



*Ministero dell'Università e della Ricerca*

DIREZIONE GENERALE DELLA RICERCA

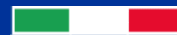
**Programma Nazionale Ricerca, Innovazione e Competitività  
per la transizione verde e digitale 2021-2027**

Azione 1.1.1 – Potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca (IR) pubbliche che operano in ambito S3 finalizzato all'avanzamento tecnologico delle imprese

ALLEGATI ALL'AVVISO PUBBLICO

“Potenziamento delle Infrastrutture di Ricerca (IR) pubbliche che operano in ambito S3 finalizzato all'avanzamento tecnologico delle imprese”

D.D. n. 310 del 18-03-2025



*Le informazioni anagrafiche e la articolazione operativa dei soggetti proponenti, nonché la descrizione delle competenze e delle risorse, verrà acquisita dalla piattaforma Gest-A. Il censimento delle strutture proponenti su Gest-A è quindi propedeutico e indispensabile per la compilazione della proposta progettuale.*

*Il presente format è indicativo dei contenuti richiesti per la presentazione della proposta progettuale in coerenza con quanto previsto dall'Avviso. Il Ministero si riserva di digitalizzare, adeguare e/o adattare lo stesso al fine di renderlo disponibile, fruibile e compilabile nella piattaforma informatica dedicata alla presentazione delle domande di accesso al contributo; tale adeguamento sarà finalizzato a garantire la piena rispondenza agli elementi previsti nell'Avviso, con particolare riferimento a tutte le specifiche previste dallo stesso.*

## A – DATI DELLA COMPAGINE PROPONENTE

*I dati della Compagine Proponente sono acquisiti dal sistema informativo per la redazione della proposta direttamente dal sistema Gest-A.*

*La pre-compilazione di questa sezione della proposta è quindi automatica.*

### Anagrafiche

*Denominazione, sede legale, sede amministrativa, rappresentante legale, natura giuridica, qualificazione [Università, istituzioni universitarie italiane statali, comunque denominate (ivi comprese le scuole superiori ad ordinamento speciale)], iniziative infrastrutturali PON/PNRR in cui si è partecipato secondo quanto disposto all'art.4 dell'Avviso. 3000 car.*

➤ **11A1.1 - Informazioni Generali – Denominazione**

*Istituto Nazionale Di Astrofisica*

➤ **11A1.2 - Informazioni Generali – Nome Breve**

*Inaf*

➤ **11A1.3 - Informazioni Generali – Codice Fiscale**

*97220210583*

➤ **11A1.4 - Informazioni Generali – Partita Iva**

*06895721006*

➤ **11A1.5 - Informazioni Generali – Data Costituzione**

*23/07/1999*

➤ **11A1.6 - Informazioni Generali – Sito Web**

*<http://www.inaf.it/it>*

➤ **11A1.7: Sede Legale - Comune**

*Roma*

➤ **11A1.8: Sede Legale - Provincia**

*RM*

➤ **11A1.9: Sede Legale - Regione**

*Lazio*

➤ **11A1.10: Sede Legale - Nazione**

*Italia*

➤ **11A1.11: Sede Legale - Indirizzo**

*Viale Del Parco Mellini 84*

➤ **11A1.12: Sede Legale - CAP**

*00136*

➤ **11A1.13: Sede Legale – Telefono**

*0635533310*

➤ **11A1.14: Sede Legale - E-Mail (non PEC)**

*presidente@inaf.it*

➤ **11A1.15: Sede Legale - E-Mail (PEC)**

*inafsedecentrale@pcert.postecert.it*

➤ **11A1.16: Sede Amministrativa - Comune**

*Roma*

➤ **11A1.17: Sede Amministrativa - Provincia**

*Rm*

➤ **11A1.18: Sede Amministrativa - Regione**

*LAZIO*

➤ **11A1.19: Sede Amministrativa - Nazione**

*Italia*

➤ **11A1.20: Sede Amministrativa - Indirizzo**

*VIALE DEL PARCO MELLINI 84*

➤ **11A1.21: Sede Amministrativa - CAP**

*00136*

➤ **11A1.22: Sede Amministrativa - Telefono**

*0635533310*

➤ **11A1.23: Sede Amministrativa - E-Mail (non PEC)**

*presidente@inaf.it*

➤ **11A1.24: Sede Amministrativa - E-Mail (PEC)**

*inafsedecentrale@pcert.postecert.it*

➤ **11A1.25: Rappresentante Legale - Nazionalità**

*Italia*

➤ **11A1.26: Rappresentante Legale - Nome**

*Roberto*

➤ **11A1.27: Rappresentante Legale - Cognome**

*Ragazzoni*

➤ **11A1.28: Rappresentante Legale - Codice\_Fiscale**

*RGZRRT66L25L736L*

➤ **11A1.29: Rappresentante Legale - E-Mail (non PEC)**

*roberto.ragazzoni@inaf.it*

➤ **11A1.30: Rappresentante Legale – Telefono**

*0498293517*

➤ **11A1.31: Informazioni Generali – Forma Giuridica**

*Istituto o ente pubblico di ricerca*

➤ **11A1.35: Tipologia Struttura - Attività Prevalente**

*Formazione E Ricerca*

➤ **11A1.36: Tipologia Struttura – Codice IPA**

*INAF\_RM*

➤ **11A1.37: Progetto PNRR/PON a cui si è partecipato**

*IR0000012-CTA+  
IR0000034-STILES  
IR0000038-EMM  
IR0000026-NG-Croce  
IR0000034-STILES  
IR0000038-EMM  
IR0000012-CTA+  
IR0000034-STILES  
IR0000002-KM3NeT4RR  
IR0000012-CTA+  
IR0000026-NG-Croce  
IR0000034-STILES  
IR0000034-STILES  
IR0000012-CTA+  
IR0000026-NG-Croce  
IR0000034-STILES*

## Descrizione della struttura del soggetto beneficiario

*Descrivere la missione del beneficiario, delle competenze e delle capacità di ricerca, innovazione, trasferimento tecnologico e formazione (se applicabili), delle risorse strumentali e infrastrutturali, del modello di gestione della ricerca. 6000 car.*

➤ **11A2.1: Informazioni Generali – Descrizione della Struttura**

*L'Istituto Nazionale di Astrofisica è il principale Ente di Ricerca italiano per lo studio dell'Universo e promuove, realizza e coordina, anche nell'ambito di programmi dell'Unione Europea e di Organismi internazionali, attività di ricerca nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica, sia in collaborazione con le Università che con altri soggetti pubblici e privati, nazionali, internazionali ed esteri. Ha l'obiettivo di svolgere ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'Astrofisica, di diffondere i suoi risultati e favorire il trasferimento tecnologico all'industria, perseguendo l'eccellenza a livello internazionale. Ha personalità giuridica di diritto pubblico e opera in piena autonomia. L'azione dell'INAF è conforme alla Carta Europea dei Ricercatori (raccomandazione n. 2005/251/CE). L'INAF favorisce, inoltre, la diffusione della cultura scientifica grazie a progetti di didattica e divulgazione dell'Astronomia che si rivolgono alla Scuola e alla Società. L'INAF dispone di 16 Strutture di Ricerca distribuite in tutto il Paese, coordinate dalla sede centrale di Roma. L'INAF gestisce poi diverse Infrastrutture di Ricerca nel mondo (molte delle quali elencate come ad alta o media priorità nel PNIR 2021) in autonomia, in collaborazione con partner internazionali o come ente rappresentante in organizzazioni internazionali. L'INAF è governato dal Presidente, rappresentante legale dell'Istituto nominato dal MUR, e dal Consiglio di Amministrazione (CdA). Il Consiglio è composto da quattro membri nominati dal MUR, due dei quali indicati dai dipendenti dell'INAF attraverso elezioni pubbliche. Il piano scientifico a lungo termine è gestito da un Consiglio Scientifico eletto e i ricercatori sono rappresentati nella governance attraverso Comitati scientifici nazionali (CSN) eletti. L'INAF ha due dirigenti apicali: il Direttore Generale (DG), responsabile dell'amministrazione e del personale, e il Direttore Scientifico (DS), responsabile delle attività di ricerca. Il DG e il DS sono proposti dal Presidente e nominati dal CdA. Gli uffici del DG e del DS sono strutturati in divisioni e aree.*

- **11A2.2: Informazioni Generali (Struttura) – Capacità di Formazione**
- **11A2.3: Informazioni Generali (Struttura) – Attività Formative Accreditate**
- **11A2.4: Informazioni Generali – Networking**

*L'INAF svolge un ruolo importante nell'astrofisica a livello internazionale, come valutato da molti editori di benchmark internazionali. La collaborazione nei programmi scientifici è promossa dalla partecipazione dell'INAF alla costruzione e alla gestione di infrastrutture di ricerca internazionali di proprietà, controllate tramite collaborazione internazionale, o nella rappresentanza del governo italiano in ERIC e International Treaty Organisation. Nel campo dell'astronomia ottica, l'INAF opera nel Telescopio Nazionale Galileo (TNG) a La Palma (Spagna) e ha una quota del 25% nel Large Binocular Telescope (LBT) presso il Mount Graham Observatory, Arizona (USA). L'INAF rappresenta il governo italiano nell'IGO European Southern Observatory (ESO), che gestisce i telescopi in tre osservatori: Chilean Andes a La Silla, Paranal-Armazones, Chajnantor, dove si trovano il Very Large Telescope (VLT) e l'Atacama Large Millimetric Array (ALMA). L'INAF possiede e gestisce tramite l'ESO il telescopio nazionale Very Small Telescope (VST) a Paranal. Nel settore della Radioastronomia, l'INAF opera anche in collaborazione con le antenne da 32 metri dell'European VLBI Network (EVN-JIVE) a Medicina (BO) e Noto (SR) e con il Sardinia Radio Telescope SRT da 64 metri a San Basilio (CA). Medicina ospita anche la "Croce del Nord" come parte di questo sistema. L'INAF è parte attiva della collaborazione internazionale "Low Frequency Array (LOFAR)" e dell'estensione del radiointerferometro MeerKAT+ in Sud Africa. L'INAF rappresenta il Governo Italiano nell'IGO Square Kilometer Array Observatory SKAO. In High Energies, l'INAF gestisce il telescopio ASTRI Mini-Array Cherenkov a Tenerife (Spagna) ed è un azionista di maggioranza nel futuro ERIC CTAO Cherenkov Telescope Array Observatory (sede centrale a Bologna, telescopi a Paranal e La Palma). L'INAF collabora attivamente con ASI, NASA, JAXA, ROSCOSMOS e altri enti internazionali per la realizzazione e l'esercizio di missioni spaziali.*

## Sistema di Gestione Finanziaria

*Caratteristiche principali del sistema finanziario (Contabilità separata, tracciabilità, trasparenza e conformità normativa, controllo dei budget, etc.) del proponente che evidenzino l'esistenza di un'adeguata struttura gestionale,*

atta a garantire una sana gestione delle risorse finanziarie destinate alle attività di ricerca, sviluppo e innovazione.  
2000 car

➤ **11A3.1 Informazioni Generali (Struttura) – Sistema di Gestione Finanziaria**

*L'INAF adotta i principi finanziari e contabili degli enti pubblici di ricerca italiani. L'Istituto ha piena autonomia scientifica, finanziaria, contabile e organizzativa, ed è sottoposto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR). Per quanto riguarda il sistema di gestione finanziaria delle attività dell'INAF, l'Istituto è organizzato in “Centri di Responsabilità Amministrativa” (CRA) a diversi livelli, intesi come strutture organizzative preposte a prendere decisioni in merito alla gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali. Il CRA unico di primo livello è la Direzione Generale dell'Istituto, che ha la responsabilità dell'intera gestione amministrativa dell'INAF. Esistono poi diversi CRA di secondo livello distribuiti sul territorio nazionale e gestiti da Direttori nominati. L'INAF ha un “Collegio dei Revisori dei Conti” nominato dal “Ministero dell'Economia e delle Finanze” (MEF) e dal MUR che vigila, in base alla normativa vigente, sull'osservanza delle leggi, verifica la regolarità della gestione e la corretta applicazione delle norme contabili e fiscali. L'INAF applica inoltre un controllo interno efficace ed efficiente a tutti i suoi fondi. Le verifiche di gestione sono parte integrante del sistema di controllo interno dell'INAF, adeguatamente attuate per contribuire alla prevenzione e all'individuazione delle frodi. Il controllo interno di gestione ha il compito di verificare, attraverso valutazioni comparative di costi e rendimenti, il raggiungimento degli obiettivi nonché la corretta ed economica gestione delle risorse. L'INAF è quindi in grado di garantire tutti i controlli gestionali e amministrativo-contabili previsti dalla normativa nazionale e di assicurare la regolarità delle procedure e delle spese prima della rendicontazione al Ministero, nonché la riconducibilità delle spese al progetto ammesso a finanziamento sul PN RIC 2021-2027. Il sistema di gestione finanziaria si avvale di un software complesso e completo attraverso il quale l'INAF è in grado di gestire e verificare tutti i finanziamenti dell'istituto, che si aggirano intorno ai 150-200 milioni di euro all'anno. Con questo sistema, l'INAF è in grado di gestire anche attività originate da programmi di notevoli dimensioni e complessità come il PNRR o PON, disciplinati da regole e procedure simili. Il sistema è in grado di gestire tutti i CRA e anche ogni singolo progetto e programma, indipendentemente dalla sua dimensione, può essere gestito separatamente se necessario o in gruppi, ordinati con una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono anche essere visualizzati e analizzati nel loro complesso, al fine di fornire singoli report di bilancio INAF. Il sistema gestisce anche la contabilità analitica, per perseguire l'obiettivo di orientare le decisioni secondo criteri di convenienza economica, favorendo l'uso efficiente ed efficace delle risorse per il raggiungimento delle finalità istituzionali. Questo progetto specifico farà parte del sistema contabile dell'INAF per sfruttarne appieno il potenziale, ma manterrà anche una gestione indipendente per facilitare il controllo e la rendicontazione. Inoltre, nel caso in cui le infrastrutture oggetto di questo intervento svolgano attività economiche e non economiche, i costi, i finanziamenti e i ricavi delle due tipologie saranno chiaramente separati; inoltre, nel caso di infrastrutture distribuite, la separazione avverrà sia a livello di singolo sito che a livello aggregato. Per quanto riguarda gli appalti, le procedure dell'INAF sono conformi a tutte le norme nazionali ed europee e rispettano tutti i principi di parità di trattamento. L'attività negoziale è svolta in conformità alle disposizioni dell'UE, nel rispetto dei principi di equità, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità delle procedure.*

Descrizione delle unità operative nelle quali verrà realizzato il progetto con riguardo alle capacità, alle dotazioni disponibili da impegnare in attività ricerca/sviluppo/innovazione (laboratori, installazioni tecnologiche di rilievo, grandi apparecchiature o strumentazione esclusiva, know-How, etc.); accordi tecnici e/o commerciali, licenze e brevetti detenuti, networking

4000 car.

#### Per ogni Unità Operativa:

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

68496cacf7432e1d68386f76

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Osservatorio Astronomico Di Capodimonte

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Oacn

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

*L'Osservatorio Astronomico Di Capodimonte è La Sede Napoletana Dell'Istituto Nazionale Di Astrofisica, Il Principale Ente Di Ricerca Italiano Per Lo Studio Dell'Universo, L'Unica Struttura Inaf Nell'Italia Meridionale Peninsulare. E' Una Delle Più Antiche Istituzioni Scientifiche Napoletane E Svolge Un Ruolo Di Primo Piano Nei Programmi Di Diffusione Della Cultura Astronomica Attraverso Le Numerose Iniziative Educative E Culturali Per Le Scuole E La Cittadinanza. L'Osservatorio Svolge Un Fondamentale Ruolo Per La Promozione, Realizzazione E Programmazione Delle Attività Di Ricerca Scientifica E Tecnologica Nei Vari Settori Dell'Astrofisica Sviluppate In Collaborazione Con Altre Istituzioni Nazionali E Internazionali. Impegnati Nei Principali Progetti Di Ricerca Astronomica Da Terra E Dallo Spazio, A Capodimonte Lavorano Oltre 110 Persone Tra Astronomi, Personale Tecnico E Amministrativo, Borsisti, Post-Doc E Studenti Di Dottorato. I Ricercatori Di Capodimonte Partecipano Ai Grandi Progetti Spaziali Di Esa, Nasa E Jaxa Per L'Esplorazione Del Sistema Solare. A Capodimonte Si Studiano Il Sole, L'Unica Stella Di Cui è Possibile Indagare Con Grande Dettaglio Le Proprietà Dell'Atmosfera E Del Campo Magnetico, I Pianeti E I Loro Satelliti, I Fenomeni Elettrici E Le Erosioni Eoliche Generati Dalle Polveri Sospese Nelle Atmosfere Planetarie, I Nuclei E Gli Ambienti Cometari. Inoltre Gli Astronomi Hanno Sviluppato Raffinate Tecniche Di Analisi Per Lo Studio Delle Polveri Interstellari E Planetarie E Delle Particelle Di Comete E Asteroidi. I Ricercatori Di Capodimonte Hanno Partecipato Alla Maggior Parte Delle Missioni Per L'Esplorazione Del Sistema Solare Proposte Da Esa, E Non Solo, Negli Ultimi Decenni, Sia Dal Punto Di Vista Scientifico Che Tecnologico, Con Ruoli Di Leadership Anche Nella Realizzazione Di Strumentazione Spaziale. Fra Le Missioni Più Rilevanti Ricordiamo Solar Orbiter E Solar-C Nel Campo Della Fisica Solare, Rosetta E Comet Interceptor Nel Campo Degli Studi Cometari, Bepi Colombo, Juice, Exomars Nel Campo Dell'Esplorazione Planetaria. L'Osservatorio Partecipa Ai Progetti Tecnologici Realizzati Dall'Eso, Il Principale Ente Per L'Astronomia Da Terra, Che Gestisce L'Osservatorio Scientificamente Più Produttivo Al Mondo Collocato Nei Deserti Cileni. Capodimonte Progetta Strumentazione Avanzata Per I Migliori Telescopi Da Terra Esistenti Come Vlt, Ntt E Vst E Per Quelli Futuri Come Elt, Il Ciclopico Telescopio Da 39m Di Diametro, E Collabora A Cta. I Ricercatori Di Capodimonte Hanno Partecipato Al Progetto E Alla Realizzazione Di Strumenti Per Vlt Quali Vimos, Sphere, Mavis, Cubes, Per Vst (Omegacam), Per Ntt (Soxs), Per Elt (Morfeo). L'Osservatorio Ha Promosso E Realizzato Il Telescopio Vst A Paranal, Una Delle Più Grandi Infrastrutture Da Terra Mai Realizzate Da Inaf. In Alcuni Casi I Ricercatori Dell'Osservatorio Hanno Avuto Posizioni Di Leadership In Questi Progetti Internazionali Per Eso. I Tecnologi Dell'Osservatorio Si Occupano Anche Di Machine Learning Applicato A Dati Astrofisici, Utilizzando Dati Raccolti Da Telescopi Di Survey.*

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

Napoli



➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

*NA*

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

*Campania*

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

*Salita Moiariello, 16*

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

*80131*

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

*0815575111*

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

*direttore.oacn@inaf.it*

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

*inafoanapoli@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si L'Osservatorio Astrofisico di Capodimonte (OACN) è una Struttura di Ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), ente di ricerca con personalità giuridica di diritto pubblico ed autonomia scientifica, finanziaria, patrimoniale e contabile, statutaria e regolamentare, soggetto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca. L'INAF-OACN applica i principi contabili e finanziari degli enti pubblici di ricerca italiani adottati dall'INAF, ed è un Centro di Responsabilità Amministrativa (CRA) di secondo livello, ossia una struttura organizzativa destinata alla gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali specifiche della Struttura di Ricerca locale. L'unico CRA di primo livello è la Direzione Generale INAF, che ha la responsabilità dell'intera gestione amministrativa dell'Ente. Gli altri CRA di secondo livello sono distribuiti sul territorio nazionale e gestiti da Direttori delle varie Strutture di Ricerca dislocate sul territorio nazionale, che sono nominati con decreto del Presidente INAF. L'INAF e le strutture di ricerca sono soggetti al controllo del Collegio dei Revisori dei Conti, il quale è composto da tre membri effettivi e due supplenti, iscritti al registro dei revisori contabili, designati dal Ministro dell'Economia e delle Finanze e dal Ministro dell'Università e della Ricerca. Il "Collegio dei Revisori" vigila sul rispetto delle leggi, verifica la regolarità della gestione e la corretta applicazione delle norme contabili e fiscali. L'INAF-OACN è soggetto ad un controllo interno efficace ed efficiente per tutti i suoi finanziamenti, e le verifiche di gestione sono parte integrante del sistema di controllo interno. L'Organismo Indipendente di Valutazione della performance monitora il sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni. L'INAF-OACN è in grado quindi di garantire tutti i controlli gestionali e amministrativo-contabili previsti dalla normativa nazionale e di assicurare la regolarità delle procedure e delle spese prima della loro rendicontazione al Ministero, nonché la tracciabilità delle spese dei progetti ammessi a finanziamento, inclusa l'applicazione della normativa di cui alla Legge 136/2010 sulla tracciabilità dei flussi finanziari. Il sistema di gestione finanziaria dell'INAF è implementato attraverso un software complesso e completo ("TEAM Government" di GESINF s.r.l.) attraverso il quale le strutture di ricerca sono in grado di gestire e verificare tutti i finanziamenti assegnati. Con questo sistema, l'INAF-OACN è in grado di affrontare anche attività complesse, come quelle originate da programmi di notevoli dimensioni e complessità (PON, PNRR, etc.). Il sistema è in grado di gestire tutti i C.R.A e ogni singolo progetto e programma, indipendentemente dalla dimensione, che può essere gestito separatamente, se necessario, o in gruppi, ordinati con*



una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono anche essere visualizzati e analizzati nel loro insieme, al fine di fornire singoli report di bilancio. Il sistema gestisce anche la contabilità analitica, al fine di perseguire l'obiettivo di orientare le decisioni secondo criteri di convenienza economica, favorendo l'uso efficiente ed efficace delle risorse per il raggiungimento degli scopi istituzionali. Questo specifico progetto sarà gestito dal sistema contabile dell'INAF, al fine di sfruttare appieno le sue potenzialità, ma manterrà anche una gestione indipendente da parte dell'OACN in modo da facilitare il controllo e la rendicontazione. Per quanto riguarda gli appalti, le procedure dell'INAF- OACN sono conformi alla normativa di settore, sia nazionale che europea e rispettano tutti i principi di parità di trattamento, correttezza, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità del procedimento.

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Pietro*

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Schipani*

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

*Schptr67s30f839h*

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*pietro.schipani@inaf.it*

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*0815575555*

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Alessandro*

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Filidoro*

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*FLDLSN88D16F839J*

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*alessandro.filidoro@inaf.it*

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoanapoli@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*0815575111*

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Francesca*

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Esposito*

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*SPSFNC72L41F839L*

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*francesca.esposito@inaf.it*

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*0815575568*

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*CV\_FEsposito\_Europass-signed.pdf*

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*Capodimonte\_lettera incarico\_referente scientifico-signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Fabiana*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Manco*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*MNCFBN91M44F839Z*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*fabiana.manco@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

0815575448

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

Fabiana\_FIRMATO\_merged (1).pdf

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

Capodimonte\_lettera incarico\_referente amministrativo.docx\_signed.pdf

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

*L'Osservatorio svolge un fondamentale ruolo per la promozione, realizzazione e programmazione delle attività di ricerca scientifica e tecnologica nei vari settori dell'Astrofisica sviluppate in collaborazione con altre istituzioni nazionali e internazionali. Impegnati nei principali progetti di ricerca astronomica da Terra e dallo spazio, a Capodimonte lavorano oltre 110 persone tra astronomi, personale tecnico e amministrativo, borsisti, post-doc e studenti di dottorato. Di essi circa 75 sono dedicati alla ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica. I profili professionali includono fisici, astronomi, ingegneri, geologi, informatici, tecnici specializzati e amministrativi con competenze specifiche nella gestione di progetti scientifici complessi. Il personale di ricerca possiede qualifiche elevate, con una larga maggioranza di dottorati di ricerca in fisica, astronomia, ingegneria o discipline affini, e una consolidata esperienza in progetti nazionali e internazionali. Sono presenti figure di riferimento in campi come le scienze planetarie, la fisica solare, stellare, del mezzo interstellare, delle galassie, la fisica sperimentale e di laboratorio, l'astrofisica relativistica e particellare, la cosmologia, le tecnologie avanzate e la strumentazione da terra e dallo spazio. L'Osservatorio promuove costantemente la formazione continua e l'aggiornamento del personale, anche attraverso la partecipazione a convegni, scuole specialistiche, corsi tecnici e iniziative di mobilità internazionale. Inoltre, parte del personale è impegnato nella supervisione di studenti di dottorato e assegnisti di ricerca.*

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

*L'OACN dispone di una dotazione tecnologica avanzata per le attività di ricerca e sviluppo. Le infrastrutture comprendono: Laboratori specialistici, tra cui - il Laboratorio di Planetologia Spaziale e il Laboratorio di fisica cosmica, dotati di una camera pulita, di camere di simulazione di ambienti planetari, di strumentazione per progettazione e verifica di sistemi ottici, di un microscopio SEM con EDX, di spettrometri dal lontano IR all'UV, di sistemi di irraggiamento e bombardamento campioni, diffrattometro, microscopi ottici e raman. - Il laboratorio per la realizzazione di strumentazione ground-based, dotato di facilities per la prototipazione e realizzazione di elettronica di controllo e meccanica Know-how consolidato nel trasferimento tecnologico, grazie alla collaborazione con industrie e partner scientifici per la realizzazione di componenti strumentali ad alta tecnologia.*

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte collabora da decenni con tutti i principali enti che si occupano di astrofisica a livello nazionale e internazionale. Fra questi, l'osservatorio è coinvolto da trenta anni in progetti in collaborazione con lo European Southern Observatory. I ricercatori e tecnologi dell'osservatorio hanno collaborato e collaborano alla realizzazione di telescopi e strumenti per ESO, come VST e SOXS, VIMOS, OmegaCAM, Sphere, MAVIS, CUBES, MORFEO. Accanto alle collaborazioni con ESO per l'astronomia da terra, l'osservatorio di Capodimonte ha una consolidata tradizione nella realizzazione di strumenti per missioni spaziali in collaborazione con ESA (e con altre agenzie come NASA e JAXA) per l'esplorazione del sistema solare, quali Rosetta, Bepi-Colombo, Duster, Juice, ExoMARS, Solar Orbiter, Comet Interceptor, Solar-C. A livello scientifico, oltre che tecnologico, i ricercatori dell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte hanno nel loro complesso una rete di relazioni globale e collaborano con istituti in tutto il mondo. Sul piano più strettamente locale, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte ha convenzioni in atto con i vari dipartimenti di fisica delle università napoletane e campane. Accordi strutturati con università: in particolare con l'Università di Napoli "Federico II", l'Università Vanvitelli di Napoli, l'Università di Salerno, l'Università di Napoli "Parthenope", per programmi congiunti di ricerca, formazione e sviluppo tecnologico; Partnership industriali: ad esempio con le aziende partecipanti*

al Distretto Aerospaziale Campano, con le quali si portano avanti programmi congiunti di ricerca e sviluppo creando le basi per la partecipazione delle stesse ai grandi progetti internazionali per la realizzazione di infrastrutture di ricerca astronomiche (es. SKA). INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte collabora da decenni con tutti i principali enti che si occupano di astrofisica a livello nazionale e internazionale. Fra questi, l'osservatorio è coinvolto da trenta anni in progetti in collaborazione con lo European Southern Observatory. I ricercatori e tecnologi dell'osservatorio hanno collaborato e collaborano alla realizzazione di telescopi e strumenti per ESO, come VST e SOXS, VIMOS, OmegaCAM, Sphere, MAVIS, CUBES, MORFEO. Accanto alle collaborazioni con ESO per l'astronomia da terra, l'osservatorio di Capodimonte ha una consolidata tradizione nella realizzazione di strumenti per missioni spaziali in collaborazione con ESA (e con altre agenzie come NASA e JAXA) per l'esplorazione del sistema solare, quali Rosetta, Bepi-Colombo, Duster, Juice, ExoMARS, Solar Orbiter, Comet Interceptor, Solar-C. A livello scientifico, oltre che tecnologico, i ricercatori dell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte hanno nel loro complesso una rete di relazioni globale e collaborano con istituti in tutto il mondo. Sul piano più strettamente locale, l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte ha convenzioni in atto con i vari dipartimenti di fisica delle università napoletane e campane. Accordi strutturati con università: in particolare con l'Università di Napoli "Federico II", l'Università Vanvitelli di Napoli, l'Università di Salerno, l'Università di Napoli "Parthenope", per programmi congiunti di ricerca, formazione e sviluppo tecnologico; Partnership industriali: ad esempio con le aziende partecipanti al Distretto Aerospaziale Campano, con le quali si portano avanti programmi congiunti di ricerca e sviluppo creando le basi per la partecipazione delle stesse ai grandi progetti internazionali per la realizzazione di infrastrutture di ricerca astronomiche (es. SKA).

#### ➤ 11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione

L'OACN contribuisce in modo sostanziale alla formazione scientifica, sia accademica che tecnica: - Accoglie regolarmente studenti di laurea, dottorato e post-doc in collaborazione con l'Università di Napoli "Federico II", l'Università Vanvitelli di Napoli, l'Università di Salerno, l'Università di Napoli "Parthenope", la Scuola Superiore Meridionale di Napoli e altri atenei italiani ed europei; - È sede di tirocini formativi e progetti di tesi su temi di astrofisica teorica e sperimentale, scienze planetarie, osservazioni solari e notturne, sviluppo strumentale; - Partecipa attivamente a scuole estive, workshop e programmi formativi nazionali e internazionali; - Offre percorsi di formazione continua al proprio personale su competenze tecniche, sicurezza, progettazione e gestione di progetti complessi. OACN svolge anche un'intensa attività di divulgazione della conoscenza astronomica nella scuola e nella società. Le attività didattiche e formative nelle scuole includono laboratori interattivi, attività manuali, osservazioni del cielo al telescopio, ma anche corsi di formazione per insegnanti. OACN partecipa a eventi nazionali di divulgazione, Notte dei Ricercatori e Settimana della Cultura Scientifica, con laboratori, conferenze e spettacoli a tema astronomico. Inoltre il servizio Comunicazione, Didattica e Divulgazione di OACN utilizza applicazioni di realtà virtuale, realtà aumentata per diffondere l'astronomia alle scuole e per consentire una fruizione più piacevole ed efficace dei contenuti astronomici. Il personale formato comprende ricercatori, tecnici e laureati in discipline STEM, con l'obiettivo di favorire il ricambio generazionale e l'acquisizione di competenze trasversali.

#### ➤ 11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate

L'Osservatorio contribuisce in maniera rilevante ai titoli rilasciati dalla struttura principale (INAF), in particolare: - Partecipando all'offerta formativa di corsi universitari e di dottorato, con docenze affidate al personale OACN e presenza nei collegi di docenti e di dottorato; - Fornendo supporto scientifico e tecnico nell'ambito dei programmi accreditati dall'Università di Napoli "Federico II", dall'Università Vanvitelli di Napoli, dall'Università di Salerno, dall'Università di Napoli "Parthenope", dalla Scuola Superiore Meridionale di Napoli, dall'Università di Trento, come il dottorato nazionale in Space Science and Technology; - Collaborando alla progettazione e docenza in master e corsi post-laurea su tematiche astrofisiche e tecnologiche; - Offrendo moduli formativi certificabili nell'ambito di progetti PON, PNRR e Horizon Europe, validi ai fini della formazione professionale continua.

#### ➤ 11A4.1: ID Unità Operativa

68496cac7432e1d68386f76

#### ➤ 11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione

## Osservatorio Di Cagliari

### ➤ 11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve

Oac

### ➤ 11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura

*L'Osservatorio Astronomico Di Cagliari (Oac) è Un Polo Di Eccellenza Internazionale Per La Radioastronomia E L'Innovazione Tecnologica. L'Inaf-Oac Ha Il Privilegio Di Gestire Il Sardinia Radio Telescope (Srt), La Più Grande Infrastruttura Di Ricerca Radio Nazionale. Srt Si Posiziona Tra I Radiotelescopi Più Performanti D'Europa, Fungendo Sia Da Strumento Innovativo Per Applicazioni Single-Dish Sia Da Componente Essenziale Della Rete VLBI (Very Long Baseline Interferometry). Questa Tecnica Avanzata Permette Di Correlare I Dati Di Diverse Antenne Per Ottenere Immagini Radio Con Una Risoluzione Eccezionalmente Elevata, Proporzionale Alla Distanza Tra Le Antenne Coinvolte. Recentemente, L'Inaf-Oac Ha Completato Con Successo L'Acquisizione Di Strumentazione All'Avanguardia Grazie Al Progetto Pon Ricerca E Innovazione 2014-2020 "Potenziamento Del Sardinia radiotelescopio Per Lo Studio Dell'Universo Alle Alte Frequenze Radio". Questo Progetto Ha Significativamente Potenziato Le Specifiche Tecnologiche E Il Range Di Operatività Di Srt. Ulteriori Sviluppi Tecnologici Includono: La Finalizzazione Di Un Nuovo Ricevitore Criogenico A 7 Feed In Banda S (3.0-4.5 GHz) Per Srt. L'Impegno Con Srt, In Collaborazione Con Partner Europei, Nel Cruciale Settore Della Sorveglianza Dei Detriti Spaziali. Coinvolgimento Attivo Nello SKA Advanced Instrumentation Program, Con Il Personale Dedicato Allo Sviluppo Della Tecnologia Sui Phased Array Feed (PAF). Partecipazione Alla Collaborazione MeerKAT+, Per Lo Sviluppo Di Nuovi Correlatori, Testati Sul Sardinia Array Demonstrator (SAD), Un Array Di 128 Piccole Antenne Adiacenti A Srt. Sempre A Livello Tecnologico, Inaf-Oac è Coinvolto, Nei Progetti PNRR: Centro Nazionale HPC, Big Data E Quantum Computing, Con L'Obiettivo Primario Di Sviluppare Tecnologie Di Calcolo Innovative; Next Generation – Croce Del Nord (NG-CROCE), Che Prevede Tra Le Varie Attività Il Coinvolgimento Nella Collaborazione CHORD, Un Nuovo Radiotelescopio Canadese Per La Ricerca Di Fenomeni Transienti E Fast Radio Burst E Stiles Attraverso Il Quale Si è Acquisita Nuova Strumentazione Di Laboratorio In Vista Di SKA. L'Inaf-Oac Si Distingue Per Un Profondo Interesse Scientifico In Radioastronomia E Oltre, Con Filoni Di Ricerca Molto Attivi Nei Seguenti Ambiti: Fisica Del Mezzo Interstellare E Sistemi Planetari: Ricerche Su Regioni Di Formazione Stellare, Maser Galattici, Fisica Delle Molecole, Astrochimica, Stelle Ed Esopianeti. Astrofisica Delle Alte Energie E Stelle Di Neutroni: Studio Di Pulsar, Fast Radio Burst, Gamma-Ray Burst, Binarie X, Onde Gravitazionali, Buchi Neri E Resti Di Supernova. Radioastronomia Extragalattica: Indagini Su Nuclei Galattici Attivi, Maser Extragalattici, Evoluzione Di Galassie, Ammassi Di Galassie E Filamenti Cosmologici. Da Diversi Anni, L'Oac Coordina Le Attività Radio Nazionali Legate Allo Space Weather, Impiegando Un Sistema Di Imaging Per Osservazioni Single-Dish Solari Tramite I Radiotelescopi Italiani. Il Personale è Inoltre Coinvolto Nella Collaborazione Breakthrough Listen Del Progetto Search For Extra Terrestrial Intelligence (SETI). Tra Le Attività Scientifiche Di Rilevanza Internazionale, I Ricercatori Inaf-Oac Sono Coinvolti In Progetti Che Utilizzano Importanti Infrastrutture Di Ricerca Come LOFAR, MeerKAT E ALMA, E SONO FORTEMENTE IMPEGNATI NEI FUTURI Radiotelescopi Di Prossima Generazione NGVLA, ATLAST E SKA. L'Inaf-Oac è Un Nodo Centrale Della Collaborazione Italiana Per La Sonda Imaging X-Ray Polarimetry Explorer (IXPE), CHE STA RIVOLUZIONANDO LA CONOSCENZA DI VARIE SORGENTI (BINARIE X, PULSAR, WIND NEBULAE, SUPERNOVA REMNANTS). PARTE DEL PERSONALE PARTECIPA AL PROGETTO EUROPEO EPTA/LEAP, MIRATO ALLA RIVELAZIONE DI ONDE GRAVITAZIONALI A BASSA FREQUENZA. INFINE, IL PERSONALE È COINVOLTO NELL'ASTRONOMIA MULTIMESSAGGERA CON LA PARTECIPAZIONE ALLA RETE DI OSSERVAZIONE DEI FOLLOW-UP ELETTROMAGNETICI DI EVENTI GRAVITAZIONALI OSSERVATI CON LA RETE LIGO-VIRGO ED IN FUTURO DALL'EINSTEIN TELESCOPE.*

### ➤ 11A4.5: Sede Fisica – Comune

Selargius

### ➤ 11A4.6: Sede Fisica – Provincia

CA

### ➤ 11A4.7: Sede Fisica – Regione



## *Sardegna*

### ➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

### ➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

*via della Scienza, 5*

### ➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

*09047*

### ➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

*070711801*

### ➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

*info.oaca@inaf.it*

### ➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

*inafoacagliari@pcert.postecert.it*

### ➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si L'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OAC) è una Struttura di Ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), ente di ricerca con personalità giuridica di diritto pubblico ed autonomia scientifica, finanziaria, patrimoniale e contabile, statutaria e regolamentare, soggetto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca. L'INAF-OAC adotta i principi contabili e finanziari degli enti pubblici di ricerca italiani, ed è un Centro di Responsabilità Amministrativa (CRA) di secondo livello, ossia una struttura organizzativa destinata alla gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali specifiche della Struttura di Ricerca locale. L'unico CRA di primo livello è la Direzione Generale INAF, che ha la responsabilità dell'intera gestione amministrativa dell'Ente, gli altri CRA di secondo livello sono distribuiti sul territorio nazionale e gestiti da Direttori delle varie Strutture di Ricerca dislocate sul territorio nazionale, che sono nominati con decreto del Presidente INAF. L'INAF-OAC è soggetto al controllo del Collegio dei Revisori, composto da tre membri effettivi e due supplenti, iscritti al registro dei revisori contabili, designati dal Ministro dell'Economia e delle Finanze e dal Ministro dell'Università e della Ricerca. Il "Collegio dei Revisori" vigila sul rispetto delle leggi, verifica la regolarità della gestione e la corretta applicazione delle norme contabili e fiscali. L'INAF-OAC è soggetto ad un controllo interno efficace ed efficiente per tutti i suoi finanziamenti, e le verifiche di gestione sono parte integrante del sistema di controllo interno. L'Organismo Indipendente di Valutazione della performance monitora il sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni. L'INAF-OAC è in grado quindi di garantire tutti i controlli gestionali e amministrativo-contabili previsti dalla normativa nazionale e di assicurare la regolarità delle procedure e delle spese prima della loro rendicontazione al Ministero, nonché la tracciabilità delle spese dei progetti ammessi a finanziamento, inclusa l'applicazione della normativa di cui alla Legge 136/2010 sulla tracciabilità dei flussi finanziari. Il sistema di gestione finanziaria utilizza un software complesso e completo ("TEAM Government" di GESINF s.r.l.) attraverso il quale l'INAF-OAC è in grado di gestire e verificare tutti i finanziamenti dell'Istituto. Con questo sistema, l'INAF-OAC è in grado di affrontare anche attività complesse, come quelle originate da programmi di notevoli dimensioni e complessità (PON, PNRR, etc.). Il sistema è in grado di gestire tutti i CRA e anche ogni singolo progetto e programma, indipendentemente dalla sua dimensione, può essere gestito separatamente se necessario o in gruppi, ordinati con una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono anche essere visualizzati e analizzati nel loro insieme, al fine di fornire singoli report di bilancio. Il sistema gestisce anche la contabilità analitica, al fine di perseguire l'obiettivo di orientare le decisioni secondo criteri di convenienza economica, favorendo l'uso efficiente ed efficace delle risorse per il raggiungimento degli scopi istituzionali. Questo specifico progetto sarà parte del sistema contabile dell'INAF-OAC, al fine di sfruttare appieno le sue potenzialità, ma manterrà anche una gestione indipendente in modo da facilitare il controllo e la rendicontazione. Per quanto riguarda gli appalti, le procedure dell'INAF-OAC sono conformi a tutte*



*le norme nazionali ed europee e rispettano tutti i principi di parità di trattamento, correttezza, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità del procedimento.*

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Federica*

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Govoni*

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

*Gvnfr72e65c469a*

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*federica.govoni@inaf.it*

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*07071180236*

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Maria Renata*

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Schirru*

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*SCHMRN63S52B354W*

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*renata.schirru@inaf.it*

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoacagliari@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*07071180207*

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Tonino*

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Pisanu*

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*PSNTNN69R25F979M*

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*tonino.pisanu@inaf.it*

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*07071180237*

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*Curriculum\_Pisanu\_Tonino\_signed.pdf*

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*STILEMI Incarico Referente Scientifico Pisanu-signed-signed.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Renata*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Schirru*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*SCHMRN63S52B354W*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*renata.schrru@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

*07071180237*

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

*CV 31 12 2023 SCHIRRU MRS\_signed.pdf*

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

*STILEMI Incarico Referente Amministrativo Schirru-signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

