle prime stelle, galassie e aggregati di galassie, con l'avvio del processo di re-ionizzazione del mezzo intergalattico e della sintesi dei metalli che vengono poi diffusi nel mezzo circostante. Le proprietà della materia all'interno di questi sistemi sono regolate da una complessa rete di meccanismi fisici. Questi processi definiscono una serie di azioni, reazioni ed auto-regolazioni che agiscono sulla distribuzione della materia e determinano il “ciclo dei barioni”, ovvero lo scambio di materia ed energia tra le diverse componenti galattiche (gas freddo e polvere, gas caldo, stelle) e il mezzo circum- e intergalattico. Le interazioni tra galassie, come pure la presenza in esse di buchi neri supermassicci, hanno ripercussioni importanti sulla loro storia evolutiva.

Risultati raggiunti: In questo contesto generale i ricercatori INAF hanno raggiunto risultati di particolare rilievo nei seguenti ambiti:

- la caratterizzazione delle prime galassie e dei buchi neri massicci nell'Universo giovane tramite osservazioni multibanda, anche con l'ausilio di lenti gravitazionali;
- la stima sempre più precisa delle proprietà delle galassie, quali la capacità di formare stelle e le abbondanze chimiche, a diverse epoche cosmiche grazie a campagne spettroscopiche profonde;
- il tracciamento delle sovradensità di materia e lo studio di come l'ambiente influenza le proprietà fisiche e morfologiche delle galassie;
- il test dei modelli cosmologici e dell'evoluzione delle strutture, tramite l'osservazione della materia diffusa in ammassi e filamenti e la demografia di galassie di bassa luminosità.

Sul tema delle prime epoche cosmiche (redshift $z > 6$), i ricercatori INAF contribuiscono al censimento, tuttora incompleto, delle popolazioni galattiche, allo studio del processo di reionizzazione dell'Universo, alla ricerca e caratterizzazione dei primi nuclei galattici attivi e dell'ambiente in cui si formano. L'identificazione delle prime sorgenti luminose avviene spesso attraverso l'utilizzo di lenti gravitazionali e telescopi di ultima generazione. A redshift intermedi e bassi le survey fotometriche e spettroscopiche profonde forniscono a modelli e studi teorici una solida base per comprendere i meccanismi fisici che determinano le proprietà delle galassie quali le abbondanze chimiche, l'età, il contenuto di gas freddo e polvere, il tasso di formazione stellare. La presenza di nuclei galattici attivi ha un forte impatto sull'evoluzione delle galassie e del mezzo circum-galattico ed inter-stellare attraverso la produzione di getti radio e venti galattici. L'ambiente ed i processi di fusione tra galassie incidono sulla durata della fase in cui queste formano stelle e sulla transizione verso la fase di quiescenza. Questi effetti sono esaminati attraverso il confronto della componente stellare e gassosa di campioni selezionati in regioni con diversa densità e con la mappatura della dinamica interna delle galassie. Per oggetti vicini, numerosi sono stati i progressi resi possibili dall'utilizzo di spettrografi a campo integrale e di interferometri nel sub/millimetrico e nel radio che permettono di costruire mappe ad alta risoluzione spaziale dal centro alle regioni più periferiche delle galassie. Il lavoro dei ricercatori INAF coinvolti in questo campo di ricerca ha portato a importanti risultati sulla variazione spaziale delle proprietà delle popolazioni stellari, sulla formazione ed evoluzione di

nubi molecolari, e sulle condizioni fisiche e dinamiche del mezzo interstellare (metallicità, densità e grado di ionizzazione). In questo contesto, si innestano anche gli studi di galassie con bassissima brillantezza superficiale, che vedono un impegno rilevante della nostra comunità, con posizioni di leadership in survey odierne e future. Innovativi ed estesi programmi osservativi, sia in riga che in continuo, alle diverse lunghezze d'onda (dal radio ai raggi X) hanno permesso di far emergere una chiara leadership di INAF nello studio delle proprietà fisiche e cinematiche del gas circum-nucleare, dell'accrescimento (massa del buco nero, output radiativo e produzione di getti radio), ed evoluzione dei nuclei galattici attivi, attraverso anche la ricerca di coppie di AGN nelle fasi finali di fusione tra galassie.

INAF ha inoltre conquistato un ruolo di leadership internazionale nello studio multi-frequenza degli ammassi di galassie. Nell'ultimo decennio la comunità italiana si è distinta per i risultati sui proto-ammassi di galassie ad alto redshift, dei loro discendenti a basso redshift, e della transizione tra i primi e i secondi, con lo scopo di studiare i processi fisici in atto nell'evoluzione delle galassie in ambiente denso e sulla formazione e crescita delle strutture. Diverse sono le campagne osservative guidate da ricercatori INAF, tra cui citiamo, oltre a quelle nel visibile e vicino infrarosso, quelle nei raggi X, finalizzate a studiare la componente termica degli ammassi in termini di pressione, temperatura, densità e metallicità del mezzo intracluster. Di particolare rilievo sono anche gli studi condotti sulla componente non termica (campi magnetici e particelle relativistiche) con radiotelescopi di ultima generazione. I ricercatori INAF sono coinvolti nello studio della distribuzione delle galassie e della materia oscura in ammasso tramite misure dei profili di massa totale e barionica, cinematica, e lensing, fondamentali per la comprensione dell'evoluzione delle strutture cosmiche e delle proprietà della materia oscura.

Negli ultimi anni, la comunità RSN1 di INAF ha partecipato, spesso in ruoli guida o chiave, a importanti survey spettroscopiche di galassie e ad un ampio e approfondito lavoro di preparazione per missioni future nel visibile e vicino infrarosso. Queste attività, basate principalmente sullo studio della distribuzione spaziale delle galassie e degli ammassi di galassie e sullo studio del gas diffuso attraverso dati spettroscopici di media/alta risoluzione, hanno contribuito ad assegnare all'ente un ruolo di leadership nello studio della struttura a larga scala e delle sue implicazioni cosmologiche.

In ambito cosmologico, INAF vanta anche un importante coinvolgimento nello sviluppo e successivo sfruttamento scientifico di strumenti dedicati allo studio della radiazione cosmica di fondo nelle microonde. Le anisotropie in intensità e polarizzazione sondano le condizioni iniziali dell'Universo, tra cui le proprietà statistiche delle perturbazioni primordiali, i primi campi magnetici, l'epoca della reionizzazione, la crescita della struttura su larga scala attraverso il lensing gravitazionale e l'effetto termico Sunyaev-Zeldovich negli ammassi di galassie. Questi studi si inseriscono nell'ambito della roadmap ESA che ha individuato lo studio dell'Universo primordiale come uno dei temi centrali per le missioni scientifiche di "large-class" per il periodo 2035-2050 (Voyage 2050).

Al fine di interpretare i risultati appena descritti, l'attività osservativa è affiancata da un grande sforzo teorico e computazionale della nostra comunità, volto alla modellizzazione dei complessi processi astrofisici in atto nelle sorgenti celesti oggetto di studio. Il fine ultimo è caratterizzare la popolazione di galassie fino ai redshift più elevati accessibili dall'attuale strumentazione, provare l'affidabilità di modelli cosmologici anche attraverso l'osservazione dell'Universo vicino, studiare la fotoionizzazione del gas da attività stellare e nucleare e la crescita dei buchi neri supermassicci nelle galassie, comprendere i processi che regolano la dissipazione e trasformazione dell'energia e il ciclo barionico nelle galassie e negli ammassi. La comunità INAF ricopre, in questo ambito, un ruolo di rilievo nello sviluppo di simulazioni numeriche, modelli teorici, spettrofotometrici, chimici e di trasporto radiativo.

Obiettivi per il triennio: Guardando agli obiettivi per il prossimo futuro, le attività che coinvolgono il nostro ente prevedono l'utilizzo di nuovi strumenti all'avanguardia. L'INAF è un partner chiave nella missione ESA Euclid, il cui lancio è avvenuto il 1° luglio 2023. Euclid sta raccogliendo dati nel visibile e nel vicino infrarosso, con una combinazione senza precedenti di risoluzione spaziale, sensibilità ed area. Parte di questi dati è già stata analizzata e sta producendo i primi risultati scientifici. Al termine della survey, Euclid avrà osservato più di un terzo di tutto il cielo. Questi dati saranno combinati con una misura spettroscopica del redshift per diverse decine di milioni di galassie. Ciò consentirà di mappare la struttura a larga scala dell'Universo, misurare la storia dell'espansione e studiare la natura dell'energia oscura, della materia oscura e della gravità su scala cosmologica, realizzare un censimento senza precedenti dei nuclei galattici attivi, delle galassie fino a quelle più diffuse, e degli ammassi di galassie.

L'Italia è inoltre uno dei sei paesi fondatori dell'Osservatorio SKA, che gestirà il radiotelescopio più avanzato mai concepito, in grado di rivoluzionare la nostra conoscenza dell'Universo, grazie ad una risoluzione e sensibilità senza precedenti. L'INAF è fortemente coinvolto nello sviluppo dello strumento e nelle attività preparatorie con i suoi precursori e pathfinders (come LOFAR(2.0), MeerKAT(+), ASKAP). Questi strumenti, assieme ad osservazioni in banda X basate su Chandra, XMM-Newton, Swift, eROSITA e XRISM (ed in futuro NewAthena, missione alla quale INAF partecipa in ruoli chiave) e in banda sub-mm (ALMA, NOEMA e in futuro LiteBIRD), forniranno nuovi vincoli sul budget di massa oscura e barionica dell'Universo, sulla struttura a larga scala, sugli ammassi di galassie e sui nuclei galattici attivi sondando regioni dello spazio dei parametri e dell'evoluzione cosmica finora inesplorate. Inoltre, in sinergia con Euclid, essi consentiranno studi tomografici del mezzo intergalattico e del lensing forte e debole.

La comunità italiana è stata coinvolta fin da subito nello sfruttamento dei primi dati su campi extragalattici ottenuti con JWST ottenendo risultati di eccellenza. Il nostro ente è altresì coinvolto in altri progetti in corso che saranno determinanti per lo studio della struttura dell'Universo, come Rubin-LSST, importante anche per tracciare la variabilità di sorgenti come i nuclei galattici attivi. INAF riveste ruoli importanti in diversi progetti proposti per nuovi spettrografi multi-oggetto e a campo integrale (WEAVE, 4MOST, MOONS, MAVIS) e nello sviluppo di strumentazione di nuova generazione per ELT (MICADO, ANDES, MOSAIC, HARMONI), volti allo studio delle galassie a diversi redshift e con diversa risoluzione spaziale. Nell'ambito dello sforzo osservativo sopra discusso, molti ricercatori INAF sono anche coinvolti nello sviluppo di innovative tecniche di estrazione dei parametri fisici dai dati con applicazioni nel campo della big data science e dell'astro-statistica.

Sul fronte dell'astrofisica teorica, gli obiettivi principali della comunità includono: (1) simulazioni a grande scala di modelli alternativi a quello cosmologico standard, allo scopo di identificare le migliori diagnostiche di nuova fisica dalle survey cosmologiche che saranno avviate nei prossimi anni; (2) modelli di formazione delle galassie e dei buchi neri centrali e della loro interazione con l'ambiente da piccole a grandi scale, a partire dall'epoca di formazione delle prime galassie, da utilizzare per l'interpretazione di dati da strumenti di ultima generazione (JWST, precursori e pathfinders di SKA, ALMA) e predizioni teoriche per strumenti di prossima generazione (ELT, SKA, NewAthena, LISA); (3) sviluppo di codici di simulazioni innovativi, che includono esplicitamente la trattazione di processi fisici e microfisici del gas e del plasma e che sfruttano a pieno la potenza di calcolo ad alte prestazioni (HPC) in previsione delle future infrastrutture di classe "exa-scale".

Collaborazioni nazionali ed internazionali di particolare rilievo: RSN1 è inserito in una vasta rete di collaborazioni nazionali e internazionali di eccellenza scientifica. Questo denso network di collaborazioni garantisce uno scambio e una diffusione di conoscenze e di competenze,

attraverso un approccio interdisciplinare che include i settori della cosmologia, dell'astrofisica osservativa, delle simulazioni, della fisica spaziale e della fisica delle particelle. Specificamente per RSN1, oltre alle numerose collaborazioni con tutte le Università presenti sul territorio italiano (testimoniato dal grande numero di associati INAF presenti nelle Università italiane), si possono menzionare le collaborazioni con l'ASI e l'INFN, e le collaborazioni di particolare rilievo con ESO, l'Isaac Newton Group of Telescopes (ING) ed il Vera Rubin Observatory, ESA, NASA, JAXA. A queste collaborazioni scientifiche si aggiungono collaborazioni con poli industriali (e.g., Thales Alenia Space) e collaborazioni attive con diverse Università e istituti di ricerca esteri.

Strutture da terra e da spazio prevalentemente utilizzate: I ricercatori INAF rivestono ruoli fondamentali in diversi programmi osservativi che si avvalgono di telescopi sia da Terra che dallo Spazio. Si possono menzionare, tra quelli prevalentemente utilizzati, tutti i telescopi dell'ESO (VLT, NTT, VISTA, VST, ALMA), LBT, TNG, VST, i telescopi spaziali HST, JWST, i satelliti per osservazioni a raggi X XMM-Newton, Chandra, Swift, eROSITA e NuSTAR, e i radiotelescopi SRT, IRAM, NOEMA, precursori e pathfinder di SKA e ngVLA (GMRT, LOFAR, VLA, MeerKAT, ASKAP), molti dei quali sfruttano la tecnica di osservazione VLBI per raggiungere altissime risoluzioni spaziali.

6.1.2 Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 2

RSN2 INAF ricopre un ruolo di rilievo a livello internazionale nel campo dell'astrofisica stellare dal punto di vista teorico, osservativo e sperimentale. La varietà delle tematiche affrontate comprende lo studio della formazione stellare e planetaria, del mezzo interstellare, dei sistemi planetari extrasolari e dell'evoluzione stellare, delle popolazioni stellari della Via Lattea e delle galassie esterne risolvibili in stelle, della Galassia nel suo insieme, dell'Universo vicino e la determinazione delle distanze cosmologiche. L'ampia gamma di scale spaziali coinvolte richiede l'utilizzo di metodologie diversificate e di un approccio multidisciplinare che includono tecniche di osservazione e di analisi dati sempre più avanzate, la costruzione e il mantenimento di cataloghi di riferimento sinergici, nonché software per simulazioni numeriche complesse, algoritmi avanzati di intelligenza artificiale e reti neurali.

Oggi, INAF ha accesso alle più importanti infrastrutture e contribuisce a costruire gli strumenti più sofisticati e ricopre molti ruoli di leadership, conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. I ricercatori RSN2 hanno realizzato un'ampia rete di collaborazioni nazionali e internazionali ed esercitano un ruolo chiave nello sviluppo di modelli teorici e nei principali progetti scientifici, osservativi e tecnologici, da Terra e dallo Spazio, sia in corso sia programmati per il prossimo futuro, che consentiranno di mantenere e consolidare una posizione di eccellenza negli anni a venire.

Lo studio della **Formazione Stellare e Planetaria** nella nostra Galassia coinvolge scale spaziali che vanno dalle dimensioni dei complessi di nubi molecolari all'ambiente intorno alla singola stella e al suo sistema planetario. I ricercatori INAF sono molto attivi sia nell'indagine delle fasi iniziali di condensazione delle nubi, sia nell'analisi della formazione di oggetti dalle nane brune fino a stelle di grande massa. L'esame della distribuzione e delle proprietà fisiche a tutte le scale menzionate fornirà un paradigma per la formazione stellare anche nelle altre galassie. Tale approccio necessita dell'utilizzo di osservazioni multibanda sinergiche, dai raggi X al radio, già disponibili o fruibili nel prossimo triennio (Chandra, XMM-Newton, Gaia, Rubin-LSST, TNG, VLT, VLTi, LBT, HST, JWST, Herschel, ALMA, SRT, GBT, IRAM, NOEMA, VLA, VLBA, EVN, HSA). In particolare, lo studio della formazione stellare trarrà grande vantaggio dalla nuova

strumentazione a guida o con partecipazione dell'INAF (SHARK@LBT, SoXS@NTT, MOONS@VLT, ERIS@VLT, MeeRKAT, nuovi ricevitori SRT).

Per le primissime fasi della formazione stellare si studieranno le diverse condizioni ambientali che favoriscono il processo di frammentazione della nube e dei suoi filamenti fino alla formazione di oggetti pre- e proto- stellari in accrescimento gravitazionale. Le loro proprietà fisico-chimiche nonché la dinamica del gas verranno indagate analizzando i dati degli interferometri presenti e futuri (ALMA, SKA e ngVLA) che guideranno lo sviluppo di modelli teorici, anche avvalendosi di simulazioni numeriche. In tale contesto, grazie a grandi programmi osservativi dedicati, a modelli teorici e a test di laboratorio, hanno avuto grande impulso gli studi di astrochimica inorganica e organica, includenti anche l'effetto del campo magnetico e della propagazione dei raggi cosmici.

Per le fasi evolutive che vanno dalla protostella all'ingresso nella sequenza principale, si analizzeranno la formazione, l'evoluzione e la dispersione del disco circumstellare fino alla formazione dei pianeti. In dettaglio, i processi coinvolti sono il trasferimento del momento angolare, le modalità di accrescimento di materia sulla protostella, la generazione e l'evoluzione astrochimica di venti e getti, l'evoluzione chimica del mezzo circumstellare, l'effetto dei campi magnetici e della radiazione ultravioletta (UV) ed X, la definizione delle condizioni iniziali della formazione dei pianeti e di come queste ne determinano le caratteristiche chimiche, fisiche, dinamiche e quindi le potenziali condizioni di abiogenesi e sviluppo della vita (connessione con le attività svolte in RSN3). Si condurranno studi teorici, simulazioni magneto-idrodinamiche e programmi osservativi multibanda da Terra e dallo Spazio, che includeranno studi di emissione maser e polarimetria. L'accrescimento sulla stella sarà studiato con survey fotometriche e spettroscopiche multi-banda, mentre lo studio dei getti e dei venti richiederà spettri e immagini ad alta risoluzione spettrale ed angolare, dall'X al radio.

L'analisi delle popolazioni stellari giovani, sia concentrate in regioni di formazione stellare e ammassi sia disperse nel campo Galattico, consentirà di studiare l'effetto dell'ambiente sul processo di formazione stellare e planetaria.

Nello studio dei **pianeti extrasolari e dei sistemi esoplanetari** occorre ricercare la frequenza delle diverse architetture planetarie, le condizioni in cui una certa tipologia di sistema si forma e come si colloca il Sistema Solare in questo contesto. Particolarmente rilevanti sono i sistemi giovani che sono il prodotto immediato del processo di formazione. Le tecniche osservative dipendono dalle zone dei sistemi che si vogliono studiare (regioni interne o esterne) e includono: fotometria (sia dallo spazio, con Cheops, TESS e, nel prossimo futuro, con la missione spaziale PLATO con Co-PI INAF, sia da terra con telescopi di classe 1-2m); spettroscopia ad alta risoluzione (HARPS-N@TNG, GIANO-B@TNG, ESPRESSO@VLT e in futuro ANDES@ELT); astrometria (Gaia); imaging ad alta risoluzione spaziale (SHARK@LBT, SPHERE@VLT, JWST e HST); microlensing (Rubin-LSST, Euclid, Roman); interferometria radio (LOFAR, VLA, GMRT, ASKAP, MeerKAT, e in futuro SKA) e osservazioni X (Chandra, XMM-Newton ed in futuro NewAthena). Lo strumento LOCNES@TNG (PI-ship INAF) permetterà di perfezionare i metodi per correggere gli effetti dell'attività magnetica e della convezione sulle misure di velocità radiale e sugli spettri delle atmosfere esoplanetarie.

Con i prossimi dati di Gaia verrà prodotto, a guida INAF, il primo censimento completo del cielo con migliaia di pianeti attesi per l'analisi demografica delle regioni intermedie dei sistemi planetari. Tecniche di analisi combinate forniranno la chiave per comprendere la demografia dei sistemi planetari su tutti gli intervalli di separazione spaziale e massa, come anche le correlazioni con le proprietà delle stelle centrali. Per questi studi è importante l'implementazione di codici numerici e approcci analitici, lo sviluppo di modellistiche sofisticate e simulazioni atmosferiche, magnetiche, climatiche e di formazione planetaria. Ciò permetterà

l'analisi delle proprietà fisiche e chimiche degli esopianeti, della loro struttura interna, delle proprietà dell'atmosfera, degli stati climatici e degli effetti ambientali, tra cui le interazioni con la stella e i dischi circumstellari nei sistemi in formazione. In questo modo si potranno studiare i meccanismi di formazione ed evoluzione planetaria, le condizioni climatiche e di abitabilità, la struttura e composizione atmosferica, e i possibili traccianti biologici negli spettri in trasmissione, riflessione e/o emissione. Particolarmente rilevanti sono le misure di massa e raggio dei pianeti ottenute con serie temporali di velocità radiali e fotometria di transiti da Terra e dallo Spazio, anche in preparazione alle nuove missioni spaziali che ne caratterizzeranno composizione chimica, struttura e dinamica atmosferica (ad esempio ARIEL con Co-PI INAF, il cui lancio è previsto nel 2029). In questo contesto, è di grande importanza la sinergia tra osservazioni spettroscopiche a media risoluzione dallo Spazio (JWST) e quelle ad alta risoluzione da Terra (HARPS-N e GIANO-B@TNG o CRIRES@VLT).

Per l'interpretazione di tali osservazioni vengono sviluppati metodi avanzati di analisi dei dati, inclusa l'intelligenza artificiale, e modelli numerici d'avanguardia integrati da simulazioni ed esperimenti di laboratorio dedicati.

Nello studio delle caratteristiche e della **struttura ed evoluzione delle stelle** si affronteranno varie tematiche. Per l'analisi della struttura interna delle stelle, oltre al contributo dei modelli pulsazionali radiali, un supporto notevole viene dall'asterosismologia, come dimostrato dall'esame dei dati dei satelliti CoRoT, Kepler e TESS, nonché, in futuro, dalle missioni PLATO e, auspicabilmente, HAYDN, che permetteranno di determinare massa, raggio ed età di un campione numericamente consistente di stelle di campo ed in ammassi, quantità cruciali per la calibrazione della modellistica stellare. Le competenze di eccellenza INAF in ambito di modellistica stellare verranno applicate al mantenimento, aggiornamento ed estensione dei database stellari teorici, che attualmente sono utilizzati per ricerche di vario tipo dalla comunità internazionale.

Agli studi sulle proprietà interne delle stelle si affiancheranno quelli delle atmosfere stellari, delle magnetosfere e dei fenomeni di attività magnetica, consentendo progressi notevoli nello studio di sistemi binari interagenti e nelle indagini dell'interazione tra stella e mezzo circumstellare, e di eventuali sistemi planetari, nonché dei plasmi magneto-attivi. Analogo impatto avrà lo studio della rotazione e dell'evoluzione del momento angolare delle stelle.

Nel contesto delle proprietà strutturali stellari, si ambisce ad una migliore comprensione di processi fisici tuttora poco conosciuti, quali perdita di massa, convezione, rotazione, nonché del ruolo del campo magnetico e delle sue instabilità, dalla pre-sequenza sino alle fasi finali (nane bianche e stelle di neutroni). In parallelo, si sta procedendo alla realizzazione di un laboratorio di spettroscopia di plasmi magnetizzati e conducendo esperimenti di fisica nucleare ed atomica (presso i laboratori dell'INFN e dell'ENEA) che forniranno gli ingredienti necessari al calcolo dei modelli stellari e di atmosfera, quali le sezioni d'urto delle reazioni nucleari e le proprietà ottiche degli elementi chimici ad altissimo stato di ionizzazione.

Lo studio delle fasi finali della vita delle stelle, rilevanti per l'arricchimento chimico del mezzo interstellare, rappresenterà una parte importante dell'attività di ricerca in ambito evolutivo stellare in stretta connessione con le attività sviluppate in RSN4. Osservazioni di stelle di grande massa, fino a circa cento masse solari, e del loro ambiente circumstellare, evidenzieranno la storia della perdita di massa che, a sua volta, influenza l'evoluzione della stella e l'eventuale esplosione di supernova. Per quanto riguarda l'evoluzione di ramo asintotico delle stelle di massa piccola e intermedia, la ricerca si concentrerà sulla determinazione della composizione chimica del gas e della mineralogia della polvere che esse riversano nel mezzo interstellare (queste stelle sono i principali produttori di polvere nell'Universo), e sulla caratterizzazione della sintesi di elementi pesanti.

L'osservazione e l'analisi spettrofotometrica delle esplosioni sono fondamentali per comprendere le ultime fasi dell'evoluzione stellare delle stelle di grande massa, per le quali un contributo rilevante verrà dallo strumento SOXS per ESO-NTT (PI-ship INAF), prossimamente operativo ed a leadership italiana, specificamente progettato per seguire eventi transienti molto rapidamente e con alta efficienza. La continua scoperta di nuove classi di transienti (rari, deboli, superluminosi, veloci), che sarà ulteriormente incentivata dalle future survey sinottiche come Rubin-LSST, rappresenta una sfida per le nostre conoscenze attuali. Sarà infatti determinante collegare le stelle progenitrici alle relative classi di transienti e studiare, sia dal punto di vista teorico che osservativo, i loro parametri fisici che influenzano l'esplosione e la nucleosintesi esplosiva, senza trascurare lo studio della correlazione con le proprietà della galassia ospite. Studi innovativi su fenomeni transienti e di variabilità legati all'interazione di stelle in sistemi binari (Novae, SNe di tipo Ia e kilonovae) daranno un contributo importante alla conoscenza dell'evoluzione chimica della Galassia e alla scala delle distanze cosmiche. Infine, nuove cruciali informazioni circa le proprietà dell'era di reionizzazione sono attese dalla ricerca delle esplosioni di SNe legate alla popolazione III e predette dai modelli teorici.

Le ricerche sulle proprietà delle stelle in tutte le loro fasi evolutive riceveranno un notevole impulso dalla strumentazione di ultima generazione: il problema dell'assorbimento della radiazione elettromagnetica da polveri interstellari nel piano galattico, di cui risentono le osservazioni nell'ottico, è superabile nelle bande X, infrarosse e radio con strumenti quali Chandra, XMM-Newton, eRosita, Euclid, JWST, ASKAP, MeerKAT e ALMA e, in futuro, Roman telescope e SKA.

Lo studio delle stelle singole è inscindibile da quello dell'ambiente in cui si formano ed evolvono: **la Via Lattea, le galassie esterne e le loro sottostrutture**. In questo ambito, la nostra Galassia, le nubi di Magellano, Andromeda e, più in generale, le galassie risolubili in stelle, rappresentano il laboratorio ideale per rispondere alle questioni fondamentali sulla storia ed evoluzione dell'Universo che ci circonda anche in un contesto cosmologico. L'attività di ricerca è ad ampio raggio con una molteplicità di indagini sia teoriche (modelli e simulazioni) sia osservative, possibili grazie ai dati delle più avanzate infrastrutture astronomiche internazionali spettroscopiche, fotometriche e astrometriche. Oggetto di studio, in questo contesto, sono la caratterizzazione delle proprietà chimiche, morfologiche e dinamiche delle componenti galattiche e del mezzo interstellare, e della ricostruzione della loro storia di formazione ed evoluzione. Nella nostra Galassia, grazie soprattutto ai risultati della missione Gaia, è possibile per la prima volta individuare, caratterizzare e datare tutti gli eventi che hanno contribuito alla formazione delle sue strutture (sferoide centrale, disco spesso, disco sottile, alone, bracci di spirale, warp e vi è sempre più evidenza dell'esistenza di buchi neri stellari nel disco oltre a quello massivo del bulge). Questi studi sono cruciali per la verifica locale del modello di crescita gerarchica delle galassie in ambito cosmologico e la comprensione delle proprietà osservative dell'Universo lontano non risolubile in stelle. In questo campo giocano un ruolo fondamentale lo studio dell'origine dei sistemi stellari (ammassi aperti, ammassi globulari, galassie nane, galassie nane ultra deboli) e della loro evoluzione, anche in relazione alle interazioni con la Via Lattea (evidenziate dall'osservazione di stream e "relics") attraverso l'analisi delle proprietà chemo-dinamiche delle popolazioni stellari che li compongono.

Particolarmente significativa è la conoscenza dei processi fisici alla base delle variazioni delle abbondanze chimiche, delle proprietà cinematiche e dell'età delle sotto-popolazioni in ammassi stellari e il loro utilizzo come traccianti della formazione ed evoluzione delle componenti galattiche. L'interpretazione dei dati prodotti necessita di un adeguato avanzamento dei modelli teorici concernenti la struttura e l'evoluzione stellare e chimica, nonché la dinamica a differenti scale. Alla scala della Galassia, tali modelli si confrontano con simulazioni cosmologiche e con la gravità della relatività generale, permettendo di testare teorie ad essa alternative, il ruolo

della materia oscura e dell'energia oscura, oltre che diversi aspetti di fisica fondamentale in sinergia con le ricerche condotte nei Raggruppamenti Scientifici Nazionali 1, 3 e 4. In particolare, in sinergia con le attività di RSN4, nei prossimi anni, sarà strategica la trasversalità delle metodologie multi-messenger legate alle onde gravitazionali per la localizzazione dell'emissione e per la successiva caratterizzazione dei processi fisico-chimici (e loro evoluzione) delle esplosioni stellari a esse legate, come pure l'attuazione di nuovi scenari osservativi quali l'antenna astrometrica per individuare le sorgenti gravitazionali. Inoltre, grazie ai telescopi spaziali, sarà possibile connettere la fisica di formazione degli ammassi osservati nell'Universo Locale con quella degli ammassi a redshift cosmologici (in connessione con le attività di RSN1). In tale contesto, ingrediente importante è la determinazione delle distanze stellari per tracciare mappe 3D dei sistemi osservati e per la calibrazione delle distanze extragalattiche.

La scala delle distanze cosmiche è basata su indicatori primari stellari (Cefeidi Classiche, RR Lyrae, Mira) che a loro volta vengono utilizzati per calibrare indicatori secondari, come per esempio le supernovae di tipo Ia che permettono di raggiungere distanze di interesse cosmologico. Fondamentale è quindi la standardizzazione di questi indicatori primari e la comprensione delle loro proprietà, sia attraverso osservazioni fotometriche e spettroscopiche sia attraverso modelli pulsazionali teorici in grado di riprodurre le proprietà delle stelle variabili osservate al variare della composizione chimica. Questi studi sono di forte impatto e imprescindibili per la comprensione della tensione esistente tra le stime della costante di Hubble locale basate sulla scala delle distanze e quelle relative all'Universo primordiale derivanti dalle misure del fondo cosmico di microonde (RSN1). Tale tensione potrebbe comportare la necessità di modificare il modello cosmologico di riferimento per la formazione e l'evoluzione dell'Universo.

Le attività di ricerca nell'ambito dello studio della Via Lattea e degli indicatori di distanza stanno sperimentando una vera e propria rivoluzione grazie all'implementazione di progetti osservativi (astrometrici, fotometrici e spettroscopici) altamente innovativi e sinergici sia dallo Spazio con Gaia, HST, JWST ed Euclid, che continueranno con Roman, sia da Terra con Rubin-LSST, 4MOST, VST, WEAVE, MOONS, con un importante coinvolgimento INAF anche in termini di PI-ship. In aggiunta, sta entrando nel vivo la fase preparatoria della scienza con ELT e MAVIS@VLT che permetteranno di estendere significativamente in distanza le osservazioni delle popolazioni stellari e delle stelle variabili con implicazioni rilevanti anche nell'ambito della cosmologia.

6.1.3 Sole e Sistema Solare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 3

Il Sole, il Sistema Solare e le tematiche legate all'origine ed evoluzione della vita nel nostro sistema planetario e oltre sono stati punti di partenza per l'astrofisica e sono un fondamentale riferimento per lo studio dell'Universo in generale. In questo campo i mezzi di indagine sono storicamente stati e tuttora sono, forse più che in altre branche dell'astrofisica, vari e caratterizzati da un'elevata interdisciplinarietà, includendo osservazioni da remoto e "in situ", astronomia multimessaggera e misure di laboratorio, in forte sinergia con il raggruppamento di Tecnologie Avanzate e Strumentazione (RSN5).

Il **Sole** è un laboratorio naturale in cui è possibile studiare in dettaglio fenomeni fisici che, per la loro scala, non sono accessibili alla sperimentazione terrestre e non possono essere investigati su oggetti astrofisici più lontani. Lo studio del Sole contribuisce in modo significativo al miglioramento delle nostre conoscenze dell'Universo e delle leggi fisiche che lo regolano. Inoltre, tra le finalità principali della tematica, c'è lo studio dei fenomeni transienti e della variabilità solare a varie scale temporali e spaziali. Questi aspetti sono fondamentali per lo studio della

formazione e dinamica dell'**eliosfera**, la regione influenzata dal Sole fino ai limiti del mezzo interstellare. Queste problematiche sono anche essenziali per capire l'emergere e la sostenibilità della vita sulla Terra e più in generale su altri oggetti del Sistema Solare. Inoltre, sono oggetto di studio della meteorologia spaziale (Space Weather), un settore in rapido sviluppo e di notevole interesse internazionale, che studia l'attività solare allo scopo di prevederne gli effetti sulla Terra e nell'intera eliosfera.

Lo stato dell'arte dello studio del Sole e dell'eliosfera comprende sia osservazioni che modelli e simulazioni di complessità e realismo crescenti. I dati osservativi vengono ottenuti utilizzando strumentazione sia da Terra che dallo Spazio. Mentre le osservazioni da Terra permettono di catturare immagini dalla superficie solare fino alla corona interna con elevata risoluzione spaziale e temporale, le osservazioni dallo Spazio permettono di osservare una regione più ampia dello spettro elettromagnetico e regioni più esterne dell'atmosfera solare, in particolare la corona. Oltre all'utilizzo dei telescopi che osservano il Sole "da remoto", è fondamentale disporre anche di osservazioni acquisite "in situ" da diverse sonde che permettono così di esplorare il flusso di particelle solari nello Spazio interplanetario, avvalendosi di un approccio multimessaggero, che ha radici profonde nella storia delle osservazioni del Sole.

Tra gli obiettivi principali della ricerca attuale c'è il raggiungimento di una visione tridimensionale, pancromatica, e multi-sito dei fenomeni osservati sul Sole e nel mezzo interplanetario, fino alle magnetosfere dei pianeti. Lo standard della ricerca moderna comprende, infatti, l'uso simultaneo di vari strumenti per ottenere una visione globale del sistema Sole-eliosfera. Inoltre, l'uso di simulazioni e modelli teorici è sempre più un ingrediente fondamentale nell'interpretazione dei complessi fenomeni osservati. L'obiettivo di gran parte della moderna ricerca eliosferica è di integrare ulteriormente sofisticati strumenti teorici e numerici nell'analisi di complesse e variegate moli di dati, ma anche nelle stesse operazioni delle missioni spaziali e della strumentazione da Terra, per esempio per ottenere predizioni affidabili rilevanti per lo Space Weather.

Relativamente alle collaborazioni e alla strumentazione attualmente in uso, l'INAF è impegnato in particolare nella missione ESA-NASA Solar Orbiter, e nello sviluppo di nuova strumentazione, sia da Terra che dallo Spazio. A bordo della sonda Solar Orbiter (lanciata a febbraio 2020), il coronografo Metis, realizzato dall'INAF, ha prodotto le prime immagini della corona solare mai acquisite contemporaneamente in due diverse bande (nella luce visibile polarizzata, e nell'ultravioletto). Arrivando ad osservare il Sole a meno di un terzo della distanza Terra-Sole, Metis è in grado di individuare le regioni coronali in cui ha origine il vento solare lento e quello veloce, di studiare gli effetti delle diverse configurazioni del campo magnetico coronale, di monitorare l'espansione dei fenomeni transienti coronali e di determinare il loro ruolo nei processi di accelerazione delle particelle ad alta energia. Sempre a bordo di Solar Orbiter, lo strumento SWA, di cui l'INAF condivide la leadership, fornisce misure "in situ" di protoni, elettroni, particelle alfa e ioni minori a risoluzioni temporali mai raggiunte prima nell'eliosfera interna, fondamentali per individuare i meccanismi fisici alla base del riscaldamento e accelerazione del vento solare. Infine, tra gli strumenti di Solar Orbiter, l'INAF ha contribuito allo sviluppo del software di analisi e interpretazione di STIX, un telescopio che osserva il Sole ai raggi X. L'interazione Sole-Terra è anche studiata attraverso la caratterizzazione in-situ del plasma intrappolato nella magnetosfera terrestre, come nel caso delle missioni CSES (in orbita dal 2018) e CSES-2 (lanciato nel giugno 2025), in collaborazione con l'agenzia spaziale cinese.