*L'INAF-OAC è un centro di eccellenza nel panorama della ricerca scientifica e tecnologica italiana, distinguendosi in particolare per la sua competenza di prim'ordine nel campo della radioastronomia. Con un organico di circa 80 unità di personale, inclusi borsisti e assegnisti di ricerca, l'OAC è un ambiente dinamico e multidisciplinare, interamente dedicato alle attività di ricerca, sviluppo e innovazione scientifica e tecnologica. Il cuore pulsante dell'INAF-OAC è rappresentato dal suo personale altamente specializzato. Non solo tecnici, tecnologi e ricercatori di punta, ma anche un team dedicato a servizi trasversali che garantiscono l'operatività quotidiana. Tra questi spiccano le attività amministrative, l'ufficio procurement, l'ufficio tecnico, i servizi informatici, l'outreach e la sicurezza. Queste figure professionali, pur non direttamente coinvolte nella ricerca, sono indispensabili per assicurare che gli scienziati e i tecnologi possano concentrarsi pienamente sulle loro sfide, creando un ecosistema di supporto efficiente e coeso. L'interazione tra queste diverse funzioni è ciò che permette all'OAC di sostenere progetti di grande portata, come il funzionamento di SRT, che è in carico ad una Squadra Operativa dedicata, e l'esecuzione di complessi progetti scientifici e tecnologici. Il principale punto di forza dell'INAF-OAC risiede nel suo bilanciamento tra la componente scientifica e quella tecnologica. Questa sinergia unica crea un ambiente fertile per l'innovazione, dove la ricerca più avanzata si traduce in soluzioni ingegneristiche all'avanguardia. Il team di sviluppo tecnologico è composto da un gruppo di esperti – fisici e ingegneri – che vantano competenze in settori chiave: dall'ottica di precisione all'elettronica avanzata, dalla meccanica alle telecomunicazioni e all'informatica. In particolare, il personale tecnologo e tecnico possiede una consolidata esperienza nella progettazione elettromagnetica, elettronica, meccanica e nello sviluppo di software e firmware complessi. Questa expertise è fondamentale per la realizzazione di nuovi strumenti all'avanguardia, come i ricevitori multibeam a larga banda, essenziali per l'espansione delle capacità di osservazione del SRT. Inoltre, è cruciale per lo studio e l'implementazione di sistemi metrologici avanzati, progettati per il controllo e la correzione della superficie dello specchio primario e della posizione delle ottiche del SRT, garantendo così prestazioni ottimali. Parallelamente, il personale astronomo non solo è coinvolto in temi scientifici di eccellenza riconosciuti a livello internazionale, ma svolge anche un ruolo insostituibile nel supporto alle necessità scientifiche e operative del SRT. Essi sono i garanti della validazione della nuova strumentazione, verificandone le prestazioni attese attraverso test e analisi approfondite. La combinazione di queste risorse umane altamente qualificate assicura non solo la capacità di mantenere nel tempo la strumentazione già operativa del SRT, ma anche di implementare e sostenere l'ulteriore potenziamento proposto in questo bando di finanziamento, spingendo costantemente i confini della conoscenza radioastronomica. L'INAF-OAC non è solo un centro di eccellenza scientifica, ma anche un esempio virtuoso di impegno per la diversità e l'inclusione. L'Osservatorio è orgoglioso di vantare una significativa componente femminile nel personale, pari a circa il 33%. Questo impegno è ulteriormente rafforzato dalla presenza di donne in entrambe le figure apicali: il Direttore e il Responsabile Amministrativo. Questa rappresentatività non è casuale, ma è il frutto di una profonda convinzione che equità e inclusione siano pilastri fondamentali per l'eccellenza scientifica e l'innovazione. L'Osservatorio è attivamente impegnato nella promozione di un ambiente di lavoro inclusivo, dove ogni individuo è valorizzato e riconosciuto per il proprio contributo, indipendentemente dal genere, dall'origine o dal background.*

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

*L'INAF-OAC offre risorse e servizi di alta qualità cruciali per ricerca, sviluppo tecnologico e innovazione, posizionandosi come polo internazionale in radioastronomia. Tutti i progetti scientifici e tecnologici, insieme ai servizi trasversali essenziali (amministrazione, procurement, ufficio tecnico, IT, outreach e sicurezza), sono coordinati tra le due sedi operative dell'OAC: Selargius (CA), sede principale, e San Basilio (CA), che ospita il Sardinia Radio Telescope (SRT). Entrambe le sedi dispongono di uffici, laboratori, centri di calcolo e visitor center, garantendo operatività e capillarità. Al centro delle risorse dell'OAC c'è SRT, una delle infrastrutture radio più significative in Europa. SRT è una piattaforma versatile per osservazioni astronomiche all'avanguardia. È un asset irrinunciabile per la ricerca fondamentale in astrofisica e supporta applicazioni innovative. La sede di San Basilio offre anche una guest house per gli astronomi, facilitando l'accesso all'infrastruttura. L'INAF-OAC vanta laboratori specializzati dotati di strumentazione di ultima generazione, indispensabili per lo sviluppo, la calibrazione e la manutenzione dei sistemi di ricezione e per la ricerca tecnologica. Nella sede di Selargius, ampi laboratori dedicati alla progettazione e allo sviluppo tecnologico sono stati recentemente potenziati grazie ai finanziamenti PON e PNRR. Questi includono:*

*Laboratori di Elettronica e Microonde per la progettazione e il test di circuiti ad alta frequenza, ricevitori criogenici e componenti per antenne. Sono cruciali per soluzioni di metrologia e per lo sviluppo di tecnologie come i Phased Array Feed (PAF) per SKA e nuovi ricevitori multibeam per SRT. Laboratorio di Meccanica per la prototipazione e l'assemblaggio di componenti meccanici complessi e sistemi di posizionamento ad alta precisione per strumentazione radioastronomica. Laboratori di Informatica e Calcolo Scientifico, dotati di workstation e server ad alte prestazioni, supportano l'analisi di Big Data radioastronomici e lo sviluppo di software/firmware. La partecipazione al Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum computing (PNRR) proietta l'INAF-OAC verso le tecnologie di calcolo del futuro. L'OAC offre servizi essenziali per l'efficienza della ricerca e per promuovere un forte legame con la comunità: Ufficio Progetti e Trasferimento Tecnologico supporta i ricercatori nella gestione di progetti di finanziamento nazionali ed europei e nel trasferimento di competenze e tecnologie verso applicazioni industriali o civili. Servizi IT e Rete Dati ad Alta Velocità un'infrastruttura di rete robusta e sistemi di storage performanti garantiscono il trasferimento e l'archiviazione sicura dei massivi dataset. Servizi di Divulgazione e Public Engagement. Le attività di comunicazione e divulgazione sono una priorità. La notevole affluenza di visitatori ai Visitor Center di SRT (San Basilio) e di Selargius (che include auditorium, museo e planetario) dimostra l'impatto dell'OAC. Questi servizi valorizzano la ricerca e rafforzano il legame tra scienza e società, grazie anche ai contatti consolidati con il territorio e le Amministrazioni Locali. In sintesi, le risorse e i servizi dell'INAF-OAC costituiscono un ecosistema integrato e all'avanguardia, strategicamente distribuito per massimizzare l'efficacia operativa. Questa solida base supporta ricerche di frontiera, sviluppa tecnologie innovative e contribuisce significativamente al progresso della conoscenza e all'innovazione globale, con un impatto positivo anche sulla comunità locale.*

#### ➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*L'INAF-OAC vanta un'estesa e consolidata rete di collaborazioni a livello nazionale ed internazionale. Questo networking è fondamentale per lo scambio di conoscenze, l'accesso a infrastrutture di ricerca all'avanguardia e lo sviluppo di progetti innovativi. Sul fronte nazionale, l'Osservatorio ha solide relazioni con gli altri Istituti INAF, le Università e i Centri di Ricerca italiani, creando un ecosistema collaborativo che alimenta l'innovazione scientifica. Un aspetto distintivo è l'impegno attivo dell'Osservatorio nella collaborazione con l'industria italiana, in particolare nel settore dell'alta tecnologia. Questa sinergia favorisce un prezioso trasferimento tecnologico, trasformando la ricerca astronomica e l'astrofisica in soluzioni innovative, soprattutto nell'ingegneria del software e dell'elettronica. A livello internazionale, l'INAF - OAC gioca un ruolo chiave in iniziative di grande portata. Un esempio significativo è la partecipazione di SRT all'European VLBI Network (EVN; <http://www.evlbi.org/>), per gli studi di radioastronomia ad alta risoluzione. L'INAF-OAC è inoltre coinvolto in collaborazioni di portata globale per la progettazione, costruzione e gestione di grandi telescopi e infrastrutture di ricerca, come ad esempio MeerKAT+ e SKA. L'Osservatorio ha un ruolo chiave anche all'interno del panorama aerospaziale sardo. L'INAF è stato un socio fondatore del Distretto AeroSpaziale della Sardegna (DASS; <https://dassardegna.eu/>), costituito ufficialmente il 15 ottobre 2013. Il DASS include enti di ricerca, Università e molte aziende di alta tecnologia con sede in Sardegna (AVIO S.p.a., Leonardo, RINA Consulting, CRS4, Univ. Cagliari, Univ. Sassari, CNR etc...). La partecipazione dell'INAF-OAC al DASS mira a promuovere la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'alta formazione, valorizzando le eccellenze sarde nel settore aerospaziale. SRT si candida inoltre come efficiente sistema di sorveglianza in ambito "Space Situational Awareness" (SSA). In particolare, nell'ambito dei progetti Europei (EUSST) sul monitoraggio dei detriti spaziali, SRT e il radiotelescopio Croce del Nord, condividono l'utilizzo del trasmettitore dell'aeronautica militare installato presso il poligono Interforze del Salto di Quirra (Nuoro), utilizzato in configurazione bistatica. L'impegno dell'INAF-OAC si estende anche al tessuto imprenditoriale locale e agli altri Enti di Ricerca presenti in Sardegna, come l'ASI-Cagliari, l'INFN-Cagliari e l'Università di Cagliari. INAF-OAC ha sempre cercato di aprire collaborazioni con la realtà industriali locali, partecipando a bandi della Regione Sardegna che prevedevano collaborazione con le aziende nell'ambito del trasferimento tecnologico (RADARDRONE, SARDASENSORS, etc...) e spin-off (POEMA). Inoltre, esiste una partnership consolidata con l'Università degli Studi di Cagliari per attività di ricerca, formazione (dottorati e tesi di laurea) e sviluppo tecnologico. Un'altra collaborazione di spicco vede l'INAF-OAC proporsi come interlocutore privilegiato della sede INFN-Cagliari per la promozione e la realizzazione dell'Einstein Telescope. Questo rivelatore di onde gravitazionali di prossima generazione è candidato ad essere costruito nella miniera dismessa di Sos Enattos, vicino a Lula, in Sardegna, rappresentando una potenziale infrastruttura di ricerca di rilevanza mondiale. In preparazione a questo ambizioso progetto, il progetto ET-SUnLab (Einstein Telescope - Sardinia Underground Laboratory) prevede la realizzazione di un nuovo centro di ricerca proprio nell'area dell'ex miniera. Questa iniziativa, nata dalla collaborazione congiunta dell'INFN, dell'INAF e dell'INGV, è stata resa possibile grazie al finanziamento della Regione Sardegna e*

*alla collaborazione delle Università di Cagliari e Sassari. Questo evidenzia come l'INAF-OAC sia un attore centrale nel progresso scientifico e tecnologico della Sardegna, con ricadute positive a livello nazionale e internazionale.*

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

*La gestione di una grande infrastruttura di ricerca come SRT e le attività di laboratorio sono una naturale conseguenza di sviluppo di conoscenze all'avanguardia, trasferimento tecnologico e attività di formazione. Molte unità di personale INAF – OAC svolgono attività rivolte alla formazione in ambito scientifico e tecnologico offrendo tesi di Laurea, tesi di Dottorato di Ricerca e ospitando tirocinanti e stagisti dell'Università degli Studi di Cagliari e degli Istituti Tecnici Superiori. L'Osservatorio favorisce inoltre gli scambi di giovani ricercatori e studenti con istituzioni estere, promuovendo la circolazione delle idee e l'acquisizione di nuove competenze, essenziali per mantenere un alto livello di competitività scientifica. A tale proposito è stato recentemente siglato un accordo di collaborazione per la realizzazione del Programma di Mobilità dei Giovani Ricercatori (MGR) operanti presso le sedi sarde degli Enti pubblici di ricerca in progetti di ricerca internazionali Finanziamento Legge regionale 7 agosto 2007, n. 7 "Promozione della Ricerca Scientifica e dell'Innovazione Tecnologica in Sardegna". Programma attività annualità 2022.*

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

*n.d.*

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

*68496cac7432e1d68386f76*

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

*Osservatorio Astronomico Di Roma*

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

*Oar*

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostuttura**

*Da Ottobre Del 2024 L'Osservatorio Astronomico Di Roma Ha Come Direttrice La Dott.Ssa Ilaria Ermolli. L'Osservatorio Astronomico Di Roma è Stato Fondato Nel 1938, Nell'Antica Villa Mellini Sul Promontorio Di Monte Mario A Roma. Nello Stesso Periodo è Stato Fondato Un Nuovo Osservatorio A Monte Porzio Catone Che Avrebbe Dovuto Ospitare Un Grande Telescopio Rifrattore. Lo Scoppio Della Seconda Guerra Mondiale Ha Posto Fine Al Progetto. Nel 1948, L'Edificio Di Monte Porzio è Stato Assegnato All'Osservatorio Astronomico Di Roma. Nel 1965, è Stata Inaugurata Una Nuova Stazione Osservativa A Campo Imperatore (2200m S.L.M.), Sul Gran Sasso D'Italia (A Circa 100 Km Da Roma). Tale Infrastruttura è Stata Equipaggiata Inizialmente Con Un Telescopio Schmidt Avente Un'Apertura Di Diametro 60cm. Successivamente Nel 1997 è Stato Inaugurato Il Telescopio Infrarosso Azt24 Dal Diametro Di 1.1 M Frutto Di Una Collaborazione Scientifica Con L'Osservatorio Di Pulkovo E L'Osservatorio Di Teramo. Tale Strumentazione è Oggi Utilizzata Per Alcuni Programmi Scientifici E Per Attività Didattica E Di Divulgazione. Dal 2017 La Stazione Osservativa Di Campo Imperatore Non è Più Gestita Dall'Osservatorio Astronomico Di Roma E Far Parte Dell'Osservatorio Astronomico D'Abruzzo. Dal 1988 I Ricercatori Dell'Osservatorio Astronomico Di Roma Svolgono La Loro Attività Di Ricerca Presso La Sede Di Monte Porzio Catone Che Offre Una Struttura Ottimale Da Un Punto Di Vista Organizzativo. La Sede Di Monte Porzio Include Alcune Infrastrutture Dedicate Alla Divulgazione Scientifica Quali L'Astrolab (Laboratorio Interattivo Di Astronomia Aperto Al Pubblico Ed Alle Visite Scolastiche), Il Lightlab (Laboratorio Della Luce) E Il Monte Porzio Telescope (Mpt), Telescopio Didattico. Nella Struttura Di Monte Mario L'Oar Coordina L'Attività Divulgativa Del Museo Astronomico E Copernicano E Della Torre Solare, Mentre L'Edificio Principale è Riservato Alla Sede Centrale Dell'Istituto Nazionale Di Astrofisica (Inaf). L'Osservatorio Di Roma è Sempre Stato Un Istituto Indipendente Del Ministero Dell'Educazione E Della Ricerca (Miur), Fino Alla Fondazione Dell'Istituto Nazionale Di Astrofisica (Inaf), Nel 2002. Oggi è Uno Dei 16 Osservatori Astronomici Ed Istituti Dell'Inaf. L'Oar è Caratterizzato Da Un'Ampia Varietà Di Interessi*



*Culturali In Diverse Tematiche Scientifiche Che Spaziano Dallo Studio Del Sistema Solare A Quello Delle Galassie Distanti E Dell'Universo Nel Suo Complesso. L'Ampia Varietà Delle Ricerche Effettuate Dagli Astronomi Dell' Oar Consente Di Fornire Un'Ampia Offerta Didattica Presso Le Tre Università Di Roma.*

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

*Monte Porzio Catone*

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

*RM*

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

*Lazio*

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

*Via Frascati 33*

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

*00040*

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

*069428641*

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

*direttore.oaroma@inaf.it*

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

*inafoaroma@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si Regime di contabilità economico finanziaria tramite il programma TEAM*

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Ilaria*

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Ermolli*

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**



Rmllri67h61h501m

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*ilaria.ermolli@inaf.it*

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*0694286470*

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Elena*

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Di Gianvito*

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*DGNLNE61E53H501V*

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*elena.digianvito@inaf.it*

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoaroma@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*0694286403*

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Adriano*

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Fontana*

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*FNTDRN62S29H501G*

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*adriano.fontana@inaf.it*

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*0694286456*

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*CV\_Fontana\_2023\_11rev\_Ita\_signed.pdf*

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*lettera\_stilemi\_fontana\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Dario*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Rotondo*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*RTNDRA90T11H501K*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*dario.rotondo@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

*3387803162*

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

*CV Dario Rotondo-signed.pdf*

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

*lettera\_stilemi\_rotondo\_signed-signed.pdf*

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

*L'Osservatorio Astronomico di Roma conta 94 dipendenti, di cui 67 impegnati in attività di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica.*

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

*n.d.*

➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*n.d.*

➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

*n.d.*

➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

*n.d.*

➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

*68496cacf7432e1d68386f76*

➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

*Osservatorio Astrofisico Di Catania*

➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

*Oact*

➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

*L'Osservatorio Astrofisico Di Catania (Oact), Sezione Inaf, Rappresenta Un Centro Di Eccellenza Nella Ricerca Astrofisica E Nella Diffusione Della Cultura Scientifica. Opera Su Due Sedi: La Storica Struttura Di Catania, Focalizzata Sull'Osservazione Solare, E La Stazione "M.G. Fracastoro" A Serra La Nave, Sull'Etna, Che Grazie Alla Sua Altitudine E Alla Bassa Luminosità Artificiale Si Configura Come Osservatorio Privilegiato Per Studi Notturmi E Solari, In Particolare Su Esopianeti E Fisica Stellare. La Ricerca Presso Oact Si Sviluppa Su Numerosi Fronti, Dalla Fisica Solare All'Evoluzione Stellare, Fino All'Astro-Chimica, Alla Radioastronomia E Alla Cosmologia, Con Un Impegno Consolidato Nello Sviluppo Di Rivelatori Ad Alta Precisione, Nella Strumentazione Uv, Ottica E Ir, E Nel Calcolo Quantistico. Sono Inoltre Attivamente Condotti Numerosi Programmi Di Ricerca In Questi Campi, Contribuendo All'Avanzamento Della Conoscenza Astrofisica A Livello Internazionale. L'Osservatorio è Coinvolto In Importanti Progetti Internazionali Quali Meerkat, Astri, Cheops, Plato E Morfeo, Affermandosi Come Nodo Attivo Nelle Reti Scientifiche Globali. L'Infrastruttura Sperimentale Comprende Laboratori Di Frontiera Come Il Casp, Il Cold E Il Lasp, In Collaborazione Con Università E Aziende Tecnologiche. Negli Ultimi Anni, L'Osservatorio Ha Rafforzato In Modo Significativo Le Proprie Competenze Nel Calcolo Scientifico E Ad Alte Prestazioni (Hpc), Utilizzato Per La Modellazione Numerica Di Fenomeni Astrofisici Complessi, L'Elaborazione Di Grandi Moli Di Dati Osservativi E Lo Sviluppo Di Tecnologie Avanzate Per L'Analisi E La Visualizzazione Scientifica. L'Impegno Nel Calcolo Hpc Si Traduce Anche In Collaborazioni Nazionali E Internazionali Nell'Ambito Della Trasformazione Digitale Della Ricerca, Contribuendo Allo Sviluppo Di Infrastrutture, Software E Strumenti Aperti Al Servizio Della Comunità Scientifica. L'Oact è Inoltre Fortemente Impegnato Nello Studio Dello Space Weather, Con Attività Di Osservazione, Modellazione E Previsione Dell'Ambiente Eliosferico E Della Sua Interazione Con La Magnetosfera Terrestre. In Questo Ambito, Partecipa Al Progetto Swesnet (Space Weather Services Network) Dell'Esa, Contribuendo Allo Sviluppo Di Servizi Innovativi Per Il Monitoraggio E La Mitigazione Degli Effetti Del Meteo Spaziale Sulle Tecnologie Terrestri E Spaziali. Le Competenze Scientifiche E Tecniche Dell'Osservatorio Si Esprimono Anche Attraverso La Partecipazione A Missioni Spaziali Di Punta Nel Campo Della Fisica Solare, Come: Metis A Bordo Della Sonda Solar Orbiter, Dedicata Allo Studio Della Corona Solare E Del Vento Solare; Euvst (Extreme Ultraviolet High-Throughput Spectroscopic Telescope) A Bordo Di Solar-C, Per L'Analisi Spettrale Dell'Atmosfera Solare; Muse (Multi-Slit Solar Explorer), Missione Nasa Per L'Osservazione Dinamica Della Corona Solare. Queste Iniziative Collocano L'Oact In Una Posizione Di Rilievo A Livello Internazionale Nel Panorama Della Ricerca Solare E Dell'Astrofisica Spaziale. Inoltre, Il Partenariato Con Il Dipartimento Di Fisica E Astronomia Dell'Università Di Catania Ha Prodotto Innovazioni Rilevanti Nella Microelettronica Per Applicazioni Astrofisiche, Mentre Le Collaborazioni Con St Microelectronics, Hamamatsu Photonics E Il Lund Observatory Rafforzano Il Profilo Internazionale Dell'Istituto. Parallelamente, L'Oact Svolge Un'Intensa Attività Di Divulgazione Scientifica Attraverso Visite, Laboratori E Percorsi Formativi, Configurandosi Come Hub Territoriale Per L'Educazione Scientifica E Per La Promozione Dell'Astrofisica Come Patrimonio Culturale Condiviso.*

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

*Catania*

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

*CT*

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

*Sicilia*

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

*Via Santa Sofia 78*

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

*95123*

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

*0957332111*

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

*segreteria.direzione.oact@inaf.it*

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

*inafoacatania@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si Regime di contabilità economico finanziaria tramite il programma TEAM*

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Maria Elisabetta*

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Palumbo*

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

*Plmmls68r64c351w*

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*maria.palumbo@inaf.it*

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*0957332220*

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Daniela*

➤ **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Recupero*

➤ **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*RCPDNL66S59C351Q*

➤ **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*daniela.recupero@inaf.it*

➤ **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoacatania@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*0957332264*

➤ **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Maria Grazia*

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Labate*

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*LBTMGR82S64H224E*

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*maria.labate@inaf.it*

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*3342198698*

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*Curriculum Vitae et Studiorum\_LabateMG\_Giugno2025\_final\_signed.pdf*

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*LetteraIncarico\_Labate\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Anna*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Li Volsi*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*LVLNNA81T55C351Y*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*anna.livolsi@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

*0957332291*

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

*CV\_Anna Li Volsi\_signed.pdf*

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

*LetteraIncarico\_Li Volsi\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

*L'Osservatorio Astrofisico di Catania conta 74 dipendenti, di cui 45 impegnati in attività di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica. Il personale dell'Osservatorio Astrofisico di Catania (OACT) è composto da 74 unità, tra cui ricercatori, tecnologi, tecnici e personale amministrativo. Di questi, 45 sono direttamente coinvolti in attività di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica. I profili professionali includono astrofisici, ingegneri, informatici, tecnici specializzati e amministrativi con competenze specifiche nella gestione di progetti scientifici complessi. Il personale di ricerca possiede qualifiche elevate, con una larga maggioranza di dottorati di ricerca in fisica, astronomia o discipline affini, e una consolidata esperienza in progetti nazionali e internazionali. Sono presenti figure di riferimento in campi come la fisica solare, la radioastronomia, la spettroscopia e il calcolo scientifico. L'Osservatorio promuove costantemente la formazione continua e l'aggiornamento del personale, anche attraverso la partecipazione a convegni, scuole specialistiche, corsi tecnici e iniziative di mobilità internazionale. Inoltre, parte del personale è impegnato nella supervisione di studenti di dottorato e assegni di ricerca.*

➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**



*L'OACT dispone di una dotazione tecnologica avanzata per le attività di ricerca e sviluppo. Le infrastrutture comprendono: Laboratori specialistici, tra cui il CASP (Characterization of Advanced Sensor Prototypes), il COLD (Cryogenic Optics and Light Detection) e il LAsp (Laboratorio di Astrofisica Sperimentale), dotati di strumentazione per lo sviluppo e la caratterizzazione di rivelatori ottici e UV, camere criogeniche, spettrometri e sistemi di misura ad alta precisione; Osservatori astronomici, come la stazione "M.G. Fracastoro" a Serra La Nave, attrezzata con telescopi per osservazioni stellari, e la sede storica di Catania con strutture dedicate allo studio dell'attività solare; Sistemi HPC per l'elaborazione numerica e la modellazione di fenomeni astrofisici complessi; Competenze nel software scientifico, nello sviluppo di pipeline per la riduzione dati e strumenti per la visualizzazione avanzata; Know-how consolidato nel trasferimento tecnologico, grazie alla collaborazione con industrie e partner scientifici per la realizzazione di componenti strumentali ad alta tecnologia.*

#### ➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*L'Osservatorio è inserito in una rete estesa di collaborazioni scientifiche a lungo termine a livello nazionale e internazionale. Tra le più significative si evidenziano: Collaborazioni con enti internazionali: partecipazione ai consorzi delle missioni ESA (Metis, Solar Orbiter, EUVST) e NASA (MUSE), oltre al coinvolgimento in progetti come CHEOPS, PLATO, ASTRI e MeerKAT; Accordi strutturati con università: in particolare con l'Università di Catania, per programmi congiunti di ricerca, formazione e sviluppo tecnologico; Partnership industriali: con aziende come ST Microelectronics, Hamamatsu Photonics, Leonardo e il Lund Observatory, finalizzate alla prototipazione e test di componentistica di frontiera; Partecipazione a reti tematiche europee, come SWESNET (ESA) per il monitoraggio dello Space Weather, e a progetti PNRR e Horizon Europe; Attività nel contesto del trasferimento tecnologico, anche attraverso l'apertura a iniziative di open innovation e condivisione di competenze nei settori della sensoristica, modellazione fisica e ICT.*

#### ➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

*L'OACT contribuisce in modo sostanziale alla formazione scientifica, sia accademica che tecnica: Accoglie regolarmente studenti di laurea, dottorato e post-doc in collaborazione con l'Università di Catania e altri atenei italiani ed europei; È sede di tirocini formativi e progetti di tesi su temi di astrofisica teorica e sperimentale, osservazioni solari e notturne, sviluppo strumentale e calcolo HPC; Partecipa attivamente a scuole estive, workshop e programmi formativi nazionali (es. INAF School for Young Astronomers) e internazionali; Offre percorsi di formazione continua al proprio personale su competenze tecniche, sicurezza, progettazione e gestione di progetti complessi. Il personale formato comprende ricercatori, tecnici e laureati in discipline STEM, con l'obiettivo di favorire il ricambio generazionale e l'acquisizione di competenze trasversali.*

#### ➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

*L'Osservatorio contribuisce in maniera rilevante ai titoli rilasciati dalla struttura principale (INAF), in particolare: Partecipando all'offerta formativa di corsi universitari e di dottorato, con docenze affidate al personale OACT; Fornendo supporto scientifico e tecnico nell'ambito dei programmi accreditati dall'Università di Catania, come il Dottorato in Fisica; Collaborando alla progettazione e docenza in master e corsi post-laurea su tematiche astrofisiche e tecnologiche; Offrendo moduli formativi certificabili nell'ambito di progetti PON, PNRR e Horizon Europe, validi ai fini della formazione professionale continua.*

#### ➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

68496cac7432e1d68386f76

#### ➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Osservatorio Astronomico Di Palermo

#### ➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Oapa

#### ➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

*L'Osservatorio Astronomico Di Palermo (Oapa), Fondato Nel 1792 è Uno Dei Più Antichi D'Europa. Dopo Quasi Due Secoli Di Storia Negli Anni '80 Viene Fondato L'Osservatorio Moderno. Dal Nucleo Originario Dedicato Allo Studio Della Fisica Della Corona Solare E Delle Corone Stellari, Si Sono Sviluppate Numerose Linee Di Ricerca Altamente Specializzate In Cui Osservazioni, Modellistica E Studi Sperimentali Sono Integrati In Modo Sinergico. Lo Studio Degli Ammassi Stellari E Delle Stelle Giovani Che Li Compongono Rappresenta Uno Degli Ambiti Di Ricerca Attivi. Il Gruppo Di Ricerca è Coinvolto In Numerose Campagne Osservative E Coordina Programmi Internazionali, Facendo Ampio Uso Di Dati Acquisiti Sia Con Telescopi Terrestri Sia Con Osservatori Spaziali Di Ultima Generazione, Partecipando Attivamente Al Progetto Legacy Survey Of Space And Time (Lsst) Del Vera C. Rubin Observatory E Rappresenta L'Inaf Nel Consiglio Direttivo Della Lsst Discovery Alliance. La Scoperta Dei Pianeti Extrasolari Ha Aperto Un Nuovo Campo Di Ricerca In Cui Oapa è Attivamente Coinvolto, Sia Sul Piano Osservativo Che Modellistico/Teorico. I Ricercatori Dell'Oapa Collaborano Con Istituzioni Nazionali E Internazionali, Partecipando All'Analisi Dei Dati Degli Strumenti Harps-N (Telescopio Nazionale Galileo, Canarie) Ed Espresso (Cile), Nell'Ambito Delle Collaborazioni Hcn E Gaps, Coordinando Attualmente La Partecipazione Italiana A Quest'Ultima. L'Osservatorio Contribuisce Inoltre Ai Consorzi Delle Missioni Spaziali Dell'Esa Plato E Ariel, Di Cui Coordina Il Contributo Italiano. Le Supernove E I Loro Resti Sono Oggetto Di Studio Presso Oapa Tramite Osservazioni In Diverse Bande Dello Spettro Elettromagnetico E Simulazioni Numeriche Tridimensionali. Le Competenze Acquisite Nella Modellazione Numerica E Nella Visualizzazione Scientifica Hanno Consolidato Il Ruolo Del Gruppo A Livello Internazionale. In Questo Ambito, Oapa Partecipa A Progetti Di Grande Rilievo Come Il Cherenkov Telescope Array (Cta) Per L'Osservazione Dei Raggi Gamma, Newathena, Futuro Osservatorio Spaziale In Banda X, E Il Rivelatore Di Neutrini Km3net. Oapa Coordina Inoltre Un Progetto Internazionale Per La Modellazione Dei Resti Di Supernova. Una Recente Linea Di Ricerca Supportata Da Oapa, Tramite L'Accordo Inaf E Asi, Nell'Ambito Della Collaborazione Iadc (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee), Si Concentra Sull'Osservazione, L'Analisi Dei Dati E La Modellizzazione Dei Detriti Spaziali, Utilizzando I Telescopi Dell'Osservatorio Astronomico Gal-Hassin. Presso Oapa Sono Attive Anche Importanti Linee Di Ricerca Sperimentale: Il Laboratorio Xact (X-Ray Astronomy Calibrating And Testing), Operativo Dagli Anni '90 E L' Astrochimica E L'Astrobiologia Sperimentale, Due Campi Di Ricerca Multidisciplinari Per Lo Studio Dell'Origine Della Vita Sulla Terra E Più In Generale Nell'Universo, Si Svolgono Presso Il Laboratorio Life+ (Light Irradiation Facility For Exochemistry And Planetary Science), Articolato In Due Sezioni: Un Laboratorio Di Astrochimica Sperimentale, Dedicato Allo Studio Della Formazione Ed Evoluzione Di Molecole Organiche E Prebiotiche Osservate Nel Mezzo Interstellare; Un Laboratorio Per Lo Studio Delle Atmosfere Esoplanetarie, Realizzato Con Fondi Pnrr-Stiles, In Cui Si Simulano Atmosfere Planetarie Per Analizzarne L'Evoluzione Chimico-Fisica Sotto L'Effetto Di Radiazione E Scariche Elettriche. La Ricerca In Storia Dell'Astronomia Si Concentra Sia Sull'Analisi Del Ricco E Significativo Patrimonio Materiale Dell'Osservatorio, Sia Sulla Ricostruzione Delle Reti Scientifiche E Delle Collaborazioni Degli Astronomi Dell'Epoca. L'Intensa Attività Di Modellistica Numerica, Sviluppata In Diversi Ambiti Dell'Astrofisica, Si Basa Su Elevate Capacità Computazionali E Fa Uso Di Un Sistema Di Calcolo Avanzato Presente Ad Oapa.*

#### ➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

*Palermo*

#### ➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

*PA*

#### ➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

*Sicilia*

#### ➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

#### ➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

Piazza Parlamento 1

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

90134

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

091233111

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

[direttore.oapa@inaf.it](mailto:direttore.oapa@inaf.it)

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

[inafoapalermo@pcert.postecert.it](mailto:inafoapalermo@pcert.postecert.it)

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si L'OAPA (Osservatorio Astronomico di Palermo) è una Struttura di Ricerca dell'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), ente di ricerca con personalità giuridica di diritto pubblico ed autonomia scientifica, finanziaria, patrimoniale e contabile, statutaria e regolamentare, soggetto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca. L'OAPA-INAF adotta i principi contabili e finanziari degli enti pubblici di ricerca italiani, ed è un "Centro di Responsabilità Amministrativa" (CRA) di secondo livello, ossia una struttura organizzativa destinata alla gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali specifiche della Struttura di Ricerca locale. L'unico CRA di primo livello è la Direzione Generale INAF, che ha la responsabilità dell'intera gestione amministrativa dell'Ente, gli altri CRA di secondo livello sono distribuiti sul territorio nazionale e gestiti da Direttori delle varie Strutture di Ricerca dislocate sul territorio nazionale, che sono nominati con decreto del Presidente INAF. L'OAPA-INAF è soggetto al controllo del "Collegio dei Revisori" composto da tre membri effettivi e due supplenti, iscritti al registro dei revisori contabili, designati dal Ministro dell'Economia e delle Finanze e dal Ministro dell'Università e della Ricerca. Il "Collegio dei Revisori" vigila sul rispetto delle leggi, verifica la regolarità della gestione e la corretta applicazione delle norme contabili e fiscali. L'OAPA-INAF è soggetto ad un controllo interno efficace ed efficiente per tutti i suoi finanziamenti, e le verifiche di gestione sono parte integrante del sistema di controllo interno. L'Organismo Indipendente di Valutazione della performance monitora il sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni. L'OAPA-INAF è in grado quindi di garantire tutti i controlli gestionali e amministrativo-contabili previsti dalla normativa nazionale e di assicurare la regolarità delle procedure e delle spese prima della loro rendicontazione al Ministero, nonché la tracciabilità delle spese dei progetti ammessi a finanziamento, inclusa l'applicazione della normativa di cui alla Legge 136/2010 sulla tracciabilità dei flussi finanziari. Il sistema di gestione finanziaria utilizza un software complesso e completo ("TEAM Government" di GESINF s.r.l.) attraverso il quale l'OAPA-INAF è in grado di gestire e verificare tutti i finanziamenti dell'Istituto. Con questo sistema, l'OAPA-INAF è in grado di affrontare anche attività complesse, come quelle originate da programmi di notevoli dimensioni e complessità (PON, PNRR, etc.). Il sistema è in grado di gestire tutti i CRA e anche ogni singolo progetto e programma, indipendentemente dalla sua dimensione, può essere gestito separatamente se necessario o in gruppi, ordinati con una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono anche essere visualizzati e analizzati nel loro insieme, al fine di fornire singoli report di bilancio. Il sistema gestisce anche la contabilità analitica, al fine di perseguire l'obiettivo di orientare le decisioni secondo criteri di convenienza economica, favorendo l'uso efficiente ed efficace delle risorse per il raggiungimento degli scopi istituzionali. Questo specifico progetto sarà parte del sistema contabile OAPA-INAF al fine di sfruttarne appieno le potenzialità, ma manterrà anche una gestione indipendente in modo da facilitarne il controllo e la rendicontazione. Inoltre, nel caso in cui le infrastrutture soggette a questo intervento svolgano sia attività economiche che non economiche, i costi, i finanziamenti e i ricavi delle due tipologie saranno nettamente separati; inoltre, nel caso di infrastrutture distribuite, la separazione sarà sia a livello di singolo sito che a livello aggregato. Per quanto riguarda gli appalti, le procedure OAPA-INAF sono conformi a tutte le norme nazionali ed europee e rispettano tutti i principi di parità di trattamento, correttezza, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità*

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

- **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Angela*

- **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Ciaravella*

- **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

*Crvngl60c43h743h*

- **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*angela.ciaravella@inaf.it*

- **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*091 23345*

- **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

- **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Filippo*

- **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Salemi*

- **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*SLMFPP62C15L837U*

- **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*filippo.salemi@inaf.it*

- **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoapalermo@pcert.postecert.it*

- **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*091233303*

- **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

- **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Angela*

➤ **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Ciaravella*

➤ **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*CRVNGI60C43H743H*

➤ **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*angela.ciaravella@inaf.it*

➤ **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*09123345*

➤ **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*CiaravellaA\_signed.pdf*

➤ **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*OAPA\_letteraIncarico\_Ciaravella\_signed\_2.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Filippo*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Salemi*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*SLMFPP62C15L837U*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*filippo.salemi@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

*091233303*

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

*SalemiF\_signed.pdf*

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

*OAPA\_letteraIncarico\_Salemi\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**



*Il personale di ricerca INAF-OAPA è composto da 34 ricercatori incluso il personale associato tra cui alcuni docenti universitari, 8 assegnisti e 1 borsista. Grazie alle numerose attività di alta formazione universitaria e post-universitaria, vi operano anche circa 20 tra dottorandi, laureandi e tirocinanti. Il personale INAF di ricerca a tempo indeterminato è composto da 20 ricercatori e 3 tecnologi. Supportano le attività di ricerca 4 tecnici di laboratorio TI e 1 TD. Il sistema di calcolo di OAPA è gestito da 2 tecnici TI e 1 TD. L' amministrazione dell'osservatorio conta 7 dipendenti TI e 2 TD, l'ufficio tecnico è composto di 6 unità di personale TI e il servizio di biblioteca è gestito da 1 unità di personale TI. Il servizio di Comunicazione, Didattica e Divulgazione che investe anche in ricerca e sviluppo di tecnologie innovative fa capo a 1 TI e 1TD ed è coadiuvato da diversi ricercatori OAPA. Ad esclusione degli associati, la componente femminile media è 42%, la stessa percentuale si riscontra tra i soli ricercatori e tecnologi.*

#### ➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

*La XACT Cryo-Facility, alloggiata nella camera più grande della beamline, è utilizzata per collaudare e qualificare componenti ottici destinati ad ambienti spaziali. Alla camera si accede attraverso una tenda portatile in materiale filtrante HEPA classe ISO 6. All'interno sono alloggiati: un sistema di raffreddamento criogenico basato su criogeneratore KDE300SA un piano ottico antivibrante in alluminio con isolatori pneumatici, per montaggio interferometro e vibrometro. un Hexapod H-840.G2A posizionamento a sei assi, tipo Stewart un Interferometro 4D 4030 per analisi di forma, planarità e rugosità, con risoluzione sub-micrometrica. Il laboratorio MiNT (Micro and Nano Technologies) è indirizzato allo sviluppo di micro e nano tecnologie per applicazioni spaziali e di trasferimento tecnologico, tra cui lo sviluppo di reti fotoniche multifunzionali per l'agricoltura di precisione, in collaborazione con enti del settore agricolo, l'Università di Palermo e il Politecnico delle Marche. Include la seguente strumentazione: Evaporatore E-beam Plasma-enhanced Chemical Vapour Deposition Mask aligner Lappatrice Spin coater Microscopio digitale Micro-profilometro ottico METALab (Mechanical and Environmental Testing for Astrophysics Laboratory) costruito con fondi del progetto PNRR-STILES comprende: un laser scanner vibrometro multipunto - Polytec PSV QTec un vibrometro laser singolo punto- Polytec VibroFlex un martello modale automatico - Polytec SAM3 uno shaker TV 56280/LS-340 - Slip Table TGT MO 20 M SMaC-Lab (Spectroscopy and Material Characterization Laboratory) include: uno spettrofotometro a doppio raggio  $\lambda$ 1050+ di PerkinElmer 190-3300 nm con sfera integratrice Spettrometro IR a trasformata di Fourier spectrum3 di PerkinElmer 7800-400 cm<sup>-1</sup> Microscopio IR Spotlight400 di PerkinElmer: Microscopio a forza atomica, in fase di acquisizione I laboratori di OAPA dispongono di due camere bianche attualmente in fase di rifacimento una ISO-6 di circa 20 m<sup>2</sup>, ospita l'apertura della beamline XACT che alloggia i rivelatori X; una di 60 m<sup>2</sup> è costituita da due zone ISO-6 e ISO-8, separate da una cortina a strisce. Dispone di una cappa ISO-5 a flusso verticale, di un controllo di temperatura e umidità e di un sistema di monitoraggio della contaminazione. La facility LIFE+ consiste di due laboratori. Il laboratorio di astrochimica che include: una camera a ultra alto vuoto (UHV) ( $4 \times 10^{-11}$  mbar); spettrometro infrarosso Bruker -Vertex 70; spettrometro di massa a quadrupolo Hiden Hal/3F PIC (1–300 amu risoluzione 0.5 amu); sorgente X a impatto elettronico multi-anodo 0.3–8 keV; sorgente UV a flusso di idrogeno (microwave-discharge hydrogen-flow lamp); criostato ARS a ciclo chiuso CS204SB (5 - 300K) fornito di un regolatore di temperatura (Lake Shore 331) collegato a due diodi e una termoresistenza per un controllo accurato della temperatura dei campioni. Il laboratorio per le atmosfere esoplanetarie costruito con fondi PNRR-STILES è costituito da una camera UHV (10<sup>-7</sup> mbar) in cui si possono simulare atmosfere (P= 10<sup>-2</sup> - 1 bar, T= -20 a 300 C). La camera comprende: una sorgente raggi X anodi Al/Cu (SPECS XR 50 NAP); generatore microonde + sorgente plasma (SAIREM GMS450 + AURA WAVE); un sistema di scarica per simulare fenomeni elettrici; uno spettrometro IR per gas con cella multi-path (5m)(Bruker MATRIX-MG5); uno spettrometro di massa inclusi ioni positivi e negativi, nel range 1–300 amu (HIDEN EQP6 type 633032). Il sistema di calcolo si articola in tre principali infrastrutture: MEUSA, attivo da quasi tre anni, con 120 nodi e 360 TFlops, proveniente dal cluster MARCONI del CINECA, utilizzato principalmente dalla comunità interna INAF. ELISSA, un cluster HPC in fase di completamento, con sei server dotati di doppia GPU e altri con CPU ad alte prestazioni, finanziato da progetti PNRR.*

#### ➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*L'attività scientifica di OAPA si inserisce un'estesa rete di collaborazioni sia a livello nazionale, che coinvolge altri istituti dell'INAF, università italiane e numerosi enti e istituti di ricerca, sia a livello internazionale, con partnership consolidate con centri di eccellenza e gruppi di ricerca in tutto il mondo. Queste sinergie permettono lo scambio di competenze, l'accesso a infrastrutture condivise e lo sviluppo di progetti comuni, rafforzando l'impatto e la qualità della ricerca condotta. L'attività nel campo dei pianeti extrasolari vanta collaborazioni con numerose istituzioni e agenzie internazionali, tra cui University College*



London, Université de Genève, Instituto de Astrofísica de Canarias, Université Paris-Saclay, University of Vienna, ESA e il National Astronomical Observatory of Japan. Il laboratorio XACT svolge attività di trasferimento tecnologico, tra cui lo sviluppo di reti fotoselettive multifunzionali per l'agricoltura di precisione, in collaborazione con enti del settore agricolo, l'Università di Palermo e il Politecnico delle Marche. OAPA coordina inoltre un progetto internazionale per la modellazione dei resti di supernova, che coinvolge prestigiose istituzioni in Europa (Max-Planck-Institut für Astrophysik, Observatoire de Paris), negli Stati Uniti (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Penn State, Princeton e Purdue University) e in Asia (RIKEN, Giappone; Academia Sinica, Taiwan). Il gruppo che si occupa di astrochimica ha una solida collaborazione con ricercatori del Centro de Astrobiología (Spagna), della National Central University e con il National Synchrotron Radiation Research Center (Taiwan).

#### ➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

OAPA contribuisce in modo significativo alla formazione scientifica e alla crescita professionale delle nuove generazioni di studenti. Ogni anno ospita circa 20 tirocini curriculari rivolti a studenti dei corsi di laurea in Fisica, Chimica e Ingegneria. Gli studenti di chimica e ingegneria svolgono i tirocini principalmente nei laboratori. In media, OAPA supervisiona 3 tesi di laurea triennale e 2 tesi di laurea magistrale all'anno. OAPA è inoltre attivamente coinvolto nel corso di dottorato del Dipartimento di Fisica e Chimica dell'Università di Palermo, con due ricercatori che fanno parte del collegio dei docenti e con l'erogazione di tre corsi annuali. In media fanno capo a OAPA 3 dottorandi all'anno. OAPA svolge anche un'intensa attività di divulgazione della conoscenza astronomica nella scuola e nella società. Le attività didattiche e formative nelle scuole includono laboratori interattivi, attività manuali, osservazioni del cielo al telescopio, ma anche corsi di formazione per insegnanti. OAPA partecipa a eventi nazionali di divulgazione, Notte dei Ricercatori e Settimana della Cultura Scientifica, con laboratori, conferenze e spettacoli a tema astronomico. Inoltre il servizio Comunicazione, Didattica e Divulgazione di OAPA utilizza applicazioni di realtà virtuale, realtà aumentata per diffondere l'astronomia alle scuole e per consentire una fruizione più piacevole ed efficace dei contenuti astronomici.

#### ➤ **11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate**

n.d.

#### ➤ **11A4.1: ID Unità Operativa**

68496cac7432e1d68386f76

#### ➤ **11A4.2: Informazioni Generali – Denominazione**

Osservatorio Astronomico Di Arcetri

#### ➤ **11A4.3: Informazioni Generali – Nome Breve**

Oaa

#### ➤ **11A4.4: Informazioni Generali – Descrizione della Sottostruttura**

L'Osservatorio Astrofisico Di Arcetri, A Firenze, È Una Delle Sedici Strutture Di Ricerca Che Fanno Parte Dell'Istituto Nazionale Di Astrofisica (Inaf). La Sede Inaf Di Arcetri Ha Da Poco Celebrato 150 Anni Dalla Sua Inaugurazione, Avvenuta Nel 1869 Durante Il Periodo Di Firenze Capitale E, Più Recentemente, Nel Decennio 1990-2000, Ha Avuto Un Ruolo Chiave Nella Creazione Dell'Inaf; Ciò Grazie Sia Alla Sua Prestigiosa Storia In Ambito Astrofisico Sia Alla Presenza Di Autorevoli Scienziati Con Una Lungimirante Visione Del Futuro Dell'Astrofisica Nazionale. L'Osservatorio, Posto Sul Colle Di Arcetri, Gode Di Una Posizione Geografica Privilegiata Trovandosi A Stretto Contatto Con Altre Istituzioni Di Ricerca Prestigiose Quali Il Dipartimento Di Fisica E Astronomia Dell'Università Degli Studi Di Firenze, L'Istituto Nazionale Di Ottica Del Cnr Ed Il Galileo Galilei Institute Dell'Infn. Come Iniziative Di Raccordo, Queste Istituzioni Promuovono La Rivista "Il Colle Di Galileo" Che Pubblica Articoli Sulle Principali Attività Di Ricerca In Fisica Svolte Nell'Area Di Arcetri. Oltre Che Localmente, L'Osservatorio Di Arcetri È Parte Di Moltissime Collaborazioni Scientifiche E Istituzionali Attive Con Le Altre Sedi Inaf, Nonché Con Altri Istituti Di Ricerca E Università Nazionali Ed Internazionali. La Ricerca Astrofisica Locale Copre Una Gamma Di Tematiche

*Molto Vasta, Essendo Rivolta Allo Studio Ed All'Esplorazione Del Cosmo, All'Interpretazione Dei Fenomeni Che Avvengono Nell'Universo Vicino E In Quello Più Lontano, E Alla Comprensione Dei Meccanismi Evolutivi Dell'Universo In Tutte Le Sue Componenti: Le Galassie, Le Stelle, I Pianeti, La Vita. Nello Specifico, Il Personale Di Ricerca Dell'Osservatorio Di Arcetri Si Dedicava A Tematiche Che Includono: I) Lo Studio Dei Corpi Minori Del Sistema Solare, In Particolare La Dinamica Di Asteroidi E Dischi Di Detriti; Ii) L'Astrobiologia, Con L'Analisi In Laboratorio Di Campioni Di Materiale Extraterrestre E Lo Studio Dei Meccanismi Chimico-Fisici Di Evoluzione Della Materia Organica In Condizioni Astrofisiche; Iii) La Fisica Del Mezzo Interstellare E La Formazione Di Stelle A Partire Dal Gas E Dalle Polveri Che Lo Permeano; Iv) Lo Studio Dei Jet Protostellari E Dei Dischi Protoplanetari; V) La Ricerca Sugli Esopianeti, Dalla Loro Identificazione Allo Studio Delle Loro Atmosfere; Vi) L'Archeologia Galattica Con Lo Studio Delle Stelle E Delle Loro Proprietà Come Traccianti Della Formazione Ed Evoluzione Della Via Lattea; Vii) L'Indagine Delle Proprietà Fisiche E Chimiche Delle Galassie Del Gruppo Locale E Di Quelle Più Lontane, Che Si Sono Formate Nelle Prime Fasi Evolutive Dell'Universo; Viii) La Cosmologia Osservativa, Con Lo Studio Della Struttura A Larga Scala Dell'Universo E L'Impatto Di Questa Sulla Formazione E L'Evoluzione Delle Galassie E Dei Buchi Neri Supermassicci Nei Loro Nuclei; Ix) L'Astrofisica Delle Alte Energie, Che Studia Fenomeni Ed Oggetti "Estremi", Dalla Fisica Degli Oggetti Compatti, Quali Stelle Di Neutroni E Buchi Neri, All'Origine Dei Raggi Cosmici.*

➤ **11A4.5: Sede Fisica – Comune**

*Firenze*

➤ **11A4.6: Sede Fisica – Provincia**

*FI*

➤ **11A4.7: Sede Fisica – Regione**

*Toscana*

➤ **11A4.8: Sede Fisica – Nazione**

*Italia*

➤ **11A4.9: Sede Fisica – Indirizzo**

*Largo E. Fermi, 5*

➤ **11A4.10: Sede Fisica – CAP**

*50125*

➤ **11A4.11: Sede Fisica – Telefono**

*05527521*

➤ **11A4.12: Sede Fisica - E-Mail (non PEC)**

*protocollo.oaa@inaf.it*

➤ **11A4.13: Sede Fisica - E-Mail (PEC)**

*inafoaarcetri@pcert.postecert.it*

➤ **11A4.14: Centro di Spesa – Sistema di Gestione Finanziaria**

*Si L'OAA è una Struttura di Ricerca dell'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), ente di ricerca con personalità giuridica di diritto pubblico ed autonomia scientifica, finanziaria, patrimoniale e contabile, statutaria e*

regolamentare, soggetto alla vigilanza del Ministero dell'Università e della Ricerca. L'OAA-INAF adotta i principi contabili e finanziari degli enti pubblici di ricerca italiani, ed è un "Centro di Responsabilità Amministrativa" (CRA) di secondo livello, ossia una struttura organizzativa destinata alla gestione delle risorse umane, finanziarie e strumentali specifiche della Struttura di Ricerca locale. L'unico CRA di primo livello è la Direzione Generale INAF, che ha la responsabilità dell'intera gestione amministrativa dell'Ente, gli altri CRA di secondo livello sono distribuiti sul territorio nazionale e gestiti da Direttori delle varie Strutture di Ricerca dislocate sul territorio nazionale, che sono nominati con decreto del Presidente INAF. L'OAA-INAF è soggetto al controllo del "Collegio dei Revisori" composto da tre membri effettivi e due supplenti, iscritti al registro dei revisori contabili, designati dal Ministro dell'Economia e delle Finanze e dal Ministro dell'Università e della Ricerca. Il "Collegio dei Revisori" vigila sul rispetto delle leggi, verifica la regolarità della gestione e la corretta applicazione delle norme contabili e fiscali. L'OAA-INAF è soggetto ad un controllo interno efficace ed efficiente per tutti i suoi finanziamenti, e le verifiche di gestione sono parte integrante del sistema di controllo interno. L'Organismo Indipendente di Valutazione della performance monitora il sistema di valutazione, trasparenza e integrità dei controlli interni. L'OAA-INAF è in grado quindi di garantire tutti i controlli gestionali e amministrativo-contabili previsti dalla normativa nazionale e di assicurare la regolarità delle procedure e delle spese prima della loro rendicontazione al Ministero, nonché la tracciabilità delle spese dei progetti ammessi a finanziamento, inclusa l'applicazione della normativa di cui alla Legge 136/2010 sulla tracciabilità dei flussi finanziari. Il sistema di gestione finanziaria utilizza un software complesso e completo ("TEAM Government" di GESINF s.r.l.) attraverso il quale l'OAA-INAF è in grado di gestire e verificare tutti i finanziamenti dell'Istituto. Con questo sistema, l'OAA-INAF è in grado di affrontare anche attività complesse, come quelle originate da programmi di notevoli dimensioni e complessità (PON, PNRR, etc.). Il sistema è in grado di gestire tutti i CRA e anche ogni singolo progetto e programma, indipendentemente dalla sua dimensione, può essere gestito separatamente se necessario o in gruppi, ordinati con una struttura ad albero. Tutti i dati finanziari possono anche essere visualizzati e analizzati nel loro insieme, al fine di fornire singoli report di bilancio. Il sistema gestisce anche la contabilità analitica, al fine di perseguire l'obiettivo di orientare le decisioni secondo criteri di convenienza economica, favorendo l'uso efficiente ed efficace delle risorse per il raggiungimento degli scopi istituzionali. Questo specifico progetto sarà parte del sistema contabile OAA-INAF al fine di sfruttarne appieno le potenzialità, ma manterrà anche una gestione indipendente in modo da facilitarne il controllo e la rendicontazione. Inoltre, nel caso in cui le infrastrutture soggette a questo intervento svolgano sia attività economiche che non economiche, i costi, i finanziamenti e i ricavi delle due tipologie saranno nettamente separati; inoltre, nel caso di infrastrutture distribuite, la separazione sarà sia a livello di singolo sito che a livello aggregato. Per quanto riguarda gli appalti, le procedure OAA-INAF sono conformi a tutte le norme nazionali ed europee e rispettano tutti i principi di parità di trattamento, correttezza, imparzialità, competitività, trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità del procedimento.

➤ **11A4.15: Referente di Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.16: Referente di Sottostruttura – Nome**

*Simone*

➤ **11A4.17: Referente di Sottostruttura – Cognome**

*Esposito*

➤ **11A4.18: Referente di Sottostruttura - Codice Fiscale**

*Spssmn61s01d612k*

➤ **11A4.19: Referente di Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*simone.esposito@inaf.it*

➤ **11A4.20: Referente di Sottostruttura – Telefono**

*0552752258*

➤ **11A4.21: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nazionalità**

*Italiana*

- **11A4.22: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Nome**

*Serena*

- **11A4.23: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Cognome**

*Donati*

- **11A4.24: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - Codice Fiscale**

*DNTSRN68R61D612E*

- **11A4.25: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (non PEC)**

*serena.donati@inaf.it*

- **11A4.26: Responsabile Amministrativo Sottostruttura - E-Mail (PEC)**

*inafoaarcetri@pcert.postecert.it*

- **11A4.27: Responsabile Amministrativo Sottostruttura – Telefono**

*0552752267*

- **11A4.28: Referente Scientifico UO - Nazionalità**

*Italiana*

- **11A4.29: Referente Scientifico UO - Nome**

*Armando*

- **11A4.30: Referente Scientifico UO - Cognome**

*Riccardi*

- **11A4.31: Referente Scientifico UO - Codice Fiscale**

*RCCRND67R24E202G*

- **11A4.32: Referente Scientifico UO - E-Mail (non PEC)**

*armando.riccardi@inaf.it*

- **11A4.33: Referente Scientifico UO - Telefono**

*055 2752302*

- **11A4.34: Referente Scientifico UO - CV Firmato Digitalmente**

*CV\_Riccardi\_signed.pdf*

- **11A4.35: Referente Scientifico UO - Lettera di Incarico**

*PROT 1472\_Nomina-Riccardi\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.36: Referente Amministrativo UO - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11A4.37: Referente Amministrativo UO - Nome**

*Virna*

➤ **11A4.38: Referente Amministrativo UO - Cognome**

*Del Torchio*

➤ **11A4.39: Referente Amministrativo UO - Codice Fiscale**

*DLTVRN84D54D575Y*

➤ **11A4.40: Referente Amministrativo UO - E-Mail (non PEC)**

*virna.deltorchio@inaf.it*

➤ **11A4.41: Referente Amministrativo UO - Telefono**

*0552752273*

➤ **11A4.42: Referente Amministrativo UO - CV firmato digitalmente**

*CV\_DelTorchio\_signed.pdf*

➤ **11A4.43: Referente Amministrativo UO - Lettera di incarico**

*Nomina-Del-Torchio\_signed\_signed.pdf*

➤ **11A4.44: Informazioni Generali – Risorse Umane**

*La composizione del personale è ben bilanciata tra ricercatori e tecnologi permettendo un continuo confronto tra i desiderata scientifici ed i limiti tecnologici. I cinque settori tematici di INAF definiti dai Raggruppamenti Scientifici Nazionali (RSN) sono tutti rappresentati all'interno dell'Osservatorio, anche se da gruppi di ricerca di diverse dimensioni, con i gruppi più numerosi attorno a filoni di ricerca storicamente consolidati. Allo stesso tempo, l'attrattività dell'Osservatorio e l'ottima capacità dei ricercatori locali di ottenere finanziamenti, sono tali da rendere l'ambiente dinamico, con un continuo flusso di giovani post-doc che contribuiscono ad avviare nuovi filoni di ricerca. A proposito dei finanziamenti con bandi competitivi si evidenzia come nella tornata del 2024 di "Astrofisica Fondamentale" finanziata da INAF con circa 10 milioni di euro, il personale dell'Osservatorio ha ottenuto 3 Large Grants (di 15 finanziati), 2 Guest Observer Grants (di 29 finanziati), 1 Theory Grant (di 18 finanziati) e 12 Mini-Grants (di 100 finanziati). Attualmente (Giugno 2025), l'Osservatorio conta 81 unità di personale a Tempo Indeterminato (TI) di cui 42 (52%) con profilo di ricercatore, 22 (28%) tecnologi e 17 (20%) tra personale tecnico ed amministrativo. Tra il personale ricercatore/tecnologo, la suddivisione tra i vari livelli di inquadramento è di 10 unità di primo livello (dirigente di ricerca o dirigente tecnologo), 36 di secondo livello (primo ricercatore o primo tecnologo) e 18 terzo livello (ricercatore o tecnologo). Il personale assunto con contratti a Tempo Determinato (TD) è invece costituito da 23 unità, di cui 19 ricercatori/tecnologi I-III livelli e 4 IV-VIII livelli. Infine il numero di assegnisti di ricerca e borsisti è pari a 48. In totale si conclude che ad Arcetri tra personale TI e TD ed assegnisti di ricerca trovano occupazione circa 150 persone. Relativamente agli aspetti di inclusione, la componente femminile vale il 37% tra il personale TI ed il 35% tra il personale TD. Per fini statistici si riporta infine l'età media del personale, pari a 53 anni per il personale TI e 44 anni per i TD. Nonostante il significativo numero di pensionamenti nel comparto tecnico-amministrativo dell'Osservatorio negli scorsi anni, sono state egregiamente portate a termine le sfide imposte dalle numerose e complesse procedure di affidamento finanziate dal PNRR. Inoltre le esigenze sia di nuovi uffici per ospitare la forte crescita di personale sia di nuovi laboratori per ospitare la strumentazione di recente acquisita hanno implicato varie ristrutturazioni edilizie e razionalizzazione degli spazi a disposizione nei vari edifici che*



costituiscono l'Osservatorio, assorbendo molte risorse da parte del personale coinvolto nel settore dell'edilizia e dei servizi generali.

#### ➤ **11A4.45: Informazioni Generali – Risorse e Servizi per la Ricerca**

*La struttura amministrativa e tecnica dell'Osservatorio di Arcetri rappresenta un asset fondamentale per garantire una ricerca scientifica di eccellenza; essa è organizzata sulle seguenti due articolazioni: Servizi di staff alla Direzione e Settori dell'amministrazione. Alla prima appartengono la Segreteria di Direzione, i Servizi informatici e web, la Didattica Divulgazione e Comunicazione, la Biblioteca, l'Open Access e VQR Locale, il Patrimonio Storico, la Struttura organizzativa stabile per la progettazione e l'affidamento dei lavori e delle attività tecniche, la Sicurezza sul Lavoro, i Servizi Generali, i Servizi Ingegneristici, la Gestione locale dei Progetti PNRR Infrastrutture di Ricerca ed il Protocollo, l'Archivio e Flussi documentali. I settori dell'amministrazione sono invece rappresentati da: Appalti e Patrimonio, Reclutamento e Stato Giuridico del Personale, Trattamento Economico e Missioni del Personale, Bilancio ed Economato, Ragioneria e Progetti Scientifici istituzionali e commerciali. L'Osservatorio Astrofisico di Arcetri conserva e valorizza un patrimonio storico formato nei suoi 150 anni di storia composto da documentazione di archivio, strumenti e volumi antichi. Fin dall'inaugurazione dell'Osservatorio, la Biblioteca nasce come servizio informativo di supporto alla ricerca astronomica e, nel tempo, diviene uno strumento sempre più articolato ampliando le proprie collezioni e differenziando gli ambiti di interesse. L'archivio storico conserva, oltre ad una straordinaria raccolta di osservazioni astronomiche (disegni, fotografie, appunti etc.) i fondi degli astronomi che hanno lavorato sul colle di Arcetri. Inoltre l'Osservatorio possiede una piccola collezione di strumenti astronomici appartenenti alla dotazione della Specola di Firenze (in funzione dalla fine del settecento al 1870 circa) e quelli acquistati successivamente per l'attività scientifica degli astronomi. L'Osservatorio di Arcetri garantisce al proprio personale un'infrastruttura di rete interna efficiente e affidabile, con un'interfaccia verso l'esterno assicurata da una connessione a 1 Gbit/s alla rete GARR. La rete locale interconnette sei edifici distinti con un nodo centrale dell'infrastruttura costituito da uno switch modulare tramite fibra ottica a 10 Gbit/s. A questo switch sono connessi 18 switch periferici per un totale complessivo di oltre 800 porte di rete disponibili. Lo switch principale ospita anche il router dell'Osservatorio, che si collega al POP della rete GARR. La connettività wireless è garantita da un'infrastruttura WiFi composta da 20 Access Point (AP) di ultima generazione, configurati su tre reti mesh, e da ulteriori 15 AP dedicati al servizio EduRoam, assicurando una copertura di rete capillare e continua. All'interno dell'Osservatorio è presente un locale tecnico climatizzato e protetto da sistema di alimentazione UPS, destinato a ospitare l'infrastruttura informatica centrale. In questo ambiente sono collocati lo switch principale, il router e i principali server di servizio e calcolo. Tra questi, si annoverano il server per la gestione degli utenti locali e quello destinato all'hosting del sito web dell'Osservatorio. Nella stessa sala sono installati anche server dedicati alle attività di calcolo scientifico, utilizzati da diversi gruppi di ricerca, inclusa l'unità che si occupa delle previsioni meteorologiche per il telescopio Large Binocular Telescope (LBT) situato a Mount Graham, in Arizona.*

#### ➤ **11A4.46: Informazioni Generali – Networking**

*L'Osservatorio Astrofisico di Arcetri è coinvolto in numerose reti di collaborazioni legate sia allo sviluppo e sfruttamento scientifico di strumenti di punta (ALMA, E-ELT, SKA, CTA, VLT, LBT giusto per citarne alcuni) sia a programmi di ricerca teorici e osservativi, tra i quali si menzionano quelli finanziati dall'Unione Europea, FP6, FP7, H2020 e Horizon Europe. All'interno dei quattro programmi finanziati dal Programma Nazionale di Resistenza e Resilienza (PNRR) a guida INAF per potenziare infrastrutture di ricerca, l'Osservatorio di Arcetri è principalmente coinvolto in "Strengthening the Italian leadership in ELT and SKA" (STILES). Tra le ricadute locali determinate da questo programma si menziona in particolare la ristrutturazione del Villino Abetti situato sulla collina di Arcetri e che ospiterà un complesso di laboratori per Ottica Adattiva di nuova generazione. Ad Arcetri sono inoltre presenti ricercatori e tecnologi attivi in altri due programmi PNRR a guida INAF: Cherenkov Telescope Array Plus (CTA+) e NextGeneration Croce del Nord (NG-Croce). L'Osservatorio di Arcetri contribuisce inoltre al progetto PNRR ETIC (Einstein Telescope Infrastructure Consortium) a guida INFN attraverso il cui finanziamento è stato realizzato un nuovo laboratorio di ottica adattiva ETIC-ADONI, che rappresenta un'importante infrastruttura di ricerca per lo sviluppo di tecnologie innovative da applicare agli interferometri gravitazionali di nuova generazione, come l'Einstein Telescope.*

#### ➤ **11A4.47: Informazioni Generali – Capacità di Formazione**

*La struttura è dotata di una nuova (2025) sala per conferenze/seminari con 60 posti (Aula Franco Pacini), aule per riunioni/lezioni, e una biblioteca con una dotazione di oltre 14000 monografie, più di 900 riviste*



cartacee online e abbonamenti a banche date tematiche internazionali. Un intero complesso di edifici (Padiglione Amici) è dedicato alle attività di divulgazione scientifica per il pubblico di ogni età e per le scuole di ogni ordine e grado. Varie sono inoltre le iniziative volte a creare momenti di arricchimento e scambio per il personale locale, in particolare, con cadenza settimanale, sono organizzati i seminari generali e gli Astrobigné; questi ultimi rappresentano incontri informali intesi come un'opportunità per interconnettere la comunità di Arcetri, condividere nuove idee e risultati, creare o rafforzare sinergie tra gruppi e individui, o semplicemente ritrovarsi per una discussione informale. Dal 2025 sono riprese anche le Rossi Lectures, ovvero cicli di lezioni tenute da professori leader nei propri ambiti di ricerca. Il personale dell'Osservatorio è infine attivo in iniziative di formazione, tra le quali si menzionano le seguenti: Nel 2025 verrà organizzato il primo corso di formazione specialistica in tecnologie per la radioastronomia (SPETTRA), dedicato alla memoria di Gianni Tofani, figura chiave nell'ambito della radio astronomia dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. La scuola è pensata per giovani astronomi e tecnologi desiderosi di approfondire le proprie competenze sulle tecnologie radioastronomiche più all'avanguardia e di acquisire esperienza pratica con attività di laboratorio e partecipazione alla progettazione e sviluppo di strumentazione di ricerca. L'ORP International School - Observing with Adaptive Optics si è svolta all'Observatoire de Haute-Provence (OHP) in Francia, dal 29 settembre al 4 ottobre 2024. Ha fornito a circa 25 giovani astronomi e tecnologi una formazione pratica e teorica avanzata nell'Ottica Adattiva. I partecipanti hanno utilizzato il banco AO PAPYRUS sul telescopio T152 dell'OHP, imparando tutte le fasi dell'osservazione astronomica assistita da AO, dalla preparazione all'analisi dei dati. Le lezioni hanno coperto temi fondamentali come l'imaging, la spettroscopia e la progettazione di sistemi AO. Gli studenti sono stati ospitati in loco, con spese coperte dall'organizzazione. In conclusione, si può senz'altro affermare che la possibilità di crescita professionale offerta all'interno dell'Osservatorio di Arcetri e/o grazie ad iniziative promosse dal personale è un elemento attrattivo chiave per giovani brillanti che vogliano avviare una carriera lavorativa su temi astrofisici sia più scientifici che più tecnologici.

#### ➤ 11A4.48: Informazioni Generali – Attività Formative Accreditate

L'Osservatorio Astrofisico di Arcetri contribuisce ai percorsi di Laurea Triennale e Magistrale e di Dottorato di Ricerca sia supervisionando l'attività degli studenti tesisti sia con corsi universitari. Naturalmente i maggior contatti sono presenti con le Università toscane di Firenze e di Pisa. Di seguito si riporta un elenco dei corsi della laurea triennale e magistrale, aventi come docenti personale dell'Osservatorio presso l'Università di Firenze: Frontiere dell'Astrofisica Tecnologie Spaziali Adaptive Optics and Optical Turbulence for Astrophysics Astrobiology Exoplanets and Protoplanetary Disks High Energy Astrophysics Optical System Design e presso l'Università di Pisa: Physics of star formation Advanced technologies for ground-based astrophysics: from microwave to visible light. Notevole è anche il contributo ai corsi di dottorato presso l'Università di Firenze e l'Università di Siena da parte del personale dell'Osservatorio di Arcetri; di seguito gli insegnamenti nel 2025: A hands-on introduction to machine learning Accretion/ejection in astrophysics Radio and optical interferometry Galactic cosmic rays and star formation An Introduction to Acceleration and Propagation Models of Cosmic Rays. Si menziona infine l'esistenza di una duplice offerta di Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento (PCTO) per studenti delle ultime classi delle superiori. Il primo percorso, di fisica e astrofisica, concepito e portato avanti in collaborazione con il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze, viene offerto ogni anno a 6-8 gruppi di 12 studenti ciascuno: gli studenti svolgono ad Arcetri solo 1/5 del percorso, facendo esperienza sulla derivazione di grandezze fisiche dai dati astrofisici tramite Virtual Observatory, utilizzando il telescopio Amici, visitando i laboratori, e ricevendo un'introduzione ai problemi aperti dell'Astrofisica moderna. Il secondo percorso, puramente astrofisico, vede coinvolti 5-6 gruppi di 6 studenti ciascuno. Gli argomenti trattati spaziano tra tutte le aree di ricerca coperte in Arcetri e con lezioni teoriche, simulazioni al computer e visite ai laboratori, coprono argomenti di spettroscopia, radio astronomia e strumentazione astronomica.

#### **Tabella riepilogativa della compagine di partenariato**

ID PARTNER	NOME PARTNER	RUOLO	INVESTIMENTO
1	Istituto Nazionale di Astrofisica	Capofila	19.631.971,00 €

## **B – ELEMENTI DISTINTIVI DELLA COMPAGINE DI PARTENARIATO CON RIFERIMENTO AL PROGETTO**

Le informazioni vengono acquisite tramite la compilazione di apposite maschere sul Sistema Informativo del MUR.

## Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche per il Progetto

Fornire elementi per la valutazione dell'adeguatezza della/e unità operative (UO) nelle quali verrà realizzato il progetto; indicare le competenze scientifico tecnologiche specifiche possedute dalle UO partecipanti e che verranno utilizzate per contribuire al progetto 12000 car

Per ogni UO:

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

OACN vanta esperienza ultradecennale nello sviluppo di tecnologie spaziali ed è capofila del progetto PNRR EMM nel quale INAF sta sviluppando strumentazione per la Luna e una piccola camera lunare. OACN ha avuto da molti anni un ruolo primario nello sviluppo di strumentazione astronomica (e.g. MORFEO@ELT, SOXS) e telescopi (VST) per ESO.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

OAC vanta esperienza ultradecennale nello sviluppo di tecnologie per radiotelescopi e gestisce da anni il radio telescopio SRT, la più grande stazione osservativa radioastronomica d'Italia.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

OAR vanta esperienza ultradecennale nello sviluppo di strumentazione per telescopi ottici. In particolare è stato capofila della camera al primo fuoco di LBT chiamata LBC e dello strumento SHARK-VIS per LBT. Ha anche partecipato a altri progetti ESO quali MOONS@VLT. OAR da anni gestisce il Centro di Coordinamento Nazionale per LBT, che coordina tutte le attività italiane legate a LBT OAR è l'Istituto dove ha sede il PI e il Project Office di STILES, un progetto PNRR in fase di completamento, e ha un ruolo primario nell'esecuzione del progetto CTA+.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

L'Osservatorio è coinvolto in importanti progetti internazionali sia di radio astronomia che nell'astronomia ottica, quali MeerKAT, ASTRI, CHEOPS, PLATO e MORFEO, affermandosi come nodo attivo nelle reti scientifiche globali. L'infrastruttura sperimentale comprende laboratori di frontiera come il CASP, il COLD e il LASp, in collaborazione con università e aziende tecnologiche.

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

OAPA vanta esperienza ultradecennale nello sviluppo di tecnologie spaziali ed ospita due laboratori (LIFE e LIFE+) specializzati nello studio delle atmosfere eso-planetary. OAPA ha avuto da molti anni un ruolo primario nello sviluppo di strumentazione astronomica da satellite (PLATO, ARIEL) ed è capofila dell'organizzazione di coordinamento della ricerca italiana in eso-pianeti (GAPS)

➤ **11B1.1: Competenze Scientifico Tecnologiche specifiche delle UO per il Progetto**

OAA ha avuto un ruolo leader a livello internazionale nello sviluppo della tecnologia di Ottica Adattiva per telescopi di grande diametro. In particolare ha sviluppato strumentazione per LBT (FLAO, SOUL) e per ESO (ERIS, MAVIS) e ha guidato la caratterizzazione e calibrazione ottica di questa tecnologia per i telescopi ESO (DSM@VLT, M4@ELT) oltre che per i secondari adattivi di LBT e dei telescopi ESO. Collabora da anni per lo sviluppo del sistema di Wavefront Sensing SCAO del Giant Magellan Telescope OAA ha avuto da molti anni un ruolo primario nello sviluppo di strumentazione astronomica (solo negli ultimi anni: MORFEO@ELT, MAVIS@VLT, MOONS@VLT, HIRES@ELT, ERIS@VLT) e per LBT (SOUL, FLAO).

## Collaborazioni Nazionali ed Internazionali con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento

Indicare le collaborazioni nazionali ed internazionali di rilievo e di potenziale utilità per lo svolgimento delle attività previste nel progetto.  
4000 car.

Per ogni UO:

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

*OACN Collabora da anni con altri istituti INAF e con partner internazionali per la realizzazione dello strumento SOXS per ESO OACN Collabora da anni con altri istituti INAF e con partner internazionali (CNRS Grenoble, Univ. Galwick) per la realizzazione dello strumento MORFEO per ESO OACN gestisce da oltre 10 anni il telescopio VST presso la stazione osservativa ESO di Paranal*

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

*L'INAF-OAC vanta un'estesa e consolidata rete di collaborazioni a livello nazionale ed internazionale. Questo networking è fondamentale per lo scambio di conoscenze, l'accesso a infrastrutture di ricerca all'avanguardia e lo sviluppo di progetti innovativi. Sul fronte nazionale, l'Osservatorio ha solide relazioni con gli altri Istituti INAF, le Università e i Centri di Ricerca italiani, creando un ecosistema collaborativo che alimenta l'innovazione scientifica. Un aspetto distintivo è l'impegno attivo dell'Osservatorio nella collaborazione con l'industria italiana, in particolare nel settore dell'alta tecnologia. Questa sinergia favorisce un prezioso trasferimento tecnologico, trasformando la ricerca astronomica e l'astrofisica in soluzioni innovative, soprattutto nell'ingegneria del software e dell'elettronica. A livello internazionale, l'INAF - OAC gioca un ruolo chiave in iniziative di grande portata. Un esempio significativo è la partecipazione di SRT all'European VLBI Network (EVN; <http://www.evlbi.org/>), per gli studi di radioastronomia ad alta risoluzione. L'INAF-OAC è inoltre coinvolto in collaborazioni di portata globale per la progettazione, costruzione e gestione di grandi telescopi e infrastrutture di ricerca, come ad esempio MeerKAT+ e SKA. L'Osservatorio ha un ruolo chiave anche all'interno del panorama aerospaziale sardo. L'INAF è stato un socio fondatore del Distretto AeroSpaziale della Sardegna (DASS; <https://dassardegna.eu/>), costituito ufficialmente il 15 ottobre 2013. Il DASS include enti di ricerca, Università e molte aziende di alta tecnologia con sede in Sardegna (AVIO S.p.a., Leonardo, RINA Consulting, CRS4, Univ. Cagliari, Univ. Sassari, CNR etc...). La partecipazione dell'INAF-OAC al DASS mira a promuovere la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'alta formazione, valorizzando le eccellenze sarde nel settore aerospaziale. SRT si candida inoltre come efficiente sistema di sorveglianza in ambito "Space Situational Awareness" (SSA). In particolare, nell'ambito dei progetti Europei (EUSST) sul monitoraggio dei detriti spaziali, SRT e il radiotelescopio Croce del Nord, condividono l'utilizzo del trasmettitore dell'aeronautica militare installato presso il poligono Interforze del Salto di Quirra (Nuoro), utilizzato in configurazione bistatica. L'impegno dell'INAF-OAC si estende anche al tessuto imprenditoriale locale e agli altri Enti di Ricerca presenti in Sardegna, come l'ASI-Cagliari, l'INFN-Cagliari e l'Università di Cagliari. INAF-OAC ha sempre cercato di aprire collaborazioni con la realtà industriali locali, partecipando a bandi della Regione Sardegna che prevedevano collaborazione con le aziende nell'ambito del trasferimento tecnologico (RADARDRONE, SARDASENSORS, etc...) e spin-off (POEMA). Inoltre, esiste una partnership consolidata con l'Università degli Studi di Cagliari per attività di ricerca, formazione (dottorati e tesi di laurea) e sviluppo tecnologico. Un'altra collaborazione di spicco vede l'INAF-OAC proporsi come interlocutore privilegiato della sede INFN-Cagliari per la promozione e la realizzazione dell'Einstein Telescope. Questo rivelatore di onde gravitazionali di prossima generazione è candidato ad essere costruito nella miniera dismessa di Sos Enattos, vicino a Lula, in Sardegna, rappresentando una potenziale infrastruttura di ricerca di rilevanza mondiale. In preparazione a questo ambizioso progetto, il progetto ET-SUNLab (Einstein Telescope - Sardinia Underground Laboratory) prevede la realizzazione di un nuovo centro di ricerca proprio nell'area dell'ex miniera. Questa iniziativa, nata dalla collaborazione congiunta dell'INFN, dell'INAF e dell'INGV, è stata resa possibile grazie al finanziamento della Regione Sardegna e alla collaborazione delle Università di Cagliari e Sassari. Questo evidenzia come l'INAF-OAC sia un attore centrale nel progresso scientifico e tecnologico della Sardegna, con ricadute positive a livello nazionale e internazionale.*

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

*ORA collabora da anni con: ESO per la costruzione di strumentazione astronomica ESO e ESA per lo sviluppo di ottiche adattive per applicazioni a trasmissioni satellitari LBT per la costruzione di strumenti per LBT LBT per la gestione del tempo osservativo italiano*

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

*L'Osservatorio è inserito in una rete estesa di collaborazioni scientifiche a lungo termine a livello nazionale e internazionale. Tra le più significative si evidenziano: Collaborazioni con enti internazionali:*

partecipazione ai consorzi delle missioni ESA (Metis, Solar Orbiter, EUVST) e NASA (MUSE), oltre al coinvolgimento in progetti come CHEOPS, PLATO, ASTRI e MeerKAT; Partnership industriali: con aziende come ST Microelectronics, Hamamatsu Photonics, Leonardo e il Lund Observatory, finalizzate alla prototipazione e test di componentistica di frontiera; Partecipazione a reti tematiche europee, come SWESNET (ESA) per il monitoraggio dello Space Weather, e a progetti PNRR e Horizon Europe; Attività nel contesto del trasferimento tecnologico, anche attraverso l'apertura a iniziative di open innovation e condivisione di competenze nei settori della sensoristica, modellazione fisica e ICT.

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

L'attività nel campo dei pianeti extrasolari vanta collaborazioni con numerose istituzioni e agenzie internazionali, tra cui University College London, Université de Genève, Instituto de Astrofísica de Canarias, Université Paris-Saclay, University of Vienna, ESA e il National Astronomical Observatory of Japan. Il laboratorio XACT svolge attività di trasferimento tecnologico, tra cui lo sviluppo di reti fotoselettive multifunzionali per l'agricoltura di precisione, in collaborazione con enti del settore agricolo, l'Università di Palermo e il Politecnico delle Marche. OAPA coordina inoltre un progetto internazionale per la modellazione dei resti di supernova, che coinvolge prestigiose istituzioni in Europa (Max-Planck-Institut für Astrophysik, Observatoire de Paris), negli Stati Uniti (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Penn State, Princeton e Purdue University) e in Asia (RIKEN, Giappone; Academia Sinica, Taiwan). Il gruppo che si occupa di astrochimica ha una solida collaborazione con ricercatori del Centro de Astrobiología (Spagna), della National Central University e con il National Synchrotron Radiation Research Center (Taiwan).

➤ **11B2.1: Collaborazioni Nazionali ed Internazionali della UO con specifico riferimento alle aree di specializzazione di riferimento**

OAA Collabora da anni con altri istituti INAF e con partner internazionali per la realizzazione di strumento per ESO e LBT OAA Collabora da anni con altri istituti INAF e con partner internazionali (CNRS Grenoble, Univ. Galwick) per la realizzazione dello strumento MORFEO per ESO OAA collabora da 20 anni con il Large Binocular Telescope per la gestione del sistema adattivo di LBT

## C – ELEMENTI DESCRITTIVI DEL PROGETTO

### DATI GENERALI

#### Titolo e durata del progetto

*La durata del progetto come definita all'Articolo 5 comma 6 dell'Avviso*

➤ **11C1.1: Titolo Progetto**

*Strumenti, Tecnologie e Infrastrutture di Laboratorio per Esperimenti e Misure Innovative*

➤ **11C1.2: Acronimo Progetto**

*STILEMI*

➤ **11C1.3: Durata Progetto**

*36*

➤ **11C1.4: Parole Chiave associate al Progetto**

*Astrophysics, Radioastronomy, Optical Astronomy, Telescopes, Technology readiness, State-of-the-art laboratories*

#### Infrastruttura



*Infrastruttura di ricerca interessata dal progetto*

➤ **11C2.1: IR Capofila**

*E-ELT-Extremely Large Telescope*

➤ **11C2.2: Dominio ESFRI della IR Coinvolta**

*PSE-Physical Sciences & Engineering*

## Abstract

*di progetto, pubblicabile, per attività di comunicazione e divulgazione.*

➤ **11C3.1: Abstract breve di progetto**

*STILEMI è un programma di sviluppo di infrastrutture e laboratori di ricerca che si propone di potenziare la capacità dell'INAF nello sviluppo di nuova tecnologia e strumentazione per i futuri telescopi, sia ottici che radio e sia da terra che da spazio, creando al contempo un nuovo modello di sinergia tra la ricerca astrofisica e lo sviluppo di alta tecnologia in ambito industriale. Il primo obiettivo specifico consiste nella realizzazione di una serie di laboratori e infrastrutture innovative che permetteranno all'INAF e al sistema della ricerca pubblica italiana di confermare la propria leadership in tre settori fondamentali per il futuro dell'astrofisica mondiale: tecnologie per telescopi ottici da terra e dallo spazio; sistemi di front-end e back-end per la radioastronomia; strumentazione lunare. Il secondo obiettivo, è quello di realizzare infrastrutture scientifiche che hanno un interesse industriale diretto, e metterle a disposizione delle aziende italiane per sviluppare nuove tecnologie dimostrando la maturità dei loro prodotti, con ambiti di applicazione che abbracciano molti casi: dall'ottica avanzata per applicazioni spaziali alle trasmissioni satellitari, dalla verifica e validazione di tecnologie per applicazioni ground-based a payload e strumenti lunari. Nell'utilizzo di tali facilities, le imprese potranno beneficiare del consolidato know-how dell'INAF in questi settori, ampiamente riconosciuto a livello internazionale.*

## Executive Summary

*del progetto, come documento di orientamento per la fase di valutazione, nel quale vengano valorizzati gli aspetti di particolare interesse*

➤ **11C3.2 Abstract esteso della proposta**

*STILEMI è un programma coordinato di sviluppo di infrastrutture e laboratori di ricerca che si propone di potenziare e trasformare la capacità dell'INAF nello sviluppo di nuova tecnologia e strumentazione per i futuri telescopi, sia ottici che radio e sia da terra che da spazio, creando al contempo un nuovo modello di sinergia tra la ricerca astrofisica e lo sviluppo di alta tecnologia in ambito industriale. Il primo obiettivo specifico consiste nella realizzazione di una serie di laboratori e infrastrutture innovative che permetteranno all'INAF e al sistema della ricerca pubblica italiana di confermare la propria leadership in tre settori fondamentali per il futuro dell'astrofisica mondiale: tecnologie per telescopi ottici da terra e dallo spazio; sistemi di front-end e back-end per la radioastronomia; strumentazione lunare. Il secondo obiettivo, che segue esplicitamente i principi del bando e che ha guidato la selezione delle infrastrutture proposte, è quello di realizzare infrastrutture scientifiche che hanno un interesse industriale diretto, e metterle a disposizione delle aziende italiane per sviluppare nuove tecnologie dimostrando la maturità dei loro prodotti, con ambiti di applicazione che abbracciano molti casi: dall'ottica avanzata per applicazioni spaziali alle trasmissioni satellitari, dalla verifica e validazione di tecnologie per applicazioni ground-based a payload e strumenti lunari. Nell'utilizzo di tali facilities, le imprese potranno beneficiare del consolidato know-how dell'INAF in questi settori, ampiamente riconosciuto a livello internazionale. Infine, il terzo obiettivo è quello di colmare il divario tra l'uso scientifico e quello industriale delle infrastrutture di ricerca, creando una reale sinergia operativa tra INAF e il mondo industriale. Per questo motivo STILEMI realizzerà una serie di attività che avranno lo scopo preciso di sviluppare la cultura, le procedure e gli*

strumenti necessari a permettere al mondo industriale un utilizzo efficace delle infrastrutture sviluppate all'interno del programma e delle altre infrastrutture a disposizione dell'INAF. Prima di riassumere le caratteristiche delle infrastrutture che intendiamo sviluppare, illustriamo brevemente le altre caratteristiche che rendono STILEMI un progetto unico.