Per i progetti in sviluppo o futuri, l'INAF collabora alla missione SOLAR-C della JAXA, con contributi NASA e di altre agenzie spaziali europee, che prevede il lancio nel 2028 di uno spettrografo in grado di ottenere simultaneamente immagini e spettri del Sole, l'Extreme Ultraviolet High-Throughput Spectroscopic Telescope (EUVST). L'INAF inoltre collabora allo

sviluppo della missione MUSE della NASA, il cui lancio è previsto per il 2027, uno spettrografo progettato con un innovativo sistema a fenditure multiple per osservazioni nell'estremo UV ad alta cadenza e su un ampio campo di vista della corona solare, con obiettivi complementari e sinergici con SOLAR-C/EUVST. L'INAF ha inoltre contribuito allo sviluppo della missione PROBA-3 dell'ESA, lanciata nel dicembre 2024, e fornirà un apporto significativo alle attività scientifiche per l'intera durata della missione (2 anni), con particolare riferimento alle operazioni di calibrazione in volo e all'analisi dei dati acquisiti dal coronografo ASPIICS. Inoltre, l'INAF partecipa allo sviluppo del progetto Coronal Diagnostics Experiment (CODEX) della NASA, installato sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) nel novembre 2024, con responsabilità delle calibrazioni a Terra presso la "INAF Optical Payload SYStem - [OPSYS]" ospitata presso ALTEC - Torino e un contributo alla fase operativa in corso. Per quanto riguarda le infrastrutture da terra, l'INAF è coinvolto nello sviluppo dello European Solar Telescope (EST). Con uno specchio primario di 4.2 m, le osservazioni spettro-polarimetriche di elevata precisione dal vicino infrarosso al vicino ultravioletto consentiranno di rivelare i meccanismi di trasporto di energia e confinamento in complesse configurazioni magnetiche nella fotosfera e cromosfera solare, con ricadute in altri ambienti astrofisici e nel campo della fusione a confinamento magnetico. L'osservazione e l'analisi di osservazioni spettropolarimetriche sono fondamentali per comprendere le proprietà del plasma e i processi magnetoidrodinamici che caratterizzano l'atmosfera solare interna; un contributo rilevante verrà dallo strumento IBIS 2.0 (PI-ship INAF) in fase di realizzazione e prossimamente operativo al telescopio THEMIS alle Canarie. L'insieme di tali strumenti costituisce una rete utilizzabile per il monitoraggio dell'attività del Sole anche nell'ottica dello Space Weather.

Mercurio, il pianeta più interno del nostro sistema planetario, è un caso particolarmente rilevante di interazione Sole-pianeti. L'orbita di Mercurio, molto vicina al Sole, è particolarmente influenzata dalla curvatura relativistica dello Spazio-tempo e quindi sono importanti le misure di fisica fondamentale, in particolare per determinare alcuni parametri della Relatività Generale. L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e Giapponese (JAXA) hanno lanciato nel 2018 la missione BepiColombo per esplorare Mercurio e il suo ambiente circostante, ed il cui ingresso in orbita attorno a Mercurio è previsto per il novembre 2026. L'innovazione tecnologica della missione e degli strumenti è particolarmente elevata data la complessità della missione e l'ostilità dell'ambiente in cui si trova ad operare. La missione è costituita da due moduli, e a bordo di quello Europeo (MPO) ci sono 4 strumenti italiani, di cui 3 a leadership INAF. Questi ultimi studiano la fisica fondamentale e la relatività generale con l'accelerometro ISA, l'ambiente intorno a Mercurio e l'interazione con il vento solare con i due sensori di plasma e due sensori di atomi neutri energetici riuniti nella suite SERENA e la superficie con SIMBIO-SYS, uno strumento costituito per la prima volta da due fotocamere (una stereo ed una ad alta risoluzione) e uno spettrometro gestiti da un unico team a leadership INAF. Alcune misure che coinvolgono il Sole e gli effetti della sua attività sulla magnetosfera del pianeta verranno svolte in collaborazione con la missione Solar Orbiter. Entrambe le missioni rappresentano delle sfide tecnologiche complesse perché opereranno in un ambiente particolarmente ostile.

La **Luna**, il satellite naturale della Terra, è attualmente oggetto di grande interesse da parte della comunità scientifica e tecnologica internazionale. L'INAF è coinvolto in numerosi progetti che hanno come scopo la progettazione e realizzazione di strumentazione scientifica per analizzare e caratterizzare l'ambiente lunare sia in vista di future missioni di esplorazione umana sia per una migliore comprensione dei processi che hanno guidato la formazione e l'evoluzione della Luna. La Luna è anche un sito privilegiato per l'osservazione dell'Universo e l'INAF è coinvolto in progetti in ambito PNRR per futuri esperimenti da collocare sul suolo lunare.

Marte è un oggetto di studio rilevante per la comunità scientifica INAF. È l'unico pianeta attualmente indicato per una futura esplorazione umana, prossima frontiera spaziale dopo la Luna. Lo studio di Marte coinvolge competenze complementari relative all'atmosfera, alla geologia e al sottosuolo. La presenza di acqua liquida sotto la superficie e l'indicazione che in passato questa ci fosse anche in superficie rendono Marte un pianeta interessante dal punto di vista astrobiologico. Nel prossimo triennio, numerosi ricercatori dell'INAF saranno impegnati nello studio di Marte utilizzando i dati raccolti dalle missioni spaziali dedicate al pianeta.

L'INAF partecipa infatti a diverse missioni in corso, tra cui Mars Express (ESA) che è operativa sin dal 2004, Mars Reconnaissance Orbiter (NASA), ed ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO). Su queste missioni INAF ha un ruolo leader in alcuni strumenti come gli spettrometri PFS, OMEGA e NOMAD, il radar MARSIS, la fotocamera CASSIS, e il sensore di polvere MicroMED. Inoltre, INAF è anche coinvolta in Exomars 2022, il cui lancio è attualmente previsto per il 2028. Qui la leadership è mantenuta con lo strumento Ma_MISS. Infine, l'INAF partecipa scientificamente alle missioni NASA Mars 2020 'Perseverance', operativa dal 2021, e NASA/ESA Mars Sample Return, concepita per riportare campioni di suolo marziano entro la prossima decade.

Giove e il suo sistema di satelliti rappresentano un punto chiave per la comprensione dell'origine e dell'evoluzione di tutto il Sistema Solare ma anche per lo studio degli esopianeti, ed in particolare i giganti, di cui Giove è considerato un analogo. Inoltre, alcuni dei satelliti di Giove e Saturno hanno un elevatissimo interesse astrobiologico, in quanto non si può escludere la presenza di vita negli oceani sotto-superficiali, e sono oggetto di specifiche strategie di esplorazione della NASA. Questo razionale scientifico giustifica lo sforzo tecnologico necessario all'esplorazione di questi corpi. I pianeti esterni del Sistema Solare rappresentano infatti la frontiera più estrema della esplorazione spaziale, e le missioni verso i giganti gassosi rappresentano una vera sfida tecnologica e scientifica, richiedendo un grande coinvolgimento degli istituti e delle agenzie spaziali, e un impegno -anche finanziario- sempre importante. Pertanto, si annoverano in questo campo importanti missioni di classe Large in cui l'INAF è coinvolta. In particolare, Juno è una missione NASA per lo studio di Giove e le sue lune, in orbita dal 2016 e operativa fino al 2025. Ha l'obiettivo di comprenderne l'origine e l'evoluzione, determinare la struttura interna del pianeta e del suo eventuale nucleo solido. A bordo c'è JIRAM, uno spettrometro nell'infrarosso a leadership INAF per lo studio delle Aurore e dell'atmosfera. La missione ESA JUICE raccoglierà il testimone di Juno. È stata lanciata il 14 aprile 2023, arriverà a destinazione nel 2031 e, oltre all'osservazione di Giove, ha come obiettivo specifico Ganimede, Europa e Callisto per caratterizzare le condizioni che possono aver portato alla nascita di ambienti abitabili sui satelliti gioviani ghiacciati. Anche in questo caso ci sono due strumenti in cui l'INAF ha un ruolo di leadership, la fotocamera JANUS per l'imaging e lo spettrometro MAJIS, ed uno, il radar RIME, in cui ha una partecipazione scientifica.

I piccoli corpi del Sistema Solare (asteroidi, comete, oggetti trans-nettuniani) ne conservano il materiale meno alterato, più primordiale; il loro studio è dunque fondamentale per comprendere i diversi processi di formazione ed evoluzione del nostro sistema planetario. La comunità INAF possiede delle grandi competenze e un ruolo di leadership ben riconosciuti a livello internazionale (in particolare con il coordinamento dei progetti europei NEOROCKS nel 2020-2023 e NEOPOPS, 2025-2029) nell'ambito delle osservazioni da Terra dei piccoli corpi con diverse infrastrutture nazionali ed internazionali (ad es., LBT, TNG, VST, ESO), nonché delle meteore che penetrano nell'atmosfera terrestre (con il progetto PRISMA). L'INAF è anche fortemente coinvolto in diverse missioni dedicate all'esplorazione spaziale dei piccoli corpi, e nel 2022 è stato protagonista con il CubeSat ASI LICIACube, interamente realizzato in Italia con coordinamento scientifico INAF, nell'ambito della missione di "difesa planetaria" NASA DART che ha modificato l'orbita relativa dell'asteroide binario Didymos. L'analisi dei dati raccolti proseguirà nel prossimo triennio, che vedrà anche lo sviluppo della missione ESA Hera (lanciata

nel 2024 e raggiungerà Didymos a novembre 2026), a cui l'INAF partecipa tramite un'importante collaborazione scientifica e lo strumento VISTA. Altra missione ESA con forte coinvolgimento dell'INAF (con vari strumenti a bordo) è Comet Interceptor, che verrà lanciata tra la fine del 2028 e l'inizio del 2029, e che per la prima volta visiterà una cometa dinamicamente nuova o un corpo interstellare.

Nuove missioni verso corpi minori sono in fase di sviluppo anche con l'agenzia spaziale cinese - la missione Tianwen-2 - e con la nuova agenzia spaziale degli Emirati Arabi - la missione EMA.

L'attività di RSN3 ha anche importanti estensioni nello studio degli aspetti riguardanti la materia presente nello Spazio, con lo scopo di comprendere i meccanismi chimico-fisici che ne regolano la formazione ed evoluzione, mediante l'analisi di materiali analoghi e la simulazione dei processi radiativi e particellari. Le ricerche che si svolgono nei sei **Laboratori di Astrofisica** dell'INAF sebbene richiedano competenze specifiche delle varie tematiche studiate, hanno come denominatore comune la multidisciplinarietà. Questa attività rappresenta un aspetto fondamentale per lo studio delle tematiche che riguardano la chimica organica e il materiale di interesse astrobiologico nel mezzo interstellare e nei sistemi protoplanetari, inclusi i processi che governano l'evoluzione dei pianeti, dei satelliti e dei corpi minori, tracciatori della formazione ed evoluzione del Sistema Solare. La ricerca si articola su diversi ambiti che comprendono la simulazione delle condizioni fisico-chimiche sulle superfici di pianeti, satelliti, asteroidi e comete, gli studi sulla formazione di composti organici complessi, inclusi quelli rilevanti per l'origine della vita, lo studio delle atmosfere, la caratterizzazione di materiali extraterrestri collezionati a Terra (meteoriti e particelle interplanetarie), o riportati a Terra dai programmi spaziali (e.g. OSIRIS-Rex e Hayabusa 2), fino alle tematiche più generali connesse con lo studio delle polveri e dei ghiacci presenti nel mezzo interstellare. La simulazione delle condizioni "inusuali" presenti nello Spazio all'interno di un laboratorio terrestre richiede lo sviluppo di strumentazione scientifica sempre più sofisticata con significative ricadute tecnologiche.

L'interpretazione scientifica dell'enorme mole di dati raccolti da osservatori, missioni spaziali ed esperimenti di laboratorio richiede sempre di più lo sviluppo di **nuove metodologie di analisi**, l'approfondimento di nuove conoscenze teoriche, la realizzazione di simulazioni numeriche e la creazione di nuovi algoritmi per analisi matematiche (e.g. machine learning).

Infine, RSN3 INAF ricopre un ruolo di rilievo a livello internazionale nel campo dello studio della **fisica del plasma, del vento solare e della magnetosfera**, dal punto di vista teorico, osservativo e sperimentale. Tale ruolo è evidenziato dalla partecipazione dei ricercatori RSN3 INAF a due delle tre missioni ammesse alla selezione per la prossima missione di classe media del programma Cosmic Vision dell'ESA, con lancio previsto 2037. In particolare, RSN3 INAF partecipa allo sviluppo della missione Plasma Observatory (PI-ship INAF), per l'esplorazione dell'ambiente di plasma che circonda il nostro pianeta, e la missione M-Matisse (co-PI-ship INAF), per lo studio dell'abitabilità e l'evoluzione di Marte.

6.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare - Raggruppamento Scientifico Nazionale 4

Descrizione dell'Area di Specializzazione: La tematica di riferimento del Raggruppamento Scientifico Nazionale 4 (RSN4) è l'Astrofisica relativistica e delle particelle. Le linee di ricerca principali sono: 1) Oggetti compatti galattici ed extragalattici, 2) Esplosioni cosmiche, 3) Astronomia multi-messaggera, 4) Esperimenti di fisica fondamentale. Diverse sono le attività del RSN4 interconnesse con quelle di altri raggruppamenti, quali studi cosmologici e sulla

materia oscura (RSN1), evoluzione stellare ed esperimenti di fisica fondamentale con stelle (RSN2), studio dei meccanismi di accelerazione di particelle nel mezzo interplanetario (RSN3), determinazione degli obiettivi scientifici per missioni spaziali e telescopi da Terra in via di sviluppo (RSN5).

Finalità e stato dell'Arte della Ricerca: Le finalità del RSN4 riguardano lo studio della materia in condizioni estreme, in termini di alta densità, alta temperatura e forti campi magnetici e gravitazionali, condizioni quindi che non è possibile riprodurre in laboratorio e che permettono la comprensione delle sorgenti celesti e dei fenomeni che costituiscono il cosiddetto "Universo Violento". Sebbene questi fenomeni producano principalmente radiazione di alta energia (raggi X e gamma), la loro comprensione dettagliata necessita di campagne osservative multibanda (ad es. radio, infrarosso, visibile e ultravioletto) e multi-messaggere (onde gravitazionali, neutrini e raggi cosmici) utilizzando strumenti sia da Terra che nello Spazio. Lo studio dell'Universo Violento permette anche di testare gli effetti della Relatività Generale (GR) in campo forte, di effettuare studi di fisica fondamentale e la ricerca di nuova fisica.

Grandi masse concentrate in dimensioni molto ridotte e, quindi, densità e gravità superficiali estreme si trovano negli oggetti compatti, ovvero nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri di massa stellare, che sono il prodotto finale della vita di una stella, oppure nei buchi neri di milioni/miliardi di masse solari che si trovano nei nuclei delle galassie (AGN, Active Galactic Nuclei). I forti campi gravitazionali determinano fenomeni di accrescimento della materia circostante ed espulsione di una parte di essa attraverso getti e venti osservati in diverse bande dello spettro elettromagnetico. Il quadro generale in merito alla fisica degli oggetti compatti, consolidatosi nell'ultimo ventennio grazie ad osservazioni multibanda da Terra e dallo Spazio, lascia ancora molti problemi aperti: come sono connesse la materia in accrescimento e quella espulsa? Quali sono i meccanismi di lancio dei getti e dei venti? Quali sono le geometrie dei plasmii in accrescimento e la configurazione dei campi magnetici in questi oggetti estremi?

Stelle di neutroni e buchi neri di massa stellare si formano, in generale, in seguito ad esplosioni di stelle massicce (supernove) che, in particolari condizioni, danno origine a potentissimi lampi gamma della durata tipica di decine di secondi (gamma-ray burst, GRB). GRB di durata più breve (minore di 2 secondi) sono invece prodotti dalla coalescenza di due oggetti compatti, di cui almeno uno è una stella di neutroni. Questi sistemi sono anche emettitori di onde gravitazionali (GW) ad alta frequenza, osservabili con gli interferometri LIGO, Virgo e KAGRA. È stata proprio l'associazione tra il segnale GW170817 e il GRB 170817A a dimostrare che la coalescenza di due stelle di neutroni è in grado di produrre un GRB corto. Inoltre, lo stesso evento ha anche dimostrato che questi sistemi sono i progenitori di un altro fenomeno esplosivo chiamato kilonova (osservato in banda ottica e infrarossa), responsabile della nucleosintesi degli elementi pesanti nell'Universo. Il contributo dei ricercatori INAF, attraverso osservazioni multibanda e studi teorici, è stato fondamentale in queste scoperte che hanno dimostrato le potenzialità dell'astronomia multi-messaggere e suscitato nuove domande sui progenitori dei GRB. Domande riguardanti la struttura e i meccanismi di accelerazione ed emissione dei getti relativistici osservati anche nei GRB, hanno fatto emergere la necessità di modelli teorici più avanzati e simulazioni numeriche più realistiche.

I resti di supernova sono ritenuti i principali responsabili della produzione dei raggi cosmici galattici, ovvero elettroni e nuclei atomici di alta energia che permeano la Galassia e l'alone magnetico che la circonda. Tuttavia, la comprensione dei meccanismi di accelerazione ed in particolare come si riescano a raggiungere le massime energie osservate, rimangono problemi aperti. Da notare, inoltre, che i raggi cosmici hanno un notevole impatto su vari processi astrofisici, come la formazione stellare, attraverso la ionizzazione delle nubi molecolari, e l'evoluzione galattica, attraverso la generazione di venti su grande scala. Queste tematiche solo

recentemente sono state affrontate dalla comunità RSN4 dell'INAF, ma promettono di avere una notevole ricaduta su altre aree dell'astrofisica.

Infine, le attività del RSN4 includono la ricerca della materia oscura nella forma particellare mediante la rivelazione di particelle come le Weak Interacting Massive Particles (WIMP) e Axion Like Particles (ALP), la verifica sperimentale della GR e test di teorie alternative alla gravità.

Risultati raggiunti: Storicamente INAF ha svolto un ruolo fondamentale in ambito internazionale nello studio delle sorgenti di alta energia (raggi X e gamma). INAF partecipa alla scoperta di queste sorgenti cosmiche, all'identificazione e comprensione dei processi fisici in gioco. Negli anni la comunità INAF ha contribuito al successo sia di missioni spaziali di varie agenzie come Swift, Fermi, Chandra e IXPE (NASA), XMM-Newton (ESA), XRISM (JAXA), solo per citare quelle attualmente operative, e sia di telescopi gamma da Terra, come MAGIC, LST e ASTRI Mini-Array. Lo studio di tali oggetti dell'Universo è completato anche da programmi osservativi con telescopi sensibili in tutte le bande dello spettro elettromagnetico, l'applicazione di diverse tecniche di analisi dati e lo sviluppo di modelli teorici per l'interpretazione delle osservazioni. Questa esperienza è la base dei successi e del contributo determinante di INAF nell'astronomia multi-banda.

Ricercatori INAF sono leader nello studio delle sorgenti ultra-luminose ai raggi X (ULX) osservate in altre galassie. Essi hanno infatti scoperto che alcune di esse sono stelle di neutroni che accrescono materia da stelle massicce e che venti ultra-veloci vengono lanciati da questi sistemi. Allo stesso modo, hanno dato contributi determinanti alla comprensione delle stelle di neutroni isolate e in quelle in accrescimento con periodi di rotazione molto veloci (millisecond pulsar). Per esempio, di recente, è stato stabilito un collegamento tra le stelle di neutroni fortemente magnetizzate (magnetar) e i fast radio burst (FRB), veloci lampi radio la cui origine è ancora sconosciuta e che rappresentano una delle più grandi ed affascinanti sfide dell'astrofisica degli ultimi anni.

Nell'ambito delle esplosioni cosmiche, alcuni eventi particolarmente interessanti che hanno visto il coinvolgimento della comunità di RSN4 sono stati: i) GRB 221009A, chiamato "BOAT", ovvero *brightest of all time* (il più brillante di tutti i tempi), che resta tutt'oggi uno strumento fondamentale per investigare nuova fisica (esistenza degli assioni e possibili violazioni dell'invarianza di Lorentz); ii) GRB 230307A, un evento di lunga durata relativamente vicino ($z=0.065$), per il quale il telescopio spaziale JWST ha rivelato una emissione da kilonova, rivoluzionando l'usuale classificazione di questo genere di eventi; iii) GRB 250314A è uno dei rari GRB rivelati nell'Universo lontano ($z=7.3$). I dati spettroscopici di JWST hanno mostrato l'emergere di una supernova con proprietà del tutto simili a quelle che accompagnano i GRB lunghi nell'Universo vicino mostrando come eventi avvenuti circa 700 milioni di anni dopo il Big Bang non differiscono da quelli che avvengono oggi.

Un gran numero di ricercatrici e ricercatori INAF afferenti a RSN4 è direttamente coinvolto nelle diverse attività legate alla ricerca e caratterizzazione delle controparti elettromagnetiche delle onde gravitazionali (GW) ad alta frequenza, sia dal punto di vista osservativo, attraverso campagne dedicate che coprono l'intero spettro elettromagnetico, dalle onde radio ai raggi TeV, sia dal punto di vista teorico e interpretativo. Queste attività hanno accompagnato il quarto periodo di acquisizione dati (O4) degli interferometri LIGO, Virgo e KAGRA, svoltosi tra maggio 2023 e novembre 2025, e proseguiranno nei successivi *run* osservativi. Il prossimo periodo di osservazione sarà infatti l'Interim Run 1 (IR1), della durata prevista di circa sei mesi, con inizio atteso tra la metà di settembre e l'inizio di ottobre 2026. Il quinto run osservativo (O5) è invece attualmente pianificato tra il 2028 e il 2031, al termine di un'ulteriore fase di potenziamento della sensibilità degli interferometri. Parallelamente, una parte della comunità RSN4 è recentemente entrata a far parte del LISA Consortium, che coordina lo sviluppo

scientifico di LISA, la missione flagship dell'ESA che realizzerà il primo interferometro spaziale per la rivelazione delle onde gravitazionali nella banda delle basse frequenze. Il lancio della missione è previsto nel 2035. In questo contesto, RSN4 è attivamente impegnata nella ricerca e nella caratterizzazione delle controparti e dei precursori elettromagnetici delle sorgenti di LISA, con particolare attenzione agli AGN duali e ai sistemi binari ultracompatti della Via Lattea. La comunità contribuisce all'identificazione e allo studio di tali sistemi sfruttando i dati di Gaia e di altre infrastrutture osservative, ponendo le basi per la piena valorizzazione scientifica delle future osservazioni multimessaggere nel dominio delle onde gravitazionali a bassa frequenza.

È un ricercatore INAF il PI Italiano della missione NASA IXPE, co-finanziata dall'ASI, il cui polarimetro X a bordo sta fornendo informazioni cruciali nell'ambito della fisica degli oggetti compatti a tutte le scale. In pochi anni di osservazioni, questa tecnica ha permesso di fornire delle risposte sulla geometria della materia in accrescimento sui buchi neri, sul meccanismo di emissione di getti fortemente relativistici in particolari AGN (blazar) e sulla struttura del campo magnetico nelle nebulose da pulsar e nei resti di Supernova, mostrando, ad esempio, che un campo magnetico molto ordinato non preclude l'accelerazione di particelle, come generalmente assunto fino ad oggi. I risultati di IXPE sono stati pubblicati in riviste scientifiche ad alto impatto, incluse Nature e Science.

La recente scoperta di diverse sorgenti galattiche di raggi gamma di energia oltre i 100 TeV da parte dell'osservatorio LHAASO segna l'inizio di una nuova era per l'astronomia gamma e rappresenta una svolta nel contesto della ricerca dell'origine dei raggi cosmici alle più alte energie. L'INAF è coinvolto in tale ricerca con studi sia teorici che osservativi. I modelli teorici hanno evidenziato come le sorgenti Galattiche più promettenti, i cosiddetti "PeVatroni", in grado di accelerare particelle fino alle energie del PeV, siano i resti di Supernova, le nebulose da pulsar e i microquasar. Per le sorgenti extra-galattiche responsabili invece dei raggi cosmici oltre i 100 PeV, sono stati condotti studi approfonditi su galassie starburst e AGN. Tali studi sfruttano in modo particolare le osservazioni dei telescopi Cherenkov, e potranno ricevere ulteriore impulso da futuri osservatori come CTAO e ASTRI Mini-Array che permetteranno una precisa identificazione delle sorgenti LHAASO e forniranno importanti informazioni sulla loro emissione e morfologia.

Risultati fondamentali sono stati raggiunti di recente da ricercatori INAF anche nello sviluppo di nuovi osservatori per l'astronomia delle alte energie. Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor (THESEUS), un concetto di missione multi-strumento con PI INAF per lo studio dei GRB e di altri transienti in banda Gamma, X e infrarossa, è uno dei tre progetti selezionati dall'ESA per lo studio di Fase-A come candidato per la missione di taglia media M7 (lancio nel 2037). Per quanto riguarda l'astronomia delle altissime energie, ASTRI Mini-Array è un progetto INAF che prevede la costruzione di 9 telescopi Cherenkov per l'astronomia gamma da Terra che osserverà i fenomeni tra i più energetici dell'Universo (1-100 TeV). Il primo telescopio dell'array è già operativo presso l'Osservatorio del Teide nell'isola di Tenerife (Canarie) ed il secondo lo sarà entro la fine del 2025. Altri due saranno operativi entro il 2026.

Obiettivi per il triennio: Per il raggiungimento degli obiettivi della ricerca affrontata dalla comunità RSN4 è importante lo sfruttamento sia di dati di archivio sia di dati ottenuti su base competitiva, con osservatori da Terra e dallo Spazio. Ricercatori INAF ottengono annualmente tempo osservativo con numerose facilities a tutte le lunghezze d'onda per lo studio di nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri, resti di Supernova, ULX, AGN, GRB e altri oggetti transienti che popolano il cielo ai raggi X e gamma. Team di teorici a guida INAF utilizzano tecniche di simulazione particle-in-cell (PIC), magnetohydrodynamics (MHD), e l'innovativa tecnica ibrida PIC+MHD per lo studio di processi di accelerazione e interazione non-lineare tra plasma e particelle accelerate. I ricercatori INAF contribuiscono in modo sostanziale alla

determinazione dei programmi scientifici per future missioni spaziali, telescopi da Terra, e rivelatori di onde gravitazionali.

A settembre del 2023 è stato lanciato il satellite XRISM, sviluppato dall'agenzia spaziale giapponese (JAXA) in collaborazione con NASA e ESA, le cui osservazioni ad altissima risoluzione spettrale stanno dando un contributo fondamentale allo studio dei venti ionizzati in oggetti compatti in accrescimento attraverso la stima del flusso di massa e di energia. La comunità RSN4 ha ottenuto di recente molti dati proprietari con XRISM. Nell'autunno del 2023 la NASA ha aperto a tutta la comunità la possibilità di ottenere tempo osservativo con il satellite IXPE, favorendo un ancor maggiore coinvolgimento dei ricercatori INAF nello studio sulle geometrie dei sistemi in accrescimento, sui campi magnetici nelle stelle di neutroni e sulla fisica dei getti.

Nel 2024 sono stati lanciati due satelliti, Einstein Probe (EP) e SVOM, che stanno scoprendo un gran numero di transienti X veloci e GRB. Alcuni ricercatori INAF sono co-I di queste due missioni, con accesso diretto ai dati scientifici, mentre una grande parte della comunità è coinvolta nel follow-up da terra con facilities INAF per la caratterizzazione completa dei transienti scoperti da SVOM ed EP.

Per quanto riguarda le onde gravitazionali, l'Italia è candidata a ospitare in Sardegna il sito di Einstein Telescope (ET), l'interferometro terrestre di terza generazione progettato per raggiungere una sensibilità senza precedenti nella rivelazione dei segnali di onde gravitazionali. Grazie alle sue prestazioni, ET consentirà di osservare nuove sorgenti, incrementando il numero di segnali di coalescenza di stelle neutroni e buchi neri binari a redshift cosmologici. Ricercatrici e ricercatori INAF partecipano alla collaborazione ET in sinergia con altri enti di ricerca italiani (cf. § 5.2.5 per maggiori dettagli anche sul contributo scientifico e tecnologico).

Le attività della comunità INAF proseguiranno inoltre nello studio delle sinergie scientifiche tra ET, LISA e Lunar Gravitational-Wave Antenna (LGWA), con l'obiettivo di sviluppare una visione integrata dell'astronomia delle onde gravitazionali su un ampio intervallo di frequenze e di massimizzare il potenziale scientifico delle future osservazioni multimessaggere. È in atto un accordo ASI-NAF per lo studio di LISA che potrà essere esteso a sinergie associate ad ET.

La comunità INAF di RSN4 è fortemente impegnata nella missione *large* proposta all'ESA, NewAthena. Il principale strumento dedicato alla spettroscopia di alta risoluzione, particolarmente indicato per lo studio dei venti nelle sorgenti X, X-IFU, è a co-PI-ship INAF. Inoltre, un ricercatore INAF è membro del NewAthena Science Study Team selezionato dall'ESA per definire i casi scientifici della missione. Dopo il successo della *Mission Consolidation Review* di THESEUS da parte di ESA, il Science Study Team, che include anche ricercatori di RSN4, sta ora preparando il Rapporto di Studio di Valutazione ("Yellow Book"), da consegnare all'ESA entro febbraio 2026 per la fase di valutazione finale prima dell'adozione definitiva della missione.

Per quanto riguarda la fisica fondamentale, l'ASI ha finanziato con un premiale il progetto G4S_2.0 che si propone di ottenere una serie di misure, tra cui il redshift gravitazionale e vincoli a teorie alternative della gravitazione, sfruttando le orbite ellittiche di due satelliti della costellazione Galileo di ESA.

La comunità dell'astronomia gamma in INAF sarà fortemente impegnata nel prossimo triennio con le calibrazioni e le osservazioni di ASTRI Mini-Array, oltre che con lo sviluppo di parte della tecnologia per il futuro osservatorio internazionale per l'astronomia con i telescopi Cherenkov CTAO.

La comunità di radioastronomia di RSN4 partecipa con le antenne di Medicina, Noto e SRT alle reti interferometriche intercontinentali dello European VLBI Network e dell'East Asian VLBI

Network, oltre che alla definizione dei casi scientifici dei futuri array di radiotelescopi MeerKAT+ e SKAO. Il progetto Pierre Auger manterrà un ruolo rilevante nello studio delle sorgenti dei raggi cosmici extragalattici di più alta energia. Il progetto XENONnT, a cui partecipano ricercatori INAF, manterrà nel triennio la leadership mondiale per la rivelazione diretta delle particelle costituenti la materia oscura.

Collaborazioni nazionali ed internazionali di particolare rilievo: Nell'ambito di RSN4 INAF collabora attivamente con numerose università ed istituti di ricerca nazionali e internazionali sia per progetti teorici e osservativi, che per progetti sperimentali. Di particolare rilievo sono le collaborazioni con: ASI, CEA, CfA, CNRS, ESA, ESO, ICRAR, INFN, ISDC, KASI, MPA, NAOJ, NASA, NLR, RIKEN. Molte unità INAF fanno parte di grandi collaborazioni nazionali (ASTRI, GRAWITA) ed internazionali (CTAO, MeerKAT+, SKAO, ENGRAVE, MAGIC, LST, Vera Rubin Observatory e ET). L'INAF ha anche un ruolo centrale nel progetto ACME finanziato dal programma Horizon - Research Infrastructures della Commissione Europea.

Strutture di ricerca da terra e da spazio prevalentemente utilizzate: Per il raggiungimento degli obiettivi scientifici di RSN4 saranno utilizzati nel prossimo triennio tutti i telescopi da Terra e dallo Spazio disponibili in ogni banda dello spettro elettromagnetico, sia nazionali (e.g., VST, LBT, REM, TNG, Osservatori di Asiago e Campo Imperatore, radiotelescopi di Medicina, Noto ed SRT in modalità *single dish* e VLBI) che internazionali (e.g., ALMA, ATCA, Chandra, EP, EVN, eMERLIN, Fermi, HESS, HST, IXPE, JWST, LOFAR, LBT, LST, MAGIC, MeerKAT, NTT, NuSTAR, Suzaku, SVOM, Swift, VLA, VLBA, VLT, XMM-Newton). Le unità INAF si avvalgono inoltre di infrastrutture di calcolo ad alta prestazione nazionali (e.g., CINECA, PLEIADI, SCAN) ed internazionali (e.g., infrastrutture del consorzio PRACE ed EuroHPC).

6.1.5 Tecnologie Avanzate e Strumentazione - Raggruppamento Scientifico Nazionale 5

La ricerca tecnologica in INAF è intrinsecamente multidisciplinare e diversificata. L'evoluzione costante dell'astronomia osservativa, sia da Terra che dallo Spazio, impone la creazione di strumentazioni hardware e software sempre più complesse. Questo spesso richiede lo sviluppo di tecnologie e materiali innovativi. Parallelamente, le complesse simulazioni numeriche, indispensabili in fase di progettazione, analisi e interpretazione dei dati, pongono ulteriori sfide verso la realizzazione di sistemi all'avanguardia.

Il percorso dalla necessità scientifica alla concretizzazione di un "prodotto" segue fasi comuni a tutti i settori in cui l'INAF opera. L'Istituto sviluppa progetti di ricerca di base e applicata nelle tecnologie astronomiche, sia nei propri laboratori che in collaborazione con l'industria, le università e altri enti di ricerca. Data la crescente complessità e costo delle infrastrutture astrofisiche, l'INAF partecipa attivamente a consorzi e organizzazioni internazionali. Alcuni esempi di grandi infrastrutture internazionali con importante partecipazione INAF sono i telescopi ESO (ELT, VLT, NTT), SKA, CTA e ASTRI Mini-Array per le osservazioni da Terra e le missioni spaziali internazionali Cheops, NewAthena, Bepi Colombo, Gaia, Euclid, IXPE, eXTP, PLATO, ARIEL, MUSE, JUICE e Solar Orbiter.

Molti progetti INAF hanno ricadute applicative dirette anche in altri ambiti scientifici e d'interesse per la società civile (Cap. 6) al punto che l'Istituto, tra i suoi scopi statutari, ne include la promozione, la diffusione e la valorizzazione, supportando la creazione di spin-off e il trasferimento tecnologico in collaborazione con l'industria (dalle PMI ai grandi asset nazionali), anche in linea con gli obiettivi del PNRR. L'impatto delle attività di R&D dell'INAF è testimoniato

dalle innumerevoli pubblicazioni su prestigiose riviste e dalle molteplici presentazioni a conferenze internazionali. Il personale tecnologico dell'INAF ricopre inoltre incarichi di elevata responsabilità all'interno di comitati scientifici internazionali e come organizzatore di workshop e conferenze.

Strumentazione e Tecnologie Osservative: I telescopi e, più in generale, tutti i dispositivi che permettono di raccogliere e misurare la radiazione e le informazioni multi-messaggero, sono al centro dell'astrofisica sperimentale osservativa. La tecnologia deve essere costantemente all'avanguardia per poter rispondere alle domande sempre più pressanti e capillari, poste dall'analisi dei risultati ottenuti con gli strumenti delle generazioni precedenti. La progettazione e la costruzione di un telescopio o di uno strumento, indipendentemente dall'utilizzo (Terra o Spazio) o dalla banda dello spettro elettromagnetico, richiedono competenze tecnologiche profonde. Questo ha portato all'accumulo di know-how e allo sviluppo di tecnologie specifiche. Lo sviluppo di tali tecnologie, inclusa la realizzazione di prototipi, ha trovato il suo alveo naturale negli Istituti e nei laboratori dell'INAF, raggiungendo livelli di eccellenza internazionale e divenendo punto di riferimento nei rispettivi settori. La capacità di realizzare sistemi all'avanguardia ha consentito ad INAF di ottenere la completa responsabilità, in tutte le fasi di sviluppo e realizzazione, di strumenti (es. SOXS, MORFEO, ANDES, CUBES), di infrastrutture (es. VST, ASTRI Mini-Array) e di intere "filieri" di produzione tecnologica.