**CONTESTO ED IMPATTO SCIENTIFICO** L'astrofisica è alle soglie di una straordinaria rivoluzione, che è resa possibile dall'avvento di nuove infrastrutture osservative e tecnologie. Entro questo decennio, lo sviluppo di ELT (infrastruttura di riferimento di questa proposta) consentirà per la prima volta di dispiegare la potenza di un telescopio di ben 40m di diametro per studiare la nascita delle stelle e delle galassie, cercare la presenza di vita sui pianeti extrasolari, studiare il comportamento della materia intorno ai buchi neri. Analogamente, l'entrata in funzione di SKA (altra struttura che beneficerà di questa proposta) permetterà di studiare la crescita delle galassie, la natura delle sorgenti radio e il processo di reionizzazione agli albori della storia dell'Universo. Infine, il programma di esplorazione e colonizzazione della Luna ci consentirà di studiare la natura e la storia del nostro satellite e i meccanismi di formazione ed evoluzione dei pianeti interni del Sistema Solare (tra i quali la nostra Terra), di farne la base per altre e più straordinarie esplorazioni e aprirà la strada a telescopi ancora più potenti, che sfrutteranno gli ambienti radio-quiet e l'assenza di atmosfera per aprire nuove finestre osservative sull'Universo vicino e lontano. Questa rivoluzione è resa possibile da una serie di rivoluzioni tecnologiche che stanno avvenendo in questi anni: l'introduzione dell'Ottica Adattiva (Adaptive Optics, AO) per i grandi telescopi ottici, lo sviluppo di nuovi ricevitori ad altissima sensibilità per l'astronomia radio, e l'interesse di operatori istituzionali e commerciali per l'esplorazione e lo sfruttamento della Luna, che consentirà economie di scala e opportunità di sviluppo tecnologico impensabili fino a pochi anni fa. STILEMI è concepito per posizionare il sistema-Paese alla frontiera di questa eccitante fase di scoperte. Le nuove facility che ci proponiamo di sviluppare nel campo dell'AO non soltanto ci permetteranno di mantenere l'attuale posizione di leadership tecnico-scientifica nel campo, ma puntano ad esplorare nuove tecnologie che potrebbero rivoluzionare la concezione dei futuri telescopi e strumenti. Nel campo dell'esplorazione lunare, la combinazione di infrastrutture di test in STILEMI potrebbe porre l'Italia all'avanguardia nello sviluppo di strumentazione per radiotelescopi, e di dispositivi in generale, da installare sulla Luna. Nella radioastronomia, STILEMI potrebbe consentire per la prima volta al sistema-Italia di candidarsi alla realizzazione di intere famiglie di rivelatori per le future versioni di SKA. Nelle campo delle osservazioni ottiche, ci permetterà di rimanere al vertice della capacità di innovazione e di esplorare nuove "disruptive technologies" che potrebbero essere la base per futuri strumenti da terra e dallo spazio. Queste prospettive, di per sé, sarebbero già sufficienti a fare di STILEMI un progetto a fortissimo impatto. Siamo inoltre pienamente consapevoli – e lo siamo per esperienza diretta – che il progresso della ricerca non può prescindere da un contesto industriale e professionale solido e adeguatamente sviluppato, ed è proprio per questo che tale dimensione è stata pienamente integrata nella proposta progettuale.

**STILEMI: L'EREDITÀ PNRR** Il nostro programma si basa e porta a compimento le azioni svolte dall'INAF in precedenti programmi PNRR. Il riferimento immediato è al progetto PNRR STILES, di cui in un certo senso siamo diretti continuatori. STILES ("STrengthening the Italian Leadership in ELt and SKA") è stato un programma guidato dall'INAF, e finanziato con 70M€, che ha supportato l'adeguamento infrastrutturale di una vasta rete di laboratori italiani nel campo dell'astronomia ottica e radio, e che aveva già una forte vocazione verso il Sud, destinatario di circa il 48% degli investimenti previsti. Altri programmi PNRR a cui l'INAF ha partecipato hanno contribuito a finanziare il coinvolgimento italiano nell'esplorazione lunare. Il nostro nuovo programma STILEMI porta a compimento questi investimenti iniziali sviluppando infrastrutture che sono il naturale completamento e potenziamento di quelle già realizzate. A differenza di STILES, che era un programma ampio che ha coinvolto oltre 60 laboratori in tutta Italia, inclusi quelli in 7 Università, questo programma si concentra su un numero inferiore di strutture di grande impatto, ed amplifica la vocazione sinergica con le imprese. STILEMI sarà anche l'occasione per assicurare continuità ad una parte rilevante del personale tecnico-scientifico che è stato formato in STILES.

**STILEMI E LE REGIONI DEL SUD.** STILEMI coinvolge tutte le strutture INAF basate nelle "Regioni meno sviluppate" che sono attive nel comparto scientifico di interesse, e dedica oltre il 90% dei finanziamenti richiesti a queste strutture. Questo consentirà la realizzazione di laboratori localizzati nelle regioni meridionali, con notevoli benefici logistici per l'utilizzo da parte delle industrie del Sud d'Italia. Tutte le strutture INAF coinvolte hanno collaborazioni di lunga data con le realtà industriali locali, che includono in particolare i fiorenti distretti ad alta tecnologia di Napoli e Catania.

**STILEMI E L'AVANZAMENTO TECNOLOGICO DELLE IMPRESE** Con queste premesse, STILEMI è stato concepito come un progetto capace di integrare le competenze tecnico-scientifiche generate dalle facilities che saranno realizzate con le capacità di innovazione e sviluppo industriale delle aziende potenziali "utenti" dei laboratori. STILEMI si propone infatti come un ecosistema, aperto e flessibile, dove soddisfare le esigenze di utilizzo dei laboratori e della strumentazione richieste dalle aziende, possa divenire un'occasione di generazione di nuove tecnologie, trasferimento di know-how e/o di miglioramenti di processi di produttivi superando il paradigma della mera prestazione di servizio. Per questo scopo, abbiamo disegnato STILEMI come un sistema di laboratori ed



infrastrutture che verranno sviluppate tenendo anche conto delle esigenze delle aziende italiane ad alta tecnologia interessate al loro utilizzo, tramite un programma che renderà disponibili questi laboratori al mondo industriale in diverse modalità. In questo contesto, STILEMI si propone esplicitamente di creare uno spazio di collaborazione strutturato tra la ricerca sviluppata in INAF e il mondo industriale. Questa collaborazione potrà assumere diverse forme: utilizzo delle infrastrutture INAF da parte delle imprese per scopi specifici; partecipazione congiunta a progetti di ricerca e sviluppo, con l'obiettivo di costruire partenariati orientati a nuove opportunità di co-finanziamento; iniziative condivise di trasferimento tecnologico e formazione del personale. Research & Industry Synergy (WP2) Questo aspetto è talmente centrale in STILEMI che vi abbiamo voluto dedicare un WP con risorse di personale specifiche. Innovation Management (WP2.1) Il primo e più importante obiettivo di questo WP è quello di creare la struttura organizzativa e il personale all'interno dell'INAF che permetterà di realizzare la sinergia tra ricerca INAF e mondo industriale. L'obiettivo è di creare un piccolo di team di "Innovation Management" che avrà il compito di individuare aziende "target" presso le quali promuovere l'accesso all'ecosistema STILEMI, svolgere attività di disseminazione delle potenzialità delle infrastrutture di STILEMI al fine di creare contesti di collaborazione di ricerca e valorizzazione industriale, curare i percorsi formativi comuni e organizzare le attività all'interno delle infrastrutture in modo che siano rapidamente fruibili dalle aziende interessate al loro utilizzo. Riteniamo che sia essenziale creare un piccolo team dedicato esplicitamente a queste attività, che non possono essere affidate al personale INAF già impegnato nei progetti di ricerca in corso. Concurrent Design Facility (WP2.2) Un altro ingrediente fondamentale di questa strategia è il potenziamento della "Concurrent Design Facility" (CDF) che è in costruzione (con fondi PNRR STILES) presso l'INAF di Napoli. La CDF è una struttura che permette di implementare strategie avanzate di ingegneria di sistema utilizzando le metodologie di design concorrente, adottate con successo soprattutto all'estero (es. ESA) per progetti per lo spazio. Oltre al potenziamento del sistema in fase di realizzazione, mediante nuovi apparati informatici e di visualizzazione e modellizzazione, e alla creazione di un nuovo nodo presso l'INAF di Cagliari, la CDF verrà utilizzata anche per attività di formazione rivolte al personale tecnico e scientifico, sia del mondo industriale che del sistema della ricerca. Ciò avverrà, ad esempio, attraverso l'organizzazione di corsi e iniziative formative in collaborazione con le imprese del territorio e con le Università di Napoli. IL PIANO DELLE INFRASTRUTTURE DI STILEMI Le infrastrutture che sono oggetto del piano di potenziamento in STILEMI sono state raggruppate in tre categorie, a cui corrispondono tre Work Packages, e che vengono sinteticamente riassunti qui. 1) Facilities for Testing in Extreme Environments (WP 3) L'obiettivo di questo WP è realizzare una serie di infrastrutture che servono a caratterizzare le prestazioni di dispositivi e strumentazione in situazioni ambientali estreme, quali si realizzano normalmente in contesti spinti di ricerca e in applicazioni spaziali di varia natura. Si è inoltre in grado di testare l'affidabilità e la robustezza dei sistemi attraverso prove di vita e screening di stress accelerati. Lunar Simulation Chamber (WP 3.1) La camera di simulazione lunare, presso l'INAF di Capodimonte (Napoli), è una delle infrastrutture più importanti, se non la più importante, proposte nell'ambito di questo progetto. L'esplorazione della Luna infatti rappresenta una delle frontiere più importanti dell'esplorazione spaziale dei prossimi anni, ed è oggetto di molte attività di sviluppo delle principali agenzie spaziali e aziende mondiali. In contesti astrofisici, la Luna offre opportunità uniche per l'osservazione, con frequenze che sono inaccessibili da Terra (es. radio o infrarosso lontano), costituendo un sito osservativo ideale e complementare rispetto alle piattaforme terrestri e orbitali. In particolare, la faccia nascosta della Luna è un ambiente unico nel sistema solare, completamente schermato dalle interferenze radio terrestri, ed è un luogo privilegiato per osservazioni radio cosmologiche, monitoraggio a lungo termine dell'attività solare, studi sull'universo primordiale. Queste applicazioni astrofisiche sono solo alcune delle potenzialità offerte dalla Luna grazie alla possibilità di accedere a nuovi spazi di esplorazione. La Camera Lunare sarà una struttura unica in Italia in cui è possibile provare e sviluppare strumentazione e dispositivi in condizioni che simulano le condizioni estreme di temperatura, irraggiamento, polveri e impatti di micrometeoriti che si verificano sulla superficie lunare. Si tratta di una camera a termovuoto di circa 1.5-2m di diametro, che conterrà un "letto" di simulante lunare (regolite) e in cui si riprodurranno le condizioni di vuoto, di temperatura, di polvere, l'impatto di micrometeoriti e radiazione ionizzante tipico dell'ambiente lunare. Una struttura con tali caratteristiche sarà l'unica in Italia e una delle 2-3 esistenti in Europa. Posizionerebbe non solo l'INAF ma tutta il sistema della ricerca pubblica ed industriale in una posizione di grande competitività nello sviluppo di strumentazione e dispositivi per l'ambiente lunare, che sono, e in futuro saranno, ancora di più oggetto di gare emesse da ASI, ESA e altre aziende spaziali mondiali. In questo senso, il suo posizionamento a Napoli sarebbe particolarmente strategico. Non a caso, il Distretto Aerospaziale Campano (DAC), che raccoglie decine di industrie spaziali nell'area, e il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA) hanno mostrato grande interesse per questa struttura. Le altre infrastrutture per test estremi previste dal nostro programma sono: Ion Accelerator (WP 3.2) Localizzato presso l'INAF di Catania, l'acceleratore ionico è in grado di alterare e modificare, tramite ioni energetici, target di interesse scientifico, industriale e tecnologico. In ambito

scientifico, consentirà di studiare l'alterazione indotta da particelle cariche energetiche, come i raggi cosmici o gli ioni del vento solare, in una varietà di campioni di interesse per le scienze planetarie, l'astrochimica e l'astrobiologia. In ambito industriale e tecnologico permetterà di studiare, ad esempio, gli effetti del "drogaggio" di materiali utilizzati per lo sviluppo di sensori in dispositivi elettronici o l'alterazione indotta dal bombardamento ionico in materiali utilizzati per applicazioni spaziali, pannelli fotovoltaici o rivestimenti polimerici. Nanoscale Engineering (WP 3.3) Si tratta di una camera bianca equipaggiata con un Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), un Fascio Ionico Focalizzato (FIB) e uno Spettrometro di Massa a Ioni Secondari a Tempo di Volo (TOF-SIMS). Questa combinazione crea uno strumento estremamente potente per l'analisi dei materiali. In campo astrofisico, questa struttura verrà dedicata allo studio di materiali extraterrestri. In campo industriale permette di ottenere informazioni strutturali e chimiche dettagliate su scala nanometrica, fondamentali per lo sviluppo di prodotti, il controllo qualità e l'analisi dei guasti. Exo-planetary Atmosphere Simulator (WP 3.4) Svilupperemo ulteriormente la strumentazione esistente presso l'INAF-OAPA di Palermo che analizza in che modo gli ambienti planetari e cosmici plasmino la chimica prebiotica. Tramite l'acquisizione di una sorgente di elettroni energetici, simulerà lo "space weathering" e altri processi ritenuti critici nella chimica planetaria. Una camera ad alta pressione simulerà lo strato limite tra le atmosfere e superfici planetarie solide o liquide. Questi elementi permetteranno test sistematici dell'evoluzione chimica in condizioni estreme, come ad esempio quelle di Titano, di lune ghiacciate, degli strati nuvolosi di Venere, tutte fondamentali per lo sviluppo di future missioni spaziali. Questa attività include anche un'unità di sviluppo AI dedicata, che eseguirà l'analisi dei dati provenienti dal laboratorio, dalle simulazioni numeriche e da osservazioni, dotata di un nodo computazionale multi-GPU con storage locale a bassa velocità. Questa combinazione unica di laboratorio e analisi dati AI sta attivando interessanti collaborazioni con società attive nella space economy per il loro potenziale utilizzo futuro anche in ambiti commerciali. HALT/HASS Chamber (WP 3.5) Si tratta di un sistema per Test Accelerati e di Affidabilità, in grado di offrire elevate prestazioni termiche e una vibrazione a shock ripetitivo a diversi gradi di libertà per ricreare stress termici e vibrazionali. L'obiettivo è quello di fornire un "environment test" avanzato che sia il più realistico e vicino possibile alle esigenze a cui devono essere sottoposti i dispositivi ai fini di verifica e validazione. Tale ambiente supporta le diverse fasi di Progettazione, Prototipizzazione, e Produzione e consente alle aziende e agli istituti di ricerca di testare i propri prodotti e dispositivi in linea con norme CEI, IEC, permettendo anche la partecipazione a Bandi e Request for Proposals da diverse agenzie ed organizzazioni nazionali ed internazionali richiedenti TRLs avanzati. Sebbene questo tipo di strumentazione non sia unica nel panorama nazionale, la sua integrazione con le altre facility già presenti o da sviluppare, le sue prestazioni avanzate, l'associato know-how, la sua messa a disposizione e la sua localizzazione nel mezzogiorno (Catania) la rendono di particolare interesse per applicazioni sia scientifiche che industriali. 2) Advanced Radio Frequency Facility (WP 4) L'obiettivo di questo WP è quello di realizzare (o completare la realizzazione) di tutte le infrastrutture che sono necessarie per provare e verificare strumentazione a radio-frequenza di grande sensibilità. Dopo aver investito (con il progetto PNRR STILES) nella realizzazione di laboratori per la progettazione dei dispositivi, questa camere consentiranno di caratterizzare una vasta gamma di dispositivi e testare le loro prestazioni con strumentazione di eccellenza, anche a fini di certificazioni e compatibilità. Questa combinazione di infrastrutture potenzierà significativamente la capacità del sistema INAF di competere con successo in future gare per la realizzazione di strumentazione avanzata destinata a radiotelescopi di nuova generazione, sia terrestri, es. SKA, che spaziali – inclusi i futuri osservatori lunari e progetti affini. Le loro caratteristiche le rendono anche fondamentali per le aziende interessate alla realizzazione di impianti di radio trasmissione satellitare o ad alta tecnologia. La facility consiste di: Reverberation Chamber (WP 4.1) Posta presso l'INAF di Cagliari, la camera riverberante consente di effettuare misure di emissione di RFI e compatibilità elettromagnetica (EMC) che superano gli attuali standard, mirando alle più stringenti certificazioni SKA, per valutare l'interferenza attiva prodotta dai sistemi elettronici di vario genere e in vari contesti applicativi. Consente anche di condurre misure di suscettibilità e immunità dei sistemi elettronici ai campi esterni, molto richieste dall'Industria. RF Shielded Chamber (WP 4.2) Questa facility, con rispettivo know-how, è unica nel suo genere nel contesto italiano. Essa è progettata per schermare interferenze elettroniche ed elettromagnetiche sia esterne che interne su un vasto range di frequenze, a partire da decine di MHz in su. Tale facility consente di effettuare misure ultra sensibili di dispositivi a bassa cifra di rumore per testing RF avanzato, sviluppo di amplificatori ad alte prestazioni, e misure di componenti passivi a bassa attenuazione, necessari per sviluppi di dispositivi RF sulla Luna o per satelliti per la radioastronomia a bassa frequenza. Queste due infrastrutture andranno a comporre una suite completa di caratterizzazione dei dispositivi in combinazione con la Camera Anecoica che è già stata sviluppata presso l'INAF di Arcetri e che sarà oggetto in questo programma di un piccolo ma significativo miglioramento della strumentazione (WP 4.4) Time & Frequency Laboratory (WP 4.3) Localizzato presso l'INAF di Catania, questo laboratorio sarà specializzato nella misura di segnali ultra-veloci per migliorare la sincronizzazione tra dispositivi, ridurre

il jitter nei sistemi critici e garantire la tracciabilità temporale in tempo reale. Esso si pone come obiettivo inoltre lo sviluppo di un nuovo dispositivo (scheda FPGA) in grado di distribuire segnali di timing con precisione dell'ordine del picosecondo che rappresenterebbe una svolta tecnologica di rilievo sia per le applicazioni astrofisiche, es. SKA, che per le aziende operanti in ambiti come telecomunicazioni ad alta frequenza, spazio, difesa, automotive intelligente, sensori distribuiti, radar, metrologia elettronica e reti 5G/6G e tecnologie quantistiche. 3) Advanced Optical Testbenches Il terzo ambito delle infrastrutture sviluppate da STILEMI sarà dedicato a infrastrutture innovative nel campo dell'ottica nel visibile e vicino infrarosso. Questa tecnologia è centrale per la generazione presente e futura di telescopi da terra (principalmente ELT, che è l'infrastruttura di riferimento del nostro progetto) e da spazio (quali HWP della NASA e altri allo studio). Saranno sviluppate infrastrutture operanti nel campo dell'Ottica Adattiva (AO) e delle osservazioni a grande campo. Oltre ad applicazioni astrofisiche, queste tecnologie sono ampiamente studiate ed applicate nelle comunicazioni satellitari ad alta efficienza e basso ritardo, e per lo studio dei parametri orbitali dei rifiuti e relitti satellitari. NewAO Control Electronic (WP 5.1) L'obiettivo di questa attività è di sostituire l'elettronica attuale dei secondari adattivi installati presso il Large Binocular Telescope in Arizona, che è obsoleta, con quella di ultimissima generazione, con due obiettivi: - L'aumento considerevole delle performance del telescopio, sia in termini di efficacia della correzione che di affidabilità e semplicità operativa, aumentando quindi il suo impatto scientifico. - La realizzazione di una "Facility" unica al mondo in cui sia i ricercatori che i tecnici delle industrie italiane interessate potranno sperimentare nuove soluzioni di controllo real-time direttamente in cielo e in un ambiente operativo. Infatti, l'elettronica sarà opportunamente modificata per rendere possibile la sperimentazione di logiche di controllo software ed elettroniche innovative, in particolare quelle che usano tecniche di Intelligenza Artificiale, per migliorare ulteriormente le performance di questi sistemi. NewAO Optical Correctors (WP 5.2) In questo caso l'obiettivo è sviluppare un laboratorio, posto presso l'INAF di Arcetri, per sviluppare una tecnologia completamente innovativa per gli elementi correttivi dei sistemi AO. La tecnologia attuale, basata su specchi modulati con centinaia di attuatori meccanici, è limitata nella densità di attuatori e nel loro numero. La nuova tecnologia che si vuole sviluppare utilizza elementi in trasmissione, cioè speciali filtri in cui l'indice di rifrazione può essere modulato in ogni zona del filtro. L'utilizzo di questa tecnologia potrebbe rivoluzionare il campo dell'AO, aumentando di almeno un ordine di grandezza il numero e la densità degli elementi di correzione e di risposta dinamica, aprendo la strada a telescopi e applicazioni pratiche rivoluzionarie. Wide Field Platform (WP 5.3) Qui ci proponiamo di completare la piattaforma inerziale a grande campo INAF-WideField che è in fase di sviluppo presso la stazione operativa dell'Osservatorio di Catania, affinché possa diventare operativa e avviare la propria missione di supporto a enti, agenzie e aziende interessate allo sviluppo di tecniche di Wide Field e alla verifica delle funzionalità e delle prestazioni di nuova strumentazione attraverso osservazioni in cielo. L'obiettivo è il test di strumentazione dedicata al tracciamento di oggetti in orbita bassa e ad alta velocità. STILEMI: UN PROGRAMMA SOSTENIBILE E A BASSO RISCHIO Abbiamo disegnato STILEMI con una esplicita attenzione all'efficacia di realizzazione e alla sostenibilità del progetto. STILEMI è per costruzione un programma a basso rischio. Consiste infatti, per gran parte, in un programma di acquisizione di strumentazione basata su tecnologia commerciale o in generale ad alto TRL, i cui tempi di consegna sono ben noti e ampiamente entro la durata prevista del progetto. La capacità dell'INAF di gestire il numero e la complessità delle procedure di acquisizione è ben dimostrata dal successo dei recenti progetti PNRR, in particolare STILES, che ha raggiunto i propri obiettivi nonostante un inviluppo finanziario e una complessità normativa molto più alti e tempi di realizzazione ristretti. Le infrastrutture sviluppate sono anche dimostrabilmente sostenibili. Molte di queste vanno a sostituire strumentazione analoga, ma obsoleta, che è già in uso presso gli Osservatori dell'INAF e operata dal personale INAF dedicato. In tutti i casi si tratta di infrastrutture inserite nei principali filoni di ricerca tecnologica e scientifica dell'INAF, che possono sfruttare canali di finanziamento ragionevolmente stabili negli anni. Infine, il nostro ambizioso piano di utilizzo delle infrastrutture da parte di aziende esterne promette nel lungo periodo di generare ritorni economici in grado di supportare le spese di personale e di gestione di molte di queste infrastrutture.

### 11C3.3 Regione di localizzazione del progetto

Nel caso di attività progettuali svolte in Regioni più sviluppate o in transizione (max 15%) descrivere le ricadute positive sulle Regioni meno sviluppate in termini occupazionali, di capacità di attrazione di investimenti e competenze, di rafforzamento della competitività delle imprese e di valorizzazione dei risultati della ricerca e di diffusione dell'innovazione.

2000 car

➤ **11C3.3.1 – Regioni di localizzazione del progetto meno sviluppate**

*Indicare la/le regioni di localizzazione delle attività progettuali selezionando dall'elenco delle Regioni meno sviluppate (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia). Si ricorda che le attività progettuali dovranno essere realizzate nell'ambito di una o più delle Regioni meno sviluppate (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia), in una misura pari ad almeno l'85% (ottantacinque per cento) del totale dei costi ammissibili esposti in domanda.*

*CAMPANIA, SARDEGNA, SICILIA*

➤ **11C3.3.2 – Regioni di localizzazione del progetto più sviluppate**

*Indicare la Regione/le Regioni più sviluppate o in transizione in cui può essere realizzata una parte delle attività progettuali che non superi il 15% dei costi ammissibili.*

*LAZIO, TOSCANA*

➤ **11C3.3.3 – Regioni di localizzazione del progetto**

*La sinergia tra le diverse sedi INAF, con una quota significativa di attività nelle Regioni del Sud, è stata avviata con successo nel progetto PNRR-STILES. Questa sinergia verrà incrementata in STILEMI. In questo contesto le attività svolte nelle Regioni più sviluppate avrà ricadute positive attraverso due meccanismi: 1. Contribuirà al trasferimento di conoscenze e tecnologie verso le Regioni del Sud 2. Permetterà alle aziende delle Regioni più sviluppate di entrare in contatto con le sedi INAF del Mezzogiorno e di utilizzare infrastrutture e strumentazione*

## **Coordinatore Tecnico-Scientifico del progetto**

*Indicare i riferimenti anagrafici e le qualifiche curriculari del Coordinatore Tecnico-Scientifico del progetto.*

➤ **11C4.1: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11C4.2: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Nome**

*Adriano*

➤ **11C4.3: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Cognome**

*Fontana*

➤ **11C4.4: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Codice Fiscale**

*FNTDRN62S29H501G*

➤ **11C4.5: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - E-Mail (non PE)**

*adriano.fontana@inaf.it*

➤ **11C4.6: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto – Telefono**

*+390694286456*

➤ **11C4.7: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - CV firmato digitalmente**

*CV\_Fontana\_2023\_11rev\_Ita\_signed.pdf*



- **11C4.8: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Lettera di incarico come coordinatore scientifico di progetto**

*FONTANA\_STILEMI\_Lettera di Incarico Coordinatore Scientifico con  
ACCETTAZIONE\_signed\_signed.pdf*

- **11C4.9: Coordinatore Tecnico-Scientifico del Progetto - Indicare UO di afferenza del Coordinatore Scientifico**

*Osservatorio Astronomico di Roma*

## Referente amministrativo del progetto

- **11C5.1: Referente Amministrativo del Progetto - Nazionalità**

*Italiana*

- **11C5.2: Referente Amministrativo del Progetto – Nome**

*Gianfranco*

- **11C5.3: Referente Amministrativo del Progetto - Cognome**

*Fallica*

- **11C5.4: Referente Amministrativo del Progetto - Codice Fiscale**

*FLLGFR67A21C351Z*

- **11C5.5: Referente Amministrativo del Progetto - E-Mail (non PEC)**

*gianfranco.fallica@inaf.it*

- **11C5.6: Referente Amministrativo del Progetto - Telefono**

*+39 0957 332 291*

- **11C5.7: Referente Amministrativo del Progetto - CV**

*Fallica\_Curriculum vitae.pdf*

- **11C5.8: Referente Amministrativo del Progetto - Lettera di incarico**

*FALLICA\_STILEMI\_Lettera di Incarico Responsabile Amministrativo con  
ACCETTAZIONE\_signed\_signed.pdf*

## Manager dell'infrastruttura

- **11C6.1: Elementi Distintivi del Manager dell'IR**

*Il/la responsabile del management sarà un/una professionista di comprovata capacità ed esperienza nella gestione di progetti tecnico-scientifici. Si occuperà di coordinare le attività del progetto assicurando il raggiungimento tempestivo di tutti gli obiettivi nei tempi ed entro il budget assegnato. Avrà inoltre il*

compito di dialogare con i WP Manager, con il responsabile scientifico, con quello amministrativo e con gli attori esterni (MUR, aziende, mondo accademico, auditor, fornitori).

## OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO

### Obiettivo generale del progetto

#### ➤ 11C7: Obiettivo e finalità del progetto

*Visione e finalità del progetto. 8000 car.*

STILEMI è un progetto strategico e integrato finalizzato alla realizzazione di una rete di strutture e laboratori situati o gestiti da sedi INAF nel Mezzogiorno. Queste infrastrutture saranno dedicate alla ricerca, sviluppo e caratterizzazione di strumentazione astronomica e spaziale, nonché al supporto delle attività ingegneristiche connesse. Più in generale, STILEMI mira a favorire l'innovazione tecnologica attraverso la creazione di infrastrutture destinate allo sviluppo di dispositivi ad alta tecnologia, di rilevante interesse industriale. La necessità di un'iniziativa di questo tipo nasce sia dal contesto scientifico che da quello industriale. Dal punto di vista scientifico, l'astronomia sta entrando in una nuova era caratterizzata dalla realizzazione di nuovi telescopi da terra e da spazio che ci permetteranno di osservare l'Universo con un'efficienza senza precedenti. Tra questi spiccano due infrastrutture, inserite nella roadmap ESFRI e nel PNIR: SKA e ELT. SKA è un insieme di radiotelescopi in fase di costruzione in Sud Africa e Australia, mentre ELT è un telescopio ottico in costruzione in Cile da parte dell'European Southern Observatory. Entrambi supereranno di un ordine di grandezza la dimensione e quindi la sensibilità di qualunque telescopio analogo realizzato finora. In parallelo, l'astronomia dallo spazio si sta sviluppando grazie ad una nuova generazione di telescopi spaziali che sono attualmente in fase di progettazione. Oltre a missioni "flagship" gestite da ESA e NASA (quali ad esempio LISA o il futuro Habitable World Observatory), la maturazione della space economy sta portando ad un nuovo paradigma di telescopi spaziali caratterizzato da piccole dimensioni, basso costo e elevati numeri (costellazioni) per i quali sono necessari cicli di sviluppo rapidi ed economici. Infine, dopo 50 anni di assenza, l'esplorazione della Luna è finalmente tornata al centro dell'attenzione, aprendo nuove e significative opportunità anche per l'astrofisica. Alcune aree della superficie lunare, grazie alle loro caratteristiche uniche, potrebbero ospitare telescopi di nuova generazione. La Luna offre infatti opportunità uniche per l'osservazione sia nel radio a bassissima frequenza (<30 MHz), che è inaccessibile da Terra a causa della ionosfera, che nel lontano infrarosso, dove l'atmosfera terrestre è opaca. La Luna, priva di atmosfera e di campo magnetico globale, con una rotazione lenta che consente lunghe notti (circa 14 giorni terrestri), una superficie stabile e sismicamente quieta, costituisce un sito osservativo ideale e complementare rispetto alle piattaforme terrestri e orbitali. In particolare, la faccia nascosta della Luna è un ambiente unico nel sistema solare, completamente schermato dalle interferenze radio terrestri. Si configura come un luogo privilegiato per: - osservazioni radio cosmologiche a bassissima frequenza (es. 21 cm cosmologico, epoca della reionizzazione); - monitoraggio a lungo termine dell'attività solare; - studi sull'universo primordiale. Questi obiettivi sono complementari rispetto a quelli di SKA, che opera a frequenze radio più elevate. Questo scenario rende necessario uno studio approfondito sull'adattabilità delle tecnologie terrestri alle condizioni estreme dell'ambiente lunare. Le prospettive che si aprono sul fronte industriale sono straordinarie: un'occasione unica, ma anche una sfida impegnativa. Per giocare un ruolo da protagonisti in questa nuova fase di sviluppo scientifico, è fondamentale far crescere in parallelo l'intero ecosistema industriale, rafforzando le competenze del personale, potenziando la capacità tecnologica e creando infrastrutture dedicate al test e alla validazione dei prototipi. In questo scenario, STILEMI si propone come un'iniziativa strategica per garantire all'Italia un ruolo di primo piano nello sviluppo della strumentazione astronomica e spaziale delle prossime decadi. **OBIETTIVI PRINCIPALI DEL PROGETTO STILEMI** STILEMI nasce con l'ambizione di potenziare in modo strutturale la capacità del sistema ricerca-industria italiano di competere e innovare nel campo della strumentazione astronomica e spaziale. I suoi obiettivi chiave sono: 1) Creazione Di Infrastrutture Tecnologiche Avanzate Realizzazione o completamento di una serie di infrastrutture, quali laboratori, camere di test e strumentazione, presso le sedi INAF del Sud o presso le strutture osservative gestite dall'INAF. Queste infrastrutture sono fondamentali per sviluppare nuove tecnologie in campo astronomico e spaziale e per provarle in condizioni di uso realistiche, coprendo l'intero spettro del Technology Readiness Level (TRL), dalla fase iniziale alla piena operatività. 2) Potenziamento Delle Capacità Di Sviluppo Di Strumentazione Di Nuova Generazione Consentirà al sistema della ricerca italiana di dotarsi delle competenze tecnologiche necessarie a sviluppare strumentazione innovativa per grandi progetti scientifici internazionali come SKA, ELT e futuri telescopi spaziali e terrestri. STILEMI permetterà di completare per la prima volta in Italia l'intero ciclo di innovazione: dall'ideazione alla maturazione tecnologica, fino alla produzione. 3) Prospettive Lunari: Preparare Il Futuro Dell'osservazione Dell'universo Dallo Spazio In ottica di lungo



*termine, STILEMI offrirà il supporto tecnologico necessario per esplorare l'utilizzo della Luna come base per l'installazione di strumentazione scientifica, in particolare per le osservazioni astronomiche. La sinergia tra le tecnologie radio sviluppate in Italia per SKA e l'investimento in STILEMI per camere di test lunari potrebbero porre l'Italia alla frontiera della costruzione di un futuro radiotelescopio sul lato nascosto della Luna.*

*4) Infrastrutture A Servizio Dell'industria Nazionale Le strutture realizzate, insieme a quelle già esistenti in INAF, saranno rese disponibili, anche al sistema industriale nazionale, con particolare attenzione alle imprese del Sud. Questa condivisione favorirà cicli di sviluppo tecnologico più rapidi ed economici, facilitando l'accesso anche alle PMI, che spesso non hanno le risorse per dotarsi di infrastrutture dal costo superiore al milione di euro.*

*5) Rafforzamento Del Sistema Territoriale Dell'innovazione STILEMI promuove la nascita e il consolidamento di reti solide tra imprese, enti di ricerca e università, alimentando un ecosistema di innovazione e trasferimento tecnologico. Questo processo rafforza il tessuto produttivo locale, stimola la specializzazione in settori ad alta tecnologia (come l'optoelettronica, la microelettronica e l'automazione) e contribuisce a migliorare l'immagine del territorio come luogo avanzato, attrattivo per investitori e talenti qualificati.*

*6) Formazione Della Nuova Generazione Di Esperti Creazione di percorsi stabili per la formazione della prossima generazione di ricercatori, ingegneri e tecnologi sia nel settore scientifico (INAF, Università, enti di ricerca) che in quello industriale. La forte localizzazione nel Mezzogiorno è strategica per contrastare la "fuga dei cervelli" e trattenere talenti altamente qualificati nelle regioni del Sud.*

*7) Trasferimento Tecnologico Il progetto mira a costruire canali duraturi di collaborazione tra mondo della ricerca e imprese, non solo attraverso la condivisione di strumentazione e infrastrutture avanzate, ma anche e soprattutto mediante iniziative congiunte di formazione tecnico-scientifica e supporto operativo alle aziende.*

*8) Continuità E Valorizzazione Degli Investimenti Pnrr STILEMI prosegue e valorizza quanto avviato con i progetti del PNRR Infrastrutture (ad esempio il progetto STILES), tramite i quali è già stata avviata una importante realizzazione di infrastrutture presso l'INAF e le Università coinvolte. In questo senso, STILEMI garantisce la sostenibilità a lungo termine e il pieno impatto degli investimenti pubblici già effettuati presso INAF e le università coinvolte. Nessuno degli obiettivi sopra descritti sarebbe realizzabile senza il più strategico di tutti: l'implementazione di una reale sinergia operativa tra INAF e il mondo industriale. Per colmare il divario tra l'uso scientifico e quello industriale delle infrastrutture di ricerca, STILEMI si articola lungo tre direttrici: A) Attività di disseminazione e informazione per presentare al mondo industriale le opportunità di collaborazione e co-utilizzo delle infrastrutture INAF, incluse quelle già esistenti. B) Coinvolgimento diretto delle imprese interessate nella progettazione dei laboratori e nella definizione dei requisiti tecnici. C) Disponibilità di personale INAF per supportare l'utilizzo delle infrastrutture da parte dei team industriali. A tal fine, STILEMI dedicherà risorse umane e finanziarie specifiche alla costituzione di un team operativo di "Innovation Managers" incaricato di: - sviluppare una strategia di disseminazione mirata, - creare programmi di formazione tecnico-ingegneristica, - fornire supporto tecnico continuativo alle aziende nell'accesso alle infrastrutture di ricerca INAF.*

## Utilità ed impatto del progetto

### ➤ 11C8: Contesto progettuale e impatto atteso

*Sua efficacia, efficienza e valenza traslazionale, con particolare riferimento al grado di eccellenza, transdisciplinarietà ed unicità del progetto; 6000 car.*

*Gli obiettivi e la strategia di implementazione di STILEMI sono unici nel panorama astrofisico italiano, e forse europeo. Ovviamente, la relazione tra l'astrofisica e il mondo industriale è antica, ed è grazie all'eccellenza del mondo industriale italiano che l'Italia ha potuto giocare un ruolo di primo piano nello sviluppo dei grandi telescopi a terra - come dimostra l'assegnazione all'Italia del più grande contratto nella storia della fisica per l'Extremely Large Telescope - e nelle missioni spaziali, con la partecipazione di INAF e di aziende italiane ai programmi di ESA, NASA ed altre agenzie spaziali. Tuttavia, STILEMI introduce una visione profondamente innovativa, in continuità con il progetto STILES finanziato dal PNRR di cui rappresenta la naturale evoluzione. L'obiettivo non è solo rafforzare il legame tra ricerca e industria, ma creare una sinergia concreta e strutturata attraverso lo sviluppo e l'utilizzo condiviso di infrastrutture di ricerca. Per la prima volta, le infrastrutture saranno concepite con una doppia finalità: da un lato, supportare l'INAF nello sviluppo di nuove tecnologie e di strumentazione astronomica di punta; dall'altro, offrire al mondo industriale uno spazio qualificato per attività di ricerca e sviluppo, test e di validazione di prodotti ad alto contenuto tecnologico. A dimostrazione dell'unicità di questo approccio, si può citare il fatto che buona parte delle infrastrutture che ci proponiamo di sviluppare siano uniche nel panorama italiano e talvolta europeo o mondiale. Riportiamo qui alcuni esempi: CAMERA LUNARE: L'esplorazione della Luna è tornata di potente attualità negli ultimi anni e rappresenta la prossima*

frontiera dell'esplorazione dello spazio, disegnata sulla possibilità di stabilirvi basi permanenti per scopi sia scientifici che di futuro utilizzo delle sue risorse. L'ambiente lunare è ovviamente tra i più difficili e stressanti per attrezzature e materiali, caratterizzato da forti escursioni termiche, presenza di polveri sottili e bombardamento da ioni e micrometeoriti. UNICITA': La camera lunare che intendiamo progettare e costruire sarà l'unica infrastruttura di questo tipo operante attualmente in Italia, ed una delle tre in Europa, e consentirà di mettere alla prova dispositivi e strumentazione in un ambiente che simulerà accuratamente queste caratteristiche. IMPATTO: Oltre che per applicazioni astronomiche e spaziali, questa camera rappresenterà un asset fondamentale per le numerose aziende italiane che stanno già sviluppando tecnologia per strumentazione scientifica o dispositivi tecnologici lunari, o che ambiscono a entrare in questo ricco mercato del futuro. Non a caso questa struttura sarà localizzata presso l'Osservatorio di Napoli, che da sempre vanta stretti legami con il Distretto Aerospaziale Campano, che è in prima linea nella corsa allo sfruttamento della Luna. STRUTTURE DI TEST PER L'ADAPTIVE OPTICS (AO). Nata in ambito puramente astronomico per correggere le aberrazioni prodotte dall'atmosfera nelle immagini ottenute dai telescopi, l'AO ha trovato rapidamente applicazioni in ambito industriale e spaziale, le più importanti delle quali sono lo sviluppo di trasmissioni ad alta efficienza con i sistemi satellitari. La collaborazione tra INAF e industrie italiane ha consentito di costruire una leadership mondiale delle aziende italiane nella costruzione di questi sistemi. UNICITA': Questa proposta mira a consolidare tale leadership attraverso lo sviluppo di una struttura unica al mondo per lo studio e la validazione di nuove tecnologie per l'AO. Tali tecnologie possono considerarsi mature solo dopo essere state provate in cielo su telescopi di grande diametro. Per questo il progetto prevede la realizzazione di una nuova versione dell'elettronica e del SW di controllo del sistema AO già installato presso Large Binocular Telescope (LBT), uno dei più grandi telescopi esistenti del mondo, in sinergia con i laboratori di test che saranno sviluppati presso l'INAF di Arcetri per lo studio della nuova classe di correttori ottici. IMPATTO: L'applicazione dell'intelligenza artificiale negli algoritmi di controllo e l'impiego di correttori ottici a rifrazione (in alternativa a quelli a riflessione) sono tecnologie ancora allo studio ma che promettono di rivoluzionare le prestazioni dell'AO, ed estendere il suo utilizzo ad una miriade di applicazioni industriali. Questa soluzione riafferma il ruolo pionieristico di LBT nello sviluppo di tecnologie all'avanguardia, come già avvenuto con la prima generazione di AO, che si è affermata come soluzione per ELT solo quando è stata validata in cielo proprio con LBT. STRUTTURE PER TEST A RADIOFREQUENZA. Come dimostrato negli anni recenti in occasione dell'assegnazione di gare per i ricevitori di radiotelescopi di ultima generazione (SKA e Meerkat), il sistema ricerca-industria italiano risulta ancora poco competitivo nella partecipazione alle gare di costruzione di questi rivelatori a radiofrequenza. La nostra proposta punta a colmare questa lacuna attraverso la creazione di un network di infrastrutture in grado di abilitare e supportare la progettazione, lo sviluppo, il test e la validazione di apparati a radiofrequenza, garantendo la verifica di tutte le caratteristiche critiche. UNICITA': Un sistema integrato con queste caratteristiche è unico nel suo genere. Sebbene alcune delle singole facility esistano già, in Italia e anche a livello europeo, la loro integrazione in una rete coordinata conferirebbe al Paese una struttura senza eguali, capace di affermarsi come centro di eccellenza sia per la dotazione strumentale che per il know-how tecnico. Ad esempio, la camera schermata rappresenterebbe un unicum in Italia e uno dei pochissimi casi in Europa. Essa punta non solo a raggiungere livelli di attenuazione estremamente bassi, per poter testare dispositivi allo stato dell'arte su un ampio intervallo di frequenze, a partire da quelle molto basse, ma anche a consentire lo sviluppo e la caratterizzazione di dispositivi non standard a bassa cifra di rumore. La camera riverberante, invece, ambisce a testare livelli di interferenza che vanno ben sotto quelli attualmente verificabili con le tecnologie convenzionali (definiti ad esempio da standard militari). Questi livelli sono fondamentali per le applicazioni più avanzate in radioastronomia, come quelle per SKA e MeerKAT, nonché per future applicazioni sia terrestri che spaziali (es, radiotelescopi lunari). L'obiettivo è quello di ottenere l'ambita certificazione SKA, oggi la più restrittiva in ambito internazionale, oltre a certificazioni nei sistemi di gestione qualità (Quality Management System). Attualmente sono rarissime le facility al mondo attualmente in grado di raggiungere e testare i livelli SKA richiesti e con le competenze ed expertise necessarie per tentare di ottenere tale certificazione. IMPATTO: Questo sistema integrato consentirà non solo all'INAF ma anche a tutto il sistema industriale di avere accesso ad una facility integrata di eccellenza, dotata di know-how tecnico riconosciuto e consolidato, in grado di supportare, non solo le fasi di caratterizzazione e test, ma anche lo studio di fattibilità, definizione dei requisiti, la progettazione, lo sviluppo e la produzione di prodotti e sistemi a radiofrequenza altamente tecnologici e all'avanguardia sviluppati nei diversi ambiti. STRUTTURE PER TEST AMBIENTALI TERRA/SPAZIO Raggruppiamo sotto questa voce diverse infrastrutture che permettono di caratterizzare strumentazione e dispositivi alle condizioni di stress tipiche di ambienti spaziali (Acceleratore ionico, Facility per analisi ad alta risoluzione fino alla scala nanometrica, Camera HALT/HASS). UNICITA': alcuni di questi dispositivi sono sostanzialmente unici nel panorama della ricerca italiana, in quanto sono dispositivi di ricerca che per complessità, dimensioni e costo sono già estremamente rari, e che quando

disponibili non sono estesi allo sviluppo condiviso e a finalità di partecipazione attiva di altre imprese, sviluppo di progetti congiunti e trasferimento tecnologico. IMPATTO: Queste strutture apporteranno benefici essenziali alle industrie ad alta tecnologia quali ad esempio: - Riduzione dei tempi e dei costi di sviluppo - Incremento degli standard qualitativi e della conformità normativa - Dimostrazione della maturità tecnologica (technology readiness levels, TRL) fino al massimo grado consentito in ambiente di laboratorio - Simulazione di condizioni estreme e/o riproducibili in pochi altri laboratori al mondo per attività di ricerca di eccellenza - Accesso a competenze avanzate - Opportunità di formazione del personale Tutte le facility comprese nel progetto STILEMI lavoreranno inoltre in sinergia tra loro. Un esempio chiaro della sinergia possibile tra queste strutture (Concurrent Design Facility, Camera Lunare, Facility per test a Radio Frequenza, strutture di test ambientali terra/spazio) è la possibilità di partecipare da una posizione di straordinaria forza ai futuri bandi ESA per il disegno di antenne per radio astronomia sulla Luna.