Ottica e Ottiche Adattive: L'INAF, in sinergia con l'industria italiana, vanta una lunga storia nello sviluppo di sistemi di ottica attiva (TNG, VST) e mantiene una leadership mondiale nelle Ottiche Adattive (AO). Grazie alla partecipazione al Large Binocular Telescope (LBT), l'INAF gestisce un laboratorio all'avanguardia per l'AO "on sky". Il Laboratorio Nazionale di Ottica Adattiva (ADONI) coordina le attività dei gruppi INAF, promuovendo la R&D e il trasferimento tecnologico. I risultati spaziano dagli specchi deformabili di grandi dimensioni alla previsione della turbolenza atmosferica e alle tecniche di correzione delle aberrazioni. Queste tecnologie trovano applicazioni anche in settori non convenzionali, come lo sviluppo sperimentale di sistemi laser per Optical Satellite Communications a larga banda, gli specchi primari attivi per telescopi spaziali, i rivelatori di onde gravitazionali e l'ambito medico-industriale. L'INAF è protagonista nei maggiori progetti AO, in particolare negli attuali strumenti di nuova generazione per LBT, gli innovativi SHARK-VIS e SHARK-NIR, e per il VLT, come MAVIS. A questi si aggiungono i futuri strumenti per gli Extremely Large Telescopes, quali i sensori di fronte d'onda per il Giant Magellan Telescope, e quelli per ELT (lo specchio adattivo M4, MICADO, il modulo post-focale MORFEO e lo spettrografo ANDES).

Ottiche Spaziali (UV, Visibile, Vicino Infrarosso e Raggi X): L'INAF è leader nella progettazione, sviluppo e verifica di soluzioni ottico-meccaniche innovative per telescopi spaziali nell'ultravioletto, nel visibile e nel vicino infrarosso. Queste sono essenziali per le future missioni dedicate all'osservazione di esopianeti (PLATO, ARIEL), a misure astrometriche di precisione e allo studio dell'atmosfera solare (MUSE). L'Istituto detiene una posizione di rilievo nello sviluppo di sistemi ottici per coronografi spaziali (Solar Orbiter, PROBA-3) e coronografi compatti per missioni a propulsione fotonica solare. Parallelamente, l'INAF offre soluzioni innovative per ottiche e dispositivi di rilevazione per nano-satelliti e CubeSat, piattaforme sempre più utilizzate come dimostratori tecnologici.

Inoltre, l'INAF ha consolidato un ruolo di eccellenza nella ricerca, sviluppo e produzione di ottiche per telescopi spaziali a raggi X. Questo si basa su tecniche consolidate e su progetti di R&D mirati al miglioramento di risoluzione angolare, efficienza e leggerezza degli specchi. Grazie a supporti di ASI, ESA e NASA, con significativi spin-off industriali, la comunità tecnologica INAF è impegnata nella realizzazione delle ottiche per il prossimo Osservatorio ESA NewAthena (large mission), in particolare come responsabile delle simulazioni e dell'implementazione delle facility

di calibrazione BEaTriX e VERT-X e partecipa allo sviluppo della missione LYNX della NASA, curando le shell monolitiche sottili ad alta risoluzione angolare.

Rivelatori e Ricevitori: Un ulteriore impegno importante è costituito dalla realizzazione di nuovi rivelatori e di dispositivi e soluzioni correlate, in progetti che spaziano dalla banda radio fino alle alte energie. Questi dispositivi sono il cuore della strumentazione osservativa di nuova generazione e permettono l'aggiornamento degli strumenti esistenti. Esempi includono il design end-to-end dei sottosistemi ricevitori di SKA-LOW, lo sviluppo di ricevitori per ALMA e la realizzazione di ricevitori criogenici innovativi per i radiotelescopi italiani, per espandere le frequenze e le bande osservative. Nel settore delle alte energie, l'INAF sviluppa rivelatori in silicio per raggi X (es. LEM-X, THESEUS, eXTP, TASTE) e sistemi all'avanguardia legati allo strumento X-IFU della missione NewAthena (rivelatori criogenici per riduzione del rumore e filtri ultrasottili di grande area). L'INAF sviluppa anche tecnologie innovative per la polarimetria X che hanno ad esempio permesso di ottenere ruoli chiave nella progettazione e realizzazione di strumenti per missioni spaziali quali eXTP, IXPE e CUSP.

Strumentazione per Planetologia: Nell'ambito dei dispositivi per missioni spaziali, l'INAF eccelle nella realizzazione di strumentazione per la planetologia, con osservazioni da remoto (sonde orbitanti) e in situ (analisi diretta sulla superficie), come spettrometri e camere per sonde planetarie, in cui detiene la leadership, in forte sinergia con il raggruppamento RSN3 (sezione 4.1.3)

Sono attive numerose collaborazioni con NASA ed ESA per l'esplorazione lunare, inclusa la lente panoramica bifocale (PANCAM) brevettata da INAF e il progetto MELODY per la rianalisi di dataset lunari.

Elettronica e software di controllo: Nel campo della progettazione elettronica, la comunità RSN5 di INAF sviluppa soluzioni estremamente performanti e robuste. L'elettronica per rivelatori e sistemi di acquisizione dati soddisfa requisiti stringenti di rumore, velocità e accuratezza (elettronica di front-end e back-end per rivelatori in silicio per le alte energie, back-end per radiotelescopi nazionali e per SKA). L'INAF sviluppa anche elettronica di controllo per strumenti e infrastrutture osservative. Ne sono un esempio le unità di controllo strumento (ICU) per Euclid, PLATO, ARIEL e NewAthena, i sistemi di automazione e i sistemi di controllo Real Time con HPC per la strumentazione di VLT ed ELT, i sistemi di controllo per il pointing e il tracking di telescopi (TNG, VST).

Fondamentale è anche il lavoro di progettazione e realizzazione di software di controllo, del firmware, e del software applicativo on-board (ad es. ASW per NISP DPU, Euclid) per il processamento dei dati grezzi, indispensabili per garantire che le modalità osservative rispondano al progredire delle necessità dei ricercatori e che gli strumenti operino con efficienza, acquisendo dati di qualità.

Ingegnerizzazione e Laboratori: L'ingegnerizzazione è trasversale a tutte le fasi di sviluppo della strumentazione. L'INAF apporta le sue competenze nella progettazione termo-meccanica di sistemi che richiedono elevata stabilità o devono affrontare condizioni estreme (temperature criogeniche, sollecitazioni da lancio). Il know-how dell'INAF in System Engineering e Product Assurance è cruciale per la partecipazione a grandi infrastrutture terrestri e missioni spaziali, in quanto consente la corretta gestione dell'interazione tra i diversi sistemi e assicura la qualità della strumentazione prodotta.

Elementi essenziali nei processi di sperimentazione e sviluppo sono i laboratori. L'INAF dispone di laboratori per esperimenti astrofisici (in particolare per riprodurre le condizioni estreme presenti nello Spazio o su altri pianeti) e per tutte le fasi dello sviluppo tecnologico, dallo studio

teorico/simulativo alla realizzazione e test di prototipi, fino all'assemblaggio, integrazione, calibrazione e qualifica.

La rete di laboratori concluderà nel 2025 una fase di forte potenziamento sia nel numero che nella tipologia di infrastrutture e di attrezzature dedicate allo sviluppo di nuove tecnologie e di nuove strumentazioni astronomiche grazie agli investimenti del PNRR (Sezione 4.2.1.1).

Lo sviluppo non si conclude con l'attivazione degli strumenti, ma include la gestione dei dati raccolti.

Science Data Segment e Gestione Operativa: La progettazione e realizzazione di un Science Data Segment (SDS) ha raggiunto una complessità paragonabile allo sviluppo di strumentazione hardware. L'INAF si è affermato come soggetto di eccellenza, assumendo in alcuni casi la responsabilità primaria dell'ideazione e dello sviluppo dell'intero segmento scientifico sia per missioni spaziali che infrastrutture terrestri. Analogamente, l'INAF si è affermato nella gestione di strumenti in termini di programmazione ed effettuazione delle osservazioni.

L'esperienza ventennale dell'INAF nello sviluppo di missioni spaziali (come INTEGRAL, Planck, AGILE, Gaia, Euclid, CHEOPS, PLATO) ha portato all'acquisizione di competenze di primo livello nella progettazione, realizzazione, sviluppo e implementazione di segmenti di Terra scientifici. Oltre alla scelta di soluzioni hardware specifiche, il procurement ed il mantenimento delle risorse di calcolo e storage, la realizzazione di centri di processamento spazia dalla messa a punto di software di controllo e data quality fino all'analisi dei dati scientifici in tempo reale, passando per il monitoraggio e la calibrazione della risposta strumentale durante le varie fasi (assemblaggio, integrazione e test, commissioning e operazioni). Le attività comprendono anche l'ideazione e implementazione di soluzioni algoritmiche innovative, che vanno dalla modellistica al trattamento del dato grezzo fino al prodotto elaborato. Per gli strumenti da Terra, i ricercatori INAF sono impegnati nello sviluppo di tools e software per l'analisi dei dati di imaging e spettroscopia, nel contesto della strumentazione di ultima generazione.

Simulazioni, Data Science, Intelligenza Artificiale, Quantum Computing, Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC): Le simulazioni numeriche sono uno strumento fondamentale per comprendere la complessità dei processi astrofisici che governano l'Universo a tutte le scale.

Le simulazioni, la realizzazione delle osservazioni e l'astrofisica multi-messenger (ottenuta con sistemi multi-telescopio come ASTRI Mini-Array, CTA, SKA e con telescopi spaziali come Gaia ed Euclid) richiedono archivi, cura del dato, calcolo ad alte prestazioni e strumenti di analisi. Per lo sfruttamento dei risultati ottenuti si fa ricorso ai paradigmi della Data Science. Questa disciplina estrae informazioni dall'enorme mole di dati grezzi prodotti dalla strumentazione di ultima generazione, affrontando i problemi astrofisici con algoritmi computazionali classici, con metodologie di Intelligenza Artificiale (Big Data, Data Mining, Machine Learning) e con tecnologie di Computer Vision applicate alla visualizzazione scientifica. Questo processo, per sua natura multidisciplinare, necessita di competenze trasversali alla comunità scientifica.

L'INAF è altresì impegnato nello sviluppo di metodologie di frontiera come il Quantum Computing per la simulazione di fenomeni astrofisici complessi e l'analisi di grandi quantità di dati e nell'investigazione dell'I.A. generativa come strumento per l'ottimizzazione e l'accelerazione delle attività di ricerca astrofisica e di sviluppo tecnologico.

Simulazioni, Data Science e Intelligenza Artificiale richiedono infrastrutture adeguate. La comunità RSN5 è impegnata nella progettazione e implementazione di nuove piattaforme informatiche, anche di classe Exascale, e nella reingegnerizzazione di strumenti esistenti, sviluppando algoritmi e tecnologie sia in proprio che in co-design con aziende private.

Le attività di ricerca tecnologica legate al computing e alla gestione e analisi dei dati astronomici sono state portate avanti anche in sinergia con il “Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data and Quantum Computing” avviato nell’ambito del PNRR (Sezione 4.2.1.2) che ha dato un forte impulso al loro sviluppo o rafforzamento.

Open Science e FAIR Data: Infine, l’INAF sviluppa e partecipa ad attività nazionali, comunitarie e globali per allineare il proprio patrimonio di dati e servizi agli scenari di Open Science e FAIRness. L’Istituto ricopre ruoli di rilievo in organizzazioni come la International Virtual Observatory Alliance (IVOA), che si occupa di interoperabilità, fruibilità del dato e standardizzazione. L’INAF partecipa anche all’EOSC (European Open Science Cloud), la rete comunitaria che mira a creare un ambiente Open e FAIR per dati e servizi, attraverso l’EOSC Association e le sue Task Force.

6.2 Progetti di Astrofisica Fondamentale

A partire dal 2022 l’INAF ha avviato un programma strutturato di finanziamento competitivo della **Ricerca Fondamentale**, riproposto con bandi annuali nel 2023 e nel 2024, con l’obiettivo di sostenere attività scientifiche e tecnologiche di base non coperte da altre progettualità, alimentare nuove linee di ricerca e rafforzare la competitività dell’Ente su scala nazionale e internazionale. Il programma si fonda su un impianto modulare articolato in diversi canali di finanziamento, concepiti per rispondere a esigenze complementari della comunità: progetti collaborativi di maggiore ampiezza, iniziative agili e ad alta reattività, attività teoriche e di modellistica, sviluppo tecnologico, analisi dati e sfruttamento scientifico di osservazioni e archivi. Questo approccio consente di mantenere un bilanciamento tra ricerca di frontiera, attività abilitanti e piena valorizzazione scientifica degli investimenti in infrastrutture e missioni.

Le attività finanziate con il **bando 2022** sono oggi **quasi interamente concluse**, salvo una limitata quota di proroghe autorizzate per il completamento di specifiche code progettuali. Il **bando 2023**, finanziato a fine 2023, alimenta attività svolte principalmente tra il 2024 e il 2026. Il **bando 2024**, finanziato nel maggio 2025, rappresenta invece la componente più direttamente pertinente al triennio del presente PTA, poiché ha avviato attività che si sviluppano in modo sostanziale nel periodo **2026–2028**, garantendo continuità allo strumento e rafforzando la capacità dell’Istituto di sostenere progettualità di ricerca di base e sviluppo abilitante nel triennio.

Nel complesso, i dati quantitativi relativi al triennio 2022–2024 evidenziano una partecipazione consistente e una distribuzione articolata della domanda tra canali, con tassi di successo variabili e una selettività che riflette la diversa natura dei grant. In particolare, per alcuni canali a forte competizione — tipicamente connessi a progetti di ricerca di punta, sviluppo tecnologico e iniziative ad elevato contenuto innovativo — i tassi di successo risultano fisiologicamente più bassi, coerentemente con l’esigenza di selezione rigorosa per garantire eccellenza e qualità. Per altri canali, in particolare quelli legati allo sfruttamento scientifico di dati provenienti da programmi di osservazione selettivi o da programmi garantiti, è invece rilevante mantenere tassi di successo più elevati, poiché il finanziamento costituisce una condizione essenziale per trasformare un investimento osservativo o infrastrutturale già sostenuto in risultati scientifici e valorizzazione piena dei dati. **L’ammontare dei fondi erogati e la percentuale di progetti finanziati sono** mostrati in Figura 22 e il Figura 23, rispettivamente.

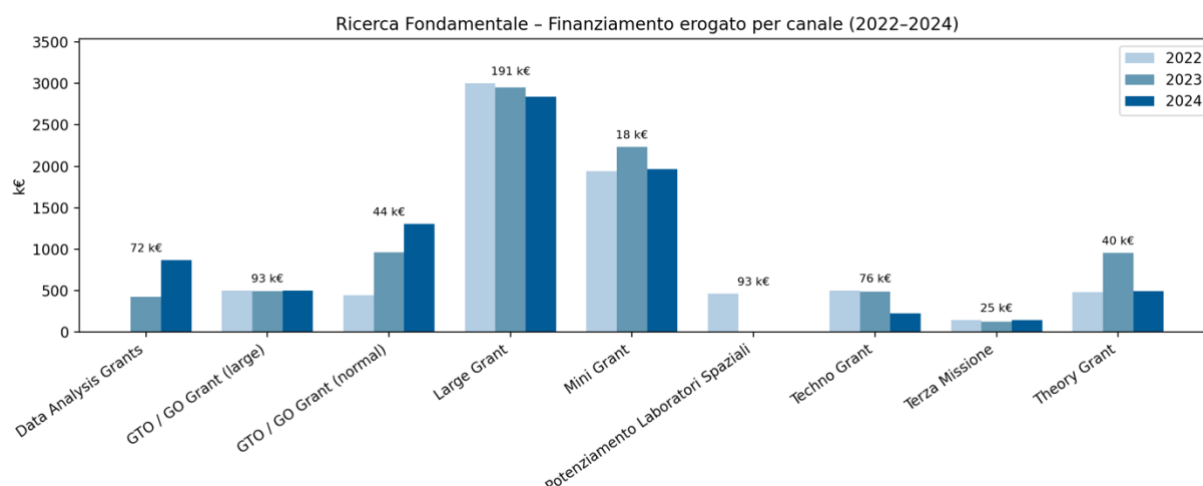


Figura 22- Programma Ricerca Fondamentale: finanziamento erogato per canale, bandi 2022-2024. I valori sopra ciascun canale indicano il “finanziamento medio per progetto” (calcolato sul triennio 2022-2024 come rapporto tra fondi erogati complessivi e numero complessivo di progetti finanziati).

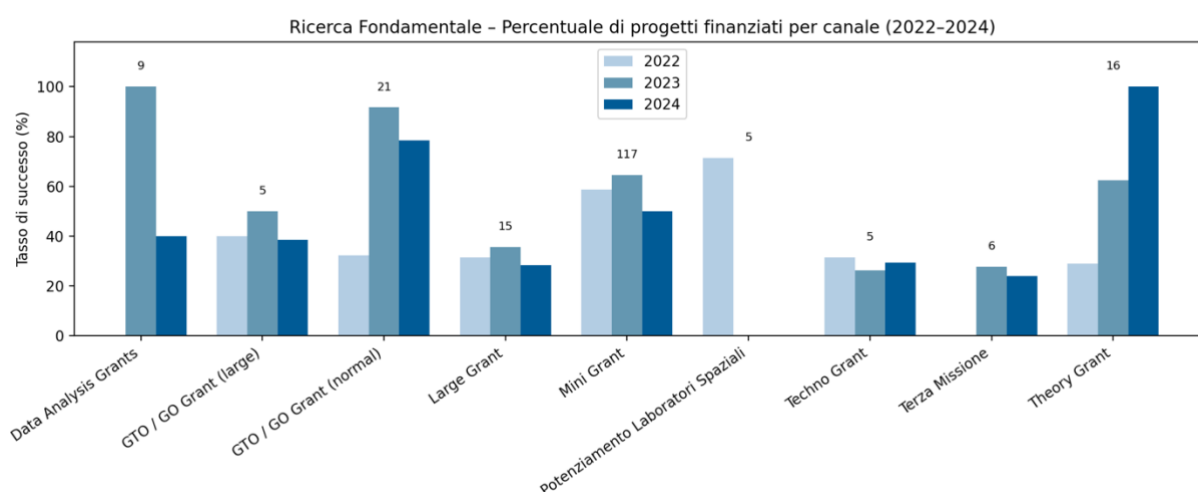


Figura 23 - Programma Ricerca Fondamentale: percentuale di progetti finanziati per canale, bandi 2022-2024. I valori sopra ciascun canale indicano il “numero medio di progetti finanziati per anno” nel triennio 2022-2024 per quel canale.

L'analisi dei tassi di successo deve essere interpretata attraverso un criterio di policy che considera il **success rate** non come semplice indicatore amministrativo, ma come parametro da calibrare in base agli obiettivi del canale. Un success rate eccessivamente basso può ridurre l'efficacia complessiva dello strumento in quelle linee in cui il finanziamento è funzionale allo sfruttamento di dati già selezionati o a investimenti già sostenuti dall'Istituto; al contrario, per grant dedicati alla ricerca di frontiera è appropriato un success rate più contenuto, analogo a programmi di eccellenza internazionali.

Alla luce dell'esperienza maturata nel triennio 2022-2024 e della ricaduta temporale dei bandi, nel periodo di riferimento del PTA 2026-2028 risultano principalmente in corso le attività finanziate con il **bando 2024** e, in fase di completamento, parte delle attività finanziate con il **bando 2023**. Tale continuità consente all'INAF di mantenere attiva una pipeline di progettualità scientifica e tecnologica di base, supportare lo sviluppo di nuove linee di ricerca,

favorire la maturazione di competenze e contribuire in modo strutturato alla valorizzazione scientifica degli investimenti in infrastrutture e programmi osservativi, in coerenza con gli obiettivi strategici del presente Piano Triennale.

L'esperienza maturata nei bandi di ricerca fondamentale 2022–2024 ha evidenziato un elemento critico ricorrente: la forte frammentazione dei finanziamenti, in particolare nelle linee di intervento basate su grant di piccola entità. La distribuzione su un numero elevato di progetti individuali o micro-progetti, pur rispondendo a un'esigenza diffusa di supporto, tende a produrre un effetto "a pioggia" che riduce la massa critica e limita la capacità dell'Istituto di promuovere iniziative scientifiche realmente trasformative. Questa configurazione, infatti, incentiva la prosecuzione di attività autonome e spesso scollegate tra loro, con ritorni scientifici puntuali ma difficilmente cumulativi, e con un impatto limitato sulla costruzione di leadership nazionale e internazionale nei grandi programmi.

La descrizione dei progetti finanziati con i bandi di ricerca Fondamentale 2023 e 2024 è disponibile nel sito pta.inaf.it.

6.3 Progetti di Astrofisica di Frontiera

L'esperienza maturata nei bandi di ricerca fondamentale 2022–2024 ha evidenziato un elemento critico ricorrente: la forte frammentazione dei finanziamenti, in particolare nelle linee di intervento basate su grant di piccola entità. Pur rispondendo a un'esigenza diffusa di supporto, ciò tende a produrre un effetto "a pioggia" che riduce la massa critica e limita la capacità dell'Istituto di promuovere iniziative scientifiche realmente trasformative. Questa configurazione, infatti, incentiva la prosecuzione di attività autonome, con ritorni scientifici puntuali ma difficilmente cumulativi, e con un impatto limitato sulla costruzione di leadership nazionale e internazionale nei grandi programmi. Alla luce di queste evidenze, e considerando l'importanza strategica degli investimenti INAF in infrastrutture e missioni su larga scala, nel corso del 2025 il finanziamento interno è stato indirizzato verso strumenti capaci di sostenere progetti più ambiziosi, integrati e coerenti con le priorità di lungo periodo, favorendo la convergenza delle competenze e l'effettiva partecipazione della comunità ai grandi programmi in cui INAF è impegnato.

L'INAF, infatti, opera in un contesto scientifico e tecnologico caratterizzato da grandi programmi e infrastrutture internazionali — osservatori terrestri, missioni spaziali, grandi archivi dati, calcolo avanzato, partecipazioni a consorzi e facility di scala continentale — che richiedono capacità di leadership scientifica, coordinamento nazionale e sviluppo di competenze integrate. In questo scenario, la governance ha avviato una revisione del modello di finanziamento competitivo interno con un obiettivo chiaro: rendere l'impiego delle risorse più coerente con le traiettorie strategiche dell'Istituto, promuovere progettualità ambiziose e strutturate, e rafforzare il ruolo dei finanziamenti interni come leva per la crescita e l'innovazione.

In tale quadro si colloca il programma "Astrofisica di Frontiera 2025", che rappresenta un'evoluzione sostanziale della filosofia dei bandi INAF. L'impostazione non mira soltanto a finanziare un alto numero di iniziative, ma a sostenere in modo più efficace la ricerca di frontiera e l'innovazione tecnologica, favorendo progetti che siano scientificamente trasformativi, competitivi su scala internazionale e capaci di contribuire in modo concreto alle principali progettualità dell'Istituto. Il programma bilancia la libertà di iniziativa dei ricercatori con una

maggiore capacità di indirizzo e coordinamento, introducendo modalità e strumenti che riducono la dispersione e valorizzano la costruzione di reti e di programmi integrati.

Il bando, emesso a dicembre 2025, è strutturato in una serie di linee di finanziamento, elencate in Tabella 6, con finalità differenziate ma complementari

Tabella 6 – Canali di finanziamento del Bando di Astrofisica di Frontiera emesso con DP no. 53/2025.

#	Tipologia	Budget [kEuro]	# grants	Importo massimo [kEuro]	Durata [anni]	Piano pagamenti (per anno)	Cadenza
1	Science Network (SN)	4500	3	1500	5	[$\frac{3}{5}, \frac{1}{5}, 0, \frac{1}{5}, 0$]	biennale
2	Excellence Track (ET)	2500	5	500	3	[$\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, 0$]	annuale
3	Curiosity Science (CS)	450	~30	15	2	[1,0]	annuale
4	Science Driven Techno (STD)	400	2	200	2	[1,0]	annuale
5	Driven Techno (DT)	1000	5	200	2	[1,0]	annuale
6	Consolidator Techno (CT)	600	4	150	2	[1,0]	annuale
7	Curiosity Techno (CTe)	250	~8	30	2	[1,0]	annuale
8	GO/GTO	1.600	TBD	TBD	N/A	negoiazione	annuale
9	Heritage	~150	~10	15	2	[1,0]	annuale

Da un lato, sono previste linee orientate all'eccellenza scientifica e all'esplorazione di idee ad alto rischio e alto potenziale ("frontiera"), pensate per sostenere ricerca innovativa, sviluppo concettuale, analisi dati e progettualità emergenti. Dall'altro, sono rafforzati i canali di supporto allo sviluppo tecnologico e alla crescita delle competenze, con attenzione alla maturazione di tecnologie abilitanti e allo sviluppo di prototipi e metodologie che abbiano una chiara traiettoria verso applicazioni future. Accanto a ciò, il programma introduce strumenti specificamente dedicati alla costruzione di massa critica e al coordinamento nazionale su temi strategici, attraverso iniziative di rete che mirano a ridurre la frammentazione in sottogruppi e a promuovere programmi di ricerca capaci di contribuire alle grandi sfide scientifiche e tecnologiche in cui INAF è impegnato.

Un elemento qualificante dell'impianto è inoltre l'attenzione al pieno sfruttamento scientifico dei dati provenienti da programmi osservativi competitivi o garantiti. In questi casi, il finanziamento non è interpretato come una seconda selezione puramente competitiva, ma come una leva essenziale per massimizzare il ritorno scientifico di un investimento già sostenuto e di un processo selettivo già avvenuto a monte. Ne deriva un approccio più funzionale e orientato al risultato, coerente con l'obiettivo di aumentare l'efficienza complessiva dell'ecosistema di ricerca dell'Istituto.

Nel quadro del PTA 2026–2028, "Astrofisica di Frontiera 2025", le cui azioni si svilupperanno parte entro il 2027, parte anche in anni successivi, rappresenta dunque una delle azioni più significative della nuova governance per modernizzare il sistema di finanziamenti interni: un passaggio da una logica prevalentemente distributiva a una logica più strategica e orientata alla costruzione di progetti ambiziosi, alla crescita coordinata di comunità e competenze, e alla massimizzazione dell'impatto scientifico e tecnologico delle attività finanziate. In prospettiva, il programma è concepito come uno strumento dinamico, capace di evolvere nelle edizioni successive sulla base dell'autovalutazione dei risultati e della coerenza con le priorità

scientifiche e infrastrutturali dell'Ente, contribuendo a rafforzare il posizionamento dell'INAF nel panorama internazionale della ricerca.

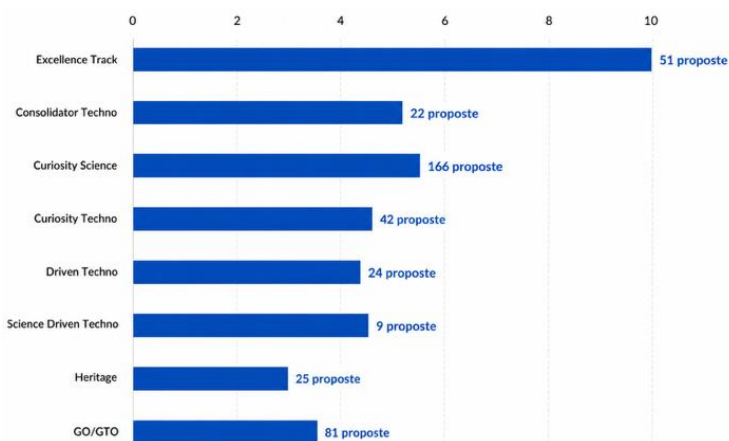


Figura 24 - AF 2025: fondi richiesti/disponibili.

Il bando si è chiuso il 31 marzo 2026 con pressione [fondi richiesti/fondi disponibili] che varia da 3 a 10 come mostrato nella Figura 24.

6.4 Progetti per l'Astrofisica dallo Spazio e l'Esplorazione del Sistema Solare

Le attività spaziali costituiscono uno dei pilastri scientifici e tecnologici dell'INAF e rappresentano un ambito in cui l'Ente esercita un ruolo di leadership nazionale e di piena integrazione nel contesto internazionale. In tale quadro, la collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) è strategica perché abilita e sostiene una parte rilevante della progettualità scientifica e tecnologica dell'INAF connessa alle missioni spaziali e alle infrastrutture di osservazione dallo spazio. Tale collaborazione si realizza principalmente attraverso Accordi attuativi di durata pluriennale, basati su un rapporto paritario tra i due Enti: l'INAF contribuisce con competenze scientifiche, tecnologiche e infrastrutturali (laboratori, facilities e personale), mentre ASI sostiene le attività attraverso il finanziamento e il coordinamento strategico dei programmi di comune interesse. Nel 2024, la collaborazione con ASI ha cofinanziato in forma diretta o indiretta una quota significativa delle attività INAF nel settore spazio, confermandone il ruolo centrale per la capacità dell'Ente di contribuire allo sviluppo, alla preparazione scientifica e allo sfruttamento dei dati delle missioni.

In questa sezione viene quindi riportata la progettualità che sta alla base della partecipazione dell'INAF allo spazio: attività di preparazione scientifica, progettazione e realizzazione di payload e sottosistemi, sviluppo di software di volo e di analisi dati, calibrazione, integrazione e verifica, contributi al segmento di terra e sfruttamento scientifico. L'elenco organico delle missioni e delle infrastrutture dallo/per lo spazio in cui l'INAF è coinvolto, in fase operativa o di sviluppo, in ambito ESA ed extra-europeo, è riportato più avanti nella sezione dedicata alle infrastrutture [cf. § 5.3], mentre qui si intende evidenziare come tale partecipazione sia sostenuta da un portafoglio strutturato di progetti e accordi in corso, e come questi si traducano in attività scientifiche e tecnologiche con impatto diretto nel triennio 2026-2028.

Le missioni spaziali non sono solo infrastrutture operative o in sviluppo: per l'INAF rappresentano programmi pluriennali che mobilitano competenze, laboratori, filiere industriali, sviluppo software e attività scientifiche continuative. Gli accordi con ASI costituiscono il principale strumento che rende possibile tale continuità e garantisce il ritorno scientifico e tecnologico dell'investimento nazionale.

Tabella 7 Progetti spazio cofinanziati dall'ASI

Anno inizio	Accordo ¹¹	Conclusione prevista	Area s/f
2011	<i>Swift - Attività scientifiche estensione Fase E2 - I/004/11/3</i>	10/2027	Astrofisica e cosmologia
2012	<i>Agile - Attività scientifiche - Estensione fase operativa e post operativa - I/028/12/5</i>	12/2025	Astrofisica e cosmologia
2016	<i>Juno - Jiram fase E: gestione dell'esperimento ed utilizzazione dei dati durante la missione - 2016-23-H.1</i>	07/2026	EFSS
2018 - 2017	<i>BepiColombo - Attività Scientifica Fase B2/C per calibrazione strumento ISA - 2017-47-H.O</i>	03/2025	EFSS
	<i>Attività scientifiche per NOMAD/ACS-TGO ExoMars 2016 e PFS/Mars Express - 2018-2-HH.O</i>	04/2026	EFSS
	<i>Partecipazione italiana al Gaia DPAC - operazioni e attività di analisi dati - 2018-24-HH.O¹²</i>	02/2025	Astrofisica e cosmologia
	<i>Solar Orbiter - Supporto scientifico alla realizzazione degli strumenti METIS e SWA/DPU - fasi D/E - 2018-30-HH.O</i>	07/2026	EFSS
2019	<i>Missione L2 di ESA: Fase A-B1 della missione Athena - 2019-27-HH.O</i>	12/2027	Astrofisica e cosmologia
	<i>Partecipazione italiana alla fase operativa della missione CHEOPS - 2019-29-HH.O</i>	04/2026	Astrofisica e cosmologia
	<i>Integral: attività scientifiche di sfruttamento dei dati e supporto in orbita - 2019-35-HH.O</i>	03/2026	Astrofisica e cosmologia
	<i>Limadou-2 fase B2/C/D/E1 - subcontratto di 2019-22-HH.O</i>	06/2025	EFSS
2020	<i>Partecipazione italiana alla fase A della missione LiteBIRD - subcontratto di 2020-9-HH.O</i>	02/2025	Astrofisica e cosmologia

¹¹ I progetti sono regolati da Accordi di collaborazione ai sensi dell'articolo 15 della Legge 7 agosto 1990, n. 241 tra ASI e INAF, tranne che per i progetti "Limadou 2", "LiteBIRD" e "Veritas" in cui INAF partecipa in qualità di subcontraente rispettivamente dell'INFN, dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e dell'Università di Roma "Sapienza" - Centro Ricerca Aerospaziale della Sapienza.

¹² La missione GAIA, sebbene sia stata inserita nell'area s/f "Astrofisica e Cosmologia", ha importanti ricadute anche nel campo della Planetologia e della Fisica del Sistema Solare.

2021	LIMADOU Scienza	03/2025	EFSS
	Partecipazione italiana alla fase B2/C della missione ARIEL - 2021-5-HH.O	03/2027	Astrofisica e cosmologia
	Missione Solar-C EUVST - Supporto scientifico di Fase B/C/D - 2021-12-HH.O	05/2027	EFSS
	Progetto Premiale GALILEO for Science 2.0 (G4S_2.0) - 2021-14-HH.O	07/2026	Fisica Fondamentale
2022	Partecipazione scientifica alla missione OSIRIS-REx Estensione delle attività di Fase E - 2022-1-HH.O	07/2025	EFSS
	Realizzazione di attività tecniche e scientifiche presso lo Space Science Data - 2022-14-HH.O	12/2025	Attività di supporto
	Attività scientifiche di fase B della missione VERITAS - subcontracto di 2022-15-HH.O	09/2027	EFSS
	Partecipazione Italiana alla missione IXPE della NASA - realizzazione e test dell'Instrument system e supporto per la fase E - 2022-19-HH.O	02/2026	Astrofisica e Cosmologia
	Attività scientifiche per la missione Plato - fase D - 2022-28-HH.O	10/2026	Astrofisica e Cosmologia
	Attività scientifiche pre-operative, di supporto al lancio, operative e di analisi dei dati per la missione HERMES pathfinder - 2022-25-HH.O	06/2026	Astrofisica e Cosmologia
	Partecipazione italiana alla missione NASA MUSE - 2022-29-HH.O	11/2027	EFSS
	Realizzazione dello strumento VISTA per la partecipazione italiana alla missione TianWen2 di CNSA - 2022-27-HH.O	12/2025	EFSS
2023	Attività Scientifica di preparazione all'esplorazione marziana - 2023-3-HH.O	02/2026	EFSS
	Missione JUICE - Attività dei team scientifici dei Payload per Lancio, commissioning, operazioni e analisi dati - 2023-6-HH.O	10/2026	EFSS
	Attività di analisi dati del telescopio LAT a bordo della missione FERMI - 2023-17-HH.O	06/2026	Astrofisica e cosmologia
	Missione ESA Comet Interceptor: Supporto I team scientifico per le fasi C/D1 - 2023-14-HH.O	12/2025	EFSS
	Attività di supporto al team scientifico per lo spettrometro I/R nell'ambito della partecipazione alla missione MAX degli Emirati Arabi Uniti - fasi B/C/D1 - 2023-21-HH.O	06/2025	EFSS

	<i>VEDRAI-VNIR Enhanced Dynamic RAnge Instrument - 2023-38-HH.O</i>	07/2026	EFSS
	<i>Detriti spaziali e sostenibilità delle attività spaziali a lungo-termine - 2023-50-HH.O</i>	11/2026	EFSS

Gli accordi e i progetti in corso costituiscono la componente operativa che rende effettiva la partecipazione dell'INAF alle missioni spaziali: accanto alla presenza in consorzi e missioni, essi coprono l'intero ciclo di vita delle attività, dalla preparazione scientifica allo sviluppo tecnologico e software, fino al supporto alle operazioni e allo sfruttamento scientifico dei dati.

L'ASI cofinanzia circa il 50% delle attività di ricerca dallo Spazio dell'INAF attraverso accordi pluriennali paritari.