#### ➤ **11C9: Sinergie con i progetti del PNRR**

*Il progetto STILEMI si basa, espande e porta a compimento il progetto STILES (Strengthening the Italian Leadership in ELT and SKA) di cui non a caso eredita il nome. STILES è un'iniziativa strategica per l'INAF, finanziata nell'ambito del PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) con l'obiettivo di rafforzare la leadership italiana nelle grandi infrastrutture astronomiche del futuro, in particolare l'Extremely Large Telescope (ELT) e lo Square Kilometre Array (SKA). STILES si articola su diversi pilastri, tutti volti a potenziare le capacità di ricerca e tecnologiche italiane nel campo dell'astrofisica e della strumentazione astronomica: 1) Aggiornamento delle Capacità Osservative (Strumentazione): Sviluppo e costruzione di strumentazione all'avanguardia per ELT e SKA, nonché per i loro precursori come VLT/LBT (Very Large Telescope/Large Binocular Telescope) e MeerKAT. Questo include lo sviluppo di nuove tecnologie in campi come l'ottica adattiva, i rivelatori ottici e i ricevitori radio. 2) Investimenti in laboratori di R&D per inventare ed esplorare nuove tecnologie. - Tecnologia dell'Informazione e Big Data: Acquisizione di infrastrutture hardware e software fondamentali per lo sviluppo di nuovi strumenti e per l'analisi dei giganteschi volumi di dati che saranno prodotti da ELT e SKA. - Creazione di un centro di calcolo ad alte prestazioni e sviluppo di strumenti software basati sull'apprendimento automatico (Machine Learning) per l'analisi dei dati astronomici. - Realizzazione di una Concurrent Design Facility (CDF) e altre infrastrutture per lo sviluppo di strumenti, che permettono una progettazione integrata e collaborativa. - Laboratori per lo Studio delle Condizioni "Eso-atmosferiche": Sviluppo di laboratori in grado di riprodurre e studiare stati fisici e chimici che non sono mai stati osservati sulla Terra, ma che sono rilevanti per la comprensione delle atmosfere degli esopianeti. Questo offre vantaggi cruciali nella comprensione e interpretazione dei dati provenienti da ELT. 3) Infrastrutture Nazionali per la Verifica di Strumentazione: Realizzazione di una rete coordinata di strutture a livello nazionale in grado di fornire servizi generali (come progettazione e produzione opto-meccanica) e strutture polivalenti per la caratterizzazione di strumenti e metodi. Queste infrastrutture saranno a disposizione di tutti i gruppi tecnologici italiani e internazionali. 4) Programma Scientifico ed Educativo: Un programma coordinato di dottorati e post-dottorati a livello nazionale, esplicitamente incentrato sulla scienza con ELT, SKA e le loro sinergie. L'obiettivo è formare le nuove generazioni di astronomi e tecnologi che utilizzeranno e svilupperanno queste grandi infrastrutture. Il progetto è coordinato dall'INAF in collaborazione con diverse università italiane ed enti di ricerca internazionali, con una scadenza prevista per la fine del 2025. In sintesi, STILES sta realizzando un'infrastruttura di ricerca e sviluppo tecnologico di altissimo livello. L'evoluzione futura dovrebbe mirare a capitalizzare su questi investimenti, trasformando il know-how e le infrastrutture in un motore continuo di innovazione, non solo per l'astrofisica, ma con un impatto più ampio sull'economia e sulla società attraverso questo progetto di Ricerca e attraverso una strategia proattiva di Open Innovation. Una volta completata la fase PNRR di STILES, le infrastrutture, le competenze e il know-how acquisiti rappresentano un enorme potenziale per future attività di Ricerca. In questo contesto si inserisce il progetto STILEMI che ha l'obiettivo di sviluppare, perfezionare e aprire ulteriormente al mondo delle aziende le infrastrutture e la strumentazione realizzata in STILES. Oltre a STILES, va menzionata la sinergia del programma STILEMI con altri programmi PNRR e attività scientifiche di INAF, in collaborazione con ASI, CNR e altri enti di ricerca, per l'esplorazione scientifica della Luna e la sua valutazione come sito privilegiato per l'osservazione della Terra e dell'Universo, e sulla promozione della leadership italiana nell'esplorazione spaziale profonda. Questi studi hanno condotto attività di Ricerca e Sviluppo (R&S) per sviluppare prototipi di strumenti scientifici innovativi destinati a essere posizionati sull'infrastruttura lunare.*

#### ➤ **11C10: Indicare il carattere integrativo rispetto agli investimenti già realizzati nel PNRR**



A) Missione 4, Componente 2 - Investimento 3.1 del PNRR a titolarità del MUR

#### ➤ 11C11: Strumenti di Open Innovation Attivi

*L'INAF è un Ente Pubblico di Ricerca che è per statuto fortemente orientato all'innovazione e alla collaborazione. Non essendo orientato al profitto non utilizza necessariamente gli stessi strumenti di Open Innovation di un'azienda privata ma adotta diverse strategie che rientrano nel paradigma dell'innovazione aperta, sfruttando la sua vasta esperienza scientifica e tecnologica. Esempi degli strumenti e delle modalità di Open Innovation attivate dall'INAF sono riportati di seguito:*

- 1. Collaborazioni Nazionali e Internazionali (Partnership Strategiche): Progetti di Ricerca Congiunti: L'INAF è costantemente impegnato in progetti di ricerca con università, altri enti di ricerca (come il CNR, INFN), agenzie spaziali (ASI, ESA, NASA) e istituzioni scientifiche a livello globale. Queste collaborazioni sono il cuore dell'Open Innovation per un ente come l'INAF, permettendo di condividere risorse, competenze e infrastrutture per raggiungere obiettivi scientifici e tecnologici ambiziosi (ad esempio, la partecipazione a grandi progetti internazionali come il SKA - Square Kilometre Array, ESO - European Southern Observatory, o lo sviluppo di strumentazione per telescopi spaziali e terrestri). Reti e Consorzi Internazionali: L'INAF fa parte di numerosi consorzi e reti di ricerca internazionali (es. EuroEXA, OPTICON, RadioNet, AENEAS) che facilitano lo scambio di conoscenze, l'accesso a infrastrutture e la definizione di strategie comuni per la ricerca e lo sviluppo tecnologico in astrofisica.*
- 2. Trasferimento Tecnologico e Spin-off: Valorizzazione della Ricerca: L'INAF ha una Divisione Nazionale o Ufficio dedicato alla "Valorizzazione della Ricerca" (o unità analoghe) con l'obiettivo di trasferire le tecnologie e le conoscenze sviluppate nel campo dell'astrofisica e della strumentazione astronomica all'industria e alla società. Questo include l'identificazione di potenziali applicazioni civili e industriali delle proprie scoperte. Creazione di Spin-off: Gli enti di ricerca pubblici come l'INAF possono supportare la creazione di spin-off da parte del proprio personale, che commercializzano tecnologie o servizi derivati dalla ricerca. Questo permette di portare sul mercato innovazioni nate in laboratorio. Collaborazioni con l'Industria: L'INAF collabora con aziende private per lo sviluppo e la realizzazione di componenti e sistemi complessi per i grandi strumenti astronomici (telescopi, satelliti, radiotelescopi). Queste collaborazioni spesso portano a innovazioni che hanno ricadute anche in altri settori (es. sensoristica, elettronica di precisione, calcolo ad alte prestazioni).*
- 3. Open Science e Open Access: Repository Open Access: L'INAF ha un proprio repository Open Access (OA@INAF) per la diffusione dei risultati della ricerca finanziata con fondi pubblici. Questo è un pilastro fondamentale dell'Open Science, che promuove la condivisione aperta di pubblicazioni e dati, rendendo la conoscenza scientifica accessibile a un pubblico più ampio, inclusa la comunità industriale e gli innovatori. Condivisione di Dati e Infrastrutture (European Open Science Cloud - EOSC): L'INAF è coinvolto in iniziative come l'European Open Science Cloud (EOSCpilot e contributi in ICSC), che mirano a creare un'infrastruttura europea per la condivisione di dati e servizi scientifici. Questo promuove l'interoperabilità e la riusabilità dei dati di ricerca, aprendo nuove opportunità di innovazione.*
- 4. Partecipazione a Programmi di Finanziamento all'Innovazione: Horizon Europe e Programmi Nazionali: L'INAF partecipa attivamente ai bandi e ai programmi di finanziamento europei (es. Horizon Europe, con pilastri come "Innovative Europe" e il European Innovation Council - EIC) e nazionali (es. bandi MUR, PNRR). Questi programmi spesso promuovono la collaborazione tra ricerca pubblica, università e industria, incoraggiando l'innovazione aperta. L'INAF è leader o co-leader in diversi "Spoke" del Centro Nazionale di Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing (ICSC) nell'ambito del PNRR, dove collabora con università e soggetti privati per sviluppare nuove tecnologie e soluzioni.*
- 5. Coinvolgimento e Divulgazione: Eventi e Divulgazione Scientifica: Sebbene non siano "strumenti" di Open Innovation nel senso stretto di sviluppo di prodotti, le attività di divulgazione e gli eventi pubblici dell'INAF contribuiscono a creare una cultura dell'innovazione e ad ispirare nuove generazioni di scienziati e tecnologi, potenzialmente generando future collaborazioni. In sintesi, l'INAF implementa l'Open Innovation attraverso la sua intrinseca vocazione alla collaborazione scientifica, al trasferimento tecnologico verso l'industria, all'adozione di principi di Open Science e alla partecipazione attiva a programmi di finanziamento che incentivano la cooperazione tra ricerca e innovazione.*

#### ➤ 11C12: Strumenti di Open Innovation da Attivare

*Per sfruttare appieno l'innovazione creata nel progetto, INAF si propone di attivare nuovi strumenti di Open Innovation:*

- 1. Potenziamento delle Piattaforme di Crowdsourcing e Citizen Science: L'INAF intende lanciare sfide aperte alla comunità (ingegneri, sviluppatori, startup) per risolvere problemi specifici legati allo sviluppo di strumentazione astronomica, analisi di grandi volumi di dati o sviluppo di software. Questo andrebbe oltre il crowdsourcing di idee generiche, concentrandosi su problemi tecnologici*

complessi. Esempi potrebbero essere: sfide per il miglioramento delle tecnologie di Ottica Adattiva da utilizzare anche in campo non-astronomico, applicazioni della camera a largo campo di vista, applicazioni innovative per la microscopia elettronica e l'ingegneria a nanoscala. Espansione di Progetti di Citizen Science: Sebbene l'INAF già promuova la Citizen Science (tramite EduINAF), può espandere ulteriormente questi programmi sviluppando piattaforme interattive, come la Concurrent Design Facility, dove le aziende o altri organismi di Ricerca possono contribuire all'analisi, alla progettazione e simulazione di sistemi complessi. 2. Accelerazione e Incubazione Focalizzata: Si intende sviluppare un programma strutturato di accelerazione o incubazione focalizzato su startup "deep tech" che sviluppino tecnologie avanzate con potenziale applicazione in ambito spaziale, astronomico o in settori affini. L'INAF può offrire accesso a laboratori, expertise scientifica, mentorship da parte dei suoi ricercatori e ingegneri. Questo rappresenta un passo avanti rispetto al semplice supporto a spin-off interni. Questo programma trova immediata applicazione in diversi ambiti del progetto: Le Facility per test in ambienti estremi possono costituire uno strumento a disposizione di start-up nel campo dei micro/nano/pico satelliti. La Concurrent Design Facility può essere messa a disposizione di piccole aziende tecnologiche che non abbiano la possibilità di dotarsi di tool di progettazione e di adeguata potenza di calcolo. Le Facility di test avanzati a Radiofrequenza possono essere usate da start-up nel settore delle comunicazioni radio a bassa potenza. I Testbench ottici facilitano lo sviluppo e la sperimentazione di strumenti di ottica adattiva di uso astrofisico o terrestre. 3. Ampliamento delle Partnership Strategiche e Open Innovation Labs: Si intende coinvolgere in modo più sistematico la comunità scientifica (italiana e internazionale) e gli utilizzatori finali delle infrastrutture e dei dati INAF nella fase di ideazione e miglioramento di servizi e strumenti (co-creazione). Questo avverrà tramite workshop dedicati, sondaggi strutturati o forum online dove si raccolgono feedback e proposte. Uno specifico WP (Struttura di Coordinamento) è stato creato per favorire la disseminazione dei risultati del progetto e ottimizzare l'uso delle risorse messe a disposizione dal progetto. 4. Valorizzazione della Proprietà Intellettuale (PI) e Licensing Out Proattivo: Ci si propone di creare un catalogo facilmente accessibile e ben descritto delle tecnologie brevettate o del know-how sviluppato dall'INAF e di alimentarlo con i risultati del progetto. Questo faciliterà le imprese nell'identificazione di opportunità di licensing. Un Ufficio di Brokeraggio Tecnologico rafforzerà l'ufficio di valorizzazione della ricerca con figure professionali dedicate al "brokeraggio" tecnologico, ovvero alla ricerca attiva di aziende interessate alle tecnologie INAF e alla negoziazione di accordi di licenza. 5. Programmi di "Residency" e Scambio di Competenze: Si intende ospitare presso i centri INAF professionisti o ingegneri di aziende private per periodi definiti, lavorando su progetti comuni. Si intende anche, viceversa, dare l'opportunità ai ricercatori INAF di trascorrere periodi di "residenza" in aziende private per capire meglio le loro esigenze, i loro processi di innovazione e le potenziali applicazioni industriali della ricerca astrofisica.

## Meccanismi di creazione e trasferimento di innovazione e conoscenza alle imprese

- **11C13: Meccanismi di creazione e trasferimento di innovazione e conoscenza alle imprese**  
Incluse le modalità di supporto al loro avanzamento tecnologico. 4000 car

Il trasferimento tecnologico è un meccanismo cruciale per favorire l'innovazione e migliorare la competitività, soprattutto in un ente come l'INAF, che è un punto di riferimento per la ricerca scientifica avanzata in ambito astronomico. STILEMI, infatti, andrà ad integrare le competenze tecnico-scientifiche generate dalle facilities che saranno realizzate e/o potenziate con le capacità di innovazione e sviluppo industriale delle aziende potenziali "utenti" dei laboratori. Questa rete di laboratori si propone infatti come un ecosistema, aperto e flessibile, dove la soddisfazione delle esigenze di utilizzo dei laboratori e della strumentazione richiesta dalle aziende possa divenire un'occasione di generazione di nuove tecnologie e/o di miglioramento di processi produttivi. Ciò si tradurrà nella declinazione di processi ad-hoc per la gestione delle facility, caratterizzati da un'attenta comprensione dello scenario di riferimento delle aziende e dei possibili cambiamenti degli stessi. In STILEMI, l'utilizzo delle infrastrutture sarà teso a cogliere e sfruttare tutti i margini di innovazione scientifica, tecnologica e metodologica. Fornendo una qualificata consulenza alle imprese si otterrà alla fine del processo: - Una definizione più precisa e mirata dei requisiti, finalizzata a garantire il raggiungimento di prestazioni innovative e allineate allo stato dell'arte; - Un'analisi dei processi che riduca tempi e costi di sviluppo dei prodotti / prototipi; - Adozione e/o miglioramento degli standard di qualità, conformità e validazione dei prototipi e delle tecnologie impiegate. Per raggiungere a pieno questi obiettivi, le competenze richieste al personale chiamato a gestire le infrastrutture non si limiteranno a quelle tecnico-scientifiche e gestionali, ma si amplieranno anche a quelle di carattere socio-economico andando a costituire un team integrato e multidisciplinare. IL PIANO DI STILEMI 1) Innovation Management Team" Il trasferimento di innovazione e conoscenza alle imprese è affidato al Team di "Innovation Management" (WP2.1) che è creato esattamente per questo scopo. Nel

team saranno presenti dei manager dell'innovazione, i quali supporteranno le aziende nella identificazione dei loro obiettivi nell'utilizzo delle facilities nonché contribuiranno alla identificazione di ulteriori potenziali settori applicativi. In un'ottica di massimizzazione dell'impatto socio-economico del progetto, i compiti del team saranno di: - mappare le capabilities industriali, nei territori sui quali insistono le infrastrutture; - individuare aziende "target" presso le quali promuovere l'accesso all'ecosistema STILEMI; - svolgere attività di disseminazione delle potenzialità delle infrastrutture anche al fine di creare contesti di collaborazione di ricerca e valorizzazione industriale anche avvalendosi della formula del partenariato pubblico-privato; - curare i temi della innovazione nei percorsi formativi che si avvalgono delle facilities. L'operato di questo team permetterà che le scoperte scientifiche, i laboratori di tecnologia (camera lunare, camera riverberante, camera schermata, laboratorio tempo-frequenza, ingegneria in nanoscala, ecc.) e le innovazioni metodologiche sviluppate (CDF – Concurrent design facility) vengano trasferite a soggetti privati, come aziende o startup, che possano trasformarle in applicazioni pratiche e in soluzioni tecnologiche a valore commerciale. Questo processo non solo promuoverà l'innovazione e la competitività del sistema economico nazionale, ma contribuirà anche alla valorizzazione del patrimonio pubblico delle conoscenze. Più in generale, l'esistenza di un team dedicato a questo aspetto permetterà di attivare meccanismi di creazione e trasferimento dell'innovazione formali e informali, coinvolgendo università, centri di ricerca, imprese, enti pubblici e privati. 2) Progetti di ricerca congiunti Sebbene non siano esplicitamente prevedibili a questo stadio, l'obiettivo ultimo di questa attività è quello di creare meccanismi che portino a ulteriori sviluppi quali progetti di ricerca sviluppati congiuntamente tra pubblico e privato, anche attraverso finanziamenti ottenuti da bandi competitivi europei (e.g. Horizon Europe) o delle principali agenzie spaziali (ASI, ESA). Proprio le facility congiunte, come quelle sviluppate in STILEMI, rappresentano un elemento fondamentale per l'innovazione e lo sviluppo del territorio, creando un legame stretto tra il mondo scientifico e quello industriale. Questi partenariati pubblico/privato mirano a trasferire conoscenze scientifiche e competenze metodologiche per rispondere alle sfide reali del mercato e contribuire alla crescita economica e alla competitività delle aziende del sistema paese. 3) Formazione del personale Oltre alle naturali occasioni di co-sviluppo legate ai progetti di R&S su tematiche di interesse comune nei quali ricercatori e tecnici delle industrie interagiscono in modo proficuo, un'ulteriore azione di trasferimento della conoscenza sarà ottenuta tramite la formazione e training di studenti, giovani ricercatori e futuri lavoratori. Questo permetterà loro di acquisire esperienza pratica e competenze specifiche, mentre le aziende potranno identificare giovani talenti con cui costruire le collaborazioni del futuro. 4) Spin-off e Start-up Un ulteriore volano di innovazione è rappresentato dalla creazione di Spin-off e Start-up basate su ricerche a carattere altamente innovativo in cui i ricercatori ed i tecnologi trasformano le loro scoperte in vere e proprie imprese. INAF si sta strutturando per fornire sempre più l'ambiente ideale e le risorse iniziali, mentre le imprese contribuiscono con conoscenze di mercato, competenze imprenditoriali e capitali/investitori (business angel). Un ottimo meccanismo per supportare la nascita di queste realtà, è la creazione di centri di innovazione o incubatori di start-up in collaborazione con il settore privato. Alcune attività, come la CDF o la scheda di sincronizzazione ultra-veloce sviluppata nel WP4.3, potrebbero essere esempi perfetti di queste possibilità. 5) STILEMI e l'INAF Questi obiettivi saranno ottenuti in pieno coordinamento con l'Ufficio di Valorizzazione della Ricerca interno all'INAF che esegue tra le altre le funzioni di TTO - Technology Transfer Office e coordina le relazioni con il mondo industriale. È suo compito facilitare il processo di trasferimento tecnologico, gestendo licenze, brevetti, spin-off e altro. Un efficiente processo di trasferimento, come quello proposto per STILEMI, accelera lo sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche, migliorando la competitività delle imprese; genera valore per l'economia, sia in termini di crescita delle imprese che di creazione di nuovi posti di lavoro.

## Modalità di coinvolgimento delle imprese

### ➤ 11C14: Modalità di coinvolgimento delle Imprese

Descrivere le modalità e i contenuti di tali attività, provvedendo a produrre documentazione probatoria (in allegato) secondo quanto stabilito al precedente Articolo 5, comma 8. allegati

Le imprese italiane sono state e saranno ulteriormente coinvolte con metodi che garantiscono ampia diffusione dell'informazione e trasparenza. Le possibilità di coinvolgimento saranno ampiamente divulgate tramite eventi e canali pubblici: Info Days, partecipazione a fiere di settore, pubblicazione su siti e riviste specializzate. Un primo Info Day è stato organizzato dall'INAF il 16 maggio e ha raccolto l'interesse di oltre 60 aziende italiane. A progetto avviato prevediamo di aprire almeno tre canali per il coinvolgimento delle imprese: - Coinvolgimento nella definizione delle specifiche di disegno. Le aziende interessate potranno partecipare alla fase di definizione delle specifiche delle infrastrutture, in modo che le caratteristiche operative siano realmente adatte alle esigenze delle controparti industriali. Questa attività



sarà a costo praticamente nullo per l'INAF e per le aziende interessate. La collaborazione verrà formalizzata con un Memorandum of Understanding (MoU) che definirà ruoli e impegni delle controparti. - Collaborazione nel co-sviluppo ed co-utilizzo delle infrastrutture. Le aziende interessate potranno sviluppare e utilizzare le infrastrutture in collaborazione con l'INAF per lo sviluppo di programmi di ricerca di interesse comune, in un quadro di co-finanziamento e/o contesto di bandi di finanziamento di enti esterni. La collaborazione verrà formalizzata con un MoU che definirà ruoli e impegni delle controparti e utilizzo delle proprietà intellettuali sviluppate. - Utilizzo delle infrastrutture per attività di interesse industriale. Una volta realizzate le infrastrutture, le aziende interessate potranno utilizzarle per i loro scopi di R&D e validazione dei prototipi attivando un contratto di utilizzo delle infrastrutture. L'INAF metterà a disposizione le infrastrutture a fronte di un compenso stabilito in ottemperanza del Regolamento Servizi Conto Terzi dell'INAF. Le aziende che utilizzano le infrastrutture manterranno la piena proprietà intellettuale dei risultati ottenuti dall'utilizzo delle infrastrutture INAF. Ad oggi, a seguito dell'Info Day, sono state già raccolte 31 manifestazioni di interesse di aziende interessate ad utilizzare le infrastrutture di STILES e/o a collaborare al loro sviluppo e utilizzo, che sono allegate alla presente domanda.

## **AMBITO TECNOLOGICO DEL PROGETTO**

### **SNSI**

#### **➤ 11C15: Aree e tematiche SNSI interessate dal Progetto e contributo innovativo atteso.**

- 5. Aerospazio e difesa

Coerenza del progetto con gli ambiti di specializzazione SNSI e sinergia tra ambiti SNSI e area ESFRI in cui la IR è ricadente, contestualizzazione dell'iniziativa nell'ambito del PNR 2021-2027 e PNIR 2021-2027;2000 car

### **Principi trasversali**

Rispetto dei principi trasversali: sostenibilità e durabilità del progetto proposto, grado di ecosostenibilità degli interventi proposti. 6000 car.

#### **➤ 11C16: Validità della tempistica di progetto.**

STILEMI è essenzialmente un programma di acquisizione di strumentazione scientifica, le cui attività si concludono con il collaudo e la verifica della strumentazione prevista. L'aspetto principale che caratterizza STILEMI, e che è cruciale nella definizione del cronoprogramma, è la mancanza di dipendenze incrociate tra le varie attività e WP. Infatti ogni attività non dipende dalla conclusione o dai risultati di un'altra attività, e tutte possono essere condotte in parallelo. Il cronoprogramma di STILEMI può quindi essere immaginato come un insieme di 14 attività indipendenti ognuna delle quali si può dividere in quattro fasi: a) Preparazione delle specifiche delle infrastrutture scientifiche e per l'adeguamento strutturale dei locali che le ospiteranno (dove richiesto) e disegno esecutivo: 3-6 mesi b) Avvio delle procedure di acquisizione della strumentazione e di assegnazione dei lavori edili (dove richiesto) (bando di gara o procedure di affidamento diretto): 3-9 mesi c) Costruzione e consegna del materiale / completamento lavori edili: 6-12 mesi d) Collaudo e verifica: 3-6 mesi Per ogni attività ne abbiamo stimato attentamente la durata, che varia a seconda della complessità del disegno, della necessità o meno di ricorrere a bandi di gara aperti e della complessità della fase di collaudo. La preparazione delle specifiche dettagliate è in buona parte già stata eseguita per la preparazione di questa proposta, e verrà completata nei primissimi mesi del progetto (prevedibilmente anche prima dell'inizio formale del progetto, considerando i tempi tecnici per il trasferimento dei fondi e l'avvio ufficiale delle operazioni), dato che si tratta di attività a costo zero eseguite dal personale dell'INAF che ha preparato la proposta. Anche la fase di disegno sarà realizzata dal personale INAF, a parte alcuni rari casi ad elevata complessità tecnica in cui verrà messa a bando unitamente alla realizzazione. Per la valutazione della fase di acquisizione, abbiamo potuto stimare i tempi utilizzando la recente esperienza maturata nella gestione dei bandi PNRR, in particolare STILES che è simile per struttura ma molto più complesso per importo (70M€) e per le tempistiche ancora più ristrette. Questo programma ha permesso alle strutture INAF, in particolare quelle di Napoli e Catania, che sono destinatarie della maggior parte del budget di STILEMI, di sviluppare una notevole competenza

*nell'esecuzione di bandi di gara ad elevata complessità. Sebbene alcune attività abbiano una tempistica specifica, riteniamo che in genere la fase di disegno esecutivo sia completata entro 3-6 mesi dall'inizio del programma e quella di esecuzione delle procedure di acquisto entro 9-12 mesi dall'inizio del programma. La fase di consegna del materiale dipende dal tipo di strumentazione. Nella maggior parte dei casi si tratta di tempi inferiori ai 12 mesi, con le uniche prevedibili eccezioni rappresentate dall'elettronica dei secondari adattivi e dalla camera di simulazione lunare. Abbiamo infine valutato una fase di collaudo ed integrazione in-house che varia dai 3 ai 6 mesi. Si può constatare quindi che il progetto, per la cui esecuzione chiediamo 36 mesi, presenta adeguati margini di sicurezza per far fronte ad eventuali ritardi legati a criticità nelle procedure di acquisizione. Per tutte le attività implementeremo una politica di controllo attivo della tempistica, con una ridefinizione delle risorse dedicate ed eventualmente degli obiettivi in caso di ritardi dovuti a avvenimenti non dipendenti dalla nostra volontà. Verrà data priorità di esecuzione a tutte le procedure che più si avvicinano al cammino critico. In parallelo, la ricerca ed assunzione del personale a tempo determinato avverrà con i tempi delle procedure previste per il pubblico impiego, che richiedono dai 6 ai 12 mesi per l'emissione dei bandi e l'assunzione del personale. Per questo motivo richiediamo il finanziamento di contratti biennali, in modo che il personale assunto possa operare fino alla fine del progetto. Queste tempistiche si sposano bene con il cronoprogramma del progetto stesso, dando tempo al personale assunto di formarsi nell'uso della strumentazione man mano che viene consegnata. L'eccezione rilevante a questo schema è rappresentata dal Manager dell'Infrastruttura, per cui prevediamo un'assunzione accelerata, esplorando anche la possibilità di utilizzare personale precedentemente impiegato per i progetti PNRR. In conclusione, riteniamo che il programma STILEMI sia disegnato in modo da avere elevate probabilità di essere eseguito nei tempi e con le risorse previste.*

➤ **11C17: Qualità economico-finanziaria del progetto in termini di economicità della proposta e sostenibilità finanziaria**

*La richiesta economica che presentiamo per l'esecuzione di STILEMI è stata accuratamente valutata nelle sue diverse componenti. La percentuale maggiore del finanziamento richiesto riguarda l'acquisizione di strumentazione per la realizzazione o il miglioramento di infrastrutture di ricerca. Per i dispositivi a maggior costo e specializzazione (ad. es. i secondari adattivi di LBT, la camera lunare, il cannone ionico, il microscopio elettronico) i costi sono stati valutati tramite preventivi formulati col criterio "FFP offer" (Firm Fixed Price offer) da ditte specializzate nella strumentazione richiesta. Si specifica che questi preventivi hanno in genere validità fino alla fine del 2025, quindi possono essere soggetti a aumenti se il programma dovesse partire oltre tale data. Questa eventualità verrà gestita con una opportuna rimodulazione del piano delle spese, dando priorità agli interventi a maggior costo/maggior priorità scientifica, come meglio descritto nella sezione sui rischi. La restante strumentazione necessaria è costituita da componenti commerciali standard ("off the shelf" - COTS), i cui costi sono stati stimati attraverso la consultazione di cataloghi o documentazione tecnica equivalente, valutando, ove possibile, almeno due fornitori. I costi di edilizia sono stati stimati dal personale INAF competente in materia, sulla base del progetto preliminare di interventi e adottando il costo standard previsto per i rispettivi lavori. Ovviamente tutta l'attività di acquisizione di materiale e servizi seguirà le regole del Codice degli Appalti vigente, rispettando il criterio della miglior offerta tecnico-scientifica. Nell'affidamento ed esecuzione dei contratti privilegeremo la massima tempestività e il miglior rapporto qualità/prezzo, nel costante rispetto di legalità, trasparenza e concorrenza. Le sedi INAF opereranno come stazioni appaltanti dotate di piena autonomia e responsabilità. Per favorire la massima partecipazione degli operatori economici, si perseguirà la parità di trattamento, con particolare attenzione a limitare esclusioni ingiustificate. Il principio di concorrenza, più che un fine a sé, costituirà una linea guida funzionale al risultato finale e alla equità e sostenibilità del sistema economico. Queste procedure e strategie sono state già utilizzate con successo nel progetto PNRR STILES, che condivideva la stessa impostazione (potenziamento strutturale di una serie di laboratori INAF) e lo stesso schema di gestione finanziaria. Grazie ad una pianificazione attenta delle spese e ad un uso agile dei risparmi di gara ottenuti in alcuni casi, è stato possibile terminare con successo la stragrande maggioranza delle attività del programma nei tempi dettati dalla normativa PNRR e con i costi assegnati. Le richieste di personale allegato alle varie attività sono state attentamente valutate tenendo in conto la disponibilità di personale INAF a contribuire alle attività in oggetto. È possibile vedere come alcune attività ad alta complessità (e.g. secondari adattivi, cannone ionico) richiedono nessuna o poche risorse di personale dedicate, in quanto le strutture INAF mettono a disposizione il personale necessario al progetto. In altri casi (il più rilevante è la camera lunare) sono necessarie risorse aggiuntive per le attività di disegno, assemblaggio e collaudo della strumentazione, che non è possibile eseguire con il personale esistente. Quanto alla sostenibilità finanziaria, come ampiamente illustrato nella sezione dedicata, il bilancio dell'INAF e il suo personale a tempo indeterminato sono ampiamente in grado di sostenere le necessità finanziarie del progetto, unitamente al rispetto delle norme di bilancio pubblico che impongono la*

verifica della sostenibilità finanziaria di ogni procedura di acquisizione di beni e servizi.

➤ **11C18: Ricavi previsti per la IR a valle delle implementazioni previste nel progetto**

*Alla fine del progetto saranno a disposizione di INAF, della comunità scientifica in generale e delle ditte interessate le infrastrutture e gli strumenti realizzati. Sulla base delle esperienze precedenti, della conoscenza del settore astrofisico e dei contatti già avviati con le aziende, è possibile individuare le possibili fonti di ricavi che potranno essere realizzati dall'INAF ed effettuare la relativa quantificazione (di larga massima). Riportiamo di seguito le fonti dei ricavi e il loro ammontare totale riferito ad un orizzonte temporale di 5 anni dalla fine del progetto finanziato: Affitto delle infrastrutture e degli strumenti -> 450.000 € Calcolato considerando un ricavo medio di 1.100 Euro al giorno per una facility o strumento, considerando prudentemente che tre infrastrutture siano utilizzate ogni anno per 27 giorni all'anno (10% del tempo disponibile) per 5 anni. Il ricavo medio è stato stimato a partire dalle facility realizzate per il progetto STILES. Finanziamenti previsti da bandi competitivi interni all'INAF-> 1.600.000 € Calcolato a partire dai dati disponibili del progetto STILES, opportunamente ridotti in funzione delle minori dimensioni e dalla diversa natura del progetto STILEMI. Corrisponde a assumere che una infrastruttura all'anno sia assegnataria di un bando competitivo interno all'INAF per un valore di circa 320.000€. Finanziamenti previsti da bandi competitivi esterni all'INAF -> 3.200.000 € Questa voce comprende progetti finanziati da UE, ESA, ASI, fondi nazionali e locali per la Ricerca. E' stato considerato un ricavo medio di 640.000 € all'anno per 5 anni. Brevetti -> 180.000 € Questa voce è stata calcolata a partire da esperienze precedenti su progetti di Ricerca e attività interne che hanno prodotto brevetti. Le royalty stimate si riferiscono a 5 brevetti, ciascuno dei quali genera un ricavo medio di 36.000 € sui 5 anni successivi al progetto finanziato. Il totale dei ricavi su una durata di 5 anni è 5.430.000 € Va sottolineato che i dati riportati sopra si riferiscono unicamente all'aspetto meramente contabile. Bisogna tuttavia considerare che vi sono numerosi benefici non direttamente monetizzabili collegati al nostro progetto: Incremento della conoscenza all'interno dell'INAF e , più in generale, della comunità scientifica nazionale Drastico incremento delle capacità osservative dei telescopi SKA, ELT ed LBT Consolidamento delle collaborazioni con le aziende italiane Aumento delle capacità tecnologiche delle aziende coinvolte Maggiore visibilità e reputazione dell'INAF (e del sistema Paese) a livello internazionale Creazione di posti di lavoro qualificati, con potenziale di stabilizzazione nel medio termine Per ulteriori dettagli sui ricavi si può fare riferimento al file di costi e ricavi allegato alla proposta.*

➤ **11C19: Costi annui previsti per la gestione delle IR**

*Analogamente ai ricavi a valle delle implementazioni previste nel progetto, i costi da sostenere dopo la fine del progetto finanziato sono stimati sui costi generali dell'INAF (ricavati dai bilanci degli anni precedenti), sulla base di precedenti progetti di Ricerca, della conoscenza dell'ambiente astrofisico e dalle interlocuzioni già avviate con le aziende. Si sottolinea che le spese di personale amministrativo e parte di quelle di personale tecnico sono a carico del bilancio ordinario dell'INAF e non assunte specificatamente per questo progetto. Sono state individuate le seguenti voci di costo: Personale amministrativo Si stima un impegno di 8 anni persona ad un costo medio di 53.000 €/anno, per un totale sui cinque anni successivi al progetto finanziato di 424.000 € Personale tecnico Si ritiene necessario l'impiego di personale tecnico, ad un costo medio di 72.000 €/anno, per complessivi 15 anni-persona. Il costo su cinque anni è pertanto 1.080.000 € Consumi Questa voce comprende: smaltimento rifiuti, Energia delle grandi attrezzature scientifiche, acqua, gas. E' stato stimato il 5% delle corrispondenti voci del bilancio dell'INAF (ultimo bilancio disponibile). Il costo su cinque anni è 321.705 €. Manutenzione ordinaria Per stimare questo costo è stato utilizzato il corrispondente valore del progetto STILES, opportunamente ridotto (1/4) per tener conto del tipo di apparecchiature e delle diverse dimensioni del progetto STILEMI. Il totale su cinque anni è 655.250 €. Manutenzione straordinaria Per stimare questo costo è stato utilizzato il corrispondente valore del progetto STILES, opportunamente ridotto (1/4) per tener conto del tipo di apparecchiature e delle diverse dimensioni del progetto STILEMI. Il totale su cinque anni è 476.975 €. Materiali di consumo Per stimare questo costo è stato utilizzato il corrispondente valore del progetto STILES, opportunamente ridotto (1/4) per tener conto del tipo di materiali di consumo e delle diverse dimensioni del progetto STILEMI. Il totale su cinque anni è 351.800 €. Il costo annuo totale per le infrastrutture è il seguente: 1° anno 330.973 € 2° anno 661.946 € 3° anno 992.919 € 4° anno 661.946 € 5° anno 661.946 € Il totale dei costi di gestione su una durata di 5 anni è 3.309.730 € Per ulteriori dettagli sui costi di gestione si può fare riferimento al file di costi e ricavi allegato alla proposta.*

## ➤ 11C20: Verifica del rispetto del principio DNSH.

*Il progetto intende incrementare le capacità scientifiche italiane attraverso la creazione di infrastrutture, inclusa la realizzazione e la ristrutturazione di edifici esistenti, laboratori di ricerca, facility di test, centri di progettazione condivisa, nonché tramite contributi diretti in-kind a infrastrutture di ricerca internazionali. Tutti gli investimenti saranno effettuati in conformità con il principio DNSH, garantendo che nessuna attività non sostenibile, né ora né in futuro, venga supportata. Più nello specifico, verranno acquisite nuove strumentazioni da destinare successivamente a infrastrutture operative, come elementi optomeccanici per telescopi ottici e verranno inoltre allestiti nuovi laboratori, in alcuni casi in edifici nuovi o ristrutturati, acquistando nuove apparecchiature e dotazioni. I principi DNSH, come dettagliato nelle Linee Guida Tecniche sull'applicazione del principio "non arrecare un danno significativo" nell'ambito del Regolamento sulla Recovery and Resilience Facility (documento 2021/C 58/01), con particolare riferimento a: 1) Mitigazione dei cambiamenti climatici, 2) Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine, 3) Economia circolare, inclusa la prevenzione e il riciclo dei rifiuti, 4) Prevenzione e controllo dell'inquinamento, 5) Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, saranno applicati per garantire la sostenibilità nel lungo termine, adottare ulteriori soluzioni green e, per quanto possibile, contribuire all'economia circolare. STILEMI farà riferimento a benchmark internazionali sui costi energetici e sull'impronta di CO2 per le nuove strutture, come quelli definiti per i grandi acceleratori nel rapporto ambientale del CERN (riduzione del 28% dell'impronta di CO2 entro il 2024) e derivati dalle migliori pratiche suggerite dalla letteratura scientifica (ad esempio Nature 561, pp. 163-166, 2018) per i valori di riferimento da adottare nel progetto. Non verrà svolta alcuna attività ambientalmente dannosa legata ai combustibili fossili o allo smaltimento di rifiuti non trattati. Inoltre, le infrastrutture e le tecnologie STILES richiederanno livelli di potenza intrinsecamente molto bassi per il loro funzionamento. Tutti i fornitori e i prodotti verranno selezionati utilizzando come criterio irrinunciabile il possesso di certificazioni ambientali (RAEE, UNI EN ISO 14024, TCO Certified, EPEAT 2018, Blue Angel, TÜV Green Product Mark, EPA ENERGY STAR) e/o la disponibilità di dati che dimostrino il perseguimento di rigorose politiche di salvaguardia dell'ambiente. Il Manager dell'Infrastruttura si avvarrà, se necessario, di figure di consulenza DNSH, incaricate di suggerire alternative tecnologicamente ed economicamente sostenibili a minore impatto ambientale da adottare nelle opere di costruzione e ristrutturazione. Le figure di consulenza DNSH forniranno le linee guida ai per effettuare analisi costi-benefici al fine di: a) valutare i costi operativi e di accessibilità per gli utenti, b) stimare il costo energetico delle soluzioni adottate per la gestione dei dati e delle attività infrastrutturali e c) i costi di dismissione, ove applicabili. L'impatto ambientale sarà sempre condiviso e discusso con il responsabile scientifico del progetto per dimostrare la conformità ai principi DNSH e l'adozione dei migliori livelli disponibili di performance ambientale.*

## ➤ 11C21: Rappresentazione dei fattori di rischio e azioni di mitigazione previste

*La gestione del rischio sarà formata da attività interconnesse: - Pianificazione Gestione dei Rischi (inizio). - Identificazione dei Rischi (inizio e durante il progetto). - Analisi Qualitativa e Quantitativa dei Rischi, valutazione della Probabilità e dell'Impatto dei rischi in termini di tempi e budget (inizio e durante il progetto). - Pianificazione Risposte ai Rischi, azioni di mitigazione per ridurre probabilità/impatto e piano di contingenza nel caso in cui il rischio si verifichi. - Implementazione delle Risposte ai Rischi, mettendo in atto le misure pianificate nel punto precedente. I principali rischi identificati oggi sono: R001 Personale - A causa dell'alta specializzazione delle attività potrebbe essere difficile trovare personale, limitando così il progetto. Probabilità: Media Impatto: Alto Mitigazione: Riutilizzo personale PNRR; Ampia diffusione dei bandi; convenzioni con università' R002 Procedure di acquisto, tempi - A causa della complessità delle procedure di acquisto si potrebbero verificare ritardi nella preparazione dei bandi. Probabilità: Media Impatto: Alto Mitigazione: Pianificare accuratamente le procedure di acquisto. Suddividere il carico di lavoro tra le varie sedi. R003 Procedure di acquisto, costi - Aumento dei costi rispetto a quanto stimato al momento della proposta dovuto ad inflazione o dinamiche di mercato. Probabilità: Medio-Alta Impatto: Alto Mitigazione: Per proteggere gli asset ad alto impatto scientifico si avviano prima le attività di costo, priorità scientifica e tempi di consegna maggiori, e solo in seguito quelle di impatto e costo minori. Queste possono essere omesse con impatto limitato e finanziate con fondi dell'ente. Le procedure di acquisizione di costo maggiore e priorità scientifica più elevata seguiranno procedure di gara aperta con forti penali e vincoli che impongono il rispetto delle scadenze (e.g. la definizione di un "termine essenziale" per la data di consegna o specifiche clausole risolutive). R004 Tempi del progetto - A causa della complessità delle infrastrutture e della strumentazione il tempo previsto per il progetto potrebbe essere insufficiente. Probabilità: Bassa Impatto: Medio Mitigazione: Individuazione precoce delle attività di acquisto/sviluppo con lunghi tempi di attivazione.*



#### Descrivere

- i fattori di rischio legati alle attività progettuali e le misure di mitigazione finalizzate al rispetto del principio DNSH nell'attuazione del progetto
- le prescrizioni del Rapporto Ambientale del PN RIC che saranno adottate;
- gli standard di settore e la normativa ambientale che saranno applicati

2000 car.

## OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO

### ➤ 11C22: Obiettivo e finalità del progetto in coerenza con gli interventi proposti

*Il progetto STILEMI si inserisce pienamente nel quadro degli interventi previsti. E' infatti un progetto strategico promosso da INAF per potenziare e rendere accessibili nuove infrastrutture di ricerca ad alta tecnologia, con l'obiettivo di favorire l'innovazione, il trasferimento tecnologico e la collaborazione strutturata tra mondo scientifico e industria, in particolare PMI. Le infrastrutture previste saranno localizzate principalmente nel Mezzogiorno e mirano a colmare un gap sistemico nella disponibilità di laboratori avanzati per test, prototipazione, validazione e co-sviluppo di tecnologie astronomiche, spaziali e industriali. Per raggiungere l'obiettivo del progetto sono previsti interventi per 1) La realizzazione e/o l'ampliamento delle facility di ricerca; 2) L'adeguamento strutturale e impiantistico per ospitare tali facility; 3) Il reclutamento del personale necessario alla definizione dei requisiti, ai test e all'operatività delle facility. 4) L'implementazione di strumenti organizzativi, digitali e gestionali per ottimizzare l'efficienza operativa e l'accessibilità delle infrastrutture, promuovendo l'uso condiviso e trasparente delle risorse tra laboratori INAF e utenti esterni; 5) Lo sviluppo di un sistema centralizzato di valutazione delle performance, basato su criteri specifici per ciascun tipo di infrastruttura, con strumenti e metodologie per il monitoraggio continuo e l'attuazione di azioni correttive e preventive, supportato da dashboard digitali integrate; 6) La promozione dell'integrazione e l'interoperabilità delle infrastrutture attraverso protocolli e standard comuni, metodologie condivise, servizi di accesso integrati, iniziative di internazionalizzazione e strumenti per la divulgazione scientifica e il coinvolgimento del pubblico. Elenchiamo nel seguito in maniera puntuale la coerenza tra i nostri obiettivi e quelli elencati nel bando. a) REALIZZAZIONE E/O AMPLIAMENTO DELLE FACILITY DI RICERCA L'obiettivo strategico è quello di potenziare l'infrastruttura di ricerca pubblica e privata, promuovere l'avanzamento tecnologico delle imprese e lo sviluppo di competenze territoriali, con particolare attenzione alle esigenze del Mezzogiorno. Ciò viene fatto attraverso la realizzazione ed il consolidamento di un'infrastruttura altamente specializzata, nonché della collaborazione tra il settore della ricerca e quello industriale, al fine di garantire la competitività tecnologica e scientifica nazionale e la capacità di innovazione delle imprese. a) I. SINERGIA RICERCA-INDUSTRIA PER L'INGEGNERIA DI SISTEMA Per realizzare infrastrutture realmente al servizio dell'industria nazionale e contribuire al rafforzamento del sistema territoriale dell'innovazione, è fondamentale consolidare la sinergia tra ricerca e imprese. L'obiettivo è aumentare la competitività tecnologica e scientifica del Paese. In quest'ottica, il progetto STILEMI prevede un Work Package dedicato (WP2) finalizzato proprio a sviluppare e strutturare il rapporto tra INAF e il mondo industriale. A tal fine, sarà costituito un team specifico all'interno dell'INAF con i seguenti obiettivi principali: Diffondere nel tessuto industriale informazioni dettagliate sulla disponibilità delle strutture INAF (in primo luogo quelle realizzate con STILEMI e il suo predecessore STILES, ma anche le altre già esistenti), incluse le modalità di accesso e collaborazione; Attivare canali stabili di formazione per ricercatori, ingegneri e tecnologi nei settori rilevanti per STILEMI, in sinergia con industrie, Università e altri enti di ricerca. Fornire supporto tecnico e informativo alle aziende che useranno le infrastrutture STILEMI. Un elemento chiave di questa strategia è il potenziamento della Concurrent Design Facility (CDF) (WP2.2), ovvero un'infrastruttura progettuale che consente la collaborazione simultanea e multidisciplinare tra esperti di vari settori e discipline, facilitando lo sviluppo integrato di progetti ad alto contenuto tecnologico, in linea con le esigenze del mercato. Questo approccio consente di identificare criticità progettuali e di definire fin da subito requisiti robusti, aumentando l'efficacia e la qualità della progettazione di sistemi complessi. La proposta include: - Il completamento della CDF principale in costruzione presso l'Osservatorio di Napoli Capodimonte (sede principale), e della sede secondaria all'Osservatorio di Milano, entrambe avviate con il progetto STILES. - La creazione di un nuovo nodo secondario a Cagliari. - L'acquisto del software COMET, uno standard ESA per la gestione dei processi di concurrent design. - L'acquisizione di tecnologie di extended reality (realtà virtuale e mista) per supportare le sessioni di progettazione e la formazione del personale. L'obiettivo finale è dotare INAF di uno strumento avanzato, accessibile anche alle aziende (es. del Distretto Aerospaziale Campano), per co-sviluppare progetti ad alta tecnologia. In parallelo, grazie alla collaborazione con le*



Università campane, saranno promossi corsi e stage formativi sull'ingegneria di sistema e sull'uso delle tecnologie più innovative per la progettazione integrata. a1.2. CREAZIONE DI INFRASTRUTTURE TECNOLOGICHE AVANZATE PER LO SVILUPPO DI TECNOLOGIE INNOVATIVE DI NUOVA GENERAZIONE Per rafforzare l'avanzamento italiano, e del Sud Italia, in ambito tecnologico e scientifico, STILEMI dota l'infrastruttura di ricerca di strumentazioni competitive e strategiche per lo sviluppo di nuove tecnologie e prodotti avanzati. In particolare, sono state individuate aree di sviluppo prioritario, insieme a laboratori e strumentazioni necessarie per il raggiungimento di tali obiettivi. STILEMI prevede la realizzazione di una rete integrata di infrastrutture di ricerca, che includerà, oltre alla CDF già descritta, anche: - Facility per simulazioni in ambienti estremi sia terrestri che spaziali - Facility avanzate per test a Radio Frequenza - Test facility per ottica adattiva di nuova generazione Tutte queste risorse sono aggiuntive rispetto a quelle già esistenti ed altamente specializzate e progettate per supportare R&D avanzato, prototipizzazione, testing e validazione secondo standard internazionali. Di seguito è riportata una sottolista, mentre ciascun obiettivo è descritto in dettaglio nelle sezioni dedicate alle singole attività. a1.2.1 Facility per simulazioni in ambienti estremi sia terrestri che spaziali La simulazione e la verifica delle prestazioni in condizioni operative estreme rappresentano oggi un elemento cruciale nello sviluppo di tecnologie avanzate, destinate a una vasta gamma di applicazioni, in ambito sia terrestre che spaziale. La ricerca spinge verso luoghi remoti, come deserti, spazio, superficie lunare, alla ricerca di condizioni ideali per massimizzare l'efficacia e le potenzialità delle tecnologie installate. Si richiede dunque che le tecnologie impiegate abbiano comprovata maturità tecnologica per poter garantire la capacità di operare in tali ambienti estremi e difficilmente accessibili. Per questo, sono necessarie infrastrutture all'avanguardia capaci di riprodurre fedelmente condizioni ambientali estreme e validare le tecnologie incrementando il grado di maturità (TRL, Technology Readiness Level), parametro ormai imprescindibile sia in ambito industriale che nella ricerca. Per rispondere a tali esigenze, è necessario disporre di infrastrutture di simulazione all'avanguardia, capaci di riprodurre fedelmente una vasta gamma di condizioni ambientali critiche. Ciò consente di validare le tecnologie prima della loro applicazione sul campo, incrementando quindi il grado di maturità (TRL, Technology Readiness Level). Il WP3 - Facilities for Testing in Extreme Environment realizzerà questo obiettivo attraverso l'implementazione di strumentazione avanzata per test in ambienti estremi. Lunar Simulation Chamber (WP3.1) in grado di ricreare le condizioni e i fenomeni attivi sulla superficie della Luna per studiare il degradamento delle prestazioni di dispositivi e strumentazione spaziali sottoposti all'ambiente lunare o, più in generale, spaziale. Ionic Accelerator (WP3.2) in grado di simulare l'alterazione indotta da particelle cariche energetiche, come i raggi cosmici o gli ioni del vento solare, su materiali di interesse scientifico, industriale e tecnologico. Ciò include l'alterazione indotta dal bombardamento ionico in materiali utilizzati per applicazioni spaziali, pannelli fotovoltaici o rivestimenti polimerici. Nanoscale Engineering (WP3.3) per analisi ad alta risoluzione che consente analisi morfologiche, composizionali e isotopiche fino a scala nanometrica. La struttura permette la caratterizzazione completa di materiali, anche extraterrestri, ed è pensata per applicazioni industriali nei settori high-tech. Exo-planetary Atmosphere Simulator (WP3.4) per simulare una varietà di composizioni atmosferiche, temperature, pressioni e livelli di radiazione, compresi quelli riscontrati su Marte, Titano, lune ghiacciate ed esopianeti, ed investigare i fondamenti chimici dell'emergere della vita combinando esperimenti di laboratorio con modelli computazionali e osservazioni all'avanguardia. HALT/HASS Chamber (WP3.5), per effettuare test avanzati di affidabilità e robustezza, ad oggi imprescindibili sia in ambito industriale che di ricerca. L'infrastruttura all'avanguardia e il know-how specifico per Test di Vita e Screening di Stress Accelerati determinerà i limiti funzionali e operativi di prodotti e tecnologie, migliorandone la robustezza, supportando le diverse fasi di progetto, e verificandone la qualità e sicurezza. a1.2.2 Sviluppo di tecnologie e test di eccellenza a Radio Frequenza. Le nuove tecnologie e sistemi allo stato dell'arte richiedono il raggiungimento di prestazioni mai raggiunte prima e, in quanto tali, molto complesse da predire ed estremamente difficili da misurare e testare. Senza adeguati strumenti di predizione e verifica, l'intero sviluppo scientifico e tecnologico nel campo delle radiofrequenze, sia in ambito terrestre che spaziale, risulterebbe compromesso. Per rispondere a queste sfide, l'Advanced Radio Frequency Facility mira a fornire a imprese e centri di ricerca strumentazione di eccellenza e competenze altamente specializzate, in grado di supportare la definizione, la fattibilità, la caratterizzazione e la validazione delle prestazioni di componenti e sistemi complessi. Tale facility punta a realizzare un sistema integrato, unico nel suo genere, di camere di test e laboratori che, sebbene localizzati in diverse sedi dell'INAF, condivideranno interfacce simili e verranno gestiti da un team condiviso, in modo da essere facilmente utilizzabili da industrie nazionali. Tali facility sono: - Reverberation Chamber (WP 4.1) per misurare emissioni, fino a livelli allo stato dell'arte, indotte dall'elettronica di strumentazione. La Camera sarà messa a disposizione delle imprese nazionali attive in diversi settori tecnologici (elettronica, elettrotecnica, produzione di macchinari industriali, aerospazio e difesa, medicale, telecomunicazioni, IoT e automotive), con l'obiettivo di ridurre il rischio di non conformità nei processi di certificazione dei dispositivi. - RF Shielded Chamber (WP 4.2): facility unica nel suo genere, dotata di una schermatura specifica per ridurre significativamente il rumore di fondo e per operare a partire da frequenze molto basse.

Tale facility, consentirà di effettuare misure ultra sensibili di dispositivi a bassa cifra di rumore e test RF avanzati, nonché sviluppo di amplificatori ad alte prestazioni, e misure di componenti passivi a bassa attenuazione. Sarà a disposizione delle aziende, non solo per test e validazione, ma anche per attività di co-sviluppo di tecnologie destinate ad ambienti spaziali estremi, come applicazioni lunari o satelliti per la radioastronomia a bassa frequenza. - Time&Frequency Laboratory (WP 4.3): Il laboratorio per la misura di segnali ultra-veloci è concepito per migliorare la sincronizzazione tra dispositivi, ridurre il jitter nei sistemi critici e garantire la tracciabilità temporale in tempo reale. Si prevede inoltre lo sviluppo di un nuovo dispositivo in grado di distribuire segnali di timing con precisione dell'ordine del picosecondo che rappresenterebbe una svolta tecnologica di rilievo sia per le applicazioni astrofisiche che per aziende operanti in ambiti come telecomunicazioni ad alta frequenza, spazio, difesa, automotive intelligente, sensori distribuiti, radar, metrologia elettronica e reti 5G/6G. - Anechoic Chamber Upgrade (WP 4.4): per dotare la camera anecoica già sviluppata all'interno del progetto STILES di un analizzatore di spettro allo stato dell'arte per fornire sia ai ricercatori INAF che alle aziende interessate una più ampia offerta di servizi e misure sulla caratterizzazione di componenti in camera anecoica (e non solo). a1.2.3 Sviluppo e Sperimentazione di innovazioni in Ottica Adattiva di nuova generazione: INAF vanta una consolidata leadership, riconosciuta a livello internazionale, nello sviluppo di sistemi di ottica adattiva (AO) per applicazioni astronomiche. Per valorizzare il know-how accumulato e proseguire uno sviluppo tecnologico all'avanguardia in questo ambito, si propone la realizzazione di Test Facility dedicate, in grado di supportare lo sviluppo e la sperimentazione di innovazioni nei componenti chiave dei sistemi di ottica adattiva. Queste includono: NewAO Control Electronic (WP 5.1): realizzazione di una facility per lo sviluppo e la validazione in cielo di nuovi sistemi di controllo real-time, elementi chiave per ottica adattiva, con particolare focus su tecniche basate su Machine Learning. Integrata nel Large Binocular Telescope (LBT), la struttura consentirà test operativi, accessibili sia a gruppi di ricerca che aziende, su un telescopio da 8 metri, accelerando l'innovazione, riducendo costi e rischi, e favorendo il passaggio dal laboratorio all'ambiente reale, con un impatto diretto sull'incremento del TRL delle tecnologie sviluppate. NewAO Optical Correctors (WP5.2): L'attività prevede la creazione di una rete di ricerca e di un laboratorio per lo sviluppo e il test di correttori di fronte d'onda in trasmissione ad alte prestazioni, con caratteristiche non disponibili sul mercato in termini di numero, densità e risposta dinamica degli attuatori. L'infrastruttura sarà dotata delle attrezzature per realizzare e testare correttori a rifrazione, che abiliteranno sistemi adattivi di nuova generazione ad elevate prestazioni più compatti, efficienti ed economici, con ricadute in ambito astronomico e in microscopia e oftalmologia. Wide Field Platform (WP5.3) Il progetto completa le opere per rendere operativa la facility INAF-WideField, nella sua missione di supporto a enti, agenzie e aziende nello sviluppo di tecniche di Wide Field e nella verifica di funzionalità e prestazioni di nuova strumentazione attraverso osservazioni in cielo e strumentazione dedicata alle tecniche di fast tracking e al tracciamento di oggetti in orbita bassa e ad alta velocità. In questo contesto, è incluso anche un dimostratore su scala ridotta per validare una nuova tecnica di acquisizione di immagini del cielo fino a 10.000 gradi quadrati, con potenziale trasformativo. a2. ADEGUAMENTO STRUTTURALE E IMPIANTISTICO Il progetto prevede l'utilizzo e il riuso di spazi ed impianti già esistenti e comprende, laddove necessario, interventi strutturali e impiantistici specifici per l'allestimento e l'integrazione delle nuove facilities nei siti INAF. Per la maggior parte delle facility non è necessario alcun lavoro strutturale, mentre gli interventi necessari sono i seguenti: ## Nuova infrastruttura edilizia e impiantistica: - OACT-WP4.2: realizzazione prefabbricato con ambiente climatizzato per ospitare la camera schermata e la strumentazione. ## Adeguamento strutturale dell'infrastruttura edilizia e impiantistica già esistente: OACT: - WP5.3: Adeguamento strutturale della cupola per ripristino e riorganizzazione degli spazi, aggiornamento impianti elettrici e idrica, estensione della rete in fibra ottica, ricollocazione della strumentazione, sostituzione di imposte e porte per miglioramento dell'efficienza energetica. - WP3.5: Realizzazione di un massetto antivibrazioni e prolungamento della rete elettrica. - WP4.2: Estensione degli impianti elettrici e idrici fino al prefabbricato che ospita la camera. - WP4.3: Interventi per la schermatura dei sistemi di raffreddamento esistenti. OACN: - WP3.1: Ristrutturazione di 3 stanze e 1 bagno per ospitare la camera, inclusa la realizzazione di impianti necessari (elettrico, idraulico, gas, raffreddamento, riscaldamento, smaltimento). - WP3.3: Lavori minimi per risistemazione e riattivazione funzionale di una stanza dedicata e della camera bianca esistente. Tutti gli interventi saranno progettati nel rispetto delle linee guida ambientali e di sostenibilità, garantendo un'impronta ecologica minima e l'ottimizzazione delle risorse energetiche. a3. RECLUTAMENTO DEL PERSONALE Il progetto prevede il rafforzamento delle risorse umane dedicate allo sviluppo e gestione delle infrastrutture proposte. In particolare, sono previsti interventi per il reclutamento di tecnologi, ingegneri, ricercatori e tecnici a tempo determinato (TD) con profilo adeguatamente scelto per dare specifico supporto alle diverse facilities. Questi includono: Ricercatori/Tecnologi TD Livello 1 OAR – WP1: Project Manager senior per il coordinamento generale e rapporti con stakeholders. OACT – WP3.5, WP4.2: Systems Engineer senior per supporto tecnico alle facility, inclusi requisiti, test e documentazione. Ricercatori/Tecnologi TD Livello 3 OAR – WP1.1: Project Manager Junior per supporto in rendicontazione e interazioni con WP manager OAR – WP2.1: 2

Unità per rafforzare sinergie ricerca-industria e trasferimento tecnologico OACN – WP2.2: Tecnologo per supporto tecnico-scientifico, promozione della facility, sviluppo metodologie e modello per ground-based astronomy OACN – WP3.1: 3 unità per definizione requisiti, supporto alla progettazione, test e gestione facility OACN – WP5.1: 1 unità per supervisione tecnica del progetto, gestione interfacce e sviluppo software OAC – WP4.1: Tecnologo per R&D su mitigazione del rumore elettromagnetico OACT – WP3.5, WP4.2: Tecnologo con competenze in elettronica e RF per supporto e gestione facility OAPa – WP3.4: 1 tecnologo per design, assemblaggio e test del laboratorio, 1 ricercatore per modelli atmosferici e interazione con ambiente radiativo/particellare, 1 tecnologo esperto in AI e reti neurali OAA – WP5.2: 1 unità per progettazione e integrazione del laboratorio OAA – WP4.4: Tecnologo per utilizzo e gestione della camera anecoica CTER TD OAC: WP4.1: Tecnico elettronico per gestione camera riverberante, misure e certificazione. OACN – WP2.2: Tecnico per manutenzione server, gestione programma Comet, networking multi-sede. OACN – WP3.3: 1 tecnologo per cannone ionico, 1 Funzionario amministrativo per supporto a progetto e bandi OACT – WP5.3: 1 unità tecnico-scientifica per elaborazione dati, 1 unità elettronico/elettromeccanico, 1 funzionario amministrativo per progetto e bandi OACT – WP4.3: 1 tecnico elettronico, 1 tecnico programmatore OACT – WP4.2: Funzionario amministrativo per supporto a progetto e bandi. Sarà inoltre previsto un trasferimento di know-how interno per giovani tecnici, tecnologi e ricercatori da inserire all'interno dei team di lavoro. a4. PROCEDURE GESTIONALI E AMMINISTRATIVE PER L'EFFICIENTAMENTO DEI SERVIZI Come parte dei WPs, in particolare di management e coordinamento (WP1, WP2), il progetto STILEMI attua azioni mirate per migliorare su più fronti l'efficienza operativa e la fruibilità delle infrastrutture. Questi includono: Procedure e modelli organizzativi per la gestione distribuita delle risorse tra i diversi nodi dell'infrastruttura Sistemi di modelling e data base (es. Model Based System Engineering) per rappresentare l'infrastruttura integrata (inclusiva di caratteristiche, prestazioni, disponibilità, etc.) comprensiva di tutti i laboratori per promuovere e agevolare l'utilizzo degli stessi anche da parte delle aziende Team centrale di management di coordinamento Attività di coordinamento tecnico con un team integrato rappresentativo delle diverse facilities STILEMI distribuite. Sistemi informatizzati per la prenotazione, gestione e rendicontazione delle attività Procedure integrate e sistemi digitali per il monitoraggio delle performance e l'ottimizzazione dei flussi operativi Tali azioni mirano a rendere le facilities accessibili in modo efficace a comunità scientifiche, industriali e istituzionali, promuovendo l'uso condiviso delle risorse e una governance trasparente e tracciabile. a5 SISTEMI DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE STILEMI implementerà processi, metodologie e tool dedicati alla valutazione delle performance. Questo includerà un fase di definizione di criteri di valutazione delle performance, con relativa prioritizzazione, assegnazione alle diverse infrastrutture in base alla loro natura (es. facility di test o infrastruttura di coordinamento), e identificazione dei metodi di monitoraggio. Verrà sviluppato e mantenuto un sistema centralizzato per il tracciamento delle performance, affiancato da procedure che, sulla base degli outcome di valutazione, supportino l'attivazione di azioni correttive o preventive per garantire livelli prestazionali elevati e stabili. I criteri di valutazione saranno specifici per tipologia di infrastruttura e includeranno, a titolo esemplificativo: - Infrastrutture di Coordinamento (es. WP1, WP2): grado di coinvolgimento industriale (numero aziende contattate, distribuzione territoriale), richieste e progetti congiunti, co-sviluppo e trasferimento tecnologico. - Infrastrutture di laboratorio: utilizzo da parte di aziende e gruppi di ricerca, attività di test e co-sviluppo, disponibilità e affidabilità delle apparecchiature e della facility, tempo e frequenza di utilizzo, efficienza energetica, monitoraggio dei costi. - Performance scientifica: numero pubblicazioni su giornali scientifici e su proceeding e relativo impatto specifico; numero ed entità di brevetti, esperimenti e progetti attivati. - Performance organizzativa: efficienza nella gestione dell'accesso, qualità del servizio, tempi di risposta, tasso di utilizzo. - Performance economica: sostenibilità finanziaria, avanzamento della spesa, efficienza della rendicontazione, rapporto costi/benefici. Questi sistemi saranno supportati da dashboard digitali e che integreranno le singole facility e l'intera infrastruttura STILEMI. a6 RETI TEMATICHE E/O MULTIDISCIPLINARI INAF ha sempre promosso attivamente la cooperazione tra i propri istituti e con altri Organismi (enti, università, agenzie) e infrastrutture di ricerca, con l'obiettivo di integrare competenze complementari, partecipare a progetti multidisciplinari e sviluppare soluzioni innovative ad alto livello scientifico e tecnologico. Un esempio recente di rafforzamento delle collaborazioni tra enti è l'Accordo Quadro sottoscritto nel 2023 tra INAF e CNR, che stabilisce una cooperazione in ricerca, formazione, trasferimento tecnologico e iniziative di interesse comune. In tale contesto è stato istituito il Programma di Ricerca Spaziale di base (PRORIS), volto a supportare la comunità italiana e la ricerca spaziale di base attraverso strategie a lungo termine e progetti ad alto contenuto scientifico in coordinamento con l'Agenzia Spaziale Italiana, ASI. L'iniziativa ha favorito collaborazioni stabili e multidisciplinari (fisici, ingegneri, biologi geologi, chimici e informatici coinvolti nell'affrontare problemi complessi) tra i due enti su temi scientifici comuni. Nell'ambito del progetto STILEMI si farà uso di risorse e piattaforme comuni già esistenti in INAF e/o sviluppate nell'ambito del progetto STILES. INAF, da sempre impegnato in iniziative nazionali ed europee nell'adozione dei principi FAIR, contribuirà allo sviluppo di archivi distribuiti e interoperabili. Le infrastrutture del progetto STILEMI



adotteranno protocolli e standard condivisi per l'interoperabilità, in linea con l'esperienza pluriennale di INAF nell'ambito dell'IVOA (International Virtual Observatory Alliance), garantendo uniformità nei formati e nelle interfacce di accesso ai dati. Il progetto prevede la condivisione e standardizzazione di metodologie e procedure operative attraverso modelli collaborativi (es. Concurrent Design, system engineering condivisa, test armonizzati) in WP quali WP2 e WP4. Le facility di test (es. camera lunare, simulatori atmosferici, camere RF) adotteranno linee guida e protocolli comuni sviluppati congiuntamente, con manuali e procedure standardizzati per garantire coerenza e replicabilità dei risultati secondo norme applicabili. Il progetto prevede l'integrazione delle infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione in una rete accessibile a utenti interni ed esterni, inclusi quelli industriali. Sarà adottato un sistema condiviso di gestione per prenotazioni, accessi e supporti tecnici, con sportelli virtuali e repository informativi. I nodi INAF coinvolti collaborano già in reti di infrastrutture distribuite (es. SKA, MeerKAT, ELT), facilitando l'integrazione dei servizi di accesso. Con il progetto STILEMI si intende anche realizzare iniziative per l'internazionalizzazione delle reti: INAF è già fortemente inserito in reti internazionali e partecipa a numerosi progetti con partner europei e non. Con STILEMI si intende: rafforzare il ruolo dei centri del Sud Italia in reti europee e globali, attivare collaborazioni strutturate per l'utilizzo congiunto di facility e dati, promuovere joint-labs, programmi di mobilità e progetti congiunti di R&S. INAF ha una solida tradizione nella divulgazione scientifica e gestisce piattaforme digitali, osservatori didattici e musei. Nell'ambito STILEMI verranno sviluppati: strumenti digitali e tools integrati per comunicare risultati scientifici e tecnologici; materiali divulgativi (opuscoli, video, pubblicazioni, etc.) e iniziative congiunte con scuole, università, industrie e cittadini, anche attraverso progetti di Citizen Science. L'insieme delle azioni descritte dimostra l'impegno di INAF nel promuovere un sistema di ricerca integrato, aperto e collaborativo. Il progetto STILEMI si configura come un'opportunità strategica per consolidare e strutturare reti tematiche e multidisciplinari tra infrastrutture e organismi di ricerca, favorendo la condivisione di risorse, l'armonizzazione delle pratiche, l'internazionalizzazione e il coinvolgimento della società. Queste iniziative non solo rafforzano il ruolo di INAF nel panorama scientifico nazionale e internazionale, ma contribuiscono anche a rendere le infrastrutture più efficaci, accessibili e capaci di rispondere alle sfide della ricerca avanzata e dell'innovazione tecnologica.

Descrivere l'obiettivo e le finalità del progetto in coerenza con gli interventi proposti in coerenza con quanto previsto all'art. 6 dell'Avviso:

- » **a.1** interventi per la realizzazione o ampliamento di facilities e risorse per la ricerca, intese come l'insieme integrato di spazi, strutture e dotazioni materiali e immateriali dedicati all'attività scientifica, comprensivi di:
  - unità operative e nodi distribuiti, fisicamente localizzati o virtuali;
  - infrastrutture fisiche e laboratoriali;
  - attrezzature scientifiche e tecnologiche;
  - strumentazioni specialistiche;
  - sistemi e piattaforme digitali e/o protocolli per la sicurezza e la cybersecurity;
  - apparecchiature per la ricerca;
  - sistemi informatici e software specialistici;
  - impianti, inclusa edilizia ed opere edili rispondenti alle linee guida DNSH.

Tali facilities e risorse per la ricerca devono essere ulteriori e aggiuntive rispetto a quelle già esistenti presso l'Infrastruttura di Ricerca, strettamente funzionali al progetto di potenziamento e finalizzate a supportare l'attività di ricerca, l'innovazione e il trasferimento tecnologico.

- » **a.2** interventi per la realizzazione di interventi di adeguamento strutturale e impiantistico delle suddette Facilities e risorse per la ricerca;
- » **a.3** interventi per il reclutamento di personale;
- » **a.4** interventi per lo sviluppo di procedure gestionali e amministrative per l'efficientamento dei servizi;
- » **a.5** interventi per l'implementazione di sistemi di monitoraggio e valutazione delle performance da intendersi secondo almeno uno dei seguenti esempi applicativi, qui riportati a titolo esemplificativo:
  - Performance dell'infrastruttura (es. Efficienza operativa delle apparecchiature; Disponibilità e tempi di utilizzo; Affidabilità dei sistemi; Capacità di elaborazione dati.);
  - Performance scientifica (es. Output di ricerca prodotti; Numero di esperimenti/analisi condotti; Qualità dei dati generati; Impatto scientifico delle ricerche svolte);

- *Performance organizzativa: (es. Efficienza nella gestione delle risorse; Capacità di servizio agli utenti; Tempi di risposta alle richieste; Gestione delle prenotazioni e dell'accesso);*
  - *Performance economica: (es. Sostenibilità finanziaria, Avanzamento della spesa e della rendicontazione; Efficienza nell'uso delle risorse).*
  - » **a.6** *interventi per la creazione di reti tematiche o multidisciplinari tra IR e/o Organismi di Ricerca mirate: (e/o):*
    - *allo sviluppo di piattaforme comuni per la condivisione e gestione dei dati secondo i principi FAIR;*
    - *all'implementazione di protocolli e standard comuni per l'interoperabilità dei dati;*
    - *alla condivisione e standardizzazione di metodologie e procedure operative;*
    - *allo sviluppo di servizi integrati di accesso alle facilities;*
    - *alla realizzazione di iniziative per l'internazionalizzazione delle reti;*
    - *allo sviluppo di strumenti comuni per la disseminazione e il public engagement.*
- 16000 car.

## **D - ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO; WORKPACKAGE, ATTIVITÀ, OBIETTIVI REALIZZATIVI, OBIETTIVI INTERMEDI, UNITÀ OPERATIVE COINVOLTE, ELEMENTI PER IL MONITORAGGIO**

### **11D1 ARTICOLAZIONE DI DETTAGLIO DEL PROGETTO**

*Descrivere:*

- *gli obiettivi realizzativi*
- *gli obiettivi intermedi (titolo, descrizione, elenco dei prodotti e dei deliverables)*
- *individuazione degli indicatori misurabili e del metodo di quantificazione per il monitoraggio dello stato di avanzamento e la verifica dell'effettivo raggiungimento dell'obiettivo/WP*
- *le attività di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale (titolo, descrizione, mese di avvio, durata)*
- *i soggetti che svolgono le attività e che conseguono gli obiettivi (Unità Operative)*
- *la tempistica di realizzazione associata a ciascuna attività (mese di avvio, durata)*
- *sintesi delle attività,*

16000 car.

**Per ogni WP:**

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

*WP01*

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

*Management*

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

*MGMT*

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

*1*

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

*36*

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**



Italiana

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

Adriano

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

Fontana

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

FNTDRN62S29H501G

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

adriano.fontana@inaf.it

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

0694286456

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

*Il progetto STILEMI è complesso e altamente articolato, con attività che abbracciano diversi ambiti e coinvolgono numerose sedi locali dell'INAF. Oltre alla complessità, i tempi stretti impongono un attento monitoraggio e controllo delle attività per evitare ritardi e possibili difficoltà nel raggiungimento degli ambiziosi obiettivi prefissati nella proposta. Questo WP raccoglie le attività necessarie per supervisionare il progetto e garantire lo sviluppo fluido e coordinato di tutti gli altri WP e il raggiungimento tempestivo di tutti gli obiettivi originariamente definiti, con la qualità adeguata. L'attività si svolgerà a stretto contatto con i responsabili dei WP, con il Coordinatore Scientifico, con il Responsabile Amministrativo e con i servizi centrali dell'INAF che supporteranno il progetto. Il responsabile di questo WP sarà il Manager della Infrastruttura, che sarà assunto/a specificatamente per questa attività. Il/La manager interagirà con l'amministrazione centrale nazionale responsabile dei fondi del PNRIC e con qualsiasi altro ente o organismo di controllo autorizzato. La gestione del progetto sarà svolta in conformità con le migliori pratiche consolidate di project management. Poiché gli obiettivi di alto livello sono ben definiti all'inizio del progetto, verrà adottato un ciclo di vita "a cascata" a livello globale. Ogni WP riferirà regolarmente al Manager della Infrastruttura, indicando chiaramente lo stato di avanzamento di ciascuna attività, i risultati intermedi raggiunti e le prospettive per il periodo successivo. Eventuali scostamenti saranno segnalati tempestivamente, al fine di poter adottare tutte le azioni. La pianificazione dettagliata delle attività e dei costi sarà alla base del monitoraggio del progetto, che verrà effettuato tramite la metodologia dell'Earned Value. Il registro dei rischi, predisposto al momento della proposta, verrà aggiornato durante il progetto coinvolgendo gli stakeholder chiave. Verranno individuate strategie di mitigazione per ridurre la probabilità e/o l'impatto di ciascun rischio. Verrà inoltre predisposto un piano di emergenza per reagire adeguatamente qualora il rischio si concretizzi. I rischi vengono quindi costantemente monitorati per mantenere aggiornata la probabilità/l'impatto e per individuare segnali di un'imminente innesco. Al fine di ottimizzare le risorse mantenendo un adeguato controllo sulle attività di progetto, prevediamo di assumere un Project Manager junior che supporterà il Manager della Infrastruttura nella gestione del progetto. Oltre alla gestione delle attività di progetto, mirando all'esecuzione efficace e tempestiva di tutti i compiti previsti, questo WP ha l'obiettivo di garantire il coordinamento scientifico. Per raggiungere questo obiettivo, prevediamo la creazione del Project Office STILEMI. Il Project Office è responsabile della definizione degli obiettivi scientifici e si impegna a mantenere l'attenzione scientifica su tali obiettivi durante la durata del progetto e oltre. Mira quindi a massimizzare lo sfruttamento scientifico dei risultati all'interno dell'INAF e nella comunità astrofisica in generale. Il Comitato Scientifico è composto da, Adriano Fontana, Coordinatore Scientifico di STILEMI, dai Responsabili Scientifici dei quattro WP tecnici e dal Manager della Infrastruttura che verrà assunto per il progetto. Il Comitato Scientifico garantirà inoltre il coordinamento scientifico con gli altri progetti INAF e con le iniziative parallele a livello nazionale e internazionale. Il WP 1 si compone di una sola attività (1.1), descritta in maniera sintetica di seguito e dettagliata successivamente nella rispettiva sezione all'interno della proposta: Attività 1.1 Management L'obiettivo di questa attività è coordinare il progetto dal punto di vista operativo, assicurandosi che gli obiettivi stabiliti all'inizio del progetto siano*

raggiunti nei tempi previsti e con la qualità attesa. Eventuali problemi che incidono sulla tempistica saranno immediatamente segnalati e saranno adottate le opportune misure di recupero. Se necessario, il progetto potrà essere rimodulato in accordo con l'ente finanziatore, mantenendo invariati gli obiettivi principali. Questa attività prevede diverse mansioni: • definizione e mantenimento della tempistica • verifica del raggiungimento delle milestone del progetto • monitoraggio delle attività dei partner di progetto • preparazione della documentazione pertinente • preparazione e supporto alle riunioni di progetto (fisiche o virtuali a seconda delle esigenze del momento) • monitoraggio e controllo dei costi di progetto • supporto al responsabile scientifico per gli aspetti gestionali. Il responsabile di questa attività si manterrà costantemente in contatto con i diversi WP, con l'ausilio di un PM junior. Il Comitato Scientifico di STILEMI, responsabile della gestione scientifica del progetto, si riunisce con frequenza almeno bi-settimanale per: - verificare il raggiungimento degli obiettivi di progetto previsti per quel periodo - verificare l'allineamento degli sviluppi tecnici con gli obiettivi strategici scientifici - contribuire all'identificazione e all'aggiornamento dei rischi - identificare nuove problematiche e possibili soluzioni all'interno dell'attuale baseline del progetto o proporre modifiche a ambito/programma/costi. L'attività di Gestione della Ricerca sarà svolta in collaborazione con tutte le strutture INAF coinvolte.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

*Questo WP si pone i seguenti obiettivi: - definizione del piano di progetto - verifica del piano di progetto e della sua attinenza con gli obiettivi originali - azioni correttive da implementare nel caso di scostamenti - controllo del budget complessivo e del profilo di spesa del progetto - preparazione della reportistica necessaria per il management INAF - preparazione della reportistica necessaria per la rendicontazione procedurale e finanziaria verso gli enti vigilanti (MUR).*

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

*Questo WP ha come obiettivo il coordinamento dell'intero progetto e mira a garantire che tutti gli obiettivi previsti siano raggiunti nei tempi previsti, nel rispetto del budget previsto e con la qualità necessaria.*

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

*Osservatorio Astronomico di Roma*

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

*Questo WP di coordinamento verrà svolto nella sede INAF-Osservatorio Astronomico di Roma (OAR) che è la sede del Coordinatore Scientifico. La scelta dell'OAR, è motivata dalla presenza di personale altamente specializzato, di consolidata esperienza nella gestione di grandi progetti di Ricerca (quali ad esempio STILES, precursore di STILEMI). L'OAR è dotato di strumenti per la gestione di progetti, di uffici attrezzati e connessi. L'OAR è inoltre provvisto di sale riunioni di varie dimensioni.*

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

*Per questo WP abbiamo previsto come unica fonte di costo l'assunzione di un Manager della Infrastruttura e di un Project Manager junior per le azioni di supporto al Manager della Infrastruttura. Il Manager della Infrastruttura avrà un contratto di alto profilo (Dirigente Tecnologo) mentre il PM junior avrà un contratto da Ricercatore Tecnologo o equivalente. I loro contratti si estenderanno su tutti i mesi di esecuzione del progetto. Le spese di informatica personale e di missione necessarie saranno sostenute con le spese generali (7%) dedicate.*

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

*- Preparazione della documentazione di progetto, specificata nella descrizione delle attività di questo WP. - Preparazione dei documenti necessari per la rendicontazione del progetto verso il MUR, secondo la tempistica concordata*

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

WP02

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

*Research & Industry Synergy*

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

*RIS*

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

*1*

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

*36*

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

*Adriano*

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

*Fontana*

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

*FNTDRN62S29H501G*

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

*adriano.fontana@inaf.it*

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

*0694286456*

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

*Il WP2 rappresenta la risposta del progetto STILEMI alla necessità di realizzare una efficace collaborazione tra il mondo della ricerca e le industrie, per valorizzare gli investimenti fatti nel programma e consentire al sistema-paese di mantenere un ruolo di primo piano nell'affrontare le sfide tecnologiche e scientifiche future. In particolare, il WP2 si cala nell'ottica dell'ingegnerizzazione e dell'ottimizzazione dello sviluppo di sistemi complessi. In tal senso, sono state definite due attività principali: WP 2.1 - Innovation Management: Sviluppo della sinergia ricerca-industria, supporto e coordinamento strategico delle facility e dei laboratori. Questa attività è focalizzata sulla creazione di un team dedicato interno all'INAF, che si occupi di gestire il processo di creazione di sinergie e sfruttamento delle infrastrutture di ricerca già esistenti e che si andranno a realizzare nell'ambito di STILEMI. Il team avrà il compito di utilizzare in maniera efficace e competitiva le risorse realizzate con STILEMI sia per l'ente e soprattutto per il panorama industriale, attività che non possono essere demandate al personale di ricerca dell'INAF che non è dedicato a questi aspetti. Per fare questo, le risorse saranno investite nell'acquisizione di personale di elevata competenza tecnologica e scientifica che andrà a comporre il team di supporto strategico. Il team sarà responsabile di diverse attività con impatto immediato e sul medio e lungo periodo. In primo luogo, si occuperà dell'outreach verso le industrie su tutto il territorio nazionale. Ciò si traduce innanzitutto nella disseminazione di informazioni relative alla presenza delle facility e dei laboratori nelle diverse sedi INAF, descrivendone le potenzialità*

spesso uniche a livello nazionale per applicazioni industriali. La priorità di questa attività di outreach verrà data alle infrastrutture in fase di realizzazione e upgrade in STILEMI. Il risultato più immediato di questo lavoro sarà la facilitazione di una collaborazione attiva con le industrie interessate per definire i requisiti di progetto nei vari WP di STILEMI. La stessa opera di diffusione sarà fatta per le altre facility che INAF può mettere a disposizione, in particolar modo quelle realizzate tramite il progetto PNRR STILES, di cui STILEMI rappresenta la naturale evoluzione, al fine di valorizzarne ulteriormente il loro utilizzo. Altro compito del team sarà quello di coadiuvare le industrie nel definire le modalità con cui usufruire delle infrastrutture INAF, delineando un sistema lineare e rodato di collaborazione a livello locale. In questo senso, il team sarà in prima linea per supportare sia le industrie che i responsabili locali delle strutture sia dal punto di vista tecnico che organizzativo. Il team si occuperà infine di favorire il processo di trasferimento tecnologico tra INAF, altri enti di ricerca, università e industrie, definendo una struttura organizzativa dedicata alla formazione e alla divulgazione di know-how, con l'obiettivo di rendere tutti gli attori in gioco competitivi nella partecipazione a progetti di alta rilevanza scientifica e/o tecnologica. L'insieme di queste attività consentirà a INAF di sviluppare una metodologia consolidata di collaborazione con il mondo esterno applicabile con successo anche sul lungo termine.