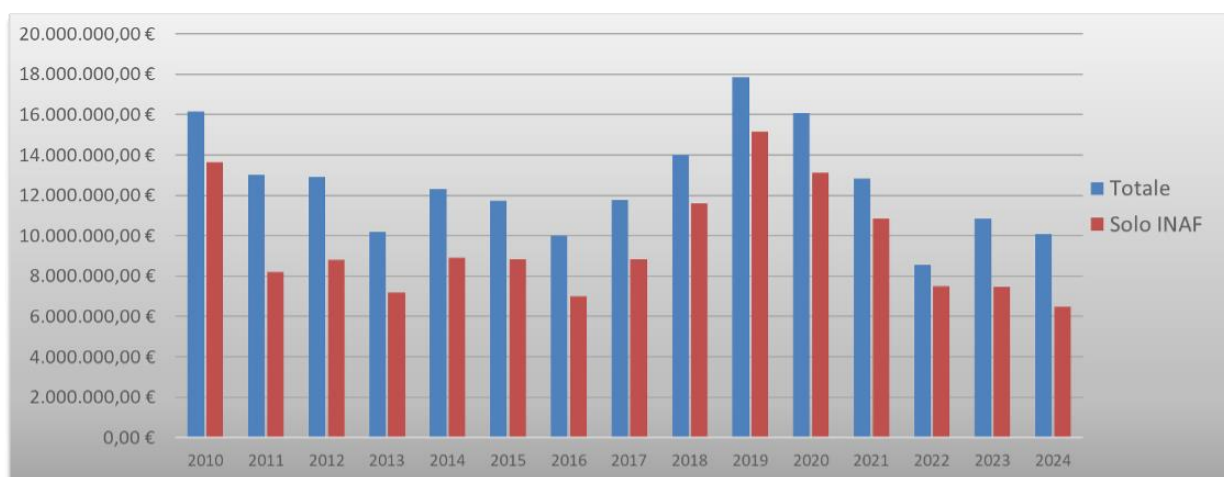


Figura 25 - Flusso annuo di finanziamento ASI→INAF associato agli accordi attivi (consuntivo 2024), con distinzione tra importo complessivo dell'accordo (inclusi eventuali sotto-contrattanti: enti di ricerca/università) e quota di competenza INAF.

Il flusso annuo di finanziamento da ASI a INAF dal 2010 al 2024 è dato in Figura 25 distinguendo l'importo complessivo degli accordi (comprensivo di eventuali sotto-contrattanti) dalla quota di competenza INAF. Esso è un indicatore della continuità della progettualità. Tale flusso sostiene attività continuative lungo l'intero ciclo di vita delle missioni: preparazione scientifica, progettazione e sviluppo di payload e sottosistemi, software, calibrazione e verifica delle prestazioni, fino alla preparazione dello sfruttamento scientifico.

In parallelo, la partecipazione dell'INAF alle missioni abilita filiere industriali nazionali: a valle della definizione scientifico-tecnica e della maturazione del TRL svolte da INAF, l'industria ingegnerizza e realizza i modelli di qualifica, validazione e volo, spesso attraverso contratti di entità molto significativa. Le attività INAF di verifica prestazionale e sviluppo di pipeline di analisi dati contribuiscono a massimizzare il ritorno scientifico e tecnologico dell'investimento nazionale.

La collaborazione scientifica INAF-ASI si accompagna tipicamente a contratti industriali per la realizzazione del payload e dei relativi modelli (qualifica, validazione e volo), spesso di entità molto significativa. INAF traduce requisiti scientifici in requisiti tecnici, contribuisce alla maturazione del TRL e supporta la verifica delle prestazioni tramite laboratori specializzati. Il sistema che ne

deriva integra ricerca, sviluppo tecnologico e industria, rafforzando filiere nazionali ad alta intensità di competenze e garantendo il pieno sfruttamento scientifico dei dati.

Il report relativo alle attività spazio e agli accordi attivi con l'ASI al 31/12/2024 è consultabile nel sito pta.inaf.it.

6.5 Il Programma Proris

Il Programma PRORIS è finalizzato a supportare la comunità italiana della ricerca spaziale nella definizione di strategie di medio-lungo termine e nell'implementazione di iniziative di ricerca di base ad alto contenuto scientifico e tecnologico. L'iniziativa è stata promossa dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) a seguito del quadro normativo introdotto nel 2022 e si inserisce nell'evoluzione della governance nazionale del settore spaziale. La gestione del Programma è affidata dal MUR a INAF e CNR; la Convenzione PRORIS, definita nell'ambito dell'Accordo Quadro CNR-INAF, è stata sottoscritta il 9 gennaio 2024.

Il PRORIS è articolato in quattro Aree Tematiche (Osservazione della Terra, Astrofisica, Ingegneria e tecnologie spaziali, Ricerca di base finalizzata alla Space Economy) e si sviluppa attraverso attività di programmazione strategica e di finanziamento competitivo di progetti scientifici e tecnologici, con particolare attenzione alle fasi iniziali della maturazione tecnologica (TRL 1–5). Il Programma include inoltre azioni di supporto e potenziamento di infrastrutture e laboratori, con l'obiettivo di renderli accessibili alla comunità scientifica e industriale attraverso una rete coordinata, nonché la realizzazione di un progetto strategico congiunto INAF-CNR in ambito geoscienze planetarie.

La governance del PRORIS è assicurata da referenti INAF e CNR, supportati da un Comitato Tecnico-Scientifico (CTS) con funzione consultiva, composto da rappresentanti degli Enti Pubblici di Ricerca operanti nel settore spazio (INAF, CNR, INFN, INGV) e da rappresentanti delle Università nominati dalla CRUI. Le attività vengono declinate annualmente in un piano operativo concordato tra le parti. Dal 2022 ad oggi il MUR ha reso disponibili risorse complessive pari a 27 M€ tramite FOE (12 M€ su CNR 2022, 10 M€ su INAF 2023, 5 M€ su INAF 2024 e 5 M€ su INAF 2025).

Nel dicembre 2024 è stata pubblicata la prima serie di bandi PRORIS, articolata in un bando INAF per Astrofisica e Ricerca di Base finalizzata alla Space Economy e in un bando CNR per Osservazione della Terra e Ingegneria e Tecnologie Spaziali. La risposta della comunità scientifica al bando INAF è stata particolarmente elevata: sono pervenute 56 proposte, con richieste finanziarie complessive pari a 30,6 M€, oltre cinque volte il finanziamento disponibile. La valutazione delle proposte, condotta dal CTS con il supporto di revisori esterni, è stata completata e la graduatoria finale è stata pubblicata in data 14 novembre 2025. Sono entrate in graduatoria utile 13 proposte di cui 7 a guida INAF, 4 a guida CNR e 2 a guida INFN. La distribuzione delle proposte selezionate rispetto ai principali Enti di Ricerca dimostra come il bando PRORIS abbia riscosso significativo interesse nella comunità scientifica nazionale anche fuori dall'INAF. Una seconda serie di bandi è attualmente in preparazione, con pubblicazione prevista nel 2026.

6.5.1 Il “Progetto Strategico” PRORIS

Il “*Progetto Strategico*” PRORIS, incluso nel piano annuale delle attività del Programma, prevede il coinvolgimento congiunto di CNR e INAF nello sviluppo scientifico e tecnologico di metodologie e strumentazione per la ricerca e caratterizzazione in situ di risorse lunari, con particolare attenzione all’acqua e a materiali di elevato valore strategico quali terre rare, metalli rari ed elementi del gruppo del platino. Il progetto è orientato a sviluppi tecnologici nei livelli TRL 1–5 ed è concepito per la realizzazione di payload compatibili con l’integrazione su lander e rover, inclusi sistemi di piccole dimensioni, così da poter cogliere opportunità di volo anche in ambito commerciale internazionale (ad esempio programmi tipo *Commercial Lunar Payload Services*). Le attività si articolano in tre fasi principali: sviluppo di metodologie e prototipi per la caratterizzazione della superficie e del sottosuolo; validazione in analoghi terrestri; valutazione delle soluzioni più promettenti in vista di possibili applicazioni in ambiente lunare nel breve termine. Il Progetto Strategico si colloca nel quadro del crescente interesse internazionale verso l’esplorazione lunare come piattaforma abilitante per lo sviluppo di tecnologie e capacità operative necessarie alle successive fasi dell’esplorazione umana e robotica del Sistema Solare. Iniziato a marzo 2025, per le annualità 2025–2026, l’INAF ha destinato al progetto risorse pari a circa 2,5 M€.

Il progetto è articolato in tre pilastri (Sistema, Scienza, Tecnologie), con una forte componente di project e system engineering, una definizione scientifica orientata al profilo di missione e un portafoglio di tecnologie organizzate per filoni applicativi (acqua e terre rare) e per progressione TRL, fino alla validazione sperimentale e all’integrazione su rover/lander.

6.6 Il Progetto “Space IT UP”

“Space IT UP” è un Partenariato Esteso nazionale dedicato alle attività spaziali, promosso nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e finanziato dall’Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dal Ministero dell’Università e della Ricerca (MUR), con l’obiettivo di rafforzare l’ecosistema italiano della ricerca spaziale attraverso l’integrazione di università, enti di ricerca e imprese. Il progetto nasce in risposta al Bando ASI per “Attività spaziali” (avviso MUR n. 341 del 15/03/2022) ed è risultato vincitore della selezione, coinvolgendo complessivamente 33 partner pubblici e privati in un programma di ricerca di base e sviluppo tecnologico ad alto impatto scientifico, industriale e sociale.

Nel giugno 2024 il Partenariato si è dotato di una struttura stabile attraverso la costituzione della “Space IT UP” Società consortile a responsabilità limitata (Scarl), organizzata come consorzio pubblico-privato con autonoma personalità giuridica, incaricata della realizzazione del programma di ricerca. Con la sottoscrizione, nel luglio 2024, del contratto di finanziamento tra ASI e la “Space IT UP” Scarl (Contratto n. 2024-5-E.O), è stata formalizzata la concessione di un finanziamento complessivo pari a € 79.567.777,14, di cui € 5.876.318,94 destinati alle attività dell’INAF. Nel settembre 2024, un apposito accordo ha disciplinato i rapporti tra la “Space IT UP” Scarl e l’INAF per l’attuazione del programma di ricerca.

La gestione scientifica del progetto è organizzata attraverso un HUB centrale e 9 Spoke tematici, che coprono un ampio spettro di ambiti strategici, dall’osservazione della Terra e dei fenomeni ad alta energia, alla protezione planetaria, allo *Space Weather*, fino all’esplorazione robotica e umana e allo sviluppo di habitat spaziali. L’INAF riveste un ruolo di primo piano nel

Partenariato, con la leadership dello **Spoke 6** “*Protection of Critical Infrastructures and Space Weather*” e la co-leadership dello **Spoke 8** “*Robotic and Human Exploration of Extraterrestrial Habitats, Architectures and Infrastructures*”. Inoltre, l’INAF contribuisce alle attività di **Spoke 4** “*Remote Non-Imaging/High Energy Particles*”, **Spoke 5** “*Planetary Protection and Geohazards Mitigation*” e **Spoke 9** “*Habitat Space and Science*”. Tali attività rafforzano il posizionamento dell’INAF come attore chiave della ricerca spaziale nazionale e internazionale, contribuendo allo sviluppo di conoscenze di base e tecnologie abilitanti con ricadute rilevanti per la sicurezza, la sostenibilità e l’innovazione del Paese.

6.7 Progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

In questa sezione sono descritti sinteticamente tutti i principali Progetti PNRR gestiti dall’INAF, con relativa analisi dello stato di avanzamento valutato a Giugno 2026.

In particolare, per i quattro Progetti maggiori (denominati STILES, CTA+, NG-CROCE, EMM), finanziati dall’Unione Europea e approvato dal Ministero dell’Università a seguito dell’ Avviso pubblico n. 3264 del 28/12/2021 per la presentazione di proposte progettuali per “Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca” da finanziare nell’ambito del PNRR Missione 4, “Istruzione e Ricerca” – Componente 2, “Dalla ricerca all’impresa” – Linea di investimento 3.1, “Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione”, verrà riportato lo stato di avanzamento associato esclusivamente ai procedimenti di acquisto eseguiti direttamente dall’INAF.

6.7.1 STILES

STILES è un programma finanziato dal Programma Nazionale di Resistenza e Resilienza (PNRR) che mira a rafforzare la leadership italiana nell’esplorazione dell’Universo sviluppando laboratori e strumenti per i due più grandi telescopi terrestri dei prossimi decenni: l’European Extremely Large Telescope (ELT) e lo Square Kilometer Array (SKA).

Il programma STILES è coordinato dall’Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con 7 Università italiane ed enti di ricerca internazionali.

Gli obiettivi di STILES includono:

- Aggiornamento diretto delle capacità osservative di ELT e SKA, grazie alla costruzione di strumentazione per ELT e SKA e per i rispettivi precursori VLT/LBT e MeerKAT.
- Investimenti in tecnologia dell’informazione, acquisendo infrastrutture HW e SW fondamentali per lo sviluppo di nuovi strumenti e l’analisi dei loro dati. Tra queste figurano un centro di calcolo ad alte prestazioni e strumenti software basati sull’apprendimento automatico per l’analisi dei dati, nonché una Concurrent Design Facility e altre infrastrutture per lo sviluppo di strumenti.
- Sviluppo di laboratori per lo studio delle condizioni “eso-atmosferiche”, che ci permetteranno di studiare stati fisici che non sono mai stati osservati sulla Terra, offrendoci vantaggi cruciali nella comprensione e nell’interpretazione dei dati degli strumenti ELT.
- Sviluppo di esperimenti e laboratori di R&D. L’obiettivo è investire nei nostri laboratori per inventare ed esplorare nuove tecnologie in diversi campi (ottica adattiva, rivelatori ottici e ricevitori radio) e applicarle al settore astronomico.

- Infrastrutture nazionali per verifica di strumentazione. Verrà realizzata una rete di strutture in grado di fornire servizi generali (come la progettazione e la produzione opto-meccanica) e strutture polivalenti per la caratterizzazione di strumenti e metodi. Queste strutture coordinate saranno a disposizione di tutti i gruppi tecnologici italiani e internazionali.
- Un programma scientifico ed educativo unico. L'ultimo pilastro del nostro programma è un programma coordinato di dottorati e un programma post-dottorato a livello nazionale esplicitamente incentrato sulla scienza con ELT, SKA e le loro sinergie, volto a promuovere la carriera di giovani astronomi.

Il finanziamento complessivo di STILES ammonta a 65.420.560€ (che diventano 69.999.999 con le spese generali).

Allo stato attuale, con aggiornamento a giugno 2026, si rileva che tutte le procedure sono state chiuse. In dettaglio:

STILES					
Affidamenti diretti			Gare		
da avviare	in corso	concluse	da avviare	in corso	concluse
0	0	176	0	0	63
0,00%	0,00%	73,6%	0,00%	0,00%	26,4%
176			63		
TOTALE PROCEDURE DI ACQUISTO					239

6.7.2 CTA+

CTA+ è un programma PNRR-IR per il potenziamento del sito SUD di CTA. Il programma CTA+ è coordinato dall'INAF, prevede una importante partecipazione dell'INFN e di 6 Università italiane ed è svolto in collaborazione con altri enti di ricerca internazionali già coinvolti in CTA.

L'Osservatorio CTAO, neo-istituito in un Consorzio Europeo di Infrastrutture di Ricerca (ERIC) il 7 gennaio 2025, è elencato tra le Infrastrutture di Ricerca (IR) a più alta priorità nazionale, coerentemente con il forte coinvolgimento internazionale finanziario, politico, tecnico e scientifico, nonché per l'ubicazione dei suoi headquarters in Italia. Purtroppo, per restrizioni finanziarie, la comunità internazionale non era riuscita ancora a coprire tutti i costi della costruzione di CTAO originariamente pianificati ed il progetto è stato costretto a definire una "configurazione Alpha" che, per il sito sud in Cile, non include nessuno dei 4 telescopi di grandi dimensioni (LST) originariamente previsti, ed avrà un numero ridotto di telescopi di piccole dimensioni (SST) rispetto alla sua baseline originale. Non è sorprendente quindi leggere nello statuto stesso dell'ERIC CTAO che il ripristino dei telescopi LST e l'aumento di telescopi SST sono le due priorità assolute del progetto per il sito sud perché volti a garantire il recupero di una parte importante della scienza accessibile dal sito sud, ossia quella legata alla fisica dei transienti, delle sorgenti multi-messenger, e delle sorgenti extragalattiche.

Per le suddette ragioni la proposta CTA+ è volta a fornire i tanto desiderati telescopi aggiuntivi, in particolare 2 LST e 5 SST da posizionare nel sito di CTA-S. Per massimizzare inoltre il ritorno scientifico consentito da CTA+, sono stati proposti ulteriori miglioramenti quali i) il

potenziamento di IRs a guida INAF, ossia degli Osservatori VST, TNG e delle tre antenne radio italiane VLBI, per la loro ottimizzazione ad effettuare i follow-up elettromagnetici (Ottici/IR/radio) delle sorgenti CTA, ii) il potenziamento della ricerca e sviluppo per futuri rivelatori per CTA, iii) la realizzazione di un prototipo end-to-end per l'interferometria ad intensità ottica e iv) il potenziamento della formazione e supporto scientifico al programma CTA+ e alla sede degli Headquarters a Bologna.

Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Avviso Pubblico n. 3624 del 28 dicembre 2021 con un contributo complessivo di 71.477.540,93 €.

Al progetto collaborano l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e le cinque Università seguenti: Università degli Studi di Bologna (UNIBO), Università degli Studi di Bari (UNIBA), Politecnico di Bari (PoliBa), Università degli Studi di Siena (UNISI) ed Università degli Studi di Palermo (UNIPA).

Allo stato attuale, con aggiornamento a giugno 2026, si rileva che tutte le procedure sono state chiuse. In dettaglio:

CTA+					
Affidamenti diretti			Gare		
da avviare	in corso	concluse	da avviare	in corso	concluse
0	0	73	0	0	10
0,0%	0,0%	88,0%	0,0%	0,0%	12,0%
73			10		
TOTALE PROCEDURE DI ACQUISTO					83

6.7.3 NG Croce

Next Generation – Croce del Nord (NG-CROCE) prevede l'aggiornamento del radiotelescopio "Croce del Nord" di Medicina (BO) e la parabola di 32 metri di diametro di Noto (SR) per lo studio dei Fast Radio Burst e il monitoraggio dei detriti spaziali. Il progetto è coordinato dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con il Politecnico di Milano e include i seguenti obiettivi:

- **ristrutturazione e messa in operatività del ramo Est-Ovest del radiotelescopio Croce del Nord** di Medicina, sia per obiettivi scientifici che per la partecipazione alla rete europea di monitoraggio dei detriti spaziali;
- **installazione a Medicina di un nuovo centro di calcolo** per la ricerca scientifica sui Fast Radio Burst (FRB) e il monitoraggio dei detriti spaziali;
- **installazione** di un nuovo ricevitore in banda P sulla parabola di Noto e di un nuovo strumento di *back-end* per svolgere osservazioni interferometriche insieme alla Croce del Nord e al Sardinia Radio Telescope;
- **costruzione di un'antenna trasmittente** per il monitoraggio dei detriti spaziali, da installare su un'area militare, alla stessa longitudine della Croce del Nord;
- **installazione di due impianti fotovoltaici** da 250 kW e 75 kW, rispettivamente nelle stazioni radioastronomiche di Medicina e Noto, per il sostentamento energetico delle stesse. In questo modo sarà possibile ridurre i consumi energetici, produrre energie

sostenibili ed eliminare i sistemi di riscaldamento a combustibili fossili, dando avvio, di fatto, a un processo di transizione energetica;

- **partecipazione alla realizzazione di CHORD**, un nuovo radiotelescopio canadese per la ricerca di fenomeni transienti e FRB.

Per raggiungere gli obiettivi descritti finora, le attività sono divise in sei Working Package (WP): Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Avviso Pubblico n. 3624 del 28 dicembre 2021, per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca", da finanziare nell'ambito del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" ("PNRR"), "Missione 4", denominata "Istruzione e Ricerca", "Componente 2", denominata "Dalla Ricerca alla Impresa", "Linea di Investimento 3.1", "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione" con un contributo complessivo di 18.952.289,40€.

Al progetto collaborano diverse professionalità del Politecnico di Milano (PoliMi) e di tre sedi dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF): l'Istituto di Radioastronomia di Bologna (IRA), l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri (OA-Arcetri) e l'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OA-Cagliari).

Allo stato attuale, con aggiornamento a giugno 2026, si rileva che tutte le procedure sono state chiuse. In dettaglio:

NG-CROCE					
Affidamenti diretti			Gare		
da avviare	in corso	concluse	da avviare	in corso	concluse
0	0	49	0	0	11
0,0%	0,0%	81,7%	0,0%	0,0%	18,3%
49			11		
TOTALE PROCEDURE DI ACQUISTO					60

6.7.4 EMM

Earth Moon Mars (EMM) è un progetto finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) per favorire lo sfruttamento scientifico della Luna in Italia. Si basa sull'idea di utilizzare la Luna come sito privilegiato per osservare la Terra e l'Universo e, allo stesso tempo, supportare le attività che prepareranno l'esplorazione umana di Marte.

EMM (Proposta: IRO000038) è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell' Avviso pubblico n. 3264 del 28/12/2021 per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca" da finanziare nell'ambito del PNRR Missione 4, "Istruzione e Ricerca" – Componente 2, "Dalla ricerca all'impresa" – Linea di investimento 3.1, "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione", con un contributo complessivo di 29.999.819€, di cui 5.899.773.03 € per INAF.

EMM è coordinato dall'INAF in collaborazione con l'ASI e il CNR.

Gli obiettivi principali di EMM sono:

- **la creazione di una nuova infrastruttura per le comunicazioni tra Terra Luna e Marte** (SRT/DSN);

- **esplorare la capacità della Luna come laboratorio di ricerca** polivalente dedicato alla scienza della Terra e dell'Universo dalla Luna;
- **svolgere attività di R&S** per sviluppare strumenti innovativi per l'osservazione della Terra e dell'Universo, da ospitare sull'infrastruttura lunare
- **un passo avanti verso Marte**, attraverso il progresso nella comprensione delle atmosfere marziana e terrestre: la creazione di un'infrastruttura hardware e software, composta da strutture di calcolo innovative, sistemi di archiviazione all'avanguardia, connessioni di rete e dispositivi innovativi per l'elaborazione e la modellazione dei dati, finalizzati allo studio delle atmosfere planetarie (con un focus particolare sulla Terra e su Marte) e in combinazione con strumentazione per attività di calibrazione e validazione (Cal/Val) da stazioni a terra, per la validazione dei dati satellitari relativi ai costituenti gassosi e al particolato nell'atmosfera terrestre;
- **formare una nuova generazione di scienziati e ingegneri**, dando loro la possibilità di guidare le rivoluzioni scientifiche che queste infrastrutture renderanno possibili;
- **stabilire un network tra gli istituti di ricerca e le industrie italiane**, al fine di potenziarne le sinergie e ottimizzare l'allocazione delle risorse a livello nazionale.

Gli obiettivi saranno raggiunti attraverso l'implementazione di diverse nuove infrastrutture:

- **Infrastruttura SRT**

SRT è un radiotelescopio parabolico completamente orientabile di 64 m di diametro, situato in Sardegna, in grado di operare con alta efficienza nella gamma di frequenza 0,3-116 GHz. Uno studio per l'implementazione completa in tutte le bande di frequenza per le comunicazioni Deep Space e Near Earth permetterà a SRT di rafforzare il suo ruolo nel DSN e nel panorama internazionale. Questo studio porterà alla progettazione e implementazione di servizi di comunicazione Deep Space in conformità con le interfacce e pratiche internazionali. Verrà implementata la piena capacità di ricezione dell'antenna attraverso l'aggiornamento dell'attuale configurazione ottica e una catena di ricezione criogenica a basso rumore a doppia polarizzazione nelle bande X, K e Ka.

- **Infrastruttura Lunare**

Uno degli obiettivi più ambiziosi è l'identificazione di un'infrastruttura lunare come laboratorio di ricerca multipurpose. Il sistema sarà focalizzato sull'alloggiamento degli strumenti proposti e sulla loro operabilità con il segmento terrestre (SRT). La base sarà modulare, permettendo di aggiungere altri strumenti successivamente.

Lo studio di fase A, previsto nel progetto, è stato quasi ultimato.

Strumentazione per l'Infrastruttura Lunare

In questo progetto si propone lo sviluppo di dieci strumenti per colmare lacune nella conoscenza scientifica e creare un osservatorio multidisciplinare italiano sulla Luna. Gli strumenti proposti sono basati su tecnologie e/o patrimoni spaziali in cui l'Italia ha un ruolo di leadership internazionale. Gli strumenti da sviluppare a vari livelli TRL sono:

- LEM-X: un All Sky Monitor che opera in un'ampia gamma di energie, da 2 keV a 50 keV su tutto il cielo, per monitorare i transienti in X. Resp. INAF-IAPS.
- LUNAPOL: un polarimetro per il rilevamento della polarizzazione interstellare. Resp. UniSapienza/INAF-IAPS.
- Due strumenti per l'osservazione della Terra: LETO, che include uno spettro-radiometro a trasformata di Fourier (LETO-FTS) e uno studio di fattibilità per un imager (LETO-IMG);

e MaTEO, uno studio di fattibilità di un radiometro subTHz per osservazioni basate sulla Luna. Resp. CNR.

- Sei strumenti per monitorare le caratteristiche e l'ambiente lunare: la camera pancromatica PANCAM (INAF-OAPD), il sismografo LISS (INAF-IAPS), MUAM: un dispositivo ottico compatto ed efficiente per la determinazione dell'irradianza solare diretta e dell'albedo nelle tre bande UV, UV-A, UV-B e UV-C (INAF-OAS), due sistemi complementari per lo studio della polvere in sospensione sulla superficie lunare: LD GRIDS (INAF-OACN) e DEC (INAF-IAPS) e il sensore SXRm per monitorare l'emissione di raggi X dai brillamenti solari, rilevante sia dal punto di vista scientifico che per lo space weather (INAF-OATO).

Infine, si punta anche a costruire un'infrastruttura per lo studio dell'atmosfera di Terra e Marte in grado di colmare le lacune attuali nelle capacità di modellazione di misurazioni indirette delle atmosfere terrestri e planetarie in Italia.

Le strutture INAF coinvolte nel progetto sono:

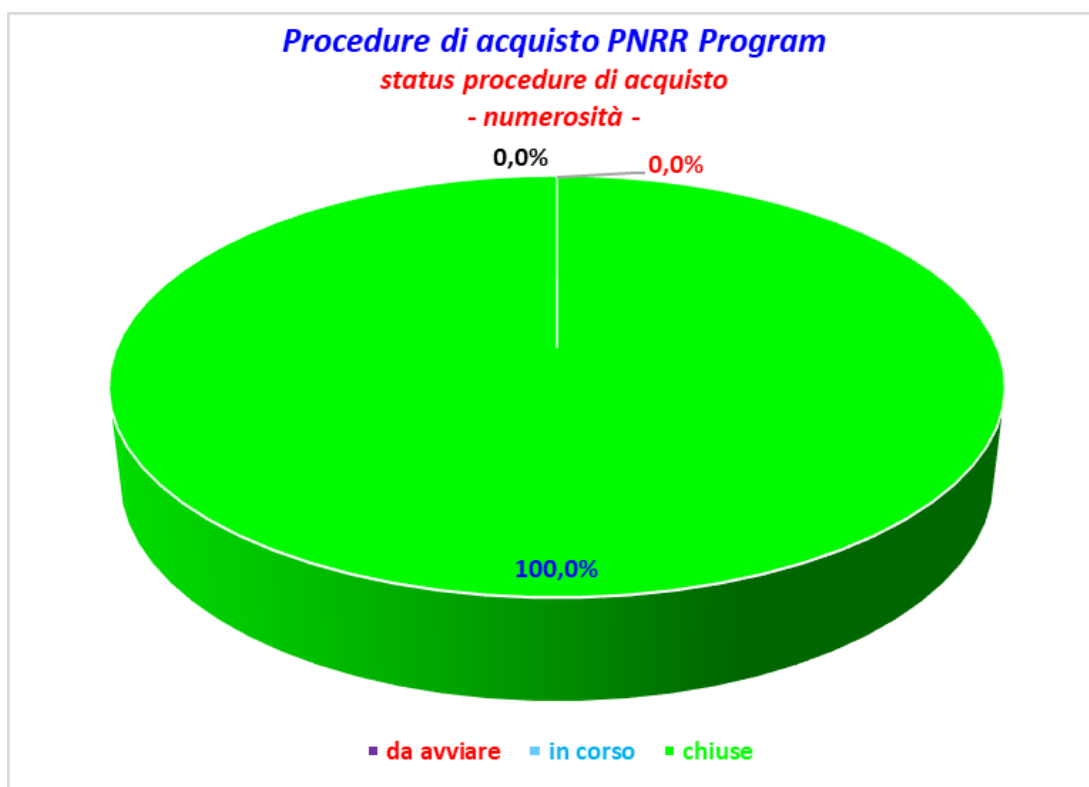
- L'Osservatorio Astronomico di Capodimonte (OACN), Napoli
- L'Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma (IAPS), Roma
- L'Osservatorio Astronomico di Padova (OAPD), Padova
- L'Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna (OAS), Bologna
- L'Osservatorio Astrofisico di Torino (OATO), Torino

Allo stato attuale, con aggiornamento a giugno 2026, si rileva che tutte le procedure sono state chiuse. In dettaglio:

EMM					
Affidamenti diretti			Gare		
da avviare	in corso	concluse	da avviare	in corso	concluse
0	0	77	0	0	7
0,00%	0,00%	91,67%	0,00%	0,00%	8,33%
77			7		
TOTALE PROCEDURE DI ACQUISTO					84

6.7.5 Andamento complessivo del Programma PNRR (4 maggiori Progetti)

Rappresentando ora i valori integrati dei 4 maggiori progetti INAF finanziati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) precedentemente descritti, si ha, in forma tabellare e grafica:

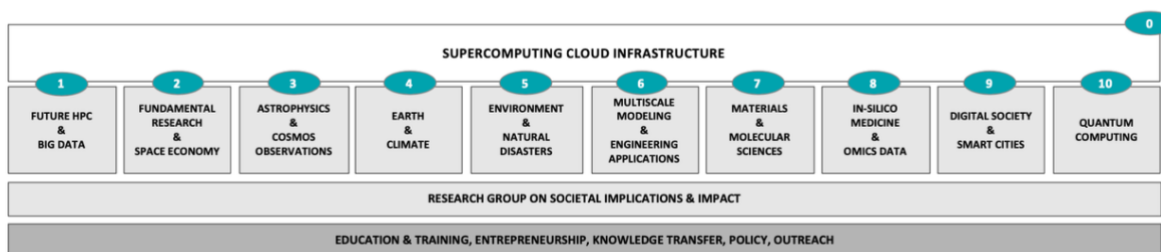


6.7.6 Altri progetti PNRR in cui è coinvolta INAF

Il Centro Nazionale HPC, Big Data and Quantum Computing (ICSC)

Il Centro Nazionale (CN) HPC, Big Data e Quantum computing è uno dei cinque centri nazionali istituiti per il PNRR. È principalmente dedicato a diverse aree strategiche per lo sviluppo del paese per simulazioni, calcolo e alte prestazioni ed analisi dei dati. Il principale obiettivo per INAF è lo sviluppo di tecnologie di calcolo innovative per l'Astrofisica per la prossima generazione di infrastrutture Exascale per i più importanti progetti di osservazione e osservatori: SKA, LOFAR2.0, Meerkat+, Euclid, Gaia, CTA, ASTRI, SWGO, LSST, ELT and HPC Theory ecc.

Il CN è strutturato secondo il modello hub - spoke ed è gestito dalla fondazione ICSC. INAF è tra i soggetti fondatori del Centro e Spoke Leader di Spoke 3 Astrophysics and Cosmos Observation, ed affiliato in Spoke 1 Future HPC & Big Data, Spoke 2 Fundamental Physics and Space Economy (Spoke co-Leader) e Spoke 10 Quantum Computing



Il CN avrà infrastrutture HPC collegate a Leonardo al Tecnopolo e in altre sedi nazionali. I principali obiettivi di INAF sono lo sfruttamento di soluzioni all'avanguardia nella riscrittura e adeguamento di software di analisi (con machine learning e visualizzazione) e simulazioni per HPC e Big Data e Quantum Computing nelle seguenti principali area di ricerca dell'INAF: Cosmologia; Stelle e Galassie; Fisica spaziale (Terra, Solare e Planetaria); Radioastronomia; Astrofisica osservativa e time domain; Astrofisica delle alte energie, fondo cosmico a microonde; Struttura su larga scala, ammassi e galassie; astrofisica multi messaggero;

Il Budget complessivo di INAF per la partecipazione al Centro Nazionale è di 12.653.460 Euro. Tale finanziamento è in corso di spesa secondo le seguenti voci (incluso costi indiretti forfettario del 15% sul personale):

Nel 2024 sono stati attivati 33 progetti ammessi al finanziamento sul Bando a Cascata INAF che vede coinvolti oltre 100 ricercatori di PMI, Medie Aziende e Università statali e private riconosciute MUR.

Sono inoltre in fase di realizzazione 6 progetti in collaborazione con le aziende su tematiche di interesse comune dell'ente e delle stesse aziende. Le aziende coinvolte con INAF sono Banca Intesa Sanpaolo, Sogei, UnipolSai, Leonardo, Thales Alenia Space Italia, ENI e IFAB.

I principali deliverables e milestone da raggiungere riguardano i seguenti obiettivi.

- **HPC Codes Enabling and Optimization:** selezione dei codici che richiedono grandi risorse computazionali per affrontare le sfide dei grandi esperimenti del prossimo futuro. Le azioni previste sono la riprogettazione, la re implementazione e l'ottimizzazione dei codici al fine di sfruttare efficacemente le soluzioni HPC all'avanguardia, compresi gli acceleratori e le architetture alternative (ad esempio GPU e architetture ARM).

- **Progettazione di algoritmi, metodologie e codici innovativi verso Exascale e oltre:** identificazione degli algoritmi e metodologie innovativi con la capacità di sfruttare le architetture exascale e post exascale.
- **Big Data Analysis, Machine Learning e Visualizzazione** con l'applicazione di tecniche avanzate di Intelligenza Artificiale applicate a grandi volumi di dati astrofisici, facilitando la convergenza [calcolo eterogeneo] di strumenti HPC, HTC, HPDA e Cloud e sfruttando piattaforme Exascale.
- **Big Data Management, Storage and Archiving:** partendo dalla best practice e framework già implementati per gestire dati e software con principi FAIR e Open Science e sviluppare framework innovativi in grado di soddisfare la Big Data Challenge.

KM3Net4RR [“Kilometer Cube Neutrino Telescope for Recovery and Resilience”]

KM3Net4RR (Proposta: IRO0000002) è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Avviso pubblico n. 3264 del 28/12/2021 per la presentazione di proposte progettuali per “Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca” da finanziare nell'ambito del PNRR Missione 4, “Istruzione e Ricerca” – Componente 2, “Dalla ricerca all'impresa” – Linea di investimento 3.1, “Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione”, con un contributo complessivo di € 77.186.973.

KM3Net4RR è coordinato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in collaborazione con INAF, il Politecnico di Bari, l'Università degli studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, l'Università degli studi di Catania, l'Università degli studi di Genova, l'Università degli Studi di Napoli Federico II, l'Università degli Studi di Salerno e l'Università degli Studi di Roma “Sapienza”.

KM3Net4RR è un progetto basato sul telescopio per neutrini Kilometer Cube (KM3NeT), un grande rivelatore di neutrini di acque profonde nel Mar Mediterraneo, situato al largo di Portopalo di Capo Passero (Sicilia).

La missione di KM3NeT è quella di implementare e gestire un osservatorio aperto, leader a livello mondiale per lo studio di neutrini cosmici e ricerca multidisciplinare. È stata selezionata come infrastruttura di ricerca ad alta priorità per la scienza europea ed inclusa nelle tabelle di marcia dell'ESFRI per il 2016 e il 2020. KM3NeT sarà innovativo in:

- Astronomia dei neutrini: con la sua risoluzione angolare superiore, permetterà di identificare le sorgenti dei neutrini cosmici e di misurarne gli spettri energetici.
- Scienze marine: offrirà grandi opportunità per la connessione di sensori fornendo una raccolta di dati a lungo termine, ad alta larghezza di banda e continua. Inoltre, questi dati possono essere correlati con i dati del rivelatore di neutrini stesso, che può anche monitorare bioluminescenti e attività di bioacustica e correnti marine.

Oltre all'elevato potenziale di nuove scoperte, KM3NeT è fortemente integrato con il territorio regionale e nazionale. Nel prossimo decennio, KM3NeT sarà l'unico sito in Europa a fornire un'opportunità unica alla comunità scientifica dei fisici, astronomi e scienziati marini.

INAF partecipa al WP 7 [Implementation of multimessenger liaisons] con attività distribuite sulle due sedi siciliane, INAF-OAPA e INAF-OACT.