**WP 2.2 - Concurrent Design Facility:** Creazione e potenziamento della facility di concurrent design in INAF. La seconda attività del WP è incentrata sul potenziamento della rete di Concurrent Design Facility (CDF), sviluppata in INAF nell'ambito del progetto STILES. Quest'ultimo ha consentito la realizzazione di due facility, a Napoli e a Milano, per utilizzare le metodologie di design concorrente, adottate con successo soprattutto all'estero per progetti per lo spazio, anche in altri campi di applicazione, primo fra tutti l'astronomia da terra. La CDF sarà utilizzata dal personale INAF per lo sviluppo di strumentazione e progetti astronomici, e verrà messa a disposizione delle industrie nazionali, e specie quelle del Distretto Aerospaziale Campano, per attività di progettazione e di formazione. Le attività relative alla CDF si articoleranno principalmente sul potenziamento hardware e software delle due facility già in sviluppo, sulla creazione di un terzo nodo INAF a Cagliari, e infine sulla definizione di una metodologia di applicazione che consenta sia a INAF che alle industrie di sfruttare l'infrastruttura per lo sviluppo di progetti dall'alto valore tecnologico, con una riduzione notevole dei tempi e dei costi di sviluppo. Le facility di Napoli e Cagliari, in particolare, rappresenteranno delle unicità sul territorio del Mezzogiorno, candidandosi a poli per lo sviluppo industriale del territorio. Per quanto riguarda la facility di Napoli, nodo primario della rete di CDF INAF, STILEMI consentirà un upgrade dell'infrastruttura audio/video, migliorando la qualità e l'efficacia della condivisione di contenuti tra i partecipanti alla sessione, sia in presenza che da remoto. Server dedicati alla gestione dei tool software permetteranno il funzionamento indipendente della CDF di Napoli, ma anche degli altri due nodi, rendendo la comunicazione tra le strutture della rete di CDF pienamente operativa e uniforme, aprendo anche la strada allo sviluppo di ulteriori nodi in altri istituti in futuro. Saranno acquisite licenze per il tool di concurrent design, con l'obiettivo di creare un paradigma di comunicazione compatibile con le strutture presenti a livello internazionale, consentendo la piena collaborazione in ambiente di ingegneria concorrente per progetti futuri. Attività chiave sarà inoltre l'espansione del laboratorio di extended reality creato a supporto della CDF di Napoli nell'ambito di STILES. L'immersione nel mondo di realtà virtuale e mista in contemporanea di più utenti partecipanti alla sessione di design concorrente permetterà di gestire in maniera innovativa e efficace la design review e la visualizzazione di modelli, soprattutto nelle prime fasi di sviluppo concettuale per le quali le metodologie di concurrent design sono particolarmente impiegate. Il contributo delle tecnologie di realtà estesa non si fermerà solo al supporto allo sviluppo di sistemi complessi; rappresenteranno infatti un supporto significativo alla formazione di personale nei diversi campi di ricerca, sviluppo scientifico, tecnologico e industriale. A tal fine, l'acquisizione di sistemi di tracking dell'utente e di feedback tramite sensori biometrici permetteranno lo sviluppo di applicazioni di training in realtà estesa sempre più precise e puntuali, adattabili anche all'utente specifico. Il potenziamento del nodo di Milano mirerà inoltre ad aumentare il numero di postazioni disponibili all'interno della facility, rendendola idonea anche all'utilizzo da parte delle industrie per grandi progetti. La creazione del nodo di Cagliari, infine, aprirà nuovi fronti di collaborazione e sinergia con il mondo industriale, sia dal punto di vista territoriale che delle competenze messe a disposizione. Il gruppo dedicato allo sviluppo delle CDF si interfacerà con il team di Innovation Management di STILEMI per la gestione della collaborazione con le industrie, sin dalla fase di progettazione degli interventi di potenziamento. Infine, la CDF sarà utilizzata per organizzare corsi di formazione del personale innovativi, destinati sia al personale degli enti di ricerca che a quelli delle industrie, specie del Sud, in collaborazione con le Università dell'area napoletana. Le caratteristiche uniche della CDF permetteranno di combinare le lezioni frontali con esperienze ad alto valore didattico grazie alla strumentazione tecnologica della CDF.

➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**



*Gli obiettivi realizzativi del WP si articolano secondo lo schema seguente. Per il WP 2.1: - Selezione del personale che comporrà il team di supporto strategico - Creazione di un organigramma per definire i ruoli e le responsabilità specifici all'interno del team - Organizzazione di eventi di outreach per le industrie - Creazione e condivisione di documentazione utile per la definizione delle modalità di collaborazione Per il WP 2.2: - Selezione del personale a supporto della Concurrent Design Facility - Progettazione e realizzazione del nodo di Cagliari della CDF - Potenziamento tecnologico del nodo primario presso l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte - Potenziamento delle tecnologie di extended reality a supporto delle sessioni di concurrent design presso il nodo primario di Napoli - Potenziamento tecnologico del nodo CDF presso l'Osservatorio Astronomico di Brera - Valorizzazione della facility nel framework industriale campano e nazionale - Realizzazione di un documento di linee guida per il futuro potenziamento della rete CDF INAF, con la realizzazione di nuovi nodi in altri Istituti sul territorio nazionale - Applicazione dell'architettura CDF a nuovi progetti INAF - Applicazione e promozione della metodologia per nuovi progetti industriali - Protocollo di Ingaggio per l'utilizzo della CDF da parte di terzi*

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

*Il WP consentirà la definizione di un sistema strutturato dedicato al reciproco trasferimento tecnologico e di know-how tra INAF e industrie italiane, in particolare nel Mezzogiorno. La Concurrent Design Facility metterà a disposizione un'infrastruttura moderna e metodologie innovative per la modellizzazione di sistemi complessi e il training di personale specializzato, mentre il team di coordinamento centrale favorirà il rafforzamento e la stabilità delle sinergie tra ricerca e industria.*

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

*Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Osservatorio Astronomico di Roma*

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

*L'attività di Innovation Management fa capo alla Sede Centrale INAF di Roma, data la centralità per il coordinamento nazionale in INAF. I nodi della Concurrent Design Facility sono distribuiti tra tre Osservatori a Napoli, Milano e Cagliari, per massimizzare sia la copertura sul territorio nazionale, sia il vantaggio di competenze messe a disposizione. L'attività corrispondente (2.2) è basata a Napoli, dove saranno gestiti i fondi di progetto, per via del suo ruolo di nodo primario, che rappresenta un polo strategicamente chiave per il mondo industriale nel Sud Italia.*

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

*Le risorse allocate al WP saranno principalmente impiegate per il reclutamento di personale e per il potenziamento hardware e software delle facility di concurrent design. Per quanto riguarda l'attività di supporto e coordinamento strategico, due risorse entreranno a far parte del team per tutta la durata delle attività del WP, garantendo una forza lavoro adeguata per lo svolgimento delle attività previste. Una parte del budget sarà inoltre dedicata alla copertura dei costi relativi all'Open Access, al Trans National Access e alla gestione dei dati secondo i principi FAIR. A supporto dello sviluppo dell'attività legata alla Concurrent Design Facility, invece, si prevede il reclutamento di due unità di personale. La prima risorsa garantirà lo sviluppo di nuove procedure standard in ambiente di ingegneria concorrente per i progetti strategici INAF e per i campi di applicazione di interesse per le industrie, oltre a rappresentare il contact point per enti internazionali, come ad esempio l'European Space Agency, per potenziali progetti sviluppati in collaborazione in ambiente di design concorrente. La seconda risorsa offrirà supporto tecnico alle facility per garantirne la continuità di funzionamento, oltre a proporre e implementare migliorie tecniche che incrementino la qualità, l'affidabilità e la versatilità dell'infrastruttura. Parte delle risorse sarà investita per la creazione del nodo di Cagliari, per il potenziamento delle postazioni di lavoro delle facility di Napoli e Milano, e per l'upgrade del laboratorio di extended reality a supporto della CDF di Napoli. In tutti i casi citati la stima dei costi è basata su quotazioni di fornitori, prezzi di listino e sulla profonda conoscenza del mercato, dovuta allo sviluppo delle facility di Napoli e Milano nel corso del progetto STILES. Le risorse allocate consentiranno di conseguire gli obiettivi prefissati, ovvero di rendere operativo il terzo nodo CDF di Cagliari, estendere le potenzialità degli altri due nodi, incrementando l'attrattività per le industrie e l'efficacia nello sviluppo di sistemi, e infine rendere il laboratorio di realtà virtuale e mista pienamente*



*operativo per l'organizzazione di sessioni multi-utente e di training avanzato. Le risorse investite nel software di ingegneria concorrente, infine, consentiranno un importante supporto da parte di esperti del settore nella particolarizzazione del tool utilizzato alle applicazioni di interesse per INAF e partner industriali, rendendo la CDF estremamente versatile.*

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

*I seguenti indicatori consentiranno di tenere traccia dell'avanzamento delle attività del WP: - Scostamento (misurato in mesi) tra le date previste e quelle reali per le milestone/deliverables del progetto - Scostamento (misurato in mesi) tra le spese previste e quelle reali nelle varie fasi del progetto - Rispetto delle specifiche tecniche come indicato dalle relazioni di collaudo finali*

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

*WP03*

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

*Facilities for Testing in Extreme Environments*

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

*FTEE*

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

*1*

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

*36*

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

*Francesca*

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

*Esposito*

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

*SPSFNC72L41F839L*

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

*francesca.esposito@inaf.it*

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

*0815575568*

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

*Il WP3 ha come obiettivo centrale la realizzazione e il potenziamento di una rete di infrastrutture sperimentali avanzate, progettate per testare, validare e sviluppare tecnologie e materiali innovativi in*

condizioni estreme — terrestri, spaziali e planetarie. Le attività dei cinque sotto-WP (3.1–3.5) si fondano su un approccio multidisciplinare che integra esperienze in astrofisica sperimentale, ingegneria dei materiali, chimica planetaria, nanoscienza e tecnologie per l'industria spaziale. Tutti i sotto-WP condividono: l'impiego di ambienti simulati altamente controllati per la qualificazione di materiali e dispositivi; la centralità del testing avanzato in scenari realistici e critici; l'integrazione tra strumentazione esistente e nuova; un impatto significativo per il trasferimento tecnologico e la competitività dell'industria italiana in ambito spaziale e high-tech. Riassumiamo qui sinteticamente quanto descritto con maggior dettaglio nelle schede relative alle 5 attività in cui è organizzato questo WP.

**WP3.1 – Lunar Simulation Chamber** Obiettivo: realizzare una camera di simulazione lunare in grado di riprodurre le condizioni ambientali estreme della superficie della Luna (vuoto spinto, polvere, radiazioni, impatti micrometeorici) e di un nuovo laboratorio che potrà ospitare tale facility. Funzioni principali: testare e qualificare strumenti scientifici e dispositivi tecnologici per missioni lunari, simulando condizioni termiche ( $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), pressioni  $<10^{-6}$  mbar, radiazione UV, vento solare (ioni/elettroni) e polveri sospese. Impatto: supporto alla space economy nazionale, alla ricerca lunare e alla validazione di strumenti e dispositivi per missioni spaziali scientifiche e commerciali. Sinergie: forte complementarità con la camera HALT/HASS (WP3.5) e con l'acceleratore ionico (WP3.2) per simulazioni combinate. Sede: INAF-Napoli (anche grazie alle competenze maturate nel progetto PNRR "Earth Moon Mars").

**WP3.2 – Acceleratore ionico ad alta energia** Obiettivo: acquisire un acceleratore ionico (fino a diverse centinaia di keV) per studiare l'interazione tra particelle energetiche e materiali, replicando le condizioni spaziali. Funzioni principali: simulare il bombardamento di ioni su materiali solidi (meteoriti, minerali, ghiacci, polimeri, semiconduttori) e osservarne l'evoluzione fisica, chimica e spettrale mediante spettroscopia (IR, Raman, UV-VIS), anche in condizioni criogeniche (fino a 17 K). Applicazioni: astrochimica, astrobiologia, space weathering, materiali per sensoristica e rivestimenti high-tech. Sinergie: si combina con le analisi effettuate nella camera lunare (WP3.1) e consente di processare i materiali testati nei simulatori atmosferici (WP3.4) per completarne la caratterizzazione anche rispetto allo space weathering. Sede: INAF-Catania.

**WP3.3 – Ingegneria su nanoscala (FIB-SEM-TOF)** Obiettivo: installare un sistema integrato FIB-SEM-TOF per la caratterizzazione morfologica, chimica e isotopica di materiali fino a scala nanometrica. Funzioni principali: imaging ad altissima risoluzione, analisi 3D, profilatura di profondità, studio di difetti, interfacce e contaminazioni, anche in campioni extraterrestri (es. meteoriti). Applicazioni: semiconduttori, batterie, materiali compositi, biomedicale, aerospazio. Valore aggiunto: ottimizzazione dell'uso di campioni unici e rari, come quelli da missioni di ritorno da corpi del sistema solare; attrazione di collaborazioni scientifiche e industriali. Sinergie: fornisce analisi complementari ai test funzionali delle camere WP3.1, WP3.2 e WP3.5. Sede: INAF Napoli.

**WP3.4 – Simulatore Eso-Atmosferico (LIFE/LIFE+)** Obiettivo: potenziare due piattaforme esistenti per lo studio della chimica prebiotica e atmosferica in ambienti planetari ed esoplanetari estremi, in continuità con gli interventi operati attraverso il progetto PNRR IR STILES. Componenti chiave: una camera ad alta pressione (fino a 30 bar e 500 K) per simulare interfacce atmosfera-superficie, un electron gun (1–60 keV) per simulare space weathering, un sistema AI integrato per l'elaborazione dei dati e la modellazione chimico-spettrale. Output atteso: identificazione di condizioni favorevoli alla formazione di molecole complesse e biofirme. Sinergie: complementare all'analisi dei materiali in WP3.2 e WP3.3, e alla simulazione ambientale avanzata in WP3.1. Sede: INAF Palermo.

**WP3.5 – Camera HALT/HASS** Obiettivo: implementare una camera per test di vita accelerata e stress ambientale avanzato, secondo protocolli HALT/HASS. Funzioni: validare dispositivi elettronici e RF in condizioni estreme di temperatura ( $-100\text{ }^{\circ}\text{C}/+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vibrazione (fino a 80 gRMS) e shock, con cicli di test programmabili. Applicazioni: verifica di affidabilità, robustezza, MTBF e TRL di dispositivi destinati a radioastronomia (es. SKA), spazio, automazione, automotive. Sinergie: infrastruttura chiave per supportare la maturazione tecnologica (TRL) di sistemi testati anche in WP3.1, WP3.2 e WP3.3 e WP4. Sede: INAF-Catania.

Il WP3, attraverso i suoi cinque sotto-WP, mette in campo una rete sinergica e coerente di infrastrutture di test e sviluppo che potenzia le capacità del sistema di ricerca e rafforza l'interazione con il mondo industriale. Le facility previste coprono l'intero spettro delle esigenze per lo sviluppo tecnologico avanzato: dalla verifica in ambienti simulati (lunari, atmosferici, spaziali), alla caratterizzazione micro- e nano-strutturale, fino al collaudo di robustezza e affidabilità. Il tutto con un forte impatto sulla space economy, sull'astrofisica sperimentale, e sulla competitività industriale italiana nei settori ad alta tecnologia.

#### ➤ **11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP**

Il WP3 mira a progettare, realizzare, collaudare e rendere operative diverse infrastrutture scientifiche avanzate, strategiche per lo sviluppo tecnologico in ambito astrofisico e industriale, seguendo un modello comune in quattro fasi: a) Preparazione delle specifiche e/o disegno esecutivo, b) Acquisizione della strumentazione, c) Realizzazione e consegna del materiale, d) Collaudo e verifica. In dettaglio: 1. Lunar Simulation Chamber L'attività prevede la realizzazione di una camera di simulazione lunare e la

ristrutturazione e adeguamento dei locali che dovranno ospitare la facility. Obiettivi intermedi: O1: Reclutamento personale O2: Definizione specifiche tecniche della camera e avvio gare per lo sviluppo; O3: Progettazione preliminare della camera; O4: Progettazione del laboratorio che ospiterà la camera e avvio gara lavori edili; O5: Ristrutturazione locali e installazione impianti; O6: Progettazione finale della camera; O7: Costruzione della facility; O8: Validazione della facility e degli impianti. Deliverables: D1: Specifiche tecniche della camera; D2: Progetto laboratorio; D3: Relazione di collaudo laboratorio e impianti; D4: Design Report della camera lunare; D5: User Manual della camera lunare; D6: Relazione collaudo camera lunare; 2. Ion Accelerator L'obiettivo dell'attività è la realizzazione di un acceleratore ionico per ricerca e applicazioni industriali da rendere disponibile alla comunità scientifica e industriale. Obiettivi intermedi: O1: Avvio procurement; O2: Consegna e installazione facility e relativa componentistica; O3: Verifica e calibrazione con campioni standard; O4: Disseminazione. Deliverables: D1: Progetto esecutivo dell'acceleratore ionico; D2: Report collaudo facility; D3: Test report su set-up completo, usando campioni standard; D4: Materiale di comunicazione e disseminazione; D5: Facility operativa per uso scientifico/industriale. 3. Nanoscale Engineering Facility L'attività prevede la realizzazione di una facility basata su uno strumento FIB-SEM TOF ad alte prestazioni. Obiettivi intermedi: O1: Definizione specifiche tecniche e ricerca di mercato; O2: Procedura di acquisto e selezione fornitore; O3: Adeguamento locali e installazione camera pulita; O4: Installazione dello strumento, training e protocolli di analisi. Deliverables: D1: Documento requisiti strumento FIB-SEM TOF; D2: Documentazione acquisizione e installazione; D3: Protocolli di analisi; D4: Report dei test su materiali analoghi. 4. Exoplanetary Atmosphere Simulator L'attività prevede la realizzazione di un simulatore avanzato di atmosfere esoplanetarie, integrato con modelli di intelligenza artificiale. Obiettivi intermedi: O1: Reclutamento del personale e definizione del team; O2: Progettazione e avvio procurement; O3: Setup del fascio di elettroni in LIFE/LIFE+; O4: Assemblaggio e collaudo camera ad alta pressione; O5: Setup infrastruttura AI; O6: Sviluppo e validazione pipeline AI; O7: Definizione test, protocolli e uso strumentazione; O8: Esecuzione esperimenti di prova; O9: Integrazione dati-modelli AI; O10: Protocollo laboratorio-AI e workflow per modelli e test; O11: Avvio campagna sperimentali; O12: Archiviazione dataset in un repository interno consultabile; O13: realizzazione modelli AI; O14: Finalizzazione e disseminazione dei deliverables. Deliverables D1: Dataset completi da esperimenti sistematici; D2: Dati standardizzati, archiviati in un repository interno accessibile; D3: Modelli AI operativi, con manuale d'uso; D4: Pubblicazioni scientifiche; D5: Materiale divulgativo. 5. HALT/HASS Test Chamber L'attività prevede la realizzazione di una camera HALT/HASS per test ambientali estremi su dispositivi e componenti tecnologici. Obiettivi intermedi: O1: Progettazione lavori infrastrutturali; O2: Gara per lavori edili; O3: Bando per il reclutamento del personale; O4: Completamento lavori edili ed infrastruttura; O5: Acquisizione strumentazione; O6: Installazione strumentazione; O7: Test e verifica strumentazione singola; O8: Integrazione strumentazione; O9: Test e Verifica facility integrata. Deliverables: D1: Personale reclutato; D2: Adeguamento dell'IR ospitante la strumentazione; D3: Facility installata e validata; D4: Report tecnico di validazione e materiale per la disseminazione.

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

*Il WP3 realizza una rete integrata di infrastrutture avanzate per testare, validare e sviluppare tecnologie in condizioni estreme (lunari, spaziali, planetarie). Le cinque facility coprono simulazione ambientale, analisi nanoscopica, stress test e chimica prebiotica, con forte impatto strategico su ricerca, space economy e industria high-tech, promuovendo il trasferimento tecnologico e l'aumento del TRL dei sistemi.*

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

*Osservatorio Astronomico di Palermo, Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Osservatorio Astrofisico di Catania*

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

*OACN vanta esperienza ultradecennale nello sviluppo di tecnologie spaziali ed è capofila del progetto PNRR EMM nel quale INAF sta sviluppando strumentazione per la Luna e una piccola camera lunare. OACT ha competenze avanzate in sistemi RF, un nuovo laboratorio dedicato e lunga esperienza con acceleratori OAPA è altamente specializzato nello studio delle atmosfere stellari ed esoplanetarie e ospita le facilities LIFE e LIFE+ (finanziata dal PNRR IR STILES) che saranno potenziate in STILEMI.*

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

*Per la strumentazione più complessa i costi presentati in questo WP sono stati valutati tramite preventivi formulati col criterio "FFP offer" (Firm Fixed Price offer) da ditte specializzate negli interventi richiesti. Si specifica che questi preventivi hanno in genere validità fino alla fine del 2025, quindi possono essere soggetti ad aumenti se il programma dovesse partire oltre tale data. I costi del materiale COTS (Commercial Off-the-Shelf) sono stati valutati tramite consultazione di cataloghi o altra documentazione analoga, ove possibile valutando almeno due fornitori. I costi di edilizia sono stati stimati dal personale INAF competente in materia, sulla base del progetto preliminare di interventi e adottando il costo standard previsto per i rispettivi lavori. Ovviamente tutta l'attività di acquisizione di materiale e servizi seguirà le regole del Codice degli Appalti vigente. Si prevede che tutti gli acquisti sopra soglia, potrebbero essere soggetti a riduzioni di costo in caso di ribassi in fase d'asta.*

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

*- Redazione delle specifiche tecniche delle facilities e dei capitolati tecnici per le gare. - Assegnazione degli appalti nelle scadenze definite nelle varie fasi del progetto; - Realizzazione e verifica delle facilities entro la fine del progetto; - Rispetto delle specifiche tecniche come indicato dalle relazioni di collaudo finali.*

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

*WP04*

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

*Advanced Radio Frequency Facility*

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

*ARFF*

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

*1*

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

*36*

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

*Maria Grazia*

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

*Labate*

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

*LBTMGR82S64H224E*

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

*maria.labate@inaf.it*

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**



3342198698

## ➤ 11D1.12: Sintesi delle attività del WP

*La Facility Avanzata per Test a Radiofrequenza rappresenta un potenziamento strategico degli attuali laboratori, concepito per rispondere all'esigenza di rendere l'Italia competitiva nel campo della caratterizzazione completa di dispositivi, strumenti e apparecchiature a radiofrequenza, in linea con i requisiti stringenti propri della ricerca scientifica più avanzata. Questa facility consta di strumentazione e competenze uniche in supporto all'intero ciclo di vita di sistemi e sottosistemi RF, incluse fasi di progettazione, realizzazione, caratterizzazione, verifica e validazione. Il WP si articola in quattro attività: REVERBERATION CHAMBER per misure di Interferenze e compatibilità elettromagnetica RF SHIELDED ROOM per misure di precisione di dispositivi a bassa cifra di rumore su un ampio range a partire da basse frequenze TIME & FREQUENCY LABORATORY per misure di precisione temporale e sincronicità tra segnali ANECHOIC CHAMBER UPGRADE per caratterizzazione di antenne fino a 110 GHz. Ciascuna attività è progettata per eseguire misure e test mirati e l'integrazione di queste come parte di un'unica facility distribuita, con processi e procedure di test integrati ed armonizzati, consente una gestione coordinata e flessibile di attività di sviluppo e caratterizzazione, pianificate per rispondere alle esigenze di progetto. Tale approccio consente di testare ciascun componente nelle fasi più critiche, sfruttando una catena di test coerente e articolata, che integra le nuove facility con i laboratori già esistenti presso INAF.*

*REVERBERATION CHAMBER: Con l'avanzare della tecnologia, il controllo delle interferenze elettromagnetiche diventa sempre più essenziale, sia per garantire la conformità a standard tecnici esistenti, sia per assicurare che le apparecchiature non contaminino i segnali né che il loro funzionamento venga compromesso da interferenze auto-generate o provenienti dall'ambiente circostante. Inoltre, la ricerca avanzata in settori come la radioastronomia, in cui i segnali da rilevare sono estremamente deboli, impone requisiti ancora più stringenti sulle prestazioni delle camere, al punto che nuovi standard nuove certificazioni vengono sviluppati e richiesti da organizzazioni internazionali come SKA. Attualmente l'Italia non dispone di camere che ambiscono ad arrivare a questi nuovi standard e di conseguenza, progetti anche a guida italiana sono costretti a effettuare test all'estero, e persino in altri continenti. Questa attività è dunque focalizzata alla realizzazione di una camera riverberante dotata di strumentazione all'avanguardia per sensibilità, larghezze di banda, capacità di archiviazione e processing dei dati. Saranno inoltre sviluppate metodologie e procedure avanzate, mirate a garantire la fattibilità, l'accuratezza e la ripetibilità delle misurazioni, su un ampio spettro di tipologie di test. Questa infrastruttura sarà resa disponibile alle imprese nazionali attive in settori tecnologicamente avanzati — tra cui elettronica, elettrotecnica, macchine industriali, aerospazio e difesa, dispositivi medicali, telecomunicazioni, IoT e automotive — con l'obiettivo di supportare lo sviluppo e la certificazione di dispositivi elettronici riducendo il rischio di non conformità normativa. RF SHIELDED ROOM: La ricezione ed utilizzo di segnali deboli necessitano di dispositivi a bassa cifra di rumore per non mascherare il segnale utile ricevuto. Tali dispositivi sono richiesti da una vasta gamma di applicazioni e hanno prestazioni determinanti poiché influenzano in modo diretto e significativo le prestazioni complessive del sistema. Alcuni esempi di applicazioni includono: radioastronomia, comunicazioni satellitari e spaziali, applicazioni militari e di sorveglianza, telecomunicazioni, applicazioni medicali, strumentazione scientifica. Caratterizzare tali dispositivi non è semplice in quanto è necessario "schermare" l'ambiente di test sia da interferenze esterne che da riflessioni interne. Tale caratterizzazione risulta ancora più difficile nel momento in cui sono necessari test a bassa frequenza, per cui le riflessioni sono non solo meno direzionali e più influenzate dalle dimensioni complessive della camera, ma anche difficili da schermare e assorbire. Per tali frequenze (da decine di MHz in su) le schermature convenzionali risultano insufficienti ed è necessario ricorrere a schermature ad hoc, realizzate con materiali ad alta permeabilità magnetica (come le ferriti) e con spessori adeguati. Oltre la schermatura, la strumentazione e gli accessori utilizzati per tali misure giocano un ruolo chiave, ancor più in contesti di innovazione e ricerca in cui ci si discosta da implementazioni standard e comunemente usate. Un esempio è il dover testare interfacce e dispositivi che abbiano impedenze diverse da quelle standard o di uso comune, per cui la camera verrà accessoriata opportunamente. Il solido know-how maturato da INAF nella progettazione e caratterizzazione in radiofrequenza, combinato con la disponibilità di strumentazione avanzata, consente lo sviluppo, l'ottimizzazione, la caratterizzazione e l'analisi dei trade-off di dispositivi a bassa cifra di rumore ad elevate prestazioni. TIME & FREQUENCY LABORATORY: La realizzazione di una facility di misura tempo-frequenza con risoluzione sub-picosecondo costituisce un'infrastruttura in grado di assicurare la massima precisione e sincronizzazione nei sistemi sperimentali complessi operanti a basse temperature e alte frequenze. Il nuovo laboratorio sarà ottenuto potenziando la strumentazione già in dotazione dell'OACT, con nuova strumentazione al fine di integrare una facility che avrà delle potenzialità importanti nella caratterizzazione e nella misura di parametri quali tempo, frequenza, potenza, temperatura, fase e parametri*



elettrici vari. Parte dell'attività comprende la realizzazione di un prototipo di scheda di distribuzione del timing a picosecondo, la cui integrazione può fornire un approccio più modulare e scalabile nell'ingegneria dei futuri osservatori astronomici, riducendo il carico di calibrazione e manutenzione, legato alla deriva temporale, e supportando una sincronizzazione ultra-precisa tra sottosistemi distribuiti. In contesti di missioni spaziali o radioastronomia di frontiera questo componente rappresenta un acceleratore abilitante per nuove modalità di osservazione. Aziende attive nei settori delle telecomunicazioni ad alta frequenza, spazio, difesa, automotive intelligente, sensori distribuiti, radar, metrologia elettronica e reti 5G/6G potrebbero trarre vantaggio dall'integrazione di questa tecnologia per migliorare la sincronizzazione, ridurre il jitter e garantire la tracciabilità temporale in tempo reale. Il laboratorio, congiunto alle competenze nella progettazione di dispositivi di ricezione e condizionamento del segnale, rappresenterebbe una facility in grado di offrire servizi di taratura, testing, certificazione e supporto metrologico per imprese, enti e startup, promuovendo il trasferimento tecnologico e attività di co-sviluppo. ANECHOIC CHAMBER UPGRADE: Il potenziamento della camera anecoica di OAA prevede l'acquisizione di un analizzatore di spettro allo stato dell'arte, per fornire una più ampia offerta di servizi e misure di caratterizzazione di componenti. Tale analizzatore di spettro, integrato al resto della strumentazione, permetterà di ampliare le capacità di misura e garantire una maggiore accuratezza, affidabilità e qualità nei risultati. La camera anecoica di OAA è l'unica disponibile in INAF e fornirebbe un servizio interno di caratterizzazione di elementi radianti per i ricevitori in ambito radio astronomico più efficiente e più adatto a permettere progressi strumentali da impiegare in osservazioni radio e per la progettazione di strumentazione innovativa. Tale potenziamento offrirà servizi di maggiore qualità ad aziende che cercano efficienti servizi di caratterizzazione per i sistemi di antenna nella banda radio e microonde.

#### ➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

Il WP mira a progettare, realizzare, collaudare e rendere operative diverse infrastrutture avanzate per lo sviluppo tecnologico in ambito radioastronomico e industriale, seguendo un modello comune in quattro fasi: a) Preparazione delle specifiche tecniche e/o disegno esecutivo b) Acquisizione della strumentazione (tramite gare o procedure di affidamento diretto) c) Realizzazione e consegna del materiale d) Collaudo e verifica. Alcuni obiettivi più specifici relativi a ciascuna facility sono elencati di seguito: REVERBERATION CHAMBER L'attività prevede la realizzazione di una camera riverberante presso l'OAC di Cagliari. In particolare: Installazione della camera 5×3×2,5 m, equipaggiata di stirrer rotante e conforme allo standard IEC 61000-4-21 Integrazione della camera con strumentazione già presente e con nuova strumentazione prevista L'attività non prevede alcun adattamento strutturale: sarà installata in un capannone sufficientemente spazioso, dotato di alimentazione elettrica e della rete. Obiettivi Intermedi: O1: Reclutamento personale O2: Definizione specifiche tecniche della camera e procurement O3: Procurement della strumentazione O4: Installazione e setup della facility O5: Collaudo camera e strumentazione Deliverables: D1: Specifiche tecniche della camera e progetto della infrastruttura D2: Report di collaudo della camera e della strumentazione D3: Documentazione tecnica di utilizzo e conformità RF SHIELDED ROOM L'attività prevede la realizzazione di una camera schermata presso l'OACT di Catania. In particolare: Realizzazione di nuova infrastruttura apposita e adeguamento strutturale Installazione della camera di dimensione pari all'incirca a 5x3x3 m Integrazione della camera con strumentazione già esistente e con nuovi accessori e sensoristica dedicati al potenziamento Obiettivi Intermedi: O1: Reclutamento personale O2: Definizione specifiche tecniche della camera O3: Progettazione preliminare della camera O4: Progettazione lavori infrastrutturali O5: Procurement del prefabbricato e gara per lavori infrastrutturali O6: Procurement della camera O7: Procurement della strumentazione accessoriata O8: Completamento infrastruttura edilizia ospitante la facility O9: Installazione e setup della facility O10: Collaudo e validazione della facility Deliverables: D1: Specifiche tecniche della camera e progetto della infrastruttura D2: Specifiche lavori di edilizia e impiantistica richiesti D3: Report di collaudo della camera e della strumentazione D3: Documentazione tecnica TIME & FREQUENCY LABORATORY L'attività prevede la realizzazione di un laboratorio tempo-frequenza presso l'OACT di Catania. In particolare: Adeguamento strutturale ed impiantistico del nuovo laboratorio attraverso alcune opere per la schermatura dei sistemi di raffreddamento attualmente presenti Acquisizione e integrazione della nuova strumentazione che andrà a potenziare la strumentazione già in dotazione Realizzazione di un prototipo di scheda di Distribuzione del Timing al Picosecondo Obiettivi Intermedi: O1: Reclutamento personale O2: Procurement Oscilloscopio O3: Procurement White Rabbit server e strumentazione accessoriata O4: Setup facility O5: Validazione della facility e degli impianti. O6: Prima versione della board di FPGA Jitter/Noise Enhancement O7: seconda versione della board di FPGA Jitter/Noise Enhancement O8: Firmware operativo; O9: Software di controllo e gestione del sistema di distribuzione; O10: Misure e validazione del prototipo; O11: Delivery del prodotto (TRL 4) Deliverables: D1: Specifiche tecniche della camera e progetto della infrastruttura D2: Specifiche lavori di adeguamento richiesti D3: Report di collaudo della strumentazione D4: Documentazione di

progettazione del sistema di distribuzione temporizzazione basato su White Rabbit D5: Documentazione e report di Misure e validazione del prototipo Scheda FPGA Jitter/Noise Enhancement, ed in particolare: board di elaborazione e distribuzione: Firmware operativo; Software di controllo D6: Documentazione tecnica ANECHOIC CHAMBER UPGRADE: L'attività prevede il potenziamento della camera anecoica (attualmente in fase di costruzione presso l'OAA di Arcetri dove già operava una camera anecoica di generazione precedente e dimensioni minori), e in particolare l'acquisizione di un analizzatore di spettro allo stato dell'arte. Non è richiesto alcun adeguamento strutturale. Obiettivi Intermedi: O1: Reclutamento personale O2: Procurement dello strumento O3: Collaudo dello strumento e test con camera Deliverables: D1: Report di collaudo D2: Documentazione tecnica

➤ **11D1.14: Finalità del WP**

*Questa facility rappresenta un nodo strategico per la ricerca e l'innovazione in ambito radiofrequenza e risponde alle esigenze di settori di ricerca avanzata che impongono prestazioni e livelli di sensibilità mai affrontati prima, spingendo verso lo sviluppo di metodologie, strumentazioni e procedure di test completamente innovative. Tale facility all'avanguardia supporterà le sfide tecnologiche complesse e aprirà nuovi orizzonti di ricerca e nuove prospettive di trasferimento tecnologico.*

➤ **11D1.15: UO partecipanti al WP**

*Osservatorio Astrofisico di Catania, Osservatorio Astronomico di Arcetri, Osservatorio di Cagliari*

➤ **11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative**

*OACT: Consolidata esperienza nella progettazione e caratterizzazione di sistemi RF, laboratorio criogenico RF e microonde all'avanguardia, solide collaborazioni scientifiche, tecnologiche e industriali OAC: Attivo nella progettazione di ricevitori radioastronomici per telescopi quali SRT e nello sviluppo di elettronica e sensoristica avanzata OAA: Elevata competenza in campi elettromagnetici e antenne, con l'unica camera anecoica presente in INAF e consolidate collaborazioni col mondo industriale*

➤ **11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità**

*Per la strumentazione più complessa i costi presentati in questo WP sono stati valutati tramite preventivi formulati col criterio "FFP offer" (Firm Fixed Price offer) da ditte specializzate negli interventi richiesti. Si specifica che questi preventivi hanno in genere validità fino alla fine del 2025, quindi possono essere soggetti ad aumenti se il programma dovesse partire oltre tale data. I costi del materiale COTS (Commercial Off-the-Shelf) sono stati valutati tramite consultazione di cataloghi o altra documentazione analoga, ove possibile valutando almeno due fornitori. I costi di edilizia sono stati stimati dal personale INAF competente in materia, sulla base del progetto preliminare di interventi e adottando il costo standard previsto per i rispettivi lavori. Ovviamente tutta l'attività di acquisizione di materiale e servizi seguirà le regole del Codice degli Appalti vigente. Si prevede che tutti gli acquisti sopra soglia potrebbero essere soggetti a riduzioni di costo in caso di ribassi in fase d'asta.*

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

*I seguenti indicatori misurare l'avanzamento degli obiettivi intermedi del WP: - Redazione delle specifiche tecniche delle facilities e dei capitolati tecnici per le gare. - Assegnazione degli appalti nelle scadenze definite nelle varie fasi del progetto; - Realizzazione e verifica delle facilities entro la fine del progetto; - Rispetto delle specifiche tecniche come indicato dalle relazioni di collaudo finali.*

➤ **11D1.1: ID Numerico WP**

*WP05*

➤ **11D1.2: Titolo del WP.**

*Advanced Optical Testbenches*

➤ **11D1.3: Acronimo del WP**

*AOT*

➤ **11D1.4: Mese di avvio del WP**

*1*

➤ **11D1.5: Durata del WP (mesi)**

*36*

➤ **11D1.6: Referente Scientifico del WP Leader - Nazionalità**

*Italiana*

➤ **11D1.7: Referente Scientifico del WP Leader – Nome**

*Armando*

➤ **11D1.8: Referente Scientifico del WP Leader - Cognome**

*Riccardi*

➤ **11D1.9: Referente Scientifico del WP Leader - Codice Fiscale**

*RCCRND67R24E202G*

➤ **11D1.10: Referente Scientifico del WP Leader - E-Mail (non PEC)**

*armando.riccardi@inaf.it*

➤ **11D1.11: Referente Scientifico del WP Leader - Telefono**

*055 2752302*

➤ **11D1.12: Sintesi delle attività del WP**

*Riassumiamo qui sinteticamente quanto descritto con maggior dettaglio nelle schede relative alle 3 attività in cui è organizzato questo WP. Questo WP ha 3 obiettivi principali, divisi in altrettante attività, di cui due relativi a tecnologie nel campo dell'Ottica Adattiva (AO) e il terzo nel campo delle osservazioni a grande campo. L'AO corregge le aberrazioni indotte dall'atmosfera sulle immagini dei telescopi ottici, e ha applicazioni quali le comunicazioni satellitari laser (per mantenere l'integrità dei dati, ridurre la latenza e incrementare la banda di trasmissione) e lo studio in dettaglio dei detriti spaziali, per misurare distanza (laser ranging) e parametri orbitali dei rifiuti e relitti satellitari. Questa tecnologia si combina con quella dei telescopi a grande campo che stanno avendo grande impulso per la ricerca di asteroidi potenzialmente pericolosi e per la ricerca di relitti satellitari. In tutti e tre i casi, l'obiettivo è quello di coniugare le esigenze del sistema della ricerca astronomica, che vedono sviluppate le capacità delle infrastrutture INAF, con quelle del mondo industriale, in quanto tutte e tre le infrastrutture possono permettere alle aziende italiane di sviluppare nuove tecnologie e dimostrare in cielo l'efficacia dei loro prodotti. È importante sottolineare che sia nel caso dell'AO che nella concezione di telescopi a grande campo INAF vanta un primato tecnologico mondiale, che è stato fondamentale per permettere ad aziende italiane di assumere una posizione di leadership mondiale nel mercato astronomico (anche per scopi applicativi oltre che scientifici). Questi tre obiettivi e le relative attività vengono riassunti rapidamente qui: 1) FACILITY PER LO SVILUPPO DI LOGICHE DI CONTROLLO PER AO. I secondari adattivi sono il cuore dei più avanzati telescopi del mondo. Si tratta di specchi di grande diametro (classe 1m) che, modulando la loro forma alla frequenza del kHz, compensano le distorsioni prodotte dall'atmosfera. Il Large Binocular Telescope (LBT) è stato il primo telescopio al mondo a utilizzare questi secondari adattivi (sviluppati da una collaborazione tra INAF e industrie italiane) dimostrando che questa tecnologia consente di raggiungere i limiti teorici di risoluzione dei telescopi. Da allora questa tecnologia si è affermata come centrale in tutti i grandi telescopi e l'industria*

italiana è leader mondiale nel loro sviluppo. L'obiettivo di questa attività è di sostituire l'elettronica attuale dei secondari installati, che è obsoleta, con quella di ultimissima generazione, con due obiettivi: 1) L'aumento considerevole delle performance del telescopio, sia in termini di efficacia della correzione che di affidabilità e semplicità operativa, aumentando quindi il suo impatto scientifico. 2) la realizzazione di una "Facility" unica al mondo in cui sia i ricercatori sia dell'INAF che i tecnici delle industrie italiane interessate potranno sperimentare nuove soluzioni di controllo real-time. Infatti, l'elettronica sarà opportunamente modificata per rendere possibile la sperimentazione di logiche di controllo software ed elettroniche innovative, in particolare quelle che usano tecniche di Intelligenza Artificiale, per migliorare ulteriormente le performance di questi sistemi. La sua specificità risiede nell'integrazione nel Large Binocular Telescope (LBT) che, interfacciandosi con l'esistente infrastruttura di ottica adattiva, permetterà di verificare in cielo il sistema di controllo real-time con un telescopio di classe 8m. La Facility fornirà la possibilità di bypassare il sistema real-time di default con un sistema real-time di test, fornendo due interfacce codificate di comunicazione real-time su supporto serial FPDP (una dal sensore - slope o frame - e una verso il secondario adattivo - comandi di attuazione) e una interfaccia Ethernet TCP/UDP di configurazione e monitoring. L'utilizzo di routine dell'infrastruttura garantisce lo stato di calibrazione e allineamento del sistema, permettendo all'utente della facility di concentrarsi sull'ottimizzazione e la verifica del proprio sistema real-time. Le componenti ottiche in vetro (shell deformabile e reference body), insieme alla struttura meccanica, non verranno modificate nell'ambito di questo progetto. 2) FACILITY PER LO SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE DI CORREZIONE In questo caso l'obiettivo è sviluppare un laboratorio, posto presso l'INAF di Arcetri, per sviluppare una tecnologia completamente innovativa per gli elementi correttivi dei sistemi AO. La tecnologia attuale, basata su specchi modulati con centinaia di attuatori meccanici, è limitata nella densità di attuatori e nel loro numero. La nuova tecnologia che si vuole sviluppare utilizza elementi in trasmissione, cioè speciali filtri in cui l'indice di rifrazione può essere modulato in ogni zona del filtro. L'utilizzo di questa tecnologia potrebbe rivoluzionare il campo dell'AO, aumentando di almeno un ordine di grandezza il numero e la densità degli elementi di correzione e di risposta dinamica. L'attività ha l'obiettivo di costituire una rete di ricerca per lo sviluppo e un laboratorio per la prototipizzazione e test di correttori di fronte d'onda in trasmissione con caratteristiche e performance attualmente non presenti sul mercato. L'infrastruttura proposta è un laboratorio (localizzato presso INAF-OAA) avente le attrezzature necessarie per la realizzazione ed il test di correttori a rifrazione. In particolare, la realizzazione di questa tipologia di correttori richiede: 1) finestre ottiche di ottima qualità e con i relativi coating antiriflesso; 2) deposizione di elettrodi in Indium Thin Oxide (ITO) che permettono il controllo elettrostatico di una membrana elastica. 3) sviluppo della parte di elettronica di controllo che agisca simultaneamente su circa 100 canali per verificare il funzionamento dei singoli attuatori. I prototipi saranno caratterizzati con un interferometro dinamico posto su un banco ottico ad isolamento pneumatico per il controllo della risposta temporale ottica. 3) PIATTAFORMA INERZIALE PER GRANDE CAMPO Qui ci proponiamo di completare la piattaforma inerziale a grande campo INAF-WideField che è in fase di sviluppo presso la stazione operativa dell'Osservatorio di Catania, affinché possa diventare operativa e avviare la propria missione di supporto a enti, agenzie e aziende interessate allo sviluppo di tecniche di Wide Field e alla verifica delle funzionalità e delle prestazioni di nuova strumentazione attraverso osservazioni in cielo. L'obiettivo è il test di strumentazione dedicata al tracciamento di oggetti in orbita bassa e ad alta velocità. Il progetto prevede l'installazione di una "piattaforma inerziale" equipaggiata con flange di innesto rapido e banchi ottici, in grado di ospitare la strumentazione da validare e testare tramite osservazioni in cielo. Il progetto prevede l'installazione di una "piattaforma inerziale" equipaggiata con flange di innesto rapido e banchi ottici, in grado di ospitare la strumentazione da validare e testare tramite osservazioni in cielo. La piattaforma presenta caratteristiche tecniche avanzate, che consentono di effettuare test di precisione su strumentazione fino a 300 kg di peso. Le sue specifiche includono: GPS, encoder assoluti e sensori di fine corsa su entrambi gli assi, inseguimento attraverso il meridiano senza inversione, configurazione equatoriale, puntamento di sorgenti a qualunque distanza zenitale, risoluzione angolare inferiore a 0,005 arcsec, velocità di puntamento rapida fino a 4 gradi/secondo, precisione di puntamento migliore di 20 arcsec RMS, inseguimento in varie modalità (siderale, solare, lunare e modalità "utente" programmabile), precisione di tracking entro +/-1 arcsec su 10 minuti, sistemi e freni di emergenza, pulsante di arresto di emergenza a pilastro, driver per il controllo remoto di tutte le funzionalità ASCOM, SDK e protocolli di comunicazione per lo sviluppo di software. L'attività prevede anche l'esecuzione di lavori di edilizia per l'adeguamento della struttura osservativa esistente, che erano inizialmente previsti nel progetto PNRR STILES ma che non sono stati eseguiti a causa di aumento dei costi in altre attività del progetto.