Le attività INAF si concentrano su:

- L'aggiornamento del radiotelescopio INAF, situato a Noto (Sicilia). Le frequenze radio del telescopio saranno estese a frequenze più elevate con l'acquisizione di uno specchio

secondario (sub-riflettore) con un'adeguata precisione superficiale e di un ricevitore tri-band. Verrà inoltre aggiornato il sistema di acquisizione dati e del software per l'archiviazione dei dati. L'archivio sarà reso disponibile alla comunità;

- Osservazioni regolari di un campione di radio sorgenti che sono potenziali sorgenti di neutrini di alta energia, e costruzione di un database accessibile dalla comunità;
- Follow-up radio di sorgenti di neutrini;
- Follow-up radio di sorgenti che emettono raggi gamma ad alta energia osservati con rivelatori HAWC e LHAASO.
- La modellizzazione dell'emissione di neutrini da supernovae galattiche.

Einstein Telescope Infrastructure Consortium, ETIC

Einstein Telescope Infrastructure Consortium, ETIC è il consorzio nato e finanziato nell'ambito della Missione 4 coordinata dal MUR Ministero dell'Università e della Ricerca del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, di cui l'INFN è capofila.

ETIC, proposta progettuale "IRO000004", è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Avviso Pubblico n. 3624 del 28 dicembre 2021, per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca", da finanziare nell'ambito del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" ("PNRR"), "Missione 4", denominata "Istruzione e Ricerca", "Componente 2", denominata "Dalla Ricerca alla Impresa", "Linea di Investimento 3.1", "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione" con un contributo complessivo di 49.998.931,39 €. La quota assegnata a INAF è 407.316,90 €.

L'obiettivo di ETIC, che riunisce università ed enti di ricerca nazionali, è quello di sostenere la candidatura italiana a ospitare l'interferometro gravitazionale di nuova generazione Einstein Telescope (ET), una delle più grandi e ambiziose infrastrutture di ricerca di interesse strategico per l'Europa sostenuta dalla roadmap ESFRI, lo European Strategy Forum on Research Infrastructure. A fronte di un investimento totale di 50 milioni di euro, entro i prossimi 30 mesi, ETIC si occuperà della preparazione e della realizzazione dello studio di fattibilità e della caratterizzazione del sito individuato per ET, la miniera dismessa di Sos Enattos, nel Nuorese. Contestualmente, sarà realizzata una rete di laboratori di ricerca per lo sviluppo delle tecnologie che saranno adottate dal nuovo osservatorio gravitazionale. ETIC si propone inoltre di realizzare e/o potenziare, presso gli Enti di ricerca e le università partecipanti al progetto, una rete di laboratori di ricerca e sviluppo mirata allo studio delle tecnologie abilitanti. In particolare, i sistemi di filtraggio sismico e di controllo a bassa frequenza per la sospensione delle ottiche di ET, gli apparati criogenici a basso rumore per l'abbattimento del rumore termico nelle ottiche principali di ET, nuove tecnologie nel campo della fotonica, dell'ottica e dell'elettronica, e infine nuovi materiali per realizzare gli specchi di Einstein Telescope. È di tutta evidenza la rilevanza di ET nella ricerca astrofisica che riguarda direttamente INAF sia dal punto di vista scientifico che da quello tecnologico. Sono già oltre 80 i ricercatori dell'INAF presenti nella Collaborazione Einstein Telescope che riunisce tutti gli scienziati e i tecnologi che lavorano alla realizzazione di ET.

INAF partecipa al progetto **PNRR ETIC** attraverso il Laboratorio Nazionale per Ottiche Adattive **ADONI** che ha nella propria missione il trasferimento delle tecnologie adattive sviluppate per i telescopi ottici in altri campi scientifici. Nel campo degli interferometri gravitazionali come l'Einstein Telescope, l'obiettivo di Adoni è quello di sviluppare un laboratorio dedicato allo studio di un concetto innovativo per la correzione degli specchi di ET che utilizza fasci IR per controllare

la forma dello specchio mediante riscaldamento locale. È previsto che il sistema funzioni in ciclo chiuso, regolando il riscaldamento locale utilizzando le informazioni di un canale di misura che verifica la forma effettiva degli specchi da controllare.

Con questo progetto del laboratorio ADONI, INAF si candida concretamente a contribuire allo sviluppo di un sistema adattivo per il ET anche attraverso la formazione per giovani ricercatori.

L'idea dietro al sistema proposto, presa in prestito dal controllo di fronti d'onda nelle ottiche adattive astronomiche, è quella di generare un pattern di intensità spazialmente modulato con un fascio laser che illumina gli specchi del telescopio ET (o un plate opportuno). Introducendo una distribuzione spaziale di energia (e quindi di temperatura) che corrisponda alle aberrazioni misurate degli specchi, il sistema può controllare e annullare le variazioni delle ottiche in questione.

I compiti sono condivisi tra vari partner di ADONI come segue:

1. Osservatorio Astronomico di Padova, che si occupa dello specchio deformabile e della sua calibrazione,
2. Osservatorio Astrofisico di Arcetri che si occupa dell'interferometro e dell'allestimento generale del banco ottico,
3. Osservatorio Astronomico di Brera/Merate che si occupa delle telecamere, delle sorgenti laser e dei substrati mimanti lo specchio di ET,
4. Osservatorio Astronomico d'Abruzzo, che si occupa della camera a vuoto in cui è contenuto il campione. È da notare che il progetto verrà seguito anche da un dottorando di ricerca dedicato specificatamente all'esperimento. Tutto il sistema verrà assemblato e verificato in un apposito laboratorio all'Osservatorio di Arcetri dove resterà a disposizione del Laboratorio Nazionale ADONI per sviluppi futuri.

VITALITY

Il programma "Innovation, digitalisation and sustainability for the diffused economy in Central Italy – VITALITY" (proposta progettuale ECS 00000041), CUP C53C22000400006, è finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU ed approvato dal Ministero dell'Università e della Ricerca a seguito dell'Avviso pubblico per la presentazione di Proposte di intervento per la creazione e il rafforzamento di "ecosistemi dell'innovazione", costruzione di "leader territoriali di R&S" – Ecosistemi dell'Innovazione – nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, Missione 4 Istruzione e ricerca – Componente 2 Dalla ricerca all'impresa – Investimento 1.5, finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU (MUR REGISTRO DECRETI R. 0003277 del 30.12.2021). Il finanziamento per INAF ammonta a € 550.337,50

VITALITY è coordinato dall'Università degli Studi de L'Aquila e comprende dieci Spoke, coordinati da 9 Università e Istituti Accademici dell'Abruzzo (4 Spoke), delle Marche (4 Spoke) e dell'Umbria (2 Spoke). Ciascuno Spoke, a sua volta, include un certo numero di Affiliati, comprendenti complessivamente 5 soggetti pubblici (Università ed Enti di Ricerca) e 10 soggetti privati.

L'INAF, con la sua struttura dell'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo, è Affiliato allo Spoke 2, "ASTRA – Advanced Space Technologies and Research Alliance", coordinato dal Gran Sasso Science Institute, che annovera tra gli Affiliati anche l'Università di Perugia, la Thales Alenia Spazio e la Fondazione Bruno Kessler.

Lo scopo generale di VITALITY è lo sviluppo e il trasferimento dell'innovazione per rendere più competitivi i sistemi produttivi regionali migliorare la sostenibilità e migliorare la qualità della vita nei sistemi urbani, nelle aree rurali e in entrambi i casi ambienti di lavoro.

Obiettivo dello Spoke 2 è sviluppare tecnologie e dispositivi innovativi, che sono sia necessari per l'avanzamento della ricerca fondamentale sia di grande interesse per il settore industriale dello Spazio, contribuendo nel contempo a colmare anche il gap che separa la ricerca ("curiosity driven") dall'applicazione industriale e commerciale di nuove tecnologie. Le attività R&D riguarderanno da un lato l'hardware, come le tecnologie per l'osservazione dei raggi X e gamma, i sistemi criogenici, i fotomoltiplicatori e le ottiche adattive nel vicino infrarosso, e dall'altro il software, come gemelli digitali di satelliti, piattaforme SW "onboard" per applicazioni spaziali e tecniche per garantire l'affidabilità dei sistemi autonomi.

L'attività prevista per l'INAF – OAAb consiste in un sostanziale upgrade della facility infrarossa presente presso la Stazione Osservativa di Campo Imperatore, mediante l'acquisizione, l'implementazione ed il commissioning di:

- 1) un nuovo detector per imaging nel vicino infrarosso;
- 2) un sistema per correzione adattiva a bassi ordini;
- 3) un relay ottico ottimizzato per il matching del detector al telescopio AZT-24;
- 4) un kit di strumenti accessori e tecnologie abilitanti.

6.8 Progetti multidisciplinari ad impatto strategico sulla società

6.8.1 Space Situational Awareness (SSA)

Space Surveillance and Tracking (SST)

L'INAF partecipa attivamente alle iniziative europee per lo sviluppo di una rete integrata di monitoraggio di satelliti e detriti orbitali, volta a garantire la sicurezza delle missioni spaziali, dei satelliti operativi e a sorvegliare il rientro in atmosfera di oggetti di medie e grandi dimensioni potenzialmente pericolosi.

Grazie alla naturale estensione delle proprie competenze in fisica solare e missioni space oriented, l'INAF riveste da tempo un ruolo di primo piano nel settore SSA/SST. L'Ente è membro dell'OCIS (Organismo Italiano di Coordinamento ed Indirizzo per lo Space Surveillance and Tracking) di cui recentemente (Gennaio 2025) ha rinnovato l'accordo quadro di collaborazione, insieme ad Aeronautica Militare, Stato Maggiore della Difesa e Agenzia Spaziale Italiana (ASI). L'OCIS, in collaborazione con altri partner europei (Germania, Francia, Spagna, Portogallo, Polonia, Romania, Grecia, Austria, Repubblica Ceca, Finlandia, Svezia, Paesi Bassi, Lettonia e Ungheria), ha il compito di fornire servizi SST e contribuire alla protezione di infrastrutture e assetti spaziali a livello nazionale ed europeo, sfruttando le capacità nazionali disponibili.

Le principali attività osservative SST dell'INAF si concentrano negli impianti dell'area bolognese e sarda: il telescopio ottico "Cassini" da 152 cm presso Loiano (BO), il radiotelescopio "Croce del Nord" a Medicina (BO) e il "Sardinia Radio Telescope" (SRT) vicino Cagliari. Per questi tre sensori, l'Ente ha sviluppato importanti progetti di ammodernamento, con particolare attenzione ai sistemi radar bistatici, in cui il detrito o un asteroide in passaggi ravvicinati al

nostro pianeta è illuminato da un trasmettitore di tipo radar e il segnale riflesso viene raccolto dai radiotelescopi.

L'INAF continua anche a contribuire allo sviluppo di telescopi di nuova concezione come il FlyEye, di cui detiene il brevetto assieme a partner industriali, e allo sviluppo di altre tecnologie (come quella denominata MezzoCielo) che, in sviluppo per la ricerca di controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali, rappresenta uno sviluppo ulteriore del concetto di FlyEye e quindi si presta, in linea di principio, ad attività di tipo SST.

L'INAF contribuisce in modo significativo ai programmi europei H2020, Copernicus, Programma Spazio UE e Horizon Europe 2021 –2027 tramite il consorzio EU-SST, in linea con le direttive della Commissione Europea. L'Italia, grazie a questi tre sensori, è in grado di monitorare circa l'80% degli oggetti attualmente catalogati e di contribuire alla scoperta di nuovi target, partecipando ai tre servizi strategici SST: Collision Avoidance, Re-entry e Fragmentation.

Guardando al futuro, l'INAF prevede di ampliare le proprie attività includendo osservazioni radio dei NEO (Near Earth Objects), settore in cui possiede già una solida esperienza grazie a campagne internazionali con i radiotelescopi di Medicina (32 m) e SRT (64 m), utilizzati per ricevere echi radar provenienti da trasmettitori come Goldstone (NASA, USA) ed Evpatoria (Ucraina). L'Ente continuerà a rafforzare la propria partecipazione al settore, consolidando le collaborazioni con fornitori di servizi nazionali ed europei in un'ottica integrata.

Space Weather

Lo Space Weather rappresenta per l'INAF un settore strategico in rapida crescita, in linea con le priorità europee e internazionali e con il crescente impatto delle condizioni spaziali sulle attività tecnologiche, economiche e di sicurezza.

A livello internazionale, lo Space Weather è incluso nei programmi della World Meteorological Organisation (WMO), del COSPAR, della NOAA, della NASA, dell'ESA, della Commissione Europea e delle principali agenzie spaziali, tra cui l'ASI, che ha istituito un Gruppo di Lavoro dedicato e sta sviluppando, insieme a INAF, INGV, INFN, CNR e università, il centro dati scientifici ASPIS.

L'INAF ha inoltre sottoscritto un accordo quadro per la realizzazione di un servizio dual use (civile e militare) di monitoraggio e previsione dello Space Weather, coordinato dall'Aeronautica Militare in collaborazione con l'INGV. Questo servizio sarà parte di un progetto strategico nazionale per la Sicurezza dello Spazio, promosso dal Ministero della Difesa con il coinvolgimento del MIT e la partecipazione congiunta di enti di ricerca, università e industria.

La comunità nazionale è coordinata da SWiCo (Space Weather Italian Community), che riunisce circa 200 ricercatori e tecnologi. In ambito INAF e per tutto il 2024 le attività sono coordinate da un Senior Advisor e da uno Steering Committee di quattro membri nominati dalla Direzione Scientifica. La governance INAF subentrata nel corso del 2024 ha avviato un'indagine volta a fare il punto sugli obiettivi da perseguire e sulle necessità di riorganizzazione del settore, i cui esiti saranno riportati nel prossimo PT.

Le ricerche spaziano dalla fisica solare ed eliosferica (osservazione e modellizzazione di brillamenti, CME, vento solare, particelle energetiche) alle relazioni Sole-Terra, fino agli effetti geomagnetici, disturbi ionosferici e interazioni vento solare-atmosfere planetarie. Si studiano anche i raggi cosmici, gli impatti su sistemi tecnologici e biologici e si applicano metodiche astrofisiche a studi sul cambiamento climatico.

INAF svolge queste attività in collaborazione con università italiane e internazionali (Catania, Firenze, Genova, L'Aquila, Roma 2, Roma 3, Trieste) e altri enti (INGV, ASI, INFN, CNR, ESA). Per il monitoraggio, dispone di una rete di servizi basata su assetti operativi storici e di nuova generazione nelle sedi di Catania, Roma, Napoli e Trieste contribuendo alla rete ESA SSA Space Weather Service Network con previsioni di attività solare (INAF-OACt, INAF-OATo) e monitoraggio neutronico (INAF-IAPS). Entrambi i sistemi sono integrati in reti internazionali come la Global High Resolution H-alpha Network e il Real-Time Database for High-Resolution Neutron Monitor Measurements (NMDB).

Anche per questo settore, l'INAF conferma l'impegno a consolidare le collaborazioni nazionali ed europee in un approccio integrato.

Tomografia Muonica dei Vulcani attivi

La previsione delle eruzioni vulcaniche, in particolare di quelle esplosive, riveste un ruolo cruciale per la protezione civile nei Paesi caratterizzati da intensa attività vulcanica. In questo ambito, la muografia — o tomografia muonica — rappresenta una tecnologia innovativa e promettente.

Questa tecnica, analoga alla radiografia a raggi X ma basata sui muoni (μ), sfrutta particelle generate nell'alta atmosfera dall'interazione dei raggi cosmici con i nuclei dell'aria. Grazie alla loro elevata energia e lunga vita media, i muoni possono attraversare spessori di roccia di centinaia o migliaia di metri prima di essere assorbiti. Analizzando la variazione del flusso di muoni proveniente da diverse direzioni, è possibile ricostruire mappe bidimensionali della densità interna di un vulcano.

L'INAF propone un approccio innovativo che utilizza tecnologie sviluppate per i telescopi Cherenkov nell'ambito dello sviluppo tecnologico necessario per la messa in opera di CTAO (e dei suoi precursori). Questi strumenti, rispetto ai tradizionali rivelatori di particelle, presentano un rumore di fondo trascurabile.

Un progetto pilota (MUCH, Muography with Cherenkov) è stato formulato per realizzare la prima radiografia muonica ad alta risoluzione dei crateri sommitali dell'Etna con luce Cherenkov utilizzando il telescopio ASTRI-Horn, il prototipo dei telescopi di Cherenkov di classe 4m. Il finanziamento si è reso possibile nell'ambito del progetto CTA++ (cf. §6.9.1). Le prime misure saranno possibili nel periodo 2027-2028, data per la quale saranno completate le operazioni di aggiornamento dell'hardware del telescopio ASTRI-Horn.

L'installazione di un telescopio Cherenkov dedicato alla tomografia muonica del vulcano Teide, nell'ambito del progetto ASTRI Mini Array nell'isola di Tenerife, la cui operatività è prevista per la fine del triennio oggetto del presente piano, permetterà di avviare uno studio comparato dei due vulcani (Etna e Teide).

Questo tipo di studi rappresentano peraltro una opportunità importante di collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, e con l'Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN, Spagna).

6.9 Progetti del PN-RIC 2021-2027

Nell'ambito del Programma Nazionale Ricerca, Innovazione e Competitività per la transizione verde e digitale 2021-2027 (PN RIC), l'INAF partecipa a un insieme di iniziative progettuali finalizzate

al rafforzamento delle infrastrutture di ricerca, allo sviluppo di tecnologie avanzate, alla valorizzazione delle competenze scientifiche e al trasferimento dell'innovazione verso il sistema produttivo.

6.9.1 Progetti ammessi a finanziamento D.D. n. 310 del 18 marzo 2025

Una prima linea di intervento riguarda l'Azione 1.1.1 "Potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca pubbliche che operano in ambito S3 finalizzato all'avanzamento tecnologico delle imprese", attivata con il D.D. n. 310 del 18 marzo 2025 e successivamente modificata con il D.D. n. 601 del 14 maggio 2025. In tale ambito l'INAF ha presentato tre proposte progettuali approvate: **ASTRASUD**, **CTA++** e **STILEMI**. Le tre iniziative costituiscono la naturale prosecuzione degli investimenti realizzati nell'ambito del PNRR, rispettivamente dei progetti NG-Croce: NextGeneration Croce del Nord, CTA+ – Cherenkov Telescope Array Plus e STILES – Strengthening the Italian Leadership in ELT and SKA. Esse mirano a consolidare e completare infrastrutture, laboratori, strumentazione e competenze tecnologiche sviluppate nel precedente ciclo di finanziamento, rafforzando al tempo stesso la capacità dell'Ente di generare ricadute scientifiche, tecnologiche e industriali.

I progetti approvati contribuiscono al potenziamento delle infrastrutture di ricerca nazionali, allo sviluppo di tecnologie avanzate, alla valorizzazione del capitale umano e al trasferimento di conoscenze verso il sistema produttivo, con particolare attenzione al Mezzogiorno e alle filiere industriali ad alta tecnologia. Il finanziamento complessivo concesso all'INAF per le tre iniziative è pari a **55.019.987,00 euro**.

ASTRASUD

ASTRASUD è finalizzato al potenziamento delle infrastrutture astronomiche e radioastronomiche dell'Italia meridionale, con particolare riferimento alle capacità osservative, tecnologiche e digitali sviluppate in continuità con il progetto NG-Croce. Il progetto rafforza infrastrutture quali il Sardinia Radio Telescope, le stazioni radioastronomiche nazionali e le piattaforme dedicate all'acquisizione, elaborazione e analisi dei dati, anche in tempo reale. Tra gli interventi previsti rientrano il potenziamento dei backend per SRT, lo sviluppo di sistemi di schedulazione dinamica e remotizzazione, l'integrazione di dati radio e ottici e il miglioramento delle capacità di follow-up di eventi transienti e multimessaggeri.

L'iniziativa mira a rafforzare le capacità scientifiche dell'INAF nella radioastronomia, nello studio dei transienti, nel follow-up radio di eventi gravitazionali, nella Space Situational Awareness e nello Space Weather. ASTRASUD valorizza inoltre le competenze tecnologiche maturate nei grandi progetti radioastronomici internazionali, favorendo lo sviluppo di nuove tecnologie italiane e la collaborazione con imprese nazionali attive in settori ad alta specializzazione.

I risultati attesi riguardano l'incremento delle prestazioni delle infrastrutture radioastronomiche, l'ampliamento dell'accessibilità da parte della comunità scientifica, il rafforzamento delle capacità di acquisizione e analisi dati, la crescita delle competenze tecnologiche nazionali e l'aumento delle opportunità di collaborazione con il sistema industriale.

CTA++

CTA++ rappresenta l'evoluzione del programma CTA+ e ha l'obiettivo di completare e consolidare il contributo italiano al **Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO)**, infrastruttura di riferimento mondiale per l'astronomia gamma da terra. Il progetto riguarda il completamento, l'integrazione e la messa in funzione dei telescopi Large-Sized Telescope e Small-Sized Telescope destinati al sito sud di CTAO, nonché il potenziamento delle infrastrutture nazionali di test, controllo, validazione e supporto operativo.

Le attività comprendono lo sviluppo di sistemi di controllo telescopico, sensoristica, ottiche, tecnologie LIDAR, piattaforme software, diagnostica, cybersecurity, gestione dati e procedure di integrazione e collaudo. CTA++ valorizza le competenze acquisite con CTA+ e le orienta anche verso applicazioni di trasferimento tecnologico, con potenziali ricadute nei settori della geofisica, del monitoraggio ambientale, della diagnostica, della sicurezza, delle comunicazioni ottiche, dell'imaging e della sorveglianza spaziale.

Il progetto coinvolge una rete nazionale composta da INAF, INFN, università e imprese, con un ruolo rilevante del sistema industriale nella realizzazione di componenti ottiche, elettroniche, software e di controllo. I risultati attesi riguardano il rafforzamento della partecipazione italiana a CTAO, la piena valorizzazione degli investimenti PNRR, lo sviluppo di tecnologie a elevato livello di maturità e il consolidamento di una filiera nazionale competitiva nel settore dell'astrofisica delle alte energie.

STILEMI

STILEMI prosegue e amplia il progetto STILES, con l'obiettivo di rafforzare la leadership italiana nello sviluppo di strumentazione astronomica e spaziale di nuova generazione, in particolare a supporto delle grandi infrastrutture **ELT** e **SKA**, nonché di futuri telescopi terrestri e spaziali. Il progetto è orientato alla realizzazione e al completamento di laboratori, camere di test, infrastrutture tecnologiche e strumentazione avanzata presso sedi INAF e strutture osservative, con particolare attenzione alle capacità di sviluppo, validazione e maturazione tecnologica lungo l'intero spettro dei Technology Readiness Level.

STILEMI punta a completare in Italia una filiera integrata dell'innovazione tecnologica, dall'ideazione alla prototipazione, dalla validazione in laboratorio fino alla produzione e all'utilizzo in condizioni operative realistiche. Le attività riguardano l'ottica adattiva, la radioastronomia, la sensoristica avanzata, la micro- e nano-fabbricazione, le camere di test ambientale, il calcolo scientifico, l'analisi dati e le tecnologie per future applicazioni spaziali e lunari. Tra gli sviluppi prospettici è incluso il supporto tecnologico alla possibilità di utilizzare la Luna come piattaforma per osservazioni astronomiche, con particolare riferimento a futuri radiotelescopi sul lato nascosto lunare.

Il progetto valorizza competenze distribuite in diverse sedi INAF e integra laboratori già potenziati con fondi PNRR, quali quelli dedicati all'ottica adattiva, alle tecnologie micro e nano, alla caratterizzazione di materiali, alla simulazione di ambienti spaziali e alla strumentazione radioastronomica. Le infrastrutture realizzate saranno rese disponibili anche al sistema industriale nazionale, favorendo cicli di sviluppo tecnologico più rapidi, l'accesso delle PMI a facility avanzate e il rafforzamento delle reti territoriali tra ricerca, università e imprese.

I risultati attesi comprendono il consolidamento della leadership italiana nelle grandi infrastrutture astronomiche internazionali, il rafforzamento della capacità nazionale di progettare e realizzare strumentazione avanzata, la crescita di competenze tecnologiche di frontiera e l'ampliamento delle opportunità di trasferimento tecnologico verso l'industria.

Tabella 8 - Quadro economico sintetico progetti PN-RIC D.D. n. 310

Progetto	Progetto PNRR di riferimento	Contributo concesso PN RIC
ASTRASUD	NG-Croce	€ 17.512.992,78
CTA++	CTA+	€ 18.777.000,00
STILEMI	STILES	€ 18.729.994,22
Totale		€ 55.019.987,00

Nel complesso, le tre iniziative rappresentano un elemento centrale della programmazione scientifica e progettuale dell'INAF per il triennio 2026-2028. Esse consentono di dare continuità agli investimenti PNRR, completare il potenziamento di infrastrutture strategiche, rafforzare il ruolo dell'Ente nei grandi programmi internazionali e promuovere il raccordo tra ricerca fondamentale, sviluppo tecnologico, alta formazione e sistema produttivo nazionale.

6.9.2 Progetti ammessi a finanziamento D.D. n. 307 del 18 marzo 2025

Una seconda linea di intervento è riferita alla **Manifestazione di interesse di cui al D.D. n. 307 del 18 marzo 2025**, relativa al sostegno a iniziative per il rafforzamento delle filiere strategiche, alla messa in rete di forme di aggregazione tra i soggetti della ricerca e allo sviluppo di competenze per la specializzazione intelligente, la transizione industriale e l'imprenditorialità. In questo ambito l'INAF partecipa ai progetti **ECHO-TWIN-RISE** ed **ECHO-TWIN-NET**, finanziati rispettivamente sulle Azioni **1.1.2** e **1.1.3b** del PN RIC 2021-2027. La domanda di agevolazione indica il Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data and Quantum Computing come soggetto Hub proponente e riporta la partecipazione dell'INAF alla compagine partenariale dei progetti ECHO-TWIN.

Il budget complessivo INAF è pari a circa **1,7 milioni di euro**, con un'agevolazione complessiva di circa **1 milione di euro**. Nel loro insieme, ECHO-TWIN-RISE ed ECHO-TWIN-NET contribuiscono a rafforzare la presenza dell'INAF nelle filiere nazionali del calcolo avanzato, dell'intelligenza artificiale, dei digital twin e della gestione di dati scientifici complessi, valorizzando le infrastrutture e le competenze dell'Ente in un contesto fortemente interdisciplinare e orientato al trasferimento tecnologico.

ECHO-TWIN-RISE

ECHO-TWIN-RISE è finanziato nell'ambito dell'**Azione 1.1.2**, dedicata al sostegno di filiere strategiche della ricerca. Il progetto mira a sviluppare attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale su architetture distribuite edge-cloud-HPC e digital twin scalabili, con particolare attenzione all'integrazione tra infrastrutture di calcolo, dati scientifici, modelli predittivi e applicazioni orientate all'innovazione. Per l'INAF, il progetto rappresenta un'opportunità per

valorizzare le competenze maturate nella gestione e nell'analisi di grandi moli di dati astrofisici, nella modellistica numerica, nel calcolo ad alte prestazioni e nello sviluppo di pipeline scientifiche avanzate. Il costo di progetto associato all'INAF è pari a **384.000 euro**.

ECHO-TWIN-NET

ECHO-TWIN-NET è finanziato nell'ambito dell'**Azione 1.1.3b**, dedicata al sostegno alla validazione e messa in rete di forme di aggregazione tra i soggetti della ricerca. Il progetto è volto a rafforzare le connessioni tra enti di ricerca, università, infrastrutture digitali e imprese, favorendo il trasferimento tecnologico e la condivisione di competenze nell'ambito dei digital twin e delle piattaforme integrate edge-cloud-HPC. Il costo di progetto associato all'INAF è pari a **1.310.000 euro**.

7. Attività di Terza Missione/Impatto Sociale

7.1 Valorizzazione economica della Ricerca

La valorizzazione della ricerca è una delle missioni istituzionali che l'Istituto Nazionale di Astrofisica declina attraverso una costante opera di trasferimento delle *tecnologie abilitanti* (key enabling technologies) generate dalle attività di R&D per la ricerca Astrofisica, con l'obiettivo di generare fattori moltiplicativi di carattere socio-economico.

Gli asset di ricerca scientifica dell'INAF nei quali vengono a crearsi le maggiori occasioni per sviluppi tecnologici innovativi, sono prevalentemente quelli che necessitano dello sviluppo e costruzione di payload scientifici per le missioni spaziali e di sottosistemi e strumentazioni per la costruzione ed il funzionamento delle grandi infrastrutture osservative "world-class" internazionali.

Sulla base degli sviluppi tecnologici attualmente in corso nell'Istituto, nel prossimo triennio, i segmenti tecnologici sui quali saranno indirizzate le principali azioni di valorizzazione saranno:

- sviluppo di soluzioni osservative innovative basate su ottiche adattive;
- tecnologie osservative a grande campo per il monitoraggio dei transienti nell'ambito delle attività di space situation awareness e tracking;
- supercalcolo e big data;
- integrazione e controllo di sistemi derivante dalle tecnologie di array;
- applicazioni delle tecnologie utilizzate per osservazioni dell'Universo nello spettro elettromagnetico per la diagnostica, a bassissima invasività, di materiale biologico.
- sviluppo di tecnologie per la decontaminazione di ambienti ad alto rischio biologico partendo dalle tecnologie di emissione di radiazione elettromagnetica per finalità astronomiche;
- applicazioni di tecnologie di rilevatori utilizzati per la rivelazione di fattori ambientali ad alto rischio biologico, chimico e fisico;
- 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;
- diagnostica di sicurezza ed applicazioni geologiche e per l'analisi del territorio di apparati strumentali basati su rivelatori muonici.

Le azioni che ci si propone di sviluppare per questo specifico aspetto della missione istituzionale dell'Ente sono:

- incrementare la velocità di catalogazione e aggiornamento delle capacità tecnologiche prodotte dall'Istituto e semplificazione della codifica di identificazione;
- facilitare la cultura dell'innovazione all'interno dell'Ente distribuendo presso le varie Strutture di Ricerca segmenti dei processi di governance dell'innovazione sotto la coordinazione delle articolazioni organizzative centrali;
- rafforzare la cultura dell'innovazione mediante il potenziamento della c.d. "Community degli Inventori".

Si è, altresì, intenzionati ad incrementare le occasioni di dialogo strutturato con il mondo produttivo, così come definito dall'articolo 43 del Regolamento INAF per la *"Gestione, Tutela e Valorizzazione della Proprietà Intellettuale e per la Incentivazione della Innovazione"*, con particolare riferimento all'utilizzo dello:

-
- “*Knowledge Exchange Workshop*”, strumento che consente l’*engagement* del mondo industriale, il personale di ricerca può comprendere lo stato dell’arte ed i trends tecnologici dei settori produttivi investiti dalle ricerche in campo astrofisico nonché lo sviluppo di collaborazioni di ricerca e di partenariati strategici con l’industria.

Un nuovo regolamento per la disciplina delle Imprese di Spin-Off dell’INAF è entrato in vigore a settembre 2025, mirato a ridare vigore al settore.

7.1.1 Tecnologie Astrofisiche applicate al campo sanitario

A partire dalle fasi critiche della pandemia COVID19 (marzo 2020), INAF ha intrapreso una serie di attività di ricerca e sviluppo nella lotta alla diffusione della pandemia, facendo seguito alla sollecitazione del MUR a Università ed Enti di Ricerca. Molti membri INAF hanno partecipato a questi studi, coinvolgendo anche Enti esterni e industrie private, in un contesto multidisciplinare.

Lo sviluppo ha riguardato sistemi basati su radiazione UV da usare come presidi sanitari, modelli di stagionalità delle epidemie moderate dall’illuminazione solare, metodi per rilevare la malattia con approcci spettroscopici e ottici, il monitoraggio di persone potenzialmente contagiate in aree e ambienti pubblici e software di utilità.

Diversi risultati rilevanti sono stati già raggiunti e pubblicati su riviste internazionali, che hanno dato un significativo impulso all’innovazione tecnologica e portato anche alla sottomissione di una serie di domande di brevetto. Alcune delle tecnologie sviluppate traggono origine da applicazioni spaziali o astrofisiche e potranno, a loro volta, essere utilizzate in future missioni spaziali con presenza di astronauti per limitare il rischio di contagio.

Si è ritenuto opportuno continuare le linee di ricerca più promettenti anche ad emergenza pandemica conclusa, allargandone l’applicabilità ad altri virus o altri agenti patogeni in generale.

Un brevetto in particolare “Dispositivo e metodo per il campionamento e la rilevazione di un agente patogeno nell’aria” è stato oggetto di una manifestazione di interesse da parte di due realtà industriali attraverso la piattaforma Knowledge Share, la NLC Health Ventures un venture builder e un investitore early-stage leader a livello mondiale nel settore delle tecnologie sanitarie e Veredus Laboratories è un’azienda globale di biotecnologie e diagnostica con sede a Singapore, che sviluppa, produce e distribuisce prodotti e servizi nel campo dei test molecolari, della chimica clinica, dei test point-of-care e degli enzimi ed è impegnata nello sviluppo di nuovi test molecolari per la biosorveglianza di minacce biologiche e per l’individuazione di agenti patogeni in focolai di malattie e intossicazioni alimentari.

Per lo stesso brevetto che nella sua prima versione aveva coinvolto una serie di partner scientifici e tecnologici di rilievo (PoLiMi, UniMi-Ospedale Sacco, UniBo, UniRoma1) è stato firmato un Accordo Quadro Sperimentazione clinica dello strumento INAF con IRCCS Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus.

7.2 Alta formazione

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.

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 540 unità, di cui circa 330 appartenenti ad Università italiane ed estere. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e Astronomia nelle Università di Bologna, Padova, Firenze e Catania. Gruppi di ricerca in astrofisica sono presenti anche in diversi Dipartimenti di Fisica, fra cui Torino, Milano, Milano Bicocca, Como-Insubria, Pavia, IUSS Pavia, Trieste, Trieste-SISSA, GSSI-L'Aquila, L'Aquila, Ferrara, Pisa, Scuola Normale Superiore di Pisa, Cagliari, Pescara, Roma La Sapienza, Roma Tor Vergata e Roma-3, Napoli Federico II e Napoli Parthenope, Lecce, Salento, Calabria, e Palermo. Recentemente, INAF ha aperto proprie sezioni presso l'Università di Genova l'Università di Camerino e l'Università del Salento.

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. Ricercatori e tecnologi dell'INAF svolgono 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.

Di particolare rilevanza sono le convenzioni per l'apertura di borse di dottorato in cooperazione tra Atenei e strutture di Ricerca INAF. INAF contribuisce finanziando, con risorse progettuali e con risorse proprie non derivanti da progetti, un numero di borse per ogni Ciclo di Dottorato ad Atenei singoli o consorziati in scuole con i quali INAF stipula convenzioni. Mediamente, sono finanziate circa 20 borse per Ciclo a valere su iniziative dedicate o su progetti di ricerca: il numero di queste borse varia da Ciclo a Ciclo a seconda delle disponibilità di bilanci dell'anno di ingresso di riferimento.

Per quanto riguarda il finanziamento delle borse di dottorato, sono attive le seguenti convenzioni, che coprono gli ultimi tre Cicli attivi (38-39-40):

- Convenzione INAF-UNIPD per Dottorato in Astronomia, con un finanziamento di 3 borse che sono fruite presso l'Osservatorio Astronomico di Padova. Tali borse sono finanziate con fondi di progetto e/o dalla DS. In assenza di fondi di progetto disponibili, le 3 borse sono finanziate da su fondi FOE e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.
- Convenzione INAF- Sapienza e Università di Tor Vergata per Dottorato in "Astronomy, Astrophysics and Space Science", con un finanziamento di 3 borse fruite presso Osservatorio Astronomico di Roma, lo IAPS e l'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo, rispettivamente, Le tre borse sono finanziate su fondi FOE e/o dalla DS e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.
- Convenzione INAF-UNIBO per Dottorato in Astrofisica, con un finanziamento di 3 borse fruite presso l'Osservatorio di Astrofisica Spaziale di Bologna e l'IRA. Le tre borse sono finanziate su fondi FOE e/o dalla DS e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.

Per le altre strutture territoriali dell'INAF, sono state finanziate 1 borsa per struttura per ognuno dei Cicli 38 e 39.

Per il ciclo 40 (AA 2024-2027), il ritardo con cui la governance subentrata nel 2024 ha avuto la possibilità di operare non ha consentito la deliberazione dei fondi necessari alla sottoscrizione di ulteriori convenzioni.

Nel 2025 l'INAF ha erogato alle sue strutture di Ricerca circa 30 borse di dottorato per il Ciclo 41 (AA 2025-2028), attingendo ad avanzi non utilizzati nell'esercizio precedente.

Per ciascuna struttura territoriale dell'INAF, la DS ha erogato 2 borse (3 per l'Osservatorio di Padova). Alcune delle borse ricevute dalle strutture hanno finanziato le tre convenzioni suddette. Per il finanziamento delle altre borse, le strutture sono state autorizzate a sottoscrivere le convenzioni con le Università locali, dovendosi realizzare queste condizioni:

- i collegi di dottorato devono includere personale INAF;
- le borse devono essere assegnate per ricerche di interesse per la struttura INAF;
- il dottorando svolga le sue ricerche prevalentemente presso la struttura di ricerca dell'INAF.

Inoltre, a partire dal 2022, INAF partecipa ad alcuni Dottorati Nazionali e di interesse Nazionale. Nel 2025 l'INAF ha finanziato borse di studio tramite la DS per a) Dottorato Nazionale in "Space Science and Technology" (Università di Trento - 1 borsa; alcune altre borse sono state finanziate direttamente dalle strutture di ricerca), b) Dottorato Nazionale in Scienze Polari (Università Ca' Foscari di Venezia - 1 borsa), c) Dottorato Nazionale in Tecnologie per la ricerca fondamentale in Fisica e Astrofisica (Università di Padova - 4 borse), e d) Dottorato di Ricerca in forma associata in Quantum Artificial Intelligence (Università di Palermo - 1 borsa).

Per il prossimo triennio l'Ente intende continuare a contribuire all'alta formazione nei settori di competenza fornendo docenza alle Università convenzionate in corsi di laurea triennale e magistrale, così come a livello dottorale e post-dottorale. Intende inoltre continuare a sostenere finanziariamente il numero più alto possibile di curricula dottorali su tematiche astrofisiche presso le Università convenzionate nei limiti delle possibilità di bilancio.

Da un'analisi eseguita sugli ultimi 5 anni, ogni anno si associano a INAF circa 90 nuovi "studenti di dottorato" a fronte di non più di 20-25 borse per anno finanziate da INAF. Vi è pertanto evidenza che anche borse erogate dalle Università o borse erogate su progetti concorrono fortemente a sostenere dottorati di interesse astrofisico.

Sempre nell'ambito dell'alta formazione, nel 2025 l'INAF ha ripreso la tradizione delle Scuole di Dottorato "Francesco Lucchin". Le Scuole di Dottorato INAF "Francesco Lucchin" sono un'iniziativa formativa di alto livello dedicata principalmente a dottorandi e dottorande in Astronomia e Fisica, ma aperta anche a giovani ricercatrici e ricercatori nelle prime fasi della carriera. Nate con l'obiettivo di rafforzare la crescita scientifica e professionale dei partecipanti, le scuole offrono cicli di lezioni intensive su temi di frontiera della ricerca astrofisica contemporanea.

L'idea centrale delle Scuole "Francesco Lucchin" è quella di fornire una base culturale comune su argomenti di grande rilevanza internazionale, affrontati sia dal punto di vista osservativo sia teorico. Ciascuna Scuola è strutturata attorno a due temi scientifici di grande attualità tra loro indipendenti, appartenenti a settori diversi dell'Astrofisica e privi di legami diretti, così da offrire una formazione ampia e complementare e stimolare una visione trasversale della disciplina. In questo modo, le Scuole "Francesco Lucchin" favoriscono il dialogo tra diverse competenze e ambiti di ricerca, favorendo una visione integrata dell'astrofisica moderna.

Il programma prevede l'organizzazione di due scuole ogni anno. Dopo le due edizioni tenute nel 2025, che hanno dato avvio al nuovo ciclo, nel 2026 sono state previste due Scuole "Francesco Lucchin": la prima Scuola - *"From Exoplanets to Gamma Rays"* - si è svolta a Nicolosi (CT) dal 24 al 29 maggio, mentre la seconda Scuola - *"From radio galaxies to non-thermal plasma in large-scale structure: advancing into the SKA era / Star and planet formation in the diverse galactic environments"* - si terrà a metà ottobre a Bertinoro (FC). Per il 2027, sono in programma le Scuole sul tema *"Gravitational Waves and Neutrinos: Messengers of the Extreme Universe"* - ad aprile a San Servolo (VE) - sul tema *"Cosmology and the large scale*

structure and adaptive optics for ELT" - a settembre a Poggio all'Agnello (LI), mentre nel 2028 i temi delle due Scuole annuali saranno "*The ELT revolution: from stellar systems to extragalactic cases*" e "*High resolution solar physics and galaxy dynamics*".

Il coordinamento scientifico è affidato a un gruppo di ricercatori e docenti di comprovata esperienza, appartenenti a INAF e a diverse università italiane. Il programma delle Scuole "Francesco Lucchin" per il prossimo triennio conferma la continuità e la solidità dell'iniziativa, facendone oggi un importante punto di riferimento per la formazione avanzata e per il rafforzamento della comunità scientifica nazionale in ambito astrofisico.

7.3 Public Engagement

L'esplorazione del Sistema Solare e lo studio dell'Universo, a tutte le lunghezze d'onda, da Terra e dallo Spazio, costituiscono oggi una disciplina strategica per il futuro dell'Umanità. La diffusione delle conoscenze in questo campo costituisce uno dei principali fattori che contribuiscono al progresso, di cui la popolazione deve essere consapevole. L'Astronomia, inoltre, è una delle scienze che più attrae i media e il grande pubblico. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani in particolare, l'Astronomia rappresenta anche 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. Recenti esperienze in vari paesi, tra cui l'Italia, mostrano anche come essa possa rappresentare un efficace terreno di dialogo fra persone di culture diverse, essendo il cosmo patrimonio comune riconosciuto. L'astronomia rappresenta infine, per ragioni simili a quanto appena detto, un eccellente strumento di inclusione sociale.

L'INAF persegue i suoi obiettivi in questo settore attraverso l'area Didattica e Divulgazione della Presidenza INAF, che sovrintende la rete di ricercatori e tecnologi professionisti per quel che riguarda le attività di Public Engagement, presenti nelle diverse sedi INAF, formulando indirizzi utili ad armonizzare le attività con la realizzazione di eventi, visite guidate, e produzione di materiale da offrire alla società e in generale al pubblico e alle scolaresche.

Nel medio termine, e in continuità con il triennio precedente, si intende continuare a operare con i seguenti obiettivi:

- promuovere e sovrintendere un'immagine unitaria dell'INAF a livello nazionale capitalizzando anche le numerose iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- stabilire un dialogo sempre più efficace con i cittadini, attraverso una intensa presenza sia nei media di uso comune (compresi i social network) sia territoriale, al di là del terreno puramente scientifico;
- promuovere la consapevolezza dell'importanza della cultura scientifica e del metodo che la produce incentivando anche il pensiero critico e fornendo un modello di metodo e di analisi e gestione della complessità;
- rafforzare le collaborazioni internazionali nel settore del Public Engagement;
- fornire indirizzi per ideare e gestire moduli di lavoro di Didattica e Divulgazione ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del triennio 2026-2028, si intende dare seguito al rafforzamento del Network di professionisti della diffusione scientifica nelle sedi INAF che lavorano nel tessuto sociale locale

e, dall'altra il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma UE.

Nel seguito indichiamo gli obiettivi specifici legati alle attività di Public Engagement, suddivisi in tre pilastri fondamentali: attività di informazione e comunicazione con e nei media portata avanti dall'Area Comunicazione della Presidenza, attività di divulgazione dedicate a segmenti di pubblico generico e attività di didattica dedicate al mondo della scuola, queste ultime due portate avanti dalla area Didattica e Divulgazione di cui sopra.

7.3.1 Informazione e Comunicazione

L'ufficio stampa dell'INAF, in base agli indirizzi del Presidente, seleziona, filtra e veicola il flusso delle informazioni provenienti dalle Strutture di Ricerca INAF verso gli organi di informazione. L'attività dell'Ufficio Stampa è indirizzata principalmente ai mass media, i suoi principali interlocutori: quotidiani, radio, tv, riviste, siti web, blog, ecc. in grado di raggiungere precisi e circoscritti target di utenza, in particolare nell'ambito delle scienze che studiano l'universo, così come il pubblico in generale. L'ufficio stampa INAF si basa su criteri di correttezza nell'informazione contribuendo a costruire la buona immagine di INAF, riconosciuto come fonte attendibile e autorevole di informazioni nel settore dell'Astronomia e dell'Astrofisica. L'ufficio stampa INAF realizza inoltre conferenze stampa, prodotti di comunicazione istituzionale, come brochure e report, e supporta l'ideazione di allestimenti per spazi in eventi pubblici istituzionali dove è coinvolto l'Ente. La produzione di comunicati stampa si è assestata sopra i 60 l'anno (64 nel 2024), le interviste di ricercatrici e ricercatori INAF ai media nazionali e locali sono superiori alle 100/anno e gli articoli su carta stampata e web contenenti la parola "INAF" sono oltre 3000 ogni anno (fonte: rassegna stampa INAF curata dalla società Telpress). Sono state inoltre realizzate molte interviste video e audio che sono state pubblicate su varie reti TV e radio, sia nazionali che locali.

Nel 2022, l'Istituto Nazionale di Astrofisica ha istituito il proprio house organ ufficiale: **Universi**, un periodico semestrale che racconta attività e risultati scientifici dell'ente con un linguaggio insieme chiaro e rigoroso. La rivista, composta da 96 pagine e realizzata con un'eccellente qualità tipografica, si distingue anche per la cura grafica e visiva, pensata per valorizzare i contenuti e rendere la lettura stimolante. Distribuita in formato cartaceo alle principali istituzioni scientifiche e culturali italiane e disponibile per il pubblico interessato tramite abbonamento gratuito, Universi si è affermata a livello nazionale come uno strumento riconoscibile e autorevole di comunicazione scientifica. A oggi sono stati pubblicati cinque numeri e, da gennaio 2023, è attivo il servizio di abbonamento gratuito al cartaceo, che conta circa 1500 iscritti. La rivista è disponibile anche in formato digitale all'indirizzo <https://universi.inaf.it>, dove si trovano tutti gli approfondimenti, le rubriche, la versione sfogliabile e i PDF completi. La pubblicazione è registrata con il codice ISSN 2975-0938 [registrazione n. 8582 del 01.04.2022 presso il Tribunale di Bologna].

La Testata **Media Inaf** è la testata giornalistica registrata dell'INAF, con una redazione distribuita su varie strutture di ricerca formata in gran parte da giornalisti. **Media Inaf** è un quotidiano *online* a tutti gli effetti e sceglie argomenti e taglio degli articoli ad ampio respiro e con lettrici e lettori come unici referenti, raccontando i successi nel settore ma anche le cose che non vanno. Dal 2010 a ottobre 2025 **Media Inaf** ha prodotto oltre 13.500 news e circa 3.600 servizi video, centinaia di interviste, alcune pubblicazioni cartacee (la più recente è *Sensi e sensori*), un podcast di grande successo (*Houston*, disponibile su *Spotify* e su *Apple Podcast*) e due newsletter a settimana (che raggiungono oltre 7.400 iscritti). E ha un pubblico che attualmente si sta assestando attorno ai 100-150mila "lettori attivi" mensili (fonte: Google

Analytics 4). *Media Inaf* ha una presenza pluriennale nei maggiori social networks. A ottobre 2025 *Media Inaf* ha registrato quasi 110mila *followers* su *Facebook*, 15mila su *Instagram*, 14mila su X e quasi 54mila iscritti al canale *YouTube MedialnafTv*, che con i suoi 22 milioni di visualizzazioni si pone attualmente al primo posto fra quelli di tutti gli enti di ricerca.

EduINAF, edu.inaf.it è la rivista mensile online dell'INAF dedicata alla didattica e divulgazione dell'Astrofisica e delle scienze. EduINAF nasce nel 2014 e nel 2020 viene registrata come testata ufficiale. Nel 2025, in concomitanza del riassetto organizzativo della Direzione Scientifica, entra a far parte dell'Ufficio di Presidenza nell'Area Comunicazione, dando il via a una riorganizzazione editoriale, senza tuttavia perdere la sinergia storica con le attività della Unità Scientifica Centrale di Valorizzazione della Conoscenza. Nel 2024/2025 EduINAF ha visto oltre **20 mila utenti unici mensili** tra docenti, studenti, divulgatori e semplici appassionati di scienza, che hanno trovato tra le sue pagine approfondimenti, rubriche, corsi di formazione online, concorsi per le scuole e contenuti innovativi. Tra questi, le dirette de "Il Cielo in salotto", serate osservative in streaming a cui partecipano in diretta telescopi INAF ed esperti da tutta Italia. Il portale è anche un punto di accesso privilegiato alle molte iniziative didattiche che INAF mette a disposizione della scuola sul territorio e un archivio di risorse didattiche innovative e multidisciplinari, pensate per essere fruite online e usate nelle scuole. EduINAF si propone infine come punto di contatto con **astroEDU, la piattaforma internazionale della IAU (International Astronomical Union)** dove vengono pubblicate e distribuite attività didattiche certificate da un doppio processo di review.

7.3.2 Divulgazione

L'INAF consoliderà e potenzierà la sua partecipazione alle attività culturali dei territori, promuovendo iniziative basate sul dialogo e sul confronto e facendo leva sul carattere fortemente multidisciplinare dell'Astrofisica.

Verrà mantenuto l'efficace coordinamento nazionale delle 16 sedi territoriali e della sede centrale, rafforzando le aree tematiche strategiche quali i Festival Nazionali, la didattica innovativa, l'inclusione e l'utilizzo delle tecnologie emergenti – AR e VR – per il public engagement.

Infrastrutture di Public Engagement: Accesso e Valorizzazione

L'obiettivo del triennio è valorizzare e incrementare l'accesso del pubblico e delle scuole alle infrastrutture dell'Ente. Molte sedi INAF sono dotate di planetari, percorsi museali strutturati (descritti nella sezione musei e archivi storici) e spazi per laboratori didattici.

- **Punti di Eccellenza:** Verrà potenziata l'offerta dei due principali centri visite: il “**M. Ceccarelli**” dei Radiotelescopi di Medicina (BO) e il **Parco Astronomico di Monte Porzio Catone**. Quest'ultimo continuerà a sfruttare tecnologie uniche come il teatro olografico (capace di generare immagini fino a 4x2.5 metri), che consente proiezioni 3D e ologrammi a grandezza naturale.
- **Accesso Diffuso e Virtuale:** Proseguiranno le visite a strutture uniche come la Torre Solare e la Torre del Primo Meridiano di Monte Mario. Parallelamente, sarà ampliato il patrimonio di esplorazione virtuale (tour 360° di musei come Capodimonte, radiotelescopi di San Basilio e Medicina, Specola di Padova), per garantirne la fruizione sui portali strategici **Polvere di Stelle** (beniculturali.inaf.it) e **EduINAF** (edu.inaf.it).

Partendo dai solidi risultati dell'ultimo anno (a.s. 2024/25: **1.159 eventi** con **172.791 partecipanti**), si punta a un consolidamento e a un incremento della partecipazione su tutto il territorio nazionale.

Format di Successo e Grandi Eventi

- **CodyTrip Astronomici:** Il format di gite scolastiche online (ideato da A. Bogliolo, Univ. Urbino, e promosso da Giunti Scuola) rimarrà un asse strategico per il public engagement. Dopo il grande successo delle edizioni passate (che hanno portato oltre **90.000 partecipanti totali** a Bologna/Medicina/Loiano, La Palma e Campo Imperatore), l'obiettivo primario per il 2026 è realizzare l'attesa gita online in Sardegna, per far conoscere il Sardinia Radio Telescope alle scuole di tutta Italia, per poi programmare le tappe del 2027.
- **Festival della Scienza:** La presenza INAF sarà ancora più consolidata nei principali festival culturali nazionali (es. Genova, Roma, Napoli, Sarzana) e proseguirà l'impegno in manifestazioni di dialogo (es. Festival della Comunicazione di Camogli, Earth Day). Verrà inoltre potenziato l'impegno strategico in realtà territoriali più piccole ma di grande impatto, utilizzando format di successo come il **Festival dell'Astronomia di Castellaro Lagusello (MN)** e il **Gerrei Astrofest** in Sardegna (un festival diffuso che coinvolge 8 paesi attorno al Sardinia Radio Telescope), come modello per portare l'astrofisica capillarmente sul territorio.
- **Format Internazionali e Notte dei Ricercatori:** Proseguirà il sostegno a format di impatto che coinvolgono i giovani ricercatori (Pint of Science, Famelab, TeDX). La Notte Europea dei Ricercatori rimarrà un appuntamento chiave in tutte le sedi, con l'obiettivo di mantenere l'ampio coinvolgimento di tutto il personale INAF nella progettazione delle attività.

Collaborazioni Strategiche Nazionali e Internazionali

- **Associazione ApeNET:** La partecipazione come socio fondatore alla Rete APEnet **proseguirà attivamente** nel triennio, con il coinvolgimento del personale INAF nei gruppi di lavoro tematici, per consolidare il ruolo del Public Engagement a livello di sistema nazionale.
- **IAU - Office for Astronomy Outreach (OAO):** La collaborazione con l'OAO sarà un asse portante per i progetti internazionali focalizzati sull'inclusione, l'accessibilità e la parità di genere nelle STEAM.
 - **Street Galaxy:** Nel triennio si svilupperà il progetto internazionale (con Italia, Brasile ed Etiopia) che utilizza l'arte partecipativa e l'astronomia per l'inclusione di ragazzi (10-17 anni) in contesti marginalizzati.
 - **Amanar:** Dopo le attività del 2025, si punterà all'estensione e alla stabilizzazione del progetto di scambio interculturale con la Rete Saharawi, con l'obiettivo di ampliare la proposta di attività coinvolgendo un maggior numero di sedi INAF nel prossimo triennio.

7.3.3 Didattica (Education)

L'astrofisica è un efficace strumento di insegnamento multidisciplinare. L'obiettivo strategico del triennio 2026-28 è utilizzare la curiosità per l'astronomia per promuovere applicazioni didattiche innovative, inclusive e allineate ai punti dell'Agenda 2030.

Partendo dai solidi risultati degli anni precedenti, l'impegno del triennio sarà rivolto a potenziare sia le attività dirette con gli studenti sia la formazione dei docenti, considerati "moltiplicatori" fondamentali.

Progetti Chiave per l'Inclusione e l'Innovazione

- **Equità e Accesso:** Verrà potenziata la progettazione di percorsi didattici per l'equità e il superamento delle barriere. Proseguiranno attivamente i numerosi progetti nazionali di successo, tra cui:
 - **Martina Tremenda nello spazio** (per 8-12 anni, con ballate, podcast e spettacolo teatrale);
 - **Blu e il cielo** (ebook in Comunicazione Alternativa Aumentativa - CAA);
 - **Nel segno dell'astronomia** (attività sulla Lingua dei Segni Italiana - LIS);
 - **Progetto STAR** (Scienza, Tinkering e Astronomia per il Riscatto), supportato da INAF (grant 25k€ dal 2025) e attivo negli Istituti Penitenziari e Case Circondariali di Milano, Bologna, Firenze, Cagliari, Enna e Roma.
- **PLAY INAF:** La piattaforma multilingue (premio CLASSified Award 2023) sarà il portfolio di riferimento per la didattica innovativa INAF (coding, making, robotica, AR/VR) e verrà promossa attivamente in eventi nazionali e internazionali.
- **Interazione Culturale:** Si rafforzeranno le iniziative verso contesti multiculturali (es. "Il planetario e i Cieli del Mondo" per migranti ad Arcetri) e interreligiosi (es. collaborazione con la Grande Moschea di Roma).

Coordinamento Internazionale e Formazione

- **IAU - Centre for Education (I-OAE):** Il coordinamento dell'IAU Office of Astronomy for Education Center Italy (I-OAE), ospitato e finanziato da INAF (con 15 membri da 9 istituti), **rappresenta un pilastro strategico** per la leadership internazionale nella didattica.
 - Nel triennio si consoliderà la rete di oltre 350 coordinatori nazionali in 100 paesi, con focus sull'area del Mediterraneo, e si continuerà a curare la piattaforma globale astroEDU.
 - Verrà dato seguito al processo di co-progettazione mediterranea (workshop Lampedusa 2022, Marocco 2023, Turchia 2024, Egitto 2025).
 - L'obiettivo cardine del triennio 2026-28 sarà la gestione del progetto **Erasmus+** (250k€) vinto dalla rete.

Collaborazione con il Sistema Scuola (MIM)

- **PCTO:** L'offerta di Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (ex Alternanza) sarà mantenuta e potenziata su tutto il territorio. Partendo dalla solida base

di circa 60 progetti e 1.000 studenti/anno, si mira a orientare un numero crescente di giovani verso le carriere STEM.

- **MIM e SAlt:** La collaborazione strategica con il Ministero dell'Istruzione e del Merito (MIM) e la Società Astronomica Italiana (SAIt) proseguirà per l'organizzazione dei **Campionati Italiani di Astronomia** (target ~10.000 studenti/anno) e della **Scuola Nazionale Estiva di Astronomia (SNEA)**, come percorsi di valorizzazione delle eccellenze.
- **Formazione Docenti e Coding:** Come linea strategica trasversale per il triennio, e in linea con le Linee guida MIM, l'Ente intensificherà l'offerta di corsi per docenti, con un particolare accento su coding (Scratch), robotica educativa e pensiero computazionale, sfruttando le competenze diffuse nelle sue sedi.

7.4 Biblioteche, archivi storici e Musei

Uno degli obiettivi principali dell'ambito MAB (Musei Archivi Biblioteche) riguarda la realizzazione di strategie che rendano possibile a tutto il personale dell'Ente l'accesso alle risorse informative correnti. Su questo fronte è da sottolineare la convenzione con CRUI-CARE (Conferenza dei Rettori delle Università Italiane - Coordinamento per l'Accesso alle Risorse Elettroniche) che ha permesso la sottoscrizione di un accordo finalizzato alla partecipazione dell'INAF ai contratti con i principali editori scientifici per la sottoscrizione degli abbonamenti alle riviste e ai database bibliografici. Inoltre tale accordo ha consentito di stipulare alcuni accordi, di tipo trasformativo, che garantiscono la pubblicazione in open access degli articoli scientifici da parte dei ricercatori INAF. Sempre nella direzione di una maggiore diffusione della conoscenza scientifica si pone l'implementazione costante del repository ad accesso aperto OA@INAF <https://openaccess.inaf.it>.

Il repository, diventato operativo nel corso del 2019, attualmente conserva la produzione scientifica dell'ente a partire dal 2015, includendo anche la serie "INAF Technical Reports" ed è gestito dall'Ufficio Open Access che, nello svolgimento del proprio ruolo di raccolta e controllo dei prodotti della ricerca e di supporto ai ricercatori, ha contribuito in maniera determinante ai processi di VQR già dalla VQR 2015-2019.

L'ambito MAB si occupa inoltre delle iniziative e dei progetti di conservazione, tutela, valorizzazione e fruizione del patrimonio storico di ambito bibliotecario, archivistico e museale, conformemente alle indicazioni contenute nell'art. 2 dello Statuto INAF. Il patrimonio delle Biblioteche dell'INAF conta oltre 125.000 volumi monografici, 7000 volumi antichi, diverse centinaia di testate di periodici cartacei e online. Il patrimonio archivistico è costituito da oltre tre milioni di documenti, tra cui 122 serie di fondi archivistici degli astronomi italiani. Inoltre 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 internazionali. Allo scopo non solo di garantire la tutela e la salvaguardia, ma anche di sostenere la valorizzazione e la conoscenza di tale patrimonio è stato realizzato Polvere di Stelle, il Portale dei beni culturali dell'astronomia italiana (www.beniculturali.inaf.it). Esso raccoglie i database archivistici, bibliografici e strumentali di tutti i beni culturali dell'Istituto, continuamente implementato e aggiornato sia per la parte dei dati patrimoniali che per l'informazione delle attività di valorizzazione e fruizione. Il Portale è uno strumento informatico interattivo che consente agli studiosi ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-scientifiche dell'INAF. Il Portale è

arricchito sia dalla presenza della Teca digitale, che permette la consultazione dei volumi antichi di particolare rilievo, sia dal database delle biografie degli astronomi italiani. Inoltre, raccoglie al suo interno mostre virtuali, podcast e video realizzati anche per un pubblico non specialistico. E' prevista per il 2025 e il 2026 una revisione ed un upgrade sistematico del portale che renda le funzionalità ancora più efficienti e più responsive alle esigenze degli utenti e degli studiosi.

Per quanto riguarda la tutela e la valorizzazione del patrimonio bibliografico è stata completata un'accurata catalogazione degli incunaboli e delle cinquecentine conservati negli Osservatori astronomici italiani editi fra il 1478 e il 1560. È stato quindi pubblicato nel 2024 (Olschki editore) un pregiato volume (Gli incunaboli e le cinquecentine degli Osservatori astronomici dell'Istituto Nazionale di Astrofisica 1478-1560) che presenta questo importante patrimonio bibliografico, sicuramente un unicum a livello internazionale. È in programma per il 2026-2027 la pubblicazione del secondo volume che comprenderà lo studio e la catalogazione delle edizioni pubblicate fra il 1560 e il 1600.

Nel 2024 è stato completato il riordino degli archivi storici degli Osservatori di Arcetri, Brera e D'Abruzzo ed è in fase di completamento l'inclusione dei relativi inventari all'interno di Polvere di stelle, da dove sarà possibile consultarli, in tutta la loro ricchezza documentaria. Entro il 2027 è previsto il completamento dell'inventario dell'Osservatorio di Trieste e l'integrazione all'interno del portale Polvere di stelle degli archivi aggregati dell'Osservatorio di Capodimonte e dell'archivio storico dell'Istituto di Radioastronomia. Contestualmente al riordino sono previsti interventi di valorizzazione degli archivi storici che facciano conoscere, sia a livello locale che a livello nazionale, la straordinaria storia dell'astronomia in Italia ed i suoi intrecci con la cultura e la società. In questo ambito è in corso un progetto di ricognizione e studio della documentazione archivistica relativa alla costruzione delle cupole osservative, in collaborazione con l'Associazione Bombelli e il Dipartimento Architettura e Design del Politecnico di Torino. Iniziato nel 2025 sarà completato entro il triennio di riferimento un progetto dedicato allo studio e valorizzazione di un particolare fondo d'archivio conservato presso l'Osservatorio astrofisico di Arcetri dedicato al contributo dell'astronomo Giorgio Abetti alla spedizione scientifica guidata Filippo De Filippi in Himalaya e Karakorum nel 1913.

Molti osservatori astronomici conservano collezioni fotografiche di notevole valore che testimoniano l'attività scientifica delle strutture. È in corso, in alcune sedi INAF, un primo lavoro di studio, catalogazione (e in taluni casi restauro, dato che si tratta spesso di materiali fragili). Entro il 2026 tale materiale sarà disponibile e potrà essere consultato dal portale Polvere di stelle. Inoltre, sono previsti eventi di valorizzazione della documentazione fotografica che conserva in sé un tale potere di attrazione sul pubblico da essere un efficace strumento di avvicinamento all'astronomia. Nell'ambito dell'accordo quadro INAF-MIC DGER, è in fase di completamento presso ICPAL il restauro delle prime osservazioni astronomiche in fotografia di Angelo Secchi realizzate tra il 1851 e il 1860 conservate presso l'Osservatorio astronomico di Roma. A restauro completato seguirà un evento espositivo di orizzonte più ampio, da realizzarsi nel 2027, dedicato alle origini e agli sviluppi dell'astrofotografia.

In tutte le sedi INAF sono presenti collezioni di strumenti astronomici antichi, in alcuni casi organizzate in veri e propri musei che rappresentano un unicum a livello mondiale per completezza sia per l'arco temporale che per la varietà della strumentazione, oltre al fatto che spesso questi strumenti sono esposti nei luoghi in cui venivano utilizzati nel passato. Attorno a queste collezioni si svolgono continuamente attività di ricerca attraverso collaborazioni con studiosi di tutto il mondo, e di valorizzazione e diffusione verso il pubblico attraverso specifici progetti, visite guidate e partecipazione a esposizioni e mostre temporanee.

Nell'ottica di consentire un'accessibilità sempre più ampia, sia fisica che digitale, ai musei dell'INAF si collocano anche le attività previste dai progetti "Astronomia senza barriere" (il cui

finanziamento è rientrato all'interno del piano di investimento PNRR M1C3 "Rimozione delle barriere fisiche e cognitive in musei, biblioteche e archivi per consentire un più ampio accesso e partecipazione alla cultura") e "South Risk: From Data Collection to Monitoring Interventions and Risk Prevention. A Southern History" (PRIN PNRR 2022) dell'Osservatorio astronomico di Capodimonte. Quest'ultimo, in collaborazione con le Università di Bari, Messina, Napoli Federico II, intende studiare la tradizione nelle ricerche sui fenomeni naturali (meteorologia, terremoti e vulcani) che hanno interessato il Sud Italia tra il XVIII e il XX secolo. L'obiettivo è ricostruire la storia di questi studi, anche digitalizzando le collezioni archivistiche e bibliotecarie dell'Osservatorio di Capodimonte e creando una mostra, sia virtuale che fisica, sui temi di ricerca.

Iniziati nel 2025, continueranno per tutto il 2026 eventi e iniziative volti a celebrare le figure di Giovanni Domenico Cassini nel IV centenario della nascita con iniziative per gli studiosi (un convegno internazionale), per il pubblico e attività nelle scuole a Bologna e a Roma, e di padre Giuseppe Piazzi nel duecentesimo anniversario della sua morte. Inoltre, nel 2026 si terrà a Roma il convegno internazionale INSAP (*Inspiration of astronomical phenomena*) che costituirà un'occasione per approfondire temi legati alla valorizzazione dei beni culturali INAF e al suo inestimabile patrimonio storico.

Nel 2026 sono previste una serie di attività/eventi per celebrare il centenario della "prima luce" del telescopio Zeiss locato nella sede meratese dell'Osservatorio Astronomico di Brera"

Da alcuni anni INAF collabora attivamente, tramite un apposito protocollo, con la SISFA (Società italiana degli storici della fisica e dell'astronomia) in attività di promozione degli studi in storia della fisica e dell'astronomia in tutti i suoi aspetti; in particolare il MAB ha dato ampio supporto all'organizzazione dei congressi annuali SISFA svoltisi nel periodo 2023-2025 e sarà coinvolto anche nell'appuntamento 2026 previsto a Napoli.

8. Gender Equality

8.1 Iniziative in atto e previste volte a promuovere inclusività e parità di “genere”.

L'INAF ha adottato, dal 2022, un Piano di Uguaglianza di Genere (Gender Equality Plan – GEP).

Il GEP dell'INAF per il triennio 2025-2027 è stato approvato dal CDA in 19 dicembre 2025. La finalità primaria del piano consiste nel superamento degli ostacoli strutturali che limitano l'effettiva realizzazione delle pari opportunità e la piena valorizzazione di tutte le forme di diversità, estese, oltre al genere, anche a variabili quali età, background culturale e abilità. In quanto Ente Pubblico di Ricerca (EPR), l'INAF è chiamato a garantire che le proprie dinamiche interne non si limitino al rispetto del principio di non discriminazione, ma promuovano attivamente l'uguaglianza sostanziale, in coerenza con l'ordinamento nazionale e con i stringenti requisiti europei. In coerenza con gli altri documenti programmatici dell'Ente, fornisce strumenti che possono influire positivamente sul clima lavorativo favorendo la condivisione di valori di equità e di rispetto individuale e ripensando l'organizzazione del lavoro nella sua dimensione sociale e di genere, tramite cambiamenti istituzionali e culturali.

Il GEP 2025-2027 è stato finalizzato a valle della valutazione del Bilancio di Genere (BdG) dell'INAF, elaborato in ottemperanza agli obblighi istituzionali derivanti dalla Direttiva n. 2/2019 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e dall'articolo 38-septies della Legge n. 196 del 2009. Il BdG presenta l'analisi del posizionamento di genere nell'Istituto riferita al periodo 2022-2025 (Figura 26).

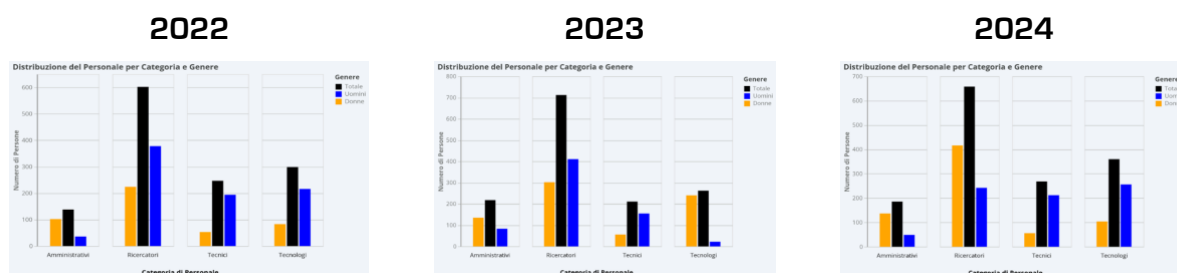


Figura 26 – Distribuzione di genere del personale INAF (da sinistra a destra: Amministrativi, Ricercatori, Tecnici e Tecnologi) nel triennio 2022-2024 (dal BdG).

Per quanto riguarda la distribuzione del personale di ricerca nei diversi ruoli della carriera, emerge un Glass Ceiling Index (GCI) - calcolato come il rapporto tra la percentuale femminile nei ruoli di ricerca (I-III e astronomi) e la percentuale femminile al vertice (I e Astronomi Ordinari) - pari a 1.68, in lieve miglioramento rispetto all'ultima rilevazione di 1.81 del 2021, tuttavia ancora indicante la persistenza del cosiddetto “Soffitto di Cristallo”. Si rileva tuttavia che la percentuale di figure apicali (Direttori e Coordinatori di Unità Scientifiche Gestionali della direzione Scientifica) è in linea con la percentuale femminile nei ruoli della ricerca (circa 35%).

Il BdG mette in luce che l'esperienza maturata con l'adozione di modalità di lavoro flessibile (Lavoro Agile) ha dimostrato la sua efficacia nel garantire la continuità lavorativa e nel mitigare il ricorso a permessi formali in periodi di gestione familiare intensa. L'adozione strutturale del Lavoro Agile in INAF non è stata concepita unicamente come misura di conciliazione, ma come una leva strategica per la modernizzazione organizzativa. L'Istituto ha inteso superare la logica della presenza fisica come unico indicatore di performance, orientandosi verso una cultura lavorativa fondata sulla responsabilità, l'autonomia e il raggiungimento degli obiettivi. L'analisi

dei dati conferma che il ricorso al Lavoro Agile non ha compromesso l'efficienza operativa dell'Ente; al contrario, la flessibilità ha spesso favorito una migliore focalizzazione sui *task*.

Il Piano d'Azione GEP per il prossimo triennio si sviluppa attraverso cinque Aree Tematiche (AT) principali (Benessere Organizzativo, Equilibrio negli Organi Decisionali, Uguaglianza nel Reclutamento e Carriera, Prospettiva di Genere nella Ricerca e Contrasto alla Violenza di Genere).

La strategia d'azione si articola su tre direttrici:

1. **Consolidamento delle Azioni Esistenti:** Il Piano mantiene e prosegue le azioni operative fondamentali, già presenti nel GEP 2022-2024, che hanno dimostrato efficacia nella promozione della parità di genere.
 - Benessere organizzativo ed Equilibrio vita privata-vita lavorativa
 - Equilibrio di genere nelle posizioni di vertice e negli organi decisionali
 - Uguaglianza di genere nel reclutamento e nelle progressioni di carriera
 - Integrazione della prospettiva di genere nella ricerca scientifica e nelle azioni di Terza missione
 - Misure di contrasto a ogni forma di discriminazione legata al genere e a ogni forma di violenza di genere, incluse le molestie sessuali; divulgazione sui temi delle pari opportunità
2. **Nuove Proposte Strategiche:** Sono state integrate le proposte evolutive emerse dalla Relazione del Comitato Unico di Garanzia (CUG) relative al triennio 2025-2027, che introducono iniziative come un Programma di Leadership Inclusiva e Mentoring, l'adozione di una Guida INAF all'uso del linguaggio esteso.
3. **Valutazione Normativa:** Un set limitato di azioni è posto in regime di valutazione regolamentare. Queste azioni sono da considerarsi implementabili solo a seguito di una verifica tecnico-giuridica che ne assicuri la piena compatibilità con il Regolamento Missioni o le Norme che disciplinano l'accesso e la copertura assicurativa nelle diverse sedi dell'Ente, garantendo il rispetto dei principi di diritto amministrativo e contabile.

Tra le azioni che favoriscono il benessere lavorativo e incidono sul bilancio di genere, annoveriamo: lo Sportello di Ascolto INAF, attivo dal febbraio del 2024, pensato per offrire supporto e ascolto a tutto il personale.

Si rimanda al [PIAO 2026-2028](#) per il Piano triennale di azioni positive (§3.5, p. 223).

8.2 Indicazione del budget e del personale coinvolto.

La Direzione Generale a inizio del periodo del presente PTA dispone di 850 k€ per l'implementazione delle azioni del Gender Equality Plan. A partire dal 2026 la gestione dei fondi è passata alla Direzione Scientifica.

Il personale coinvolto include la Direzione Scientifica e la Direzione Generale per il coordinamento strategico, il GEP e il CUG che collaborano per l'ideazione e il monitoraggio delle azioni, i responsabili di sede e di progetto per l'attuazione locale e tutto il personale INAF per la partecipazione a formazione, questionari e iniziative comuni.

9. Patrimonio, Bilancio e Fabbisogno di Risorse

9.1 Patrimonio

L'INAF ha in dotazione, a vario titolo, un patrimonio immobiliare vasto ed eterogeneo, costituito da numerosi Complessi Immobiliari, alcuni dei quali sono ubicati al di fuori del territorio nazionale. Il patrimonio immobiliare è schematicamente riportato e specificato di seguito.

N.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE
1	INAF - Amministrazione Centrale	
1.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Monte Mario (Complesso Immobiliare)	Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136 Roma
2	INAF - Osservatorio Astronomico d'Abruzzo	
2.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Teramo (Complesso Immobiliare)	Via Mentore Maggini, 64100 Località Collurania, Teramo
2.2	Stazione Osservativa di Campo Imperatore	Piazzale di Campo Imperatore snc, 67100 Assergi (L'Aquila)
3	INAF - Osservatorio Astrofisico di Arcetri	
3.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Complesso Immobiliare)	Largo Enrico Fermi, n. 5, 50125 Firenze (Fi)
4	INAF - Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna - OAS	
4.1	Sede: Plesso del Battiferro	Via Piero Gobetti, n. 93/3, 40129 Bologna
4.2	Area della Ricerca di Bologna (Consiglio Nazionale delle Ricerche)	Via Piero Gobetti, n. 101, 40129 Bologna
4.3	Stazione Osservativa di Loiano (Complesso Immobiliare)	Via Nazionale n. 11, 40050 Loiano (Bologna)
4.4	Stazione Osservativa di Loiano (REOSC)	Via Orzale, n. 16, 40050 Loiano (Bologna)
5	INAF - Osservatorio Astronomico di Brera	
5.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Brera	Via Brera, n. 28, 20121 Milano
5.2	Osservatorio Astronomico di Merate (Complesso Immobiliare)	Via Emilio Bianchi, n. 46, 23807 Merate (Lecco)
6	INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari	
6.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Cagliari	Via della Scienza, n. 5, 09047 Selargius (Cagliari)
6.2	Sardinia Radio Telescope (SRT)	Pranusanguni, 09040 San Basilio (Cagliari)
7	INAF - Osservatorio Astronomico di Capodimonte	
7.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Complesso Immobiliare)	Salita Moiariello, n. 16, 80131 Napoli
8	INAF - Osservatorio Astrofisico di Catania	
8.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Catania	Città Universitaria – Via Santa Sofia, n. 78, 95123 Catania
8.2	Stazione Osservativa M.G. Fracastoro (Complesso Immobiliare)	Località Serra La Nave, 95030 Ragalna (Catania)
9	INAF - Osservatorio Astronomico di Padova	

N.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE
9.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Padova (Complesso Immobiliare)	Vicolo dell'Osservatorio, n. 5, 35122 Padova
9.2	Stazione osservativa di Cima Ekar	Via Leonida Rosino snc, 36012 Asiago (Vicenza)
10	INAF - Osservatorio Astronomico di Palermo	
10.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Palermo	Piazza Vittoria n. 3, 90134 Palermo
10.2	Nuova Sede da destinare a laboratori e uffici	Complesso Immobiliare sito a Palermo, in Via Tiro a Segno, numero 90 (ex Pastificio SEPI)
10.3	Laboratori (ubicazione attuale)	Via Gian Filippo Ingrassia, n. 31 e 31/A, 90123 Palermo
11	INAF - Osservatorio Astronomico di Roma	
11.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Roma (Complesso Immobiliare)	Via di Frascati, n. 33, 00078 Monte Porzio Catone (Roma)
12	INAF - Osservatorio Astrofisico di Torino	
12.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Torino (Complesso Immobiliare)	Via Osservatorio, n. 20, 10025 Pino Torinese (Torino)
12.2	Museo dell'Astronomia con Planetario	Via Osservatorio, n. 30, 10025 Pino Torinese (Torino)
12.3	Villa Magliola	Via Osservatorio, n. 35, 10025 Pino Torinese (Torino)
13	INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste	
13.1	Sede: Castello Basevi (Complesso Immobiliare)	Via Tiepolo, n. 11, 34143 Trieste Via Besenghi n. 17, 34143 Trieste
13.2	Villa Bazzoni	Via Riccardo Bazzoni, n. 2, 34143 Trieste
13.3	Stazione Osservativa di Basovizza (Complesso Immobiliare)	Località Basovizza, n. 302, 34149 Basovizza (Trieste)
14	INAF - Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma	
14.1	Sede: Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma	Via del Fosso del Cavaliere, n. 100, 00133 Roma
15	INAF - Istituto di Radioastronomia	
15.1	Sede: Istituto di Radioastronomia	Via Piero Gobetti, n. 101, 40129 Bologna
15.2	Stazione di Medicina (Complesso Immobiliare)	Via Fiorentina, n. 3508, 40059 Medicina (Bologna)
15.3	Stazione di Noto (Complesso Immobiliare)	Contrada Renna Bassa snc, 96017 Noto (Siracusa)
16	INAF - Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo	
16.1	Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica	Via Ugo La Malfa, n. 153, 90146 Palermo
17	INAF - Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano	
17.1	Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica	Via Edoardo Bassini, n. 15, 20133 Milano
18	Telescopio Nazionale Galileo	
18.1	Sede: Santa Cruz de Tenerife	Isole Canarie, Spagna
19	Large Binocular Telescope	
19.1	Sede: Monte Graham	Arizona, U.S.A.

In particolare:

- a) i Complessi Immobiliari che ospitano la "*Amministrazione Centrale*" e le "*Strutture di Ricerca*", che al momento sono sedici, distribuite sull'intero territorio nazionale, sono costituiti da Edifici con diverse destinazioni d'uso (uffici, laboratori, biblioteche, musei, stazioni osservative, foresterie, ecc.);
- b) i Complessi Immobiliari ubicati all'estero sono quelli che attualmente ospitano le "Strutture" e le "Infrastrutture":
 - o del "Telescopio Nazionale Galileo", che ha Sede a Santa Cruz de Tenerife in Spagna ed è gestito dalla "Fundación Galileo Galilei, Fundación Canaria" ("FGG");
 - o del "Large Binocular Telescope", che ha Sede sul Monte Graham, in Arizona (USA), del quale L'INAF è comproprietario.

Nel triennio 2026–2028 la gestione del patrimonio immobiliare dell'INAF richiederà interventi continui e spesso onerosi di messa a norma, manutenzione ordinaria e straordinaria, riqualificazione e adeguamento funzionale, con particolare attenzione all'accessibilità e all'efficientamento energetico. Una parte rilevante degli immobili è inoltre soggetta a vincoli architettonici e/o paesaggistici, che rendono gli interventi più complessi sotto il profilo tecnico-amministrativo e più impegnativi in termini di tempi e costi. In questo quadro, la Direzione Generale, con il supporto del Tavolo Tecnico Permanente in materia di patrimonio immobiliare e lavori pubblici, ha promosso iniziative mirate per programmare e rendere realizzabili gli interventi prioritari e per reperire risorse dedicate, pur nella consapevolezza che gli stanziamenti disponibili restano complessivamente inferiori alle esigenze, a fronte di problematiche rilevanti in materia di sicurezza, salubrità e conservazione di beni anche di valore storico-architettonico.

Parallelamente, la complessità organizzativa dell'Ente — articolato su più Centri di responsabilità e con sedi distribuite sul territorio — e la normativa di settore hanno reso necessario un rafforzamento degli strumenti di programmazione e monitoraggio. A tal fine è in corso un percorso di potenziamento dei sistemi informativi, con l'adozione di soluzioni software uniche a livello di Ente per la gestione dei lavori pubblici e, in parallelo, per la gestione del patrimonio immobiliare. L'obiettivo è disporre di un monitoraggio completo dell'intero ciclo degli interventi (dalla progettazione al collaudo) e di una banca dati unica, strutturata e navigabile del patrimonio, che consenta analisi anagrafiche, catastali, tecnico-economiche e gestionali, supportando in prospettiva anche azioni di razionalizzazione, efficientamento e valorizzazione coerenti con le attività istituzionali dell'INAF e con il contesto territoriale in cui opera.

9.1.1 Aggiornamento sullo stato dei lavori di censimento, inventario e gestione del patrimonio immobiliare.

La Direzione Generale ha istituito già nel 2017 il **Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare**, con il compito di censire, monitorare e gestire l'intero patrimonio dell'Ente (immobili di proprietà, in uso o in locazione), comprendendo anche le grandi attrezzature scientifiche. Nel 2018 le funzioni del Tavolo sono state ampliate e stabilizzate, con integrazione della sua composizione. Successivamente, il Tavolo è confluito nei **Servizi di Staff della Direzione Generale**, mantenendo le sue attività strategiche. L'azione principale assegnata al Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare è garantire **conoscenza completa, tutela, valorizzazione e razionalizzazione** del patrimonio dell'ente, ivi comprese le "Grandi Attrezzature Scientifiche", anche in vista della transizione alla contabilità economico-patrimoniale.

A tale scopo è stato definito un programma di azioni articolato in **fasi**:

- **Fase 0 – Analisi dello stato di fatto e piano di interventi**: raccolta documentazione legale, catastale, urbanistica, edilizia e impiantistica (“due diligence”) per costituire il primo quadro conoscitivo.
- **Fase 1 – Digitalizzazione**: creazione dell'**Archivio Unico/Database Unificato** del patrimonio, in collaborazione con il Servizio Informatico; avvio delle procedure per acquisire due software unici:
 - uno per monitoraggio e gestione di opere e lavori pubblici;
 - uno per la gestione centralizzata del patrimonio, con banca dati strutturata e navigabile (aspetti anagrafici, catastali, giuridici, economici, tecnici).
- **Fase 2 – Quadro Riassuntivo**: redazione del primo documento analitico, aggiornato al 2017, che descrive consistenza, tipologia e uso degli immobili di tutte le articolazioni organizzative.
- **Fase 3 – Valori catastali rivalutati**: calcolo del valore fiscale degli immobili, fabbricati e terreni agricoli, sulla base delle rendite catastali e dei moltiplicatori di legge.
- **Fase 4 – Revisione straordinaria e urgente dell'inventario**: definizione del **valore venale** (inventariale e assicurativo) del patrimonio. È stato predisposto un capitolato tecnico per l'affidamento esterno delle perizie di stima, optando per incarichi a professionisti qualificati tramite procedura MEPA, vista la complessità e l'assenza di competenze interne certificate.

Parallelamente, è stata stipulata una **Convenzione con l'Agenzia delle Entrate** per l'accesso alle banche dati catastali e ipotecarie, così da completare e rafforzare il processo di censimento.

In prospettiva, il lavoro svolto consentirà non solo una **mappatura completa e aggiornata** dei beni, ma anche la realizzazione di **progetti di razionalizzazione, efficientamento e valorizzazione** del patrimonio, a supporto sia delle attività scientifiche che della gestione amministrativa dell'Ente.

I risultati delle attività complessivamente svolte in tre diversi periodi temporali sono depositati agli atti della "Amministrazione Centrale". Nella Tabella 9 è riportato il rapporto estimativo di sintesi, ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari di cui l'ente è proprietario o, al momento della stima, detentore qualificato, in attesa di acquisirne la proprietà.

Tabella 9 - Rapporto estimativo di sintesi, ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari di cui l'ente è proprietario o, al momento della stima, detentore qualificato, in attesa di acquisirne la proprietà

.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE	VALORE INVENTARIALE (euro)
2	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico d'Abruzzo		
2.1	Sede: Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (Complesso Immobiliare)	Via Mentore Maggini, 64100 Località Collurania, Teramo (Te)	2.291.100

	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE	VALORE INVENTARIALE (euro)
4	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna		
4.1	Sede: Plesso del Battiferro	Via Piero Gobetti, numero 93/3, 40129 Bologna (Bo)	6.569.500
9	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Padova		
9.2	Stazione Osservativa di Cima Ekar	Via Leonida Rosino, senza numero civico, 36012 Asiago (Vicenza)	2.876.450
10	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Palermo		
10.2	Nuova sede da destinare a laboratori e uffici	Complesso Immobiliare sito in Palermo, alla Via Tiro a Segno, numero 90 (Ex Pastificio SEPI)	109.500
12	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astrofisico di Torino		
12.2	Museo della Astronomia con Planetario	Via Osservatorio, numero 30, 10025 Pino Torinese (Torino)	5.040.800
12.3	Villa Magliola	Via Osservatorio, numero 35, 10025 Pino Torinese (Torino)	
13	Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Trieste		
13.1	Sede: Castello Basevi (Complesso Immobiliare)	Via Tiepolo, numero 11, 34143 Trieste Via Besenghi numero 17, 34133 Trieste	2.089.500
13.2	Villa Bazzoni	Via Riccardo Bazzoni, numero 2, 34143 Trieste	3.409.300
13.3	Stazione Osservativa di Basovizza (Complesso Immobiliare)	Località Basovizza, numero 302, 34149 Basovizza (Trieste)	3.478.800
	TOTALE		25.864.950

Il "Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare, ivi comprese le Grandi Attrezzature Scientifiche, e di Lavori Pubblici" ha prodotto nel giugno 2021, una dettagliata "Relazione Tecnica", che descrive il "Quadro Complessivo della Consistenza" del "Patrimonio Immobiliare di proprietà o utilizzato, a qualsiasi titolo, dall'Istituto Nazionale di Astrofisica".

I valori del predetto "Patrimonio" sono riportati nella Tabella 10 che riporta il *valore inventariale* degli immobili e/o dei complessi immobiliari che l'Ente utilizza a vario titolo (concessione in uso, comodato, locazione):

Tabella 10 - Consistenza del patrimonio immobiliare dello Istituto Nazionale di Astrofisica

		Amministrazione Centrale			VALORE INVENTARIALE
1	1	Sede: ex Osservatorio Astronomico di Monte Mario			€ 7.227.300
		Roma	Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136	Demanio dello Stato	
		Roma	Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136	Demanio dello Stato (ramo Esercito)	
		Roma	Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136	Demanio dello Stato (ramo Esercito)	
		Osservatorio Astronomico d'Abruzzo			VALORE INVENTARIALE
2	2	Sede: Stazione Osservativa di Campo Imperatore			€ 1.195.150
		Campo Imperatore (AQ)	SS 17, località Campo Imperatore, frazione Assergi, 67010 L'Aquila	Demanio dello Stato	
		Osservatorio Astrofisico di Arcetri			VALORE INVENTARIALE
3	3	Sede: Osservatorio Astrofisico di Arcetri			€ 3.808.600
		Firenze	Largo Enrico Fermi, n. 5, 50125	Demanio dello Stato	
		Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio			VALORE INVENTARIALE
4	4A	Sede: Plesso del Battiferro - Area CNR - Bologna			€ 3.911.100
		Bologna	Via Piero Gobetti, n. 101, 40129	Consiglio Nazionale delle Ricerche 80054330586	
	4B	Sede: Stazione Osservativa di Loiano (Bo)			€ 1.744.200
		Loiano (Bo)	Via Nazionale, n. 11, 40050	Università degli Studi di Bologna ALMA MATER STUDIORUM 80007010376	

		Loiano (Bo)	Via Orzale, n. 16 40050	Università degli Studi di Bologna ALMA MATER STUDIORUM 80007010376	
		Osservatorio Astronomico di Brera			VALORE INVENTARIALE
5	5A	Sede: Brera			€ 1.468.600
		Brera	Via Brera, n. 28, 20121	Demanio dello Stato	
	5B	Sede: Merate			€ 2.731.300
		Merate	Via Emilio Bianchi, n. 46, 23807	Demanio dello Stato	
		Osservatorio Astronomico di Cagliari			VALORE INVENTARIALE
6	6A	SRT Sardinia Radio Telescope			€ 2.282.800
		San Basilio (CA)	Pranusanguni 09040		
	6B	Sede: Osservatorio Astronomico di Cagliari			€ 4.725.200
		Selargius (CA)	Via della Scienza, n. 5, 09047	Comune di Selargius	
		Osservatorio Astronomico di Capodimonte			VALORE INVENTARIALE
7	7	Sede: Osservatorio Astronomico di Capodimonte			
		Napoli	Salita Moiarello, n. 16, Capodimonte (Napoli)	Demanio dello Stato	€ 9.642.500
		Osservatorio Astrofisico di Catania			VALORE INVENTARIALE
8	8A	Sede: Centro Universitario di Santa Sofia			€ 2.843.400
		Catania	Via Santa Sofia, n. 78, (ex Viale A. Doria, n. 6), 95123	Università degli Studi di Catania C.F./P.IVA 02772010878	
	8B	Sede di Serra la Nave: M.G. Fracastoro			€ 1.582.600
		Ragalna (CT)	Contrada Serra la Nave, 95030	Demanio dello Stato 063409810070	
		Osservatorio Astronomico di Padova			VALORE INVENTARIALE
9	9	Sede: Osservatorio Astronomico di Padova			€ 3.320.400
		Padova	Vicolo dell'Osservatorio, n. 5, 35122	Demanio dello Stato	

		Osservatorio Astronomico di Palermo			VALORE INVENTARIALE
10	10A	Sede: Osservatorio Astronomico di Palermo - Palazzo dei Normanni			€ 877.400
		Palermo	Piazza Vittoria, n. 3 90123	Demanio dello Stato (Università degli Studi di Palermo)	
		Sede: Laboratori dell'Osservatorio Astronomico di Palermo			
	10B	Palermo	Via Gian Filippo Ingrassia, nn. 31 e 31/a	Concordia Gestioni Immobiliari	€ 546.100
		Osservatorio Astronomico di Roma			VALORE INVENTARIALE
11	11	Sede: Osservatorio Astronomico di Roma Monteporzio Catone			€ 10.446.100
		Monteporzio Catone (RM)	Via Frascati, n. 33, 00078	Demanio dello Stato	
		Osservatorio Astrofisico di Torino			VALORE INVENTARIALE
12	12	Sede: Osservatorio Astrofisico di Torino			€ 1.554.900
		Pino Torinese	Via Osservatorio, n. 20 10025	Demanio dello Stato	
		Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma			VALORE INVENTARIALE
13	13	Sede: Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma -Area CNR			€ 3.197.000
		Roma	Via del Fosso del Cavaliere, n. 100	Consiglio Nazionale della Ricerche (proprietario del diritto di Superficie)	
		Istituto di Radioastronomia			VALORE INVENTARIALE
14		Sede: Bologna			
	14A	Bologna	Via Piero Gobetti, n. 101	Consiglio Nazionale della Ricerche	€ 2.170.800
	14B	Sede: Noto			€ 1.037.400
		Noto	Contrada Renna Bassa	Consiglio Nazionale della Ricerche	
	14C	Sede: Medicina			€ 2.409.300
		Medicina	Via Fiorentina, 3513	Consiglio Nazionale della Ricerche	

		Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo			VALORE INVENTARIALE
15	15	<i>Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo</i>			€ 650.200
		<i>Palermo</i>	<i>Viale Ugo La Malfa, n. 153, 90146</i>	<i>FIN MED Società per Azioni C.F./P. IVA 05222440967</i>	
		Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano			VALORE INVENTARIALE
16	16	<i>Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano</i>			€ 1.483.100
		<i>Milano</i>	<i>Via Bassini, n. 15</i>	<i>Consiglio Nazionale delle Ricerche</i>	
					€ 70.855.450

I "valori complessivi", ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari che l'Ente utilizza, a titolo di proprietà o a qualunque altro titolo, sono riportati nella seguente Tabella 11

Tabella 11 - Valori complessivi ai fini inventariali

	BENI UTILIZZATI DALL'ENTE	VALORE INVENTARIALE
A	Immobili di cui l'Ente è proprietario	€ 25.864.950
B	Immobili che l'Ente utilizza a qualunque altro titolo	€ 70.855.450
	TOTALE	€ 96.720.400

9.2 Bilancio

9.2.1 Stato del bilancio annuale e di previsione

Le *somme accertate* nel corso dell'Esercizio Finanziario 2025 ammontano complessivamente a € 309.245.778,66. Il predetto importo è comprensivo delle "somme accertate", pari complessivamente a € 12.202.749,31, che riguardano i Programmi e i Progetti ammessi a finanziamento a valere sulle risorse che provengono dal *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* ("PNRR"), alle quali è stata data evidenza contabile con apposita "Codifica", mediante la creazione di specifiche "Funzioni Obiettivo" e la istituzione, nel "Conto" di quinto livello del "Piano dei Conti", contrassegnato con il Codice" 2.01.05.01.999. e denominato "Altri trasferimenti correnti dall'Unione Europea", di un "Capitolo" dedicato, di sesto livello, contrassegnato con il "Codice" 2.01.05.01.999.03 e denominato "Altri trasferimenti correnti dalla Unione Europea per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza".

Nel medesimo Esercizio le "somme riscosse" in "conto competenza" sono pari a € 254.758.874,83, mentre le "somme rimaste da riscuotere" sono pari a € 54,486,903.83.

Tabella 12 - Riepilogo delle entrate riscosse in c/competenza e in c/residui (importi espressi in euro)

	Somme accertate	Somme riscosse in c/competenza	Somme riscosse in c/residui	Totale somme riscosse
Totale 2025	309.245.778,66	254.758.874,83	38.943.285,24	293.702.160,07
Totale 2024	286.987.216,69	234.578.760,38	21.482.646,52	256.061.406,90
Differenza	22.258.561,97	20.180.114,45	17.460.638,72	37.640.753,17

Dal confronto dei dati relativi all'Esercizio Finanziario 2025 con quelli relativi all'Esercizio Finanziario 2024 emergono le differenze riportate nella Tabella 12 e nella Tabella 13.

Tabella 13 - Quadro di raffronto tra le Entrate relative all'Esercizio Finanziario 2025 e all'Esercizio Finanziario 2024 (importi espressi in euro)

Entrate	2025 Residui	2025 Competenza (Accertamenti)	2025 Cassa (Riscossioni)	2024 Residui	2024 Competenza (Accertamenti)	2024 Cassa (Riscossioni)	Diff. %
	A	B	C	D	E	F	E/B
2. Trasferimenti correnti	256.918.279,11	250.304.961,57	234.991.741,55	242.545.503,00	237.172.435,43	207.631.078,00	5,54%
3. Entrate extratributarie	2.968.570,12	3.908.882,59	3.188.692,29	2.249.059,94	3.237.430,98	2.647.494,31	20,74%
Totale Entrate correnti	259.886.849,23	254.213.844,16	238.180.433,84	244.794.562,94	240.409.866,41	210.278.572,31	5,74%
4. Entrate in conto capitale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5. Entrate da riduzione di attività finanziarie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6. Accensione di prestiti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Totale Entrate al netto delle entrate per conto terzi e partite di giro	259.886.849,23	254.213.844,16	238.180.433,84	244.794.562,94	240.409.866,41	210.278.572,31	5,74%
9. Entrate per conto terzi e partite di giro	1.551.696,96	55.031.934,50	55.521.726,23	2.041.488,69	46.577.350,28	45.782.834,59	18,15%
TOTALE ENTRATE	261.438.546,19	309.245.778,66	293.702.160,07	246.836.051,63	286.987.216,69	256.061.406,90	7,76%

Tabella 14- Suddivisione delle Uscite per l'anno finanziario 2025 per Centro di Responsabilità Amministrativa

Centri di Responsabilità Amministrativa	Somme impegnate	Somme pagate in c/competenza	Somme impegnate rimaste da pagare	%
	A	B	C	B/A
0.00. Staff Direzione Generale	820.455,96	572.203,72	248.252,24	69,74%
0.01. Ufficio I	90.103.386,97	86.342.812,10	3.760.574,87	95,83%
0.02. Ufficio II	2.733.092,85	2.386.825,30	346.267,55	87,33%
0.03. Uffici di Presidenza	307.648,75	275.168,14	32.480,61	89,44%
0.04. Direzione Scientifica	33.005.967,81	32.771.072,26	234.895,55	99,29%
1. Strutture di Ricerca	129.157.471,43	91.551.969,90	37.605.501,53	70,88%
Totale (al netto delle uscite per conto terzi e partite di giro)	256.128.023,77	213.900.051,42	42.227.972,35	83,51%
Uscite per conto terzi e partite di giro	55.031.934,50	41.974.277,78	13.057.656,72	76,27%
TOTALE GENERALE	311.159.958,27	255.874.329,20	55.285.629,07	82,23%

Infine, le “Somme impegnate” e “Somme pagate” in conto competenza nel 2024 suddivise per Centro di Responsabilità Amministrativa sono mostrate in Figura 27.

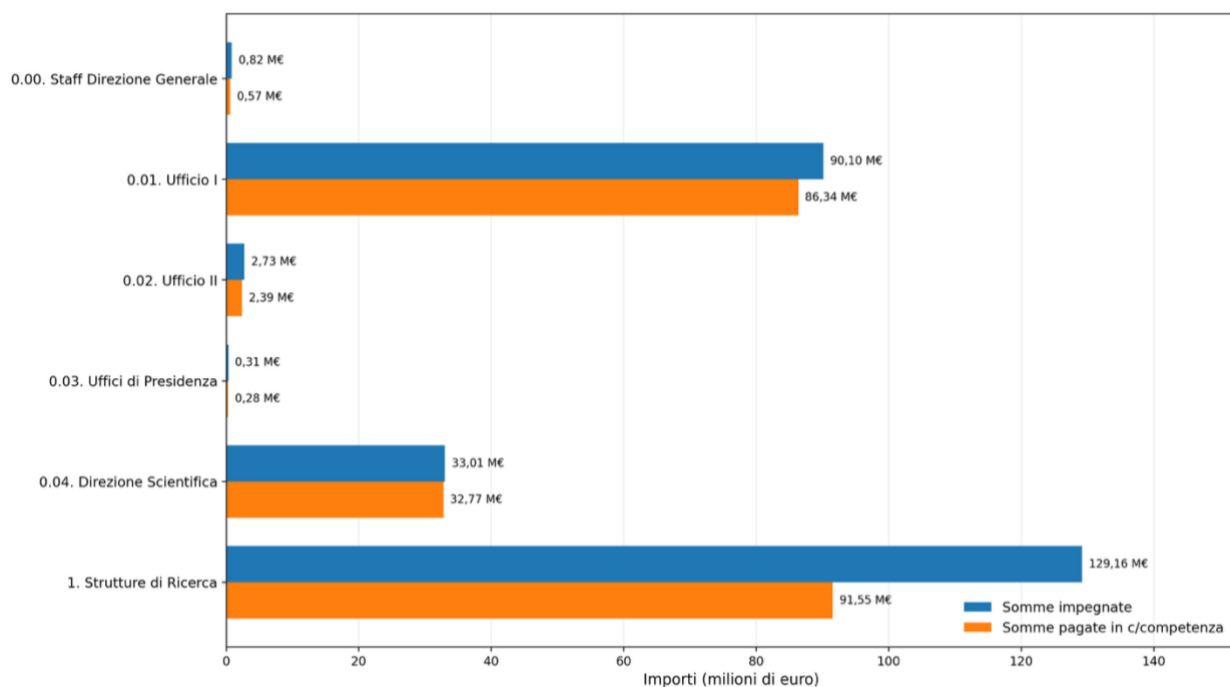


Figura 27 - “Somme impegnate” e “Somme pagate” in conto competenza nel 2025 suddivise per Centro di Responsabilità Amministrativa.

9.2.2 Immagine proiettiva dei successivi tre anni

Entrate previste nell'ambito del Fondo Ordinario di Funzionamento

Nell'Esercizio Finanziario 2025 è stato registrato, rispetto all'Esercizio Finanziario 2024, un incremento della "assegnazione ordinaria", pari a € 2.086.248,00, in quanto con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 27 giugno 2025, numero 437, che ha ripartito il "Fondo Ordinario per gli Enti e le Istituzioni di Ricerca" per l'anno 2025, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" è stato attribuito, a titolo di "assegnazione ordinaria", un finanziamento pari a € 118.825.674,00, da confrontarsi con l'assegnazione di € 116.739.426,00 attribuita alla stessa voce con il decreto di riparto 2024.

Inoltre, con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 27 giugno 2025, numero 437, precedentemente richiamato, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" sono stati assegnati, a vario titolo, altri finanziamenti, per un importo complessivo pari a € 33.690.000.

Nella Tabella 15 è riassunto il FOE assegnato nel triennio 2023-2025 suddiviso nelle sue componenti.

Tabella 15 - Assegnazione del FOE nel triennio 2022-2024 nelle sue componenti.

Anno	FOE Ordinario	FOE Straordinario		FOE Straordinario	FOE Totale
		Ricerca a valenza internazionale	Progettualità a carattere continuativo		
2023	€ 110,977,469	€ 15,050,000	€ 23,050,000	€ 38,100,000	€ 149,077,469
2024	€ 116,739,426	€ 16,140,000	€ 17,550,000	€ 33,690,000	€ 150,429,426
2025	€ 118,825,674	€ 16,140,000	€ 17,550,000	€ 33,690,000	€ 152,515,674

Il finanziamento straordinario rientra tra quelli a "destinazione vincolata" e può essere utilizzato solo ed esclusivamente per le finalità indicate nell'annuale Decreto Ministeriale di riparto.

Con Decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca numero 135 del 26 gennaio 2026 è stato assegnato all'INAF un finanziamento premiale per l'annualità 2025 di € 4.772.376,00.

Con Decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca recante "Riparto del Fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca (FOE) per l'anno 2026", firmato il 24 giugno 2026 (non ancora pubblicato in G.U.) è stato assegnato all'INAF il FOE per l'anno finanziario 2026 come indicato in Tabella 16.

Tabella 16 - FOE assegnato all'INAF con Decreto Ministeriale n. 437 del 27-06-2025 per il 2025.

Anno	FOE Ordinario	FOE Straordinario		FOE Straordinario	FOE Totale
		Ricerca a valenza internazionale	Progettualità a carattere continuativo		
2026	€ 135,139,671	€ 16,140,000	–	€ 16,140,000	€ 151,279,671

In totale il FOE assegnato nel 2026 è inferiore a quello assegnato nel 2025 di € 1,236,003.

Per quanto riguarda le "Attività di ricerca a valenza internazionale" queste contemplano:

- € 5.940.000,00 destinati alla realizzazione di strumentazione per lo "Extremely Large Telescope - ELT" dell'ESO (cf. 5.2.1);
- € 4.500.000,00 destinati alla copertura finanziaria delle spese di gestione e di manutenzione del "Sardinia Radio Telescope - SRT" e delle antenne VLBI (cf. 5.1.1);
- € 3.000.000,00 destinati alla parziale copertura delle spese di gestione e di manutenzione del "Large Binocular Telescope - LBT" (cf. 5.1.3);
- € 2.700.000,00 destinati alla realizzazione di strumentazione per lo "European Southern Observatory - ESO" (cf. 5.1.5).

Per quanto riguarda la "Progettualità a carattere continuativo", le risorse assegnate nell'anno finanziario 2025 e di conseguenza presenti nel bilancio di previsione 2026 sono confluite nell'assegnazione ordinaria del FOE.

Entrate previste per il finanziamento di grandi infrastrutture

Entrate DM 450 del 4 giugno 2019

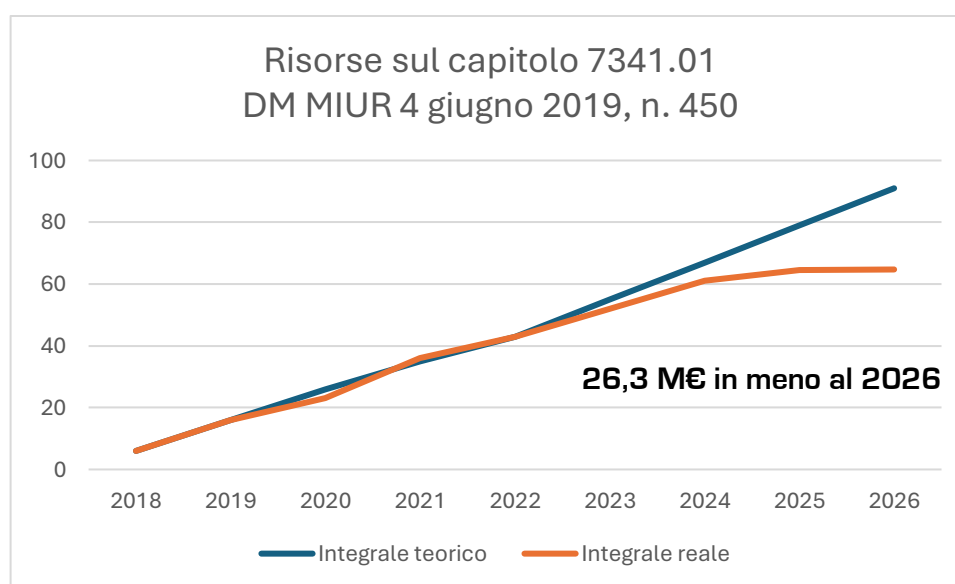
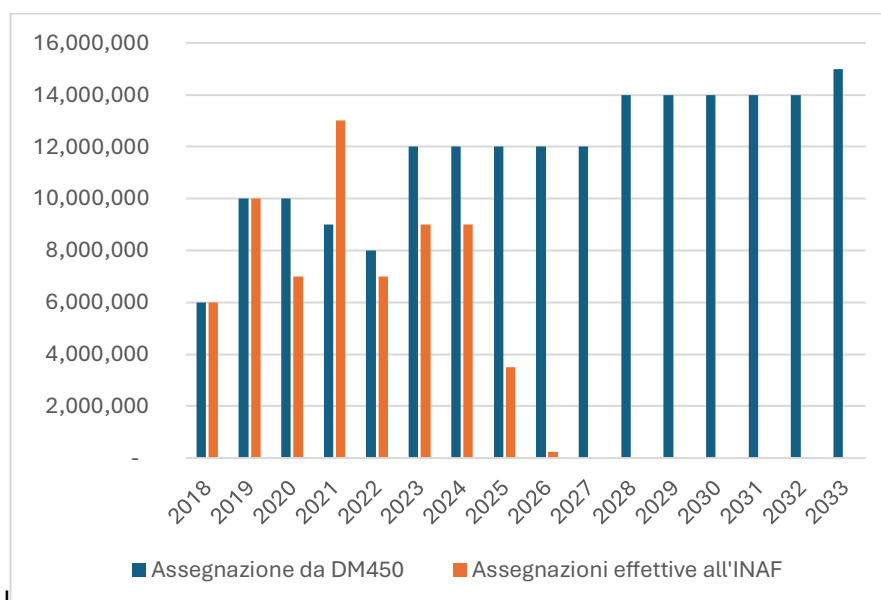
Con DM MIUR n. 450 del 4 giugno 2019, sono stati assegnati all'Istituto Nazionale di Astrofisica € 188.000.000 per il periodo 2018-2033, dal Fondo investimenti 2018 istituito dall'art. 1, comma 1072, della Legge 205/2017 (Legge di bilancio 2018). Tali fondi sono assegnati nel bilancio dello stato al capitolo 7341, piano di gestione 1, denominato "Finanziamento dei progetti internazionali CTA e SKA. Consolidamento dei segmenti di ricerca e sviluppo in tecnologie innovative e interventi di consolidamento strutturale".

La programmazione delle attività connesse ai Progetti "CTA e SKA" è stata di conseguenza impostata da INAF su base pluriennale, in funzione della distribuzione degli stanziamenti nel periodo 2018-2033 previsti dal richiamato DM n. 450, come da tabulato all'art. 1 comma 1:

Ripartizione delle risorse del Fondo per gli investimenti e lo sviluppo infrastrutturale del Paese di cui all'articolo 1, comma 1072, della legge 27 dicembre 2017, n. 205 – Importi in mln €																	
Interventi - Lettera d) ricerca	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	totale
ASI - programma cosmo Skymed di 2° generazione	4,64	7,28	9,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,88
FIRST - Finanziamento per gli investimenti nella ricerca scientifica e tecnologica	0,00	0,00	0,00	5,23	6,62	8,86	8,54	9,64	15,74	25,16	28,90	27,24	22,86	27,21	20,19	21,93	228,12
FISR - Fondo integrativo speciale per la ricerca	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	25,00
CNR - Impostazione strategica nello sviluppo delle politiche scientifiche	6,00	25,00	26,00	18,00	20,00	20,00	22,00	28,00	35,00	42,00	45,00	50,00	60,00	60,00	70,00	70,00	597,00
INAF - Progetti internazionali CTA e SKA: consolidamento dei segmenti di ricerca e sviluppo in tecnologie innovative. Interventi di consolidamento strutturale	6,00	10,00	10,00	9,00	8,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	15,00	188,00
INFN - Progetto per l'integrazione delle infrastrutture calcolo scientifico di INFN e CINECA e la creazione di un Hub Europeo per i Big Data	3,00	4,00	4,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00
TOTALI PER ANNI	19,64	46,28	50,96	36,23	36,62	42,86	44,54	51,64	64,74	81,16	89,90	93,24	98,86	103,21	106,19	108,93	1.075,00

Su tali risorse sono finanziate le attività progettuali dell'INAF per SKA (cf § 5.2.4) e CTA (cf. §5.2.3) e, in misura complementare e funzionale, le attività su alcune infrastrutture

precorritrici (MeerKAT, LOFAR, ASTRI), rilevanti in quanto propedeutiche allo sviluppo tecnologico, alla preparazione scientifica e alla piena valorizzazione della partecipazione italiana a SKAO e CTAO.



Come mostrato nelle infografiche, l'assegnazione effettiva dei fondi, iniziata nel 2018, è diminuita dal 2023 (attesi 12M€, assegnati 9 M€), è crollata a partire dal 2025 (attesi 12 M€, assegnati 3,5 M€), e si è quasi azzerata nel 2026, quando lo stanziamento previsto dalla legge finanziaria attribuisce € 225.000 al Capitolo 7341.01, al posto degli attesi 12 M€. In totale l'INAF si trova a disporre di **26,3 M€ in meno** rispetto all'integrale atteso al 2026.

Il ripristino delle assegnazioni originariamente previste dal DM n. 450/2019 rappresenta pertanto una condizione necessaria per onorare gli impegni internazionali assunti dall'Italia.

Entrate DPCM 2020

Con la nota del 24 novembre 2022, registrata nel protocollo generale dell'Ente in pari data con il numero progressivo 17334, e successivamente con la nota del 14 febbraio 2025, il "Ministero della Università e della Ricerca" ha comunicato che, sul "...Capitolo di Bilancio 7336, "Piano di Gestione" 3, alimentato dal riparto del "Fondo Investimenti 2020", di cui all'articolo 1, comma 14, della Legge 27 dicembre 2019, numero 160, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" sono stati assegnati, per il Triennio 2022-2025, gli importi dati in Tabella 17, destinati al "...finanziamento di attività tese al mantenimento e al potenziamento del ruolo dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" nello sviluppo di tecnologie innovative legate alle grandi infrastrutture internazionali operative, quali "CTA" e "SKA"...".

Tabella 17 - Fondi assegnati nel triennio 2022-2026 per il potenziamento del ruolo dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" nello sviluppo di tecnologie innovative legate alle grandi infrastrutture internazionali operative (Fondo investimenti 2020 - comma 14)

Anno	2022	2023	2024	2025	2026
7336 PG 4 (Fondo investimenti 2020 - comma 14)	€ 4.000.000	€ 3.000.000	€ 3.000.000	€ 5.500.000	NA

Entrate destinate allo SKA Observatory

Per la **costruzione di SKA**, lo stato italiano ha destinato un contributo a SKAO pari a 12.000.000 €/anno dal 2020 e fino al 2029 (come da art 3 della legge 14 agosto 2020, numero 115). Il finanziamento a tale scopo è assegnato a INAF dal MUR nella misura detta e trasferito direttamente da INAF a SKAO.

Spese Previste per l'Anno 2026 e proiezione triennale

Le spese previste per l'anno 2026 sono state quantificate sulla "base storica" degli ultimi anni, relativamente al funzionamento delle "Strutture di Ricerca", ai fondi gestiti dalla "Amministrazione Centrale" destinati al funzionamento dell'ente (es., spese generali, personale staff, mantenimento del patrimonio, formazione), alla realizzazione delle attività di ricerca statutarie e alla realizzazione e/o alla gestione delle grandi infrastrutture internazionali, che consentono ai ricercatori dell'Ente di accedere alle "osservazioni", che sono essenziali per la loro produzione scientifica. Le infrastrutture ed il loro utilizzo scientifico sono descritte negli altri capitoli del presente "Piano Triennale".

Spese per il Personale

Di seguito in Tabella 18 e Tabella 19 si riporta il riassunto relativo alle spese di personale per il triennio 2022-2024 e gli indicatori dei rapporti di spesa di cui all'articolo 9, comma 2, e comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218.

Tabella 18 – Spese sostenute per il Personale nel triennio precedente.

Spese effettive, in Euro, dirette e indirette, sostenute per il personale, con riferimento al periodo compreso tra il 1° gennaio 2023 e il 31 dicembre 2025			
	2023	2024	2025
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato*	79.355.772	88.188.005	90.320.315
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato*	7.611.454	12.752.415	16.725.621
Altre spese di personale**	11.246.629	11.949.846	14.108.991
TOTALE	98.213.855	112.890.266	121.154.927

* la spesa comprende la quota di "Trattamento di Fine Rapporto" di competenza dell'anno, oneri e costi accessori (con esclusione di sussidi e buoni pasto).

**Le altre spese di personale includono tutto il personale non strutturato (ad es. AdR e Borse di studio), i compensi degli organi, i sussidi ed i buoni pasto.

Tabella 19 – Indicatori dei rapporti di spesa.

Indicatore di cui all'articolo 9, comma 2, e comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218	
Media delle entrate complessive nel Triennio 2023-2025 (al netto del PNRR)	€ 233.932.121
Media delle entrate CORRENTI nel triennio 2023-2025 (al netto del PNRR)	€ 230.563.056
Spesa complessiva sostenuta per tutto il personale (inclusi TD, non strutturati, organi, sussidi e buoni pasto) alla data del 31 dicembre 2025	€ 121.154.927
Rapporto tra la spesa complessiva di tutto il personale e la media delle entrate CORRENTI nel triennio 2021-2023	52,5%

Spese per attività di ricerca

Tabella 20 - Investimenti in Ricerca Libera e Bandi Interni.

Investimenti in ricerca libera e bandi competitivi per il triennio di riferimento			
	2026	2027	2028
Distribuzione fondi ricerca alle Strutture (-)	3.400.000 €	3.000.000 €	3.000.000 €
Organizzazione scuole, congressi, workshop (-)	500.000 €	500.000 €	500.000 €
Bandi per Astrofisica di frontiera (*)	8.000.000 €	8.990.000 €	8.000.000 €
Fellowships per giovani ricercatori/trici (*)	1.500.000 €	1.500.000 €	1.500.000 €
Borse di Dottorato (-)	1.500.000 €	1.600.000 €	1.600.000 €
Bandi PRORIS (cf. § 7.2.2.1) (*)	4.000.000 €	4.000.000 €	4.000.000 €
Progetto strategico PRORIS (*)	1.000.000 €	1.000.000 €	1.000.000 €
Space Weather	300.000 €	300.000 €	300.000 €
Totale	20,200,000 €	20,890,000 €	19,900,000 €

(-) Distribuzione avanzo libero

(*) Fondi ottenuti dal FOE di programmi a carattere continuativo

Spese per infrastrutture di ricerca internazionali da Terra

Tabella 21 - Spese previste per le infrastrutture per il triennio di riferimento

Costo previsto per le infrastrutture di ricerca internazionale nel triennio di riferimento			
	2026 (€)	2027(€)	2028 (€)
ESO[*]	2.700.000	2.700.000	2.700.000
ELT[*]	5.900.000	6.000.000	8.000.000
LBT[@]	3.800.000	4.000.000	4.000.000
TNG[*]	3.100.000	3.300.000	3.300.000
SRT e VLBI[*]	4.500.000	4.500.000	4.500.000
SKA e precursori[**]	17.000.000	18.000.000	18.000.000
CTA e precursori[***]	8.000.000	17.000.000	17.000.000
Einstein Telescope[+]	4.000.000	4.000.000	4.000.000

[*] Fondi FOE

[**] Fondi infrastrutturali DM 450/2019 + Fondo Investimenti 2020 e fondi dedicati alla quota annuale SKAD

[***] Fondi infrastrutturali DM 450/2019 + Fondo Investimenti 2020

[+] Per il 2026 in parte fondo investimenti 2020, TBD per gli anni successivi.

[@] Fondi FOE a valenza internazionale (3M€) e, per il 2026, Fondi FOE assegnazione ordinaria del 2025; TBD per gli anni successivi.

Altre spese

Tabella 22 - Costo previsto per altre spese per il triennio di riferimento

Spese per Valorizzazione della Conoscenza			
	2026 (€)	2027 (€)	2028 (€)
Didattica e Divulgazione	800.000	800.000	800.000
Musei, Archivi, Biblioteche	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Testate Giornalistiche	120.000	120.000	120.000
Ufficio Stampa	200.000	200.000	200.000
Spese per Servizi ICT			
Servizi ICT	850.000	900.000	900.000
Spese per ICT (GARR...)	780.000	780.000	800.000
Spese per accordi internazionali			
Altri Accordi Internazionali[*]	210.000	230.000	260.000

[*] per attività non infrastrutturali

Criticità di finanziamento per attività di ricerca e infrastrutturali

Il confronto tra spese previste ed entrate previste mostra alcune criticità:

- **Fondi LBT:** si segnala la necessità di incrementare di 1 M€ i fondi FOE a valenza internazionale per LBT (attualmente pari a 3M€);
- **Progettualità a carattere continuativo:** Tali fondi sono fondamentali per assicurare:
 - il prosieguo delle ricerche nel campo dello Space Weather (cf. §6.8.1), finanziate nel 2025 con € 300.000;
 - per assicurare la ricerca di base attraverso i bandi annuali di "Astrofisica di Frontiera" (cf. §6.3) - precedentemente "Astrofisica Fondamentale" (cf. §6.2) - finanziati negli anni precedenti anche dal fondo FOE "Astrofisica Fondamentale" - Piano di Sviluppo 2021-2031" (2.7 M€) e dal fondo FOE "Astrofisica Fondamentale per la Ricerca Spaziale" - Piano di sviluppo 2022-2032" (1 M€);
 - per continuare e consolidare il programma di Astrofisica dalla Spazio (cf. §6.4) in collaborazione con ASI o altri istituti e agenzie spaziali, per far fronte alla ricerca scientifica e tecnologica basata su dati spaziali, portando avanti la missione statutaria dell'INAF di occuparsi di ricerca nel campo dell'astrofisica dallo spazio e dell'esplorazione del sistema solare. Queste attività sono state supportate negli anni precedenti con il fondo FOE "Astrofisica Fondamentale per la Ricerca Spaziale" - Piano di sviluppo 2022-2032" (5.6 M€);
 - per continuare il programma PRORIS, insieme al CNR, descritto nella §6.5, finanziato negli anni precedenti a valere sul fondo FOE "Programma Ricerca Spaziale di Base PRORIS" (5 M€);
 - per il finanziamento del Telescopio Nazionale Galileo, importante infrastruttura nazionale ubicata nell'isola di La Palma (cf. § 5.1.2) finanziata negli anni precedenti sul fondo FOE "Telescopio Nazionale Galileo" (3.1 M€).

La confluenza nell'assegnazione ordinaria del FFO dei fondi precedentemente assegnati a tale progettualità mette a rischio le progettualità descritte, che sono parte fondamentale della ricerca scientifica e tecnologia dell'ente. Il rischio è che le attività di ricerca scientifica e tecnologica siano in competizione - relativamente alle risorse - con le politiche del personale e altre necessità di ordinario funzionamento dell'ente.

- **ELT:** INAF è Principal Investigator di due importanti strumenti per ELT: MORFEO e ANDES. L'evoluzione economico-politica del panorama internazionale a partire dal 2022 ha fatto crescere il costo delle componenti e incrementato le previsioni di spesa per i due strumenti. A partire dal 2028 si richiede un incremento dei fondi per questa progettualità, la cui specifica quantificazione sarà oggetto di relazione separata al MUR.
- **SKA:** Oltre la quota ordinaria versata a SKAO e stabilita dalla legge sopra richiamata (12M€), a partire dal 2024 sono stati rappresentati da SKAO extracosti per la fase di costruzione che richiedono per l'Italia ulteriori 13 M€. Di questi, 3 M€ sono stati fino ad oggi versati a valere del DPCM 2020. Il ripristino del finanziamento dal capitolo 7336, piano di gestione 4 permetterebbe di onorare gli extracosti. Sono inoltre da considerare i costi relativi allo SKA Regional Center (1.8 M€/anno); i costi per i precursori MeerKAT (500 K€/anno). Per la fase operativa della infrastruttura SKAO, al momento non finanziata, è in fase di finalizzazione entro il 2026 la definizione dei costi da attribuire ai paesi partecipanti. Al momento la previsione per l'Italia è di circa 13-14 M€ /anno a partire dal 2030.
- **CTA:** Con la firma dello Statuto della ERIC CTAO, l'Italia, oltre al finanziamento *in kind* costituito prevalentemente dai telescopi della classe SST, si è impegnata a versare un finanziamento *cash* di € 26.000.000 (FY 2021) per la fase di costruzione della

infrastruttura. Di questo importo, €12,961,842 (FY2021) sono stati già versati entro il primo semestre del 2026 e restano da versare €13,038,158 (FY2021) che indicizzati al 2027 ammontano a € 18,079,848 (FY2027). Una ulteriore quota *cash* è dovuta a CTAO a seguito dell'aumento della quota *in-kind* dell'Italia realizzata, come descritto nel §5.2.3, grazie al finanziamento PNRR di due telescopi di tipo Large (LST) e di due illuminatori; tale quota ammonta a € 4,902,274 (FY2027). In totale restano da pagare a CTAO *in-cash* € 22,982,122 (FY2027). Extracosti sono stati previsti dal management di CTAO per la fase di costruzione. Seppure la quantificazione di tali extracosti, affidata a un panel esterno di esperti, si concluderà nell'autunno 2026, per quanto presentato al Council della ERIC CTAO nel maggio 2026, si attende un aumento dei costi di € 24,218,324 [FY2027] per l'Italia. Le previsioni riportate in Tabella 21 tengono conto della necessità di corrispondere le quote *cash* e di supportare la produzione del contributo *in-kind*.

9.2.3 Rapporto tra le risorse interne ed esterne

Il rapporto tra risorse interne e risorse esterne viene definito considerando come "risorse interne" il "Fondo Ordinario" che il Ministero della Università e della Ricerca ripartisce e assegna agli Enti di Ricerca e come "risorse esterne" tutte le altre entrate proprie dell'Ente, tra le quali rientrano le assegnazioni ministeriali destinate alle attività di ricerca a valenza internazionale, alle progettualità a carattere straordinario e alle progettualità a carattere continuativo e le entrate provenienti da altri Enti di Ricerca e dalla Unione Europea.

Il già menzionato rapporto si riferisce alle risorse accertate nell'ultimo triennio, sia a Preventivo che a Consuntivo.

L'analisi dei dati che scaturiscono dalla definizione del rapporto tra risorse interne e risorse esterne, come riportati in Tabella 23 è fonte di spunti di riflessione molto interessanti.

Tabella 23 - Rapporto tra risorse interne ed entrate complessive.

	Risorse Interne	Risorse Esterne	Entrate Complessive	Rapporto Risorse Interne/Entrate Complessive (%)
Preventivo 2020	95.604.946	34.650.387	130.255.333	73%
Consuntivo 2020	94.572.966	53.273.757	147.846.723	64%
Preventivo 2021	94.572.966	29.089.646	123.662.612	76%
Consuntivo 2021	97.345.998	69.742.997	167.088.995	58%
Preventivo 2022	97.345.998	48.306.707	145.652.705	67%
Consuntivo 2022	104.126.795	104.526.026 *	208.652.821 *	50%
Preventivo 2023	104.126.795	61.784.259 *	165.911.054 *	63%
Consuntivo 2023	110.977.469	128.200.320 *	239.177.789 *	46%

Preventivo 2024	110.977.469	79.061.641 *	190.039.110 *	58%
Consuntivo 2024	116.739.426	103.868.054 *	220.607.480 *	53%
Preventivo 2025	116.739.426	77.143.616 *	193.883.042 *	60%
Consuntivo 2025	118.825.674	123.185.421 *	242.011.095 *	49%

**i valori riportati non includono le entrate relative ai progetti PNRR*

INAF conferma la sua capacità di attrarre numerose risorse esterne. Questo aspetto è abbastanza costante in fase di redazione del preventivo, in cui circa un quarto dei fondi INAF provengono sistematicamente da fonti diverse rispetto al Fondo Ordinario, e si accentua nell'analisi del consuntivo dimostrando gli ottimi risultati dell'ente nel garantirsi entrate non certe, spesso legate a bandi competitivi e quindi non preventivabili.

9.3 Azioni volte al risparmio sulla conduzione dell'Ente.

La Direzione Generale dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", pur nel contesto di politiche gestionali improntate al massimo rigore ed alla razionalizzazione della spesa, si prefigge, unitamente alla Direzione Scientifica, lo scopo di agevolare la realizzazione di risultati di eccellenza nel campo dell'innovazione e della ricerca scientifica e tecnologica.

In particolare, sotto il profilo gestionale, la Direzione Generale intende ulteriormente implementare il "Piano di Razionalizzazione" delle risorse umane, finanziarie, logistiche e strumentali attualmente disponibili al fine di ottimizzare il loro uso, potenziare, a tutti i livelli, la sinergia con le "Strutture di Ricerca" e migliorare, sia sotto il profilo qualitativo che sotto il profilo quantitativo, il supporto allo svolgimento delle loro attività istituzionali.

A tal fine, verranno ulteriormente consolidate e sviluppate le attività di revisione dei processi di programmazione e quelle proprie del "controllo di gestione", finalizzate alla analisi dei costi e all'uso ottimale delle risorse disponibili, che hanno già consentito, attraverso una radicale riforma sia dei criteri che delle metodologie di redazione dei documenti contabili, con particolare riguardo ai bilanci preventivi e consuntivi, di monitorare l'andamento delle spese correnti e delle spese di personale, di individuare le criticità, con specifico riferimento sia alla fase di previsione delle spese che alla dinamica di formazione degli avanzi di amministrazione e alla loro gestione, e di adottare le necessarie misure correttive, al fine di realizzare importanti economie e di recuperare, quindi, ulteriori risorse da destinare al finanziamento delle attività scientifiche, tecnologiche e di ricerca, delle attività finalizzate alla innovazione e al trasferimento tecnologico e delle attività di divulgazione.

Analoga attività è stata intrapresa anche dalla Direzione Scientifica, con specifico riguardo alla gestione dei progetti di ricerca, sia nazionali che internazionali, al fine di produrre economie da destinare, in particolare, al finanziamento della ricerca di base.

Assume notevole rilievo, per le finalità innanzi specificate, anche il "Programma Biennale degli acquisti di Forniture e Servizi" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", adottato già da alcuni anni e che dovrebbe garantire, in futuro, notevoli economie di spesa, soprattutto attraverso l'acquisizione centralizzata di forniture di beni e servizi che sono funzionali all'intero Ente.

In particolare, la Direzione Generale, tenendo conto della natura e delle caratteristiche tecniche e merceologiche dei beni e dei servizi che ne formano oggetto e di tutte le altre informazioni utili allo scopo, individuerà, con il supporto della "Struttura Stabile di Supporto Strategico agli Organi di Governo e di Supporto Tecnico ai Direttori delle Strutture di Ricerca e ai Responsabili Unici dei Procedimenti", gli affidamenti che, riguardando categorie omogenee di beni e servizi, sono suscettibili di accorpamento, almeno su base regionale.

In effetti, l'attivazione del già menzionato processo, assolutamente indispensabile oltre che virtuoso, produrrà una serie di effetti molto positivi, consentendo, tra l'altro, di:

- non violare il divieto di frazionamento degli appalti, espressamente previsto dall'articolo 35, comma 6, del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, numero 50, e successive modifiche ed integrazioni;
- garantire una gestione delle procedure di gara più organica e razionale;
- realizzare possibili economie di spesa;
- perseguire, in generale, le finalità proprie del già menzionato documento programmatico, che si traducono, sostanzialmente, nella trasparenza, nella efficienza e nella funzionalità della azione amministrativa,

Per quanto concerne, inoltre, le attività amministrative, sono stati attivati numerosi procedimenti di informatizzazione, anch'essi finalizzati a razionalizzare l'uso delle risorse disponibili, tra i quali rivestono fondamentale importanza:

- la creazione di un archivio unico per la gestione del personale;
- l'attivazione delle procedure di gestione del patrimonio e di implementazione dei relativi inventari, finalizzate ad assicurare il censimento dell'intero patrimonio dell'Ente, sia mobiliare che immobiliare;
- l'acquisizione di un sistema unico di rilevazione delle presenze in servizio del personale di ruolo;
- l'acquisizione di un nuovo sistema di protocollazione, fascicolazione ed archiviazione di atti e documenti amministrativi.

È intenzione, inoltre, sia della Direzione Generale che della Direzione Scientifica rivedere i rispettivi assetti organizzativi secondo la logica propria dei procedimenti, delle procedure e dei processi, che consentirebbe, tra l'altro, di evitare la duplicazione di articolazioni organizzative e di garantire, conseguentemente, un utilizzo più organico e razionale delle risorse umane, finanziarie e strumentali attualmente disponibili.

Le due Direzioni Apicali, in armonia con il recente contesto normativo di riferimento, hanno avviato il processo di "dematerializzazione" dell'attività amministrativa che permette di produrre notevoli effetti benefici in quanto a risparmio delle risorse, e permette una organizzazione più agile del lavoro e una migliorata efficienza delle procedure.

10. Risorse umane e loro gestione

La descrizione dettagliata della gestione delle risorse umane in INAF è contenuta nel Piano Integrato di Attività e Organizzazione (PIAO). Il [PIAO 2026-2028](#) è reperibile presso il seguente indirizzo <https://pta.inaf.it> a complemento, formandone parte integrante, di questo aggiornamento del piano triennale.

Questa sezione è redatta in conformità al [PIAO 2026-2028](#) approvato dal consiglio di Amministrazione con delibera 3 del 28 gennaio 2026. Le attività qui riportate si intendono pertanto riferite alla data di chiusura della redazione del PIAO.

10.1 Fabbisogno del Personale e programmazione

Il fabbisogno del personale e la programmazione relativa sono riportati nel [PIAO 2026-2028](#) § 3.3.2.

10.1.1 Assunzioni obbligatorie per il Triennio 2026-2028

Per le assunzioni obbligatorie si rinvia al [PIAO 2026-2028](#) § 3.3.2.7.

10.2 Attività di formazione per il Personale

Il piano di formazione dell'INAF per il triennio oggetto di questo PT è riportato nel Piano Integrato di Attività e di Organizzazione [PIAO 2026-2028](#) §3.4, reperibile anche dal sito <https://pta.inaf.it>.

11. Monitoraggio e Autovalutazione

11.1 Meccanismi per il monitoraggio interno dell'avanzamento delle attività e dei progetti.

Nell'ambito del rafforzamento dei processi di monitoraggio e coordinamento delle attività, la Direzione Scientifica ha adottato un sistema di gestione strutturata dei flussi di lavoro, finalizzato a garantire tracciabilità, trasparenza e tempestività nella trattazione delle pratiche amministrative e tecnico-gestionali. Tale sistema consente di organizzare le attività in modo coerente con il ciclo operativo della Direzione, monitorandone lo stato di avanzamento, le scadenze e le responsabilità, e favorendo una visione condivisa tra le diverse articolazioni coinvolte. Le pratiche gestite includono, tra l'altro, i processi connessi alla distribuzione e monitoraggio dei fondi, i rapporti istituzionali con enti, università e organismi di ricerca, la gestione delle infrastrutture scientifiche e dei relativi flussi informativi, nonché le attività di supporto alla programmazione e rendicontazione.

L'adozione di strumenti di workflow management permette inoltre di ridurre la frammentazione informativa, aumentare la standardizzazione delle procedure, migliorare l'efficienza dei processi e supportare una rendicontazione più efficace, contribuendo a una gestione più agile e moderna delle attività della Direzione Scientifica.

11.2 Autovalutazione dell'impatto delle attività di ricerca a livello scientifico, economico e sociale.

L'INAF svolge un'attività sistematica di autovalutazione dell'impatto delle proprie attività di ricerca, con l'obiettivo di rendere più efficace la programmazione e migliorare la capacità di rendicontazione verso stakeholder istituzionali e comunità scientifica.

L'autovalutazione è sviluppata su tre dimensioni complementari: scientifica, economica e sociale, così da rappresentare in modo integrato il valore prodotto dall'Ente.

- Sul piano scientifico, l'impatto è analizzato attraverso indicatori di produttività e qualità della ricerca, posizionamento internazionale, leadership in collaborazioni e infrastrutture, attrazione di finanziamenti competitivi e contributo alla formazione avanzata.
- Sul piano economico, l'INAF valuta la capacità di generare ritorni da programmi nazionali e internazionali, attivare filiere industriali e tecnologiche, favorire trasferimento di competenze e innovazione, e costruire partnership con il mondo produttivo e con gli attori della Space Economy.
- Sul piano sociale, l'impatto è considerato in termini di diffusione della conoscenza, formazione e inclusione, valorizzazione culturale, nonché ricadute su temi di interesse pubblico quali sicurezza, ambiente, salute e resilienza.

Questo approccio è rafforzato dall'adozione dei principi di Open Science, che includono accesso aperto alle pubblicazioni, gestione responsabile dei dati e degli archivi, trasparenza dei processi di ricerca e massimizzazione della riusabilità dei risultati, in coerenza con gli indirizzi europei e con il ruolo dell'INAF come infrastruttura di conoscenza al servizio della comunità scientifica e della società.

12. Società partecipate

L'Elenco completo delle Società Partecipate e Fondazioni a cui INAF aderisce è scaricabile dal sito <https://pta.inaf.it>. Il documento forma parte integrante di questo aggiornamento del Piano Triennale di Attività.

Elenco degli Allegati in Forma Elettronica

I seguenti documenti, che formano parte integrante del presente PTA, sono scaricabili al sito <https://pta.inaf.it>.

- Executive Summary PTA 2026-2028
- PIAO 2026-2028
- Statuto dell'INAF
- Regolamento di Organizzazione e Funzionamento dell'INAF
- Documento di Visione Strategica dell'INAF
- Progetti finanziati con i bandi di Ricerca Fondamentale 2023
- Progetti finanziati con i bandi di Ricerca Fondamentale 2024
- Rapporto sulle Apparecchiature e Strumenti INAF utilizzabili per programmi spaziali
- Rapporto sui progetti per lo spazio.
- Elenco delle Società Partecipate e Fondazioni

Lista degli Acronimi

4MOST	4Metre Multi Object Spectrograph Telescope
ADONI	ADaptive Optics National laboratory of Italy
ADS	Astrophysics Data System
AGILE	Astro-rivelatore Gamma a Immagini LEggero
AGN	Active Galactic Nuclei
AHEAD	integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain
ALMA	Atacama Large Millimetric Array
ALP	Axion Like Particle
AMEGO	All-sky Medium Energy Gamma-ray Observatory
ANDES	ArmazoNes high Dispersion Echelle Spectrograph
ANVUR	Agenzia Nazionale per la Valutazione dell'Università e della Ricerca
AO	Adaptive Optics
ARIEL	Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey
ASKAP	Australian SKA Pathfinder
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ASPIS	ASI SPace-weathe InfraStructure
ASTRI	Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana
ATCA	Australia Telescope Compact Array
ATHENA	Advanced Telescope for High Energy Astrophysics
ATNF	Australian Telescope National Facility
BGR	Board of Government Representatives
CARE	Coordinamento per l'Accesso alle Risorse Elettroniche
CASSIS	Colour and Stereo Surface Imaging System
CdA	Consiglio di Amministrazione
CdD	Collegio dei Direttori
CEA	Commissariat a l'énergie atomique
CfA	Centre for Astrophysics
CHEOPS	Characterising ExOPlanet Satellite
CHIPP	Calcolo HTC in INAF – Progetto Pilota
CINECA	Consorzio Interuniversitario per il Calcolo
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS	Centre national de la recherche scientifique

CNSA	China National Space Agency
CoRoT	Convection Rotation at Transits planetaire
COSPAR	Committee on Space Research
CPTF	Council Preparation Task Force
CPU	Central Processing Unit
CRUI	Conferenza dei Rettori delle Università Italiane
CSES-2	China Seismo-Electromagnetic Satellite 2
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CSN	Comitato Scientifico Nazionale
CTA	Cherenkov Telescope Array
CTAO	Cherenkov Telescope Array Observatory
CUBES	Cassegrain U-band Efficient Spectrograph
DART	Double Asteroid Redirection Test
DOI	Digital Object Identifier
DPAC	Data Processing and Analysis Consortium
DPI	Dot Per Index
DVS	Documento di Visione Strategica
ELT	Extremely Large Telescope
eMERLIN	Multi-Element Radio Linked Interferometer Network
ENEA	Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile
ENGRAVE	Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources at the Very Large Telescope
EOSC	European Open Science Cloud
EPR	Enti Pubblici di Ricerca
ERC	European Research Council
ERIC	European Research Infrastructure Consortium
ERIS	Enhanced Resolution Imager and Spectrograph
ESA	European Space Agency
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
ESO	European Southern Observatory
ESPRESSO	Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations
EST	European Solar Telescope
ET	Einstein Telescope

EU	European Union
EUV	Extreme Ultra Violet
EVN	European VLBI Network
eXTP	enhanced X-ray Timing and Polarimetry
FOE	Fondo Ordinario degli Enti
FGG	Fundacion Galileo Galilei
FRB	Fast Radio Burst
FTE	Full Time Equivalent
FUV	Far Ultra Violet
GARR	Gestione Ampliamento Rete Ricerca
GBT	Green Bank Telescope
gGmbH	gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GMT	Giant Magellan Telescope
GMRT	Giant Metrewave Radio Telescope
GRAWITA	GRAvitational Wave INAF TeAm
GRB	Gamma Ray Burst
GPS	Global Positioning System
GUI	Grafic User Interface
GW	Gravita
HARPS	High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher
HERMES	High Energy Rapid Modular Ensemble of Satellites
HESS	High Energy Stereoscopic System
ANDES	High Resolution Spectrograph
HMXB	High Mass X-ray Binary
HPC	High Performance Computing
HST	Hubble Space Telescope
IAC	Instituto de Astrofisica de Canarias IAA
IAU	International Astronomical Union
ICCD	Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
ICCU	Istituto Centrale per il Catalogo Unico
ICRAR	International Centre for Radio Astronomy Research
ICU	Instrument Control Unit
IGO	Inter-Governmental Organisation
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INAOE	Instituto Nacional de Astrofisica, Óptica y Electrónica

INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
ING	Isaac Newton Group of Telescopes
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
INSU	l'Institut national des sciences de l'Univers
INTEGRAL	INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory
IR	InfraRosso
IRAM	Institut de Radioastronomie Millimetrique
IVOA	International Virgo Observatory Alliance
IXPE	Imaging X-ray Polarimetry Explorer
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JIRAM	Jovian InfraRed Auroral Mapper
JIVE	Joint Institute for VLBI ERIC
JUICE	Jupiter Icy Moons Explorer
JVLA	Jansky Very Large Array
JWST	James Webb Space Telescope
KAGRA	Kamioka Gravitational Wave Detector
KASI	Korean Astronomy and Space-science Institute
LAD	Large Area Detector
LBT	Large Binocular Telescope
LBTC	Large Binocular Telescope Corporation
LICIACube	Light Italian Cubesat for Imaging of Asteroids
LIGO	Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory
LISA	Laser Interferometer Space Antenna
LiteBIRD	Lite (Light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection
LMXB	Low Mass X-ray Binary
LOFAR	Low Frequency Aperture Array
Rubin-LSST	Vera C. Rubin Observatory Large Synoptic Survey Telescope
LST	Large Scale Telescope
MAECI	Ministero degli Affari Esteri e Cooperazione Internazionale
MAGIC	Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov
MAJIS	Moons and Jupiter Imaging Spectrometer
Ma_MISS	Mars Multispectral Imager for Subsurface Studies
MARSIS	Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding
MAVIS	MCAO Assisted Visible Imager and Spectrograph

MeerKAT	Extended Karoo Astronomical Telescope
MeerKAT+	Further Extended Karoo Astronomical Telescope
MHD	Magneto Hydro Dynamics
MiC	Ministro della Cultura
MICADO	Multi-AO Imaging Camera for Deep Observations
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MoU	Memorandum of Understanding
MORFEO	Multi-Conjugated Adaptive Optics RelaY
MPA	Max Planck Institute for Astrophysics
MPG	Max Planck Gesellschaft
MPO	Mercury Planetary Orbiter
MRO	Mars Reconnaissance Orbiter
MST	Midium Size Telescope
MUCH	Muography with Cherenkov
MUR	Ministero della Università e della Ricerca
NADIR	New Archival Distributed InfrasctructuRe
NAOJ	National Astronomical Observatory of Japan
NASA	National Air and Space Administration
NCTN	Numero di Catalogo Generale
NEO	Near Earth Object
NICER	Neutron-star Interior Composition ExproreR
NIR	Near Infra Red
NLR	Netherland Aerospace Centre
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOMAD	Nadir and Occultation for Mars Discovery
NTT	New Technology Telescope
NuSTAR	Nuclear Spectroscopic Telescope Array
OA	Open Access
OAE	Office for Astronomy Outreach
OMEGA	Observatoire pour la Mineralogie, l'Eau, les Glacies et l'Activité
OSIRIS-REx	Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer
PANCAM	PANoramic CAMera
PeV	Peta elettronvolt
PI	Principal Investigator

PIC	Particle in Cell
PFS	Planetary Fourier Spectrometer
PLATO	Planetary Transits and Oscillations of Stars
PNR	Piano Nazionale della Ricerca
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PON	Programma Operativo Nazionale
PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe
PROBA	PRoject for OnBoard Autonomy
PRORIS	PRoγραμμα di Rlcerca Spaziale di base
PROSPECT	Package for Resource Observation and in-Situ Prospecting for Exploration, Commercial exploitation and Transportation
PTA	Pianto Triennale di Attività
R&D	Research & Development
R&S	Ricerca e Sviluppo
REM	Rapid Eye Mount
RSN	Raggruppamento Scientifico Nazionale
SAIt	Società Astronomica Italiana
SAO	Smithsonian Astrophysical Observatory
SDGs	Sustainable Development Goals
SERENA	Search for Exospheric Refilling and Emitted Natural Abundances
SFXT	Supergiant Fast X-ray Transient
SHARAD	SHAllow RADar
SKA	Square Kilometre Array
SKAO	Square Kilometre Array Observatory
SIMBIO-SYS SYSstem	Spectrometer and Imagers for MPO Bepicolombo Integrated Observatory
SNR	Supernova Remnant
SOUL	Single-conjugated adaptive Optics Upgrade for Lbt
SOXS	Son of X-Shooter
SPC	Science Programme Committee
SPHERE	Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch
SSA	Space Situation Awareness
SSDC	Space Science Data Center
SRT	Sardinia Radio Telescope
SST	Space Surveillance and Tracking

STAC	Science and Technology Advisory Committee
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
SW	Space Weather
SWA	Solar Wind Analyser
SWIco	Space Weather Italian Community
THESEUS	Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor
TDE	Tidal Disruption Event
TESS	Transiting Exoplanets Survey Satellite
TeV	Tera elettronvolt
TGO	Trace Gas Orbiter
TNG	Telescopio Nazionale Galileo
UHECR	Ultra High Energy Cosmic Ray
ULX	Ultraluminous X-ray source
USC	Unità Scientifica Centrale
UTG	Unità Tematico Gestionale
UV	Ultra Violetto
VLBA	Very Long Baseline Array
VLBI	Very Long Baseline Interferometer
VLT	Very Large Telescope
VO	Virtual Observatory
VQR	Valutazione della Qualità della Ricerca
VST	VLT Survey Telescope
WEAVE	William Herschel telescope Enhanced Area Velocity Explorer
WIMP	Weakly Interacting Massive Particle
WMO	World Meteorological Organisation
WoS	Web of Science
X-IFU	X Integral Field Unit
XMM	X-ray Multimirror Mission