#### ➤ 11D1.13: Obiettivi realizzativi attesi dal WP

In generale, tutte queste attività sono organizzate secondo uno schema che prevede la realizzazione di quattro fasi, secondo questo schema generale: a) Preparazione delle specifiche e disegno esecutivo: b)



Acquisizione della strumentazione (gare o procedure di affidamento diretto): c) Costruzione e consegna del materiale; d) Collaudo e verifica. Nel seguito descriviamo nel dettaglio i deliverables sia finali che intermedi. 1) FACILITY DI TEST PER LO SVILUPPO DI LOGICHE DI CONTROLLO PER AO. I deliverables corrispondono all'acquisizione dell'elettronica di ultima generazione per due unità di secondario adattivo del telescopio LBT. Gli obiettivi intermedi sono l'identificazione delle specifiche di interfaccia e di performance e la pubblicazione della gara per il disegno esecutivo, la produzione, l'assemblaggio e il test dell'aggiornamento dell'elettro-meccanica delle due unità di secondario adattivo di LBT. Per la progettazione esecutiva, la produzione e l'integrazione della nuova elettro-meccanica sarà necessario bandire una gara, successivamente alla definizione da parte di INAF dei requisiti di interfaccia e di prestazione. Tali requisiti dovranno garantire: \* la compatibilità con le restanti componenti dell'attuale sistema adattivo; \* la separazione, tra il sistema di controllo real-time di default (che trasforma le slope del sensore in comandi del correttore) e l'elettronica di controllo del secondario; \* la possibilità di bypassare il sistema di controllo real-time di default a favore di un sistema alternativo ovvero il real time computer da sottoporre a test e verifica. 2) FACILITY PER LO SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE DI CORREZIONE L'attività specifica consiste nella progettazione e acquisizione della strumentazione necessaria a costruire il laboratorio, in particolare: - sorgenti luminose di varie lunghezze d'onda laser e a incandescenza nel visibile e vicino infrarosso;; - un interferometro ottico - un banco ottico di dimensioni 1.5mx2.5m, corredato da ottiche e relativi montaggi sottosistemi - una camera di deposizione di film anti-riflesso (AR) su vetro - una camera di deposizione su vetro e membrane polimeriche di film di ITO - una fornace per l'annealing dei coating di ITO;; - componenti di elettronica (oscilloscopio, generatori di funzioni, alimentatori e schede di controllo;; - un banco per saldature con relativa aspirazione e attrezzatura; - computer di controllo per l'elettronica dello specchio e uno per l'interferometro; Il deliverable dell'attività è rappresentato dalla messa in funzione del laboratorio sopra considerato. L'obiettivo intermedio è rappresentato dalla emissione degli ordini di acquisto per i vari componenti e attrezzature del laboratorio. 3) PIATTAFORMA INERZIALE PER GRANDE CAMPO Il deliverable dell'attività è rappresentato dalla messa in funzione della stazione sopra descritta. L'obiettivo intermedio è rappresentato dalla emissione degli ordini di acquisto per i vari componenti e attrezzature della stazione e delle opere civili necessarie.

#### ➤ 11D1.14: Finalità del WP

Lo scopo di questo WP è la realizzazione di infrastrutture innovative nel campo dell'astronomia ottica e vicino IR. Per l'INAF queste avranno un grande impatto sulla capacità di progettare strumentazione astronomica per i futuri telescopi ottici. Per le industrie italiane che operano nel settore - non solo per scopi astronomici ma per ambiti collegati quali la space surveillance e la trasmissione satellitare - saranno un perfetto banco di prova per provare in condizioni reali prodotti e tecnologie con costi estremamente contenuti e con importanti ritorni di immagine e credibilità.

#### ➤ 11D1.15: UO partecipanti al WP

Osservatorio Astrofisico di Catania, Osservatorio Astronomico di Arcetri, Osservatorio Astronomico di Capodimonte

#### ➤ 11D1.16: Criteri di scelta delle Unità Operative

OAA è da molti anni un istituto di riferimento mondiale nello sviluppo di secondari adattivi e tecnologia AO. OACN ha avuto da molti anni un ruolo primario nello sviluppo di strumentazione astronomica (e.g. Morfeo@ELT, SOXS) e telescopi (VST) per ESO. OACT ha significative esperienze nello sviluppo di tecnologie e ottiche e gestisce una delle principali stazioni osservative in Italia, a Serra La Nave sull'Etna.

#### ➤ 11D1.17: Elementi per la Valutazione dell'idoneità complessiva del budget previsto per il WP al fine di confermarne la congruità

Per la strumentazione più complessa i costi presentati in questo WP sono stati valutati tramite preventivi formulati col criterio "FFP offer" (Firm Fixed Price offer) da ditte specializzate negli interventi richiesti. Si specifica che questi preventivi hanno in genere validità fino alla fine del 2025, quindi possono essere soggetti ad aumenti se il programma dovesse partire oltre tale data. I costi del materiale COTS (Commercial Off-the-Shelf) sono stati valutati tramite consultazione di cataloghi o altra documentazione analoga, ove possibile valutando almeno due fornitori. I costi di edilizia sono stati stimati dal personale INAF competente in materia, sulla base del progetto preliminare di interventi e adottando il costo standard previsto per i



rispettivi lavori. Ovviamente tutta l'attività di acquisizione di materiale e servizi seguirà le regole del Codice degli Appalti vigente.

➤ **11D1.18: Indicatori per la valutazione dello stato di avanzamento del WP per il monitoraggio e la valutazione finale ultimo campo all'ultima posizione**

- Scostamento (misurato in mesi) tra le date previste e quelle effettive per le milestone/deliverables del progetto - Scostamento (misurato in mesi) tra le spese previste e quelle effettive nelle varie fasi del progetto - Rispetto delle specifiche tecniche come indicato dalle relazioni di collaudo finali

**Per ogni Obiettivo Intermedio appartenente al WP:**

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Management

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

MGMT-MGMT

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Osservatorio Astronomico di Roma

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA'* Questa attività riguarda il coordinamento dell'intero progetto e ha l'obiettivo di garantire che tutti i risultati attesi siano raggiunti nei tempi previsti, entro il budget stabilito e con la qualità adeguata. L'attività viene svolta in stretto contatto con i responsabili dei WP, con il Coordinatore Scientifico, con il Responsabile Amministrativo e con i servizi centrali INAF che supporteranno il progetto. La gestione del progetto sarà effettuata in conformità con le migliori pratiche consolidate di project management. Poiché gli obiettivi di alto livello sono ben definiti all'inizio del progetto, a livello globale sarà adottato un ciclo di vita a cascata (waterfall). Tuttavia, a livello di singolo WP potrà essere valutato un approccio ibrido caso per caso, specialmente per lo sviluppo software e per le attività di ricerca e sviluppo. Ogni WP riferirà regolarmente al Responsabile della Ricerca, indicando chiaramente i progressi di ciascuna attività, i risultati intermedi raggiunti fino a quel punto e le prospettive per il periodo successivo. Eventuali deviazioni dovranno essere segnalate tempestivamente, al fine di poter adottare tutte le azioni correttive necessarie. La programmazione dettagliata delle attività e dei costi costituirà la base per il monitoraggio del progetto, che sarà effettuato mediante la metodologia dell'Earned Value. Un registro dei rischi sarà creato e aggiornato durante il progetto coinvolgendo i principali attori. Saranno individuate strategie di mitigazione per ridurre la probabilità e/o l'impatto di ciascun rischio. Sarà inoltre predisposto un piano di contingenza per reagire adeguatamente qualora il rischio si concretizzi. I rischi saranno quindi costantemente monitorati per mantenere aggiornate le loro probabilità/impatto e per rilevare tempestivamente segnali di allarme. *DELIVERABLES:* Project Management Plan (Piano di Gestione del Progetto) – Descrive i metodi, i processi, gli strumenti e le tecniche utilizzati nel progetto per garantire il raggiungimento dell'obiettivo desiderato entro i tempi concordati, nel rispetto del budget e con una qualità

adeguata. Include l'organizzazione del progetto e le linee di comunicazione, sia interne al progetto che con enti esterni. Viene emesso al termine del Mese 1 e aggiornato secondo necessità. Risk Management Plan (Piano di Gestione dei Rischi) – Descrive come i rischi vengono identificati, classificati, valutati, monitorati e mitigati durante la durata del progetto. Descrive inoltre i ruoli legati alla gestione dei rischi e le modalità di gestione del Registro dei Rischi. Viene emesso all'inizio del progetto e aggiornato secondo necessità. Risk Register (Registro dei Rischi) – È l'elenco dei rischi identificati all'inizio e durante lo svolgimento del progetto. I rischi sono classificati e ordinati in base alla loro probabilità e impatto. Per ciascun rischio è indicata una strategia di mitigazione per ridurre la probabilità e/o l'impatto. Viene inoltre identificato un piano di contingenza (cosa fare nel caso in cui l'evento si verifichi), se possibile. Una prima versione del Registro dei Rischi è contenuta nella proposta, evidenziando i principali rischi previsti fino a quel momento. Il registro viene poi aggiornato all'inizio del progetto e successivamente con cadenza mensile. Configuration Management Plan (Piano di Gestione della Configurazione) – Questo documento definisce i principi di gestione della configurazione e della documentazione/informazione per il progetto. Include le linee guida per registrare, identificare e tracciare ciascuno degli elementi acquistati o sviluppati all'interno del progetto. I requisiti e le procedure stabiliti da questo piano devono essere applicati da tutto il personale coinvolto nella progettazione, sviluppo, approvvigionamento, produzione e integrazione. Il documento sarà emesso al Mese 2 e aggiornato secondo necessità. Configuration Item Data List (Elenco dei Dati degli Elementi di Configurazione) – Questo documento descrive l'insieme completo delle informazioni di configurazione per ciascuno degli Elementi di Configurazione identificati nel progetto. Serve a seguire l'evoluzione della configurazione e a tracciare ogni elemento in tutte le fasi del progetto. Viene emesso al Mese 2 e aggiornato mensilmente durante il progetto. Progress Report (Rapporto di Avanzamento) – Questo documento descrive lo stato del progetto in un dato momento. Include i fatti principali e le criticità del periodo di riferimento, nonché le principali attività previste per il periodo successivo. Comprende una sintesi dei rischi con statistiche rilevanti e lo stato delle azioni in sospeso. Viene rilasciato ogni due mesi a partire dal Mese 2. Final Report (Rapporto Finale) – Riassume tutti i fatti e i risultati raccolti alla fine del progetto. Include le lezioni apprese (cosa è andato bene, cosa non è andato bene, cosa si farebbe diversamente se si rifacesse il progetto). Include inoltre indicazioni per il futuro e linee guida per lo sfruttamento dei risultati del progetto nei dieci anni successivi. Viene emesso al termine del progetto. Procurement Documentation (Documentazione degli acquisti) – È la documentazione prodotta durante il processo di approvvigionamento, dalla definizione dettagliata degli elementi da acquistare, fino alla eventuale consultazione del mercato. Include anche le Richieste di Informazioni/Bandi di Gara/Bandi di Appalto e i relativi allegati tecnici, nonché le offerte ricevute, i rapporti di valutazione e i contratti firmati. Questa documentazione viene raccolta durante tutta la durata del progetto, secondo necessità, e archiviata. Minutes of Meeting (Verbal delle Riunioni) – Ogni riunione (interna al progetto o con stakeholder esterni) sarà documentata tramite un verbale specifico. I verbali vengono redatti e consegnati entro 5 giorni lavorativi dalla riunione. OBIETTIVI INTERMEDI OI1 Consolidamento della squadra di progetto (da T0 a T0+2) Assunzione/nomina del personale e finalizzazione del team Avvio delle attività di progetto OI2 Supporto alla documentazione del design di dettaglio e ai bandi di gara (da T0+2 a T0+14) Armonizzazione delle attività di design Supervisione delle attività di acquisto OI3 Coordinamento dei WP per la consegna delle infrastrutture e degli strumenti di costruzione rapida (da T0+14 a T0+20) OI4 Coordinamento dei WP per la coordinamento dei WP per la consegna delle infrastrutture e degli strumenti di costruzione media (da T0+20 a T0+28) OI5 Coordinamento dei WP per la consegna delle infrastrutture e degli strumenti di costruzione lunga (da T0+28 a T0+34) OI6 Chiusura delle attività (da T0+34 a T0+36) Completamento degli acquisti Preparazione della rendicontazione finale Redazione della documentazione finale RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO Il/la responsabile del management (Manager dell'Infrastruttura) sarà un/una professionista di comprovata capacità, assunto/a con un contratto a tempo determinato. Si occuperà di coordinare le attività del progetto assicurando il raggiungimento tempestivo di tutti gli obiettivi. Avrà inoltre il compito di dialogare con i WP Manager, con il responsabile scientifico, con quello amministrativo e con gli attori esterni (MUR, aziende, mondo accademico, auditor, fornitori). L'assistente aiuterà il Project Manager nella rendicontazione e nella interazione con i WP manager, verificando le rendicontazioni e le relazioni periodiche.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Innovation Management*

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

*RIS-IM*

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Roma*

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

**SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA'** Questa attività è focalizzata a realizzare il processo di creazione di sinergie con il mondo industriale e lo sfruttamento delle infrastrutture di ricerca che si andranno a realizzare nell'ambito di STILEMI. Riteniamo che questa attività sia cruciale per raggiungere lo scopo centrale di STILEMI, che non è solo quello di realizzare infrastrutture di ricerca per l'INAF ma di permettere che i laboratori di tecnologia (camera lunare, camera riverberante, camera schermata, laboratorio tempo-frequenza, ingegneria in nanoscala, ecc.) e le innovazioni metodologiche sviluppate (CDF – Concurrent design facility) vengano trasferite a soggetti privati, come aziende o startup, che possano trasformarle in applicazioni pratiche e in soluzioni tecnologiche a valore commerciale. Questo processo non solo promuoverà l'innovazione e la competitività del sistema economico nazionale, ma contribuirà anche alla valorizzazione del patrimonio pubblico delle conoscenze. L'obiettivo è quello di attivare meccanismi di creazione e trasferimento dell'innovazione formali e informali, coinvolgendo università, centri di ricerca, imprese, enti pubblici e privati. Per ottenere questi scopi, questa attività sarà centrata sulla formazione di un team di giovani tecnologi e ricercatori di elevata competenza tecnologica e scientifica ("Manager dell'Innovazione) interamente dedicati alla creazione di sinergie con il mondo industriale e allo sfruttamento industriale delle infrastrutture di ricerca di STILEMI e del suo predecessore STILES. Il team avrà il compito di utilizzare in maniera efficace e competitiva le risorse realizzate con STILEMI per il panorama industriale, un'attività che richiede impegno pieno e professionalità specifiche, tali da non poter essere demandate al personale di ricerca dell'INAF, che non è dedicato a questi aspetti. Riteniamo che la scelta di dedicare, all'interno di un Istituto di Ricerca pubblico, un team con competenze specifiche per questo scopo sia un aspetto caratterizzante ed innovativo di STILEMI, ed è sicuramente un aspetto chiave della possibilità di successo del programma. Il team sarà responsabile di diverse attività con impatto immediato e sul medio e lungo periodo: 1) OUTREACH In primo luogo, si occuperà della diffusione dell'informazione relativa al programma e alle infrastrutture di STILEMI verso le industrie su tutto il territorio nazionale. Ciò si traduce innanzitutto nella disseminazione di informazioni relative alla presenza delle facility e dei laboratori nelle diverse sedi INAF, descrivendone le potenzialità spesso uniche a livello nazionale per applicazioni industriali. La priorità di questa attività di outreach verrà data alle infrastrutture in fase di realizzazione e upgrade in STILEMI. Il risultato più immediato di questo lavoro sarà la facilitazione di una collaborazione attiva con le industrie interessate per definire i requisiti di progetto nei vari WP di STILEMI. La stessa opera di diffusione sarà fatta per le altre facility che INAF può mettere a disposizione, in particolar modo quelle realizzate tramite il progetto PNRR STILES, di cui STILEMI rappresenta la naturale evoluzione, al fine di valorizzarne ulteriormente il loro utilizzo. 2) ANALISI STRATEGICA DEL MERCATO DELL'INNOVAZIONE In un'ottica di massimizzazione dell'impatto socio-economico del progetto, i compiti del team saranno di eseguire un'analisi strategica delle esigenze delle aziende ad alta tecnologia italiane, in modo da disegnare al meglio la strategia di collaborazione condotta dall'INAF. Avranno quindi il compito di mappare le capabilities industriali, specialmente nei territori sui quali insistono le infrastrutture, e individuare aziende "target" presso le quali promuovere l'accesso all'ecosistema STILEMI. Questo esercizio sarà fondamentale anche per permettere alle aziende di comprendere meglio i vantaggi competitivi e finanziari derivanti dall'utilizzo delle infrastrutture INAF. 3) SUPPORTO ALL'UTILIZZO DELLE INFRASTRUTTURE Altro compito del team sarà quello di coadiuvare le industrie nel definire le modalità tecniche e procedurali con cui usufruire delle infrastrutture INAF, delineando un sistema lineare e rodato di collaborazione a livello locale. In questo senso, il team sarà in prima linea per supportare sia le industrie che

*i responsabili locali delle strutture dal punto di vista tecnico e organizzativo. Nella pratica questo consiste nello sviluppo di procedure e attività di supporto alle aziende presso le infrastrutture INAF stesse. Questo consentirà ad INAF di fornire una infrastruttura utilizzabile dalle aziende con un impegno finanziario e tecnico minimale, minimizzando il coinvolgimento del proprio personale di ricerca impegnato in altri progetti.*

*4) ATTIVITÀ DI FORMAZIONE Il team si occuperà infine di favorire il processo di trasferimento tecnologico tra INAF, altri enti di ricerca, università e industrie, organizzando eventi dedicati alla formazione del personale sia industriale che di ricerca, ove possibile con eventi che uniscano i due ecosistemi per ottenere un reale scambio di competenze. Questi tipo di collaborazione è fondamentale per rendere tutti gli attori in gioco competitivi nella partecipazione a progetti di alta rilevanza scientifica e/o tecnologica. Questi eventi formativi, che potranno in particolare utilizzare la Concurrent Design Facility realizzata nell'altra attività di questo WP, saranno organizzati ove possibile in collaborazione con le Università del meridione, in continuità con le numerose esperienze degli istituti INAF da sempre presenti ed attivi sul territorio.*

*RISORSE RICHIESTE In questa proposta prevediamo di allocare due unità di personale per due anni, che risponderanno direttamente al Coordinatore Scientifico del progetto, per assicurare una visione complessiva del panorama delle infrastrutture e delle industrie ad esse collegabili. Lavoreranno anche in stretto contatto con il Manager dell'Infrastruttura, che grazie alla esperienza professionale antecedente (che sarà risultato dei criteri di selezione nell'assunzione) sarà in grado di supportare la loro attività in maniera efficace e con il Program Manager Junior che prevediamo di assumere. Le due unità lavoreranno ovviamente anche in stretto contatto con tutti i responsabili delle varie attività di STILEMI e delle infrastrutture di riferimento. Considerando che le infrastrutture di STILEMI non saranno pronte prima della fase finale del progetto, inizieremo a implementare questa strategia usando le strutture sviluppate in progetti PNRR precedenti, primo tra tutti STILES, il predecessore di questa proposta. Siamo consapevoli del fatto che due unità di personale per due anni sono il minimo necessario per avviare questo tipo di attività, e possono essere sottostimati rispetto all'esigenza finale di supportare la grande varietà delle infrastrutture INAF che vogliamo sviluppare in STILEMI. Tuttavia, riteniamo che questo tipo di attività altamente innovativa vada sviluppata per gradi, costruendo un piccolo team che inizi a sviluppare il piano strategico e le "best practices" che sono necessarie in questo campo. Un approccio minimale, focalizzato sulle infrastrutture a più alto impatto industriale, può consentire di iniziare a consolidare l'approccio culturale corretto per far funzionare questo tipo di organizzazioni, e stabilire la loro relazione con gli scienziati che rappresentano i normali "utenti" delle infrastrutture. Al termine di STILEMI potremo anche valutare meglio la possibilità che questo tipo di organizzazione generi ritorni finanziari per l'INAF sufficienti a garantirne la stabilità nel tempo. Questa esperienza sarà quindi fondamentale per valutare l'opportunità di continuare ed eventualmente ampliare questo strumento organizzativo.*

*CRONOPROGRAMMA Richiediamo due posizioni per due anni perché stimiamo che il primo anno sarà dedicato alla selezione del personale, consentendo di avere entrambe le unità di personale assunte all'inizio del secondo anno di attività di STILEMI. Il primo anno di attività del team sarà finalizzato a definire le procedure da applicare all'interno delle infrastrutture e a eseguire l'analisi strategica del mercato dell'innovazione, e ad avviare le prime iniziative didattiche. Il secondo anno, ultimo di STILEMI, il team inizierà a organizzare l'attività per le infrastrutture che si andranno completando, e a sviluppare in pieno la propria attività.*

*OPEN ACCESS I costi dell'Open Access riguardano principalmente le cosiddette APC (Article Processing Charges), ovvero le tariffe richieste dagli editori per la pubblicazione degli articoli in modalità ad accesso aperto. Questi costi possono variare notevolmente: alcune riviste OA non richiedono alcuna APC, mentre altre possono arrivare a chiedere cifre anche molto elevate, spesso giustificate dai servizi editoriali e di revisione offerti. Oltre alle APC, vanno considerati i costi per la gestione e lo sviluppo delle piattaforme di pubblicazione, l'archiviazione dei dati, la creazione di metadati di qualità e la manutenzione dei repository. Ad esempio, la gestione di un documento in un archivio OA può variare da 10 a 43 euro, mentre i costi di start-up di un repository istituzionale possono andare da 4.000 a 10.000 euro, senza contare i costi di manutenzione annuale. L'adozione di infrastrutture aperte e online può ridurre significativamente tali costi, ma rimangono comunque spese legate al personale, alla formazione e agli aggiornamenti tecnologici.*

*Trans National Access (TNA) Il Trans National Access prevede l'accesso gratuito a infrastrutture di ricerca di eccellenza da parte di ricercatori di altri paesi. I costi coperti da questi programmi includono: Costi operativi dell'infrastruttura (es. utilizzo di laboratori, strumentazione, supporto tecnico e scientifico) Spese di viaggio, alloggio e sussistenza per i ricercatori ospiti Costi per la pubblicizzazione delle opportunità di accesso e per le procedure di selezione degli utenti Costi per la formazione specifica e per la reportistica tecnica richiesta dai finanziatori.*

*Virtual Access Il Virtual Access garantisce accesso libero e gratuito, tramite reti digitali, a risorse e servizi di ricerca (dati, software, repository, calcolo ad alte prestazioni) senza la selezione preventiva degli utenti. I costi coperti riguardano l'operatività delle infrastrutture digitali, la gestione dei dati, il supporto agli utenti e la valutazione periodica dei servizi da parte di esperti internazionali. Non sono previsti costi per viaggi o soggiorni, ma sono rilevanti quelli per il mantenimento e l'aggiornamento delle piattaforme digitali e dei servizi di supporto.*

*Implementazione dei principi FAIR L'implementazione dei*



*principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) per la gestione dei dati di ricerca comporta costi specifici per: Sviluppo e mantenimento di repository conformi ai principi FAIR Creazione e gestione di metadati standardizzati e interoperabili Attribuzione di identificativi persistenti (es. DOI) Formazione del personale su data stewardship e data science Redazione di Data Management Plan e adozione di policy per l'Open Science. L'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica) possiede e gestisce repository di dati e prodotti della ricerca che sono progettati per essere conformi ai principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). In particolare, il centro dati IA2 dell'INAF è un attore chiave nella gestione dei dati provenienti dai principali telescopi e collabora attivamente con l'International Virtual Observatory Alliance (IVOA), adottando standard internazionali per garantire la rintracciabilità, accessibilità, interoperabilità e riusabilità dei dati. INAF ha inoltre implementato il repository istituzionale oa@INAF, registrato in OpenDOAR e integrato con infrastrutture europee come OpenAIRE e l'European Open Science Cloud (EOSC). Questo repository supporta la gestione dei metadati, l'assegnazione di identificativi persistenti (come DOI e ORCID), l'accesso sia umano che automatizzato tramite API, e la presenza di licenze d'uso adeguate, elementi essenziali per la conformità ai principi FAIR. Le policy interne e le linee guida di INAF richiedono la condivisione dei dati secondo questi principi, in linea con le raccomandazioni europee e le pratiche di Open Science. Tuttavia, come per molti enti di ricerca, la piena implementazione dei principi FAIR è un processo continuo che richiede formazione, aggiornamento tecnologico e sostenibilità a lungo termine. Alla luce delle considerazioni riportate sopra abbiamo ritenuto di assegnare una somma forfettaria di 20.000 € all'interno di questa attività per coprire i costi relativi all'Open Access, al TNA e alla gestione dei dati secondo i principi FAIR.*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

*01*

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Concurrent Design Facility*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*RIS-CDF*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Capodimonte*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' Empowering Concurrent Design in INAF L'attività si pone l'obiettivo di potenziare le Concurrent Design Facility (CDF) presenti in INAF a Napoli e Milano, introducendo inoltre un nuovo nodo presso l'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OAC). Queste facility potranno essere utilizzate per lo sviluppo di sistemi e progetti dall'alto valore tecnologico, sia per INAF che per le industrie sul territorio nazionale e per altri partner quali università e istituti di ricerca italiani e internazionali. Un approccio di ingegneria concorrente alla progettazione di strumenti astronomici si basa sulla collaborazione, nello stesso ambiente, di esperti con competenze diverse su ogni aspetto del progetto, durante una o più sessioni dedicate, a seconda della complessità del progetto stesso. Questa strategia è molto vantaggiosa in termini di costi e, se gestita correttamente, può ottimizzare le modalità di interazione tra i diversi team, rispetto all'approccio tradizionale "step-by-step", in cui ogni gruppo lavora separatamente, generando così una dipendenza a cascata di tutti i sottosistemi. All'aumentare della complessità di un*



progetto, aumenta anche il numero di team coinvolti, rendendo necessario un numero crescente di interazioni per permettere a tutti gli attori di comunicare tra loro. Per progetti con il livello di complessità tipico dell'astronomia spaziale o da terra, l'ingegneria concorrente si è dimostrata estremamente efficiente in termini di tempo e risorse, specialmente durante gli studi di fattibilità e la progettazione preliminare, ma anche nelle fasi successive. Nell'ambito del progetto PNRR STILES, di cui STILEMI rappresenta una naturale prosecuzione, due facility sono in fase di realizzazione, costituendo i primi due nodi di una rete di CDF INAF in comunicazione tra loro. In particolare, il nodo primario, responsabile anche del coordinamento delle CDF e della gestione dei tool software, sarà situato presso l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte (OACN), a Napoli. Un nodo secondario si troverà invece presso l'Osservatorio Astronomico di Brera (OAB), a Milano. È importante sottolineare che i nodi secondari possono essere utilizzati sia in comunicazione con la CDF principale di Napoli, che come strutture indipendenti. La struttura di Napoli sarà composta da due sale separate, che potranno operare in modo indipendente oppure in stretta collaborazione, a seconda delle esigenze. Ogni postazione di lavoro sarà dotata di tutto il necessario per garantire un adeguato coordinamento con il resto del team, inclusi: - Alimentazioni, connessioni Ethernet e USB per i laptop dei partecipanti; - Monitor regolabile, che può essere orientato per consentire la visione di tutti gli altri partecipanti in qualsiasi momento; - Possibilità di condividere contenuti sul ledwall centrale della sala e sui monitor di supporto ai lati della sala. In aggiunta, un insieme di telecamere e microfoni permetterà di seguire la discussione plenaria anche da remoto. Questo aspetto è importante non solo per consentire la comunicazione tra le due sale della CDF di Napoli, ma anche con altre strutture. La CDF di Napoli è inoltre attrezzata con un laboratorio di extended reality, con tecnologie in realtà virtuale e mista a supporto delle sessioni di concurrent design. Il potenziamento della CDF di Napoli nell'ambito di STILEMI è articolato su tre filoni principali: - Acquisto di licenze del tool software di ingegneria concorrente; - Upgrade dell'infrastruttura audio/video e acquisizione di server; - Upgrade del laboratorio di extended reality. Il cuore della CDF sarà appunto un tool software per l'ingegneria concorrente, con COMET come principale candidato. COMET è il tool attualmente utilizzato nella facility ESA, e renderebbe quindi le CDF INAF più facilmente compatibili, in termini di metodologia e standard di scambio dei dati, con quelle già esistenti. È anche semplice da usare per garantire un tracciamento costante delle attività, delle modifiche, degli aggiornamenti e delle varie versioni del progetto man mano che evolve. Più account possono connettersi a un server e selezionare un progetto al quale sono stati assegnati. Ogni partecipante ha un ruolo specifico nel progetto, che comporta una serie di azioni consentite. Il system engineer avrà accesso completo all'intero sistema, compresa l'aggiunta o la rimozione di pacchetti di lavoro, l'inclusione di esperti in un ruolo specifico, la creazione e il congelamento delle iterazioni del progetto. Ogni pacchetto contiene una serie di parametri da aggiornare. La maggior parte di essi rappresenta proprietà fisiche che richiedono un valore numerico (come massa, consumo di potenza, volumi, ecc.). Tuttavia, lo stesso concetto può essere esteso a parametri con descrizione qualitativa. I parametri costituiscono l'output principale di ogni iterazione. Inoltre, diversi pacchetti di lavoro possono essere linkati ai parametri di altri pacchetti, qualora tali parametri abbiano un impatto sulle loro attività progettuali. Una volta raggiunto un buon livello di convergenza, l'iterazione viene chiusa e i parametri aggiornati diventano visibili a tutti. La condivisione delle informazioni avverrà quindi tramite l'aggiornamento dei parametri, le presentazioni in formato plenaria alla fine di ogni iterazione e, soprattutto, attraverso l'interazione diretta tra tutte le parti coinvolte durante lo svolgimento della sessione. L'acquisto di licenze per il tool di concurrent design consentirà di ottenere un supporto chiave da esperti del settore nello sviluppo in breve tempo di modelli e applicazioni facilmente utilizzabili dagli utilizzatori della CDF in campi anche diversi da quello astronomico. Verranno inoltre acquisiti dei server per la gestione indipendente dei tool di design concorrente, e dell'attrezzatura audio-video di supporto per le postazioni. I server dedicati consentiranno anche l'uniformità dei protocolli di comunicazione fra tutti i nodi CDF INAF, compresi quelli che potenzialmente verranno realizzati in futuro. L'upgrade del laboratorio di extended reality consisterà nell'acquisto di: - Nuovi visori per mixed reality e relative workstation - Guanti aptici e tracker per le articolazioni - Sensori biometrici L'aggiunta di visori e workstation per il rendering dell'ambiente virtuale è necessaria per la creazione di sessioni multiutente, dando una spinta importante alla qualità e all'efficacia dei processi di design review, ma anche per sessioni di training condivise. Guanti aptici e tracker consentono un livello di feedback e di precisione nel tracciamento dell'utente maggiore, aumentando l'affidabilità e l'aderenza al modello reale dell'ambiente virtuale. I sensori biometrici, infine, consentiranno di avere feedback oggettivi sull'utilizzo delle app, per garantirne l'ottimizzazione per le applicazioni richieste, anche per il singolo utente. Questo aspetto è particolarmente utile durante la formazione del personale, permettendo di adattare dinamicamente la gestione del training e particolarizzarla alle necessità specifiche delle persone, con risultati più efficaci e rapidi. Per quanto riguarda il nodo CDF di Brera, il potenziamento riguarderà innanzitutto l'aumento delle postazioni di lavoro disponibili nella facility, garantendo così la completezza multidisciplinare, specialmente per sistemi industriali complessi. Un potenziamento della connessione è inoltre previsto per facilitare anche la partecipazione remota e la comunicazione con gli altri nodi INAF. Il nuovo nodo CDF di Cagliari, invece,

verrà realizzato tramite l'acquisizione dell'attrezzatura necessaria per una sessione di concurrent design (in particolare monitor e smartboard per la condivisione di contenuti), seguendo il framework creato per i nodi di Napoli e Milano nel corso di STILES e STILEMI. Le attività descritte saranno gestite da personale dedicato, reclutato nell'ambito di questa proposta. In particolare, il primo profilo fornirà il supporto tecnico per l'infrastruttura principale del nodo di Napoli, gestirà la messa in funzione e manutenzione dei server, la gestione del tool di ingegneria concorrente, e darà supporto tecnico per il collegamento e la funzione multi-node tra più sedi INAF. Il secondo profilo si occuperà del supporto scientifico all'infrastruttura. Si coordinerà con il team di supporto strategico STILEMI per la valorizzazione e la promozione della facility, e si dedicherà allo studio e upgrade della metodologia, con l'implementazione del modello per l'astronomia da terra e per applicazioni industriali. L'insieme di queste attività consentiranno di mettere le CDF INAF a disposizione dei team di ricerca dell'ente e di partner scientifici, quali università e altri enti di ricerca. Permetteranno soprattutto l'utilizzo per PMI del territorio, con particolare attenzione alle industrie nel campo aerospaziale campane, consentendo la riduzione dei tempi e costi di sviluppo di prodotto, maggiore qualità del processo di design, e un trasferimento tecnologico e di know-how. L'INAF ne beneficerà in termini di rafforzamento delle sinergie con il tessuto industriale e con la generazione di nuove opportunità di ricerca. La CDF rappresenterà inoltre un'infrastruttura di eccellenza per la formazione del personale di ricerca e industriale, sia attraverso l'organizzazione di sessioni di design concorrente dedicate, che tramite l'utilizzo delle tecnologie di realtà virtuale e mista.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Lunar Simulation Chamber*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*FTEE-LSC*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Capodimonte*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' CAMERA LUNARE INAF punta a realizzare una camera di simulazione lunare all'avanguardia: una struttura capace di replicare in laboratorio le condizioni estreme della superficie della Luna — dalle escursioni termiche ai flussi di radiazione, dall'impatto di micrometeoriti alla presenza di polveri sottili. Questa camera sarà un banco di prova essenziale per testare e qualificare strumenti scientifici e tecnologie destinate a missioni lunari, sia robotiche che con equipaggio. Perché la Luna? Perché è il prossimo grande passo. Dopo i grandi progetti terrestri come SKA e ELT, la comunità scientifica ambisce a realizzare osservazioni astronomiche dalla superficie lunare. La Luna, infatti, offre opportunità uniche per l'osservazione: nel radio a bassissima frequenza (<30 MHz), inaccessibile da Terra a causa della ionosfera; nell'infrarosso/lontano infrarosso, dove l'atmosfera terrestre è opaca. La Luna, priva di atmosfera e di campo magnetico globale, con una rotazione lenta che consente lunghe notti (circa 14 giorni terrestri), una superficie stabile e sismicamente quieta, costituisce un sito osservativo ideale e complementare rispetto alle piattaforme terrestri e orbitali. In particolare, la faccia nascosta della Luna è un ambiente unico nel sistema solare, completamente schermato dalle interferenze radio terrestri. Si configura*

come un luogo privilegiato per: osservazioni radio cosmologiche a bassissima frequenza (es. 21 cm cosmologico, epoca della reionizzazione), monitoraggio a lungo termine dell'attività solare, studi sull'universo primordiale. Questi obiettivi sono perfettamente complementari rispetto a quelli di SKA, che opera a frequenze radio più elevate. Oltre al valore scientifico, lo sviluppo di una camera di simulazione lunare rappresenta un asset strategico per l'Italia e per il sistema industriale nazionale, nel quadro della crescente centralità della space economy. Il ritorno alla Luna, con missioni con equipaggio, la creazione di habitat stabili e lo sviluppo di servizi a supporto delle operazioni dalla superficie e dall'orbita lunare, sta generando un'ondata globale di iniziative. Queste coinvolgono sia il settore scientifico-tecnologico — con la progettazione di nuova strumentazione per osservazioni ed esperimenti lunari — sia quello industriale, attraverso lo sviluppo di tecnologie e servizi per l'esplorazione umana e robotica. Per garantire l'affidabilità e la sopravvivenza di dispositivi e strumenti in un ambiente così estremo, è indispensabile disporre di un'infrastruttura di test avanzata, in grado di verificarne le prestazioni in condizioni realistiche. La camera lunare proposta si configura quindi come una facility tecnologica abilitante, a supporto dello sviluppo, della qualificazione e della validazione di strumentazione e dispositivi destinati a operare sulla superficie lunare, contribuendo al posizionamento scientifico e industriale dell'Italia in questo nuovo scenario. Ad oggi, esistono pochissime strutture al mondo in grado di simulare in modo realistico l'ambiente lunare, ma l'interesse è crescente: progetti simili sono attualmente in sviluppo in Europa, Stati Uniti, Cina, Giappone, Canada e Corea. Attualmente, in Europa esistono soltanto due camere lunari, entrambe ancora in fase di costruzione. La camera lunare sarà costituita da una camera da termovuoto "sporca", delle dimensioni di almeno 1.5 m diametro e 2 m lunghezza (TBC), nella quale simulare diverse condizioni e fenomeni attivi nell'ambiente lunare quali, in particolare, ambiente di vuoto e range di temperatura, ambiente di polvere, impatto di micrometeoriti, effetti della radiazione UV e del vento solare su regolite e materiali. In dettaglio, si vuole realizzare una camera che consenta di raggiungere e mantenere una pressione  $<10^{-6}$  mbar (con target di  $10^{-7} - 10^{-8}$  mbar) e una temperatura impostabile nell'intervallo tra  $-150^{\circ}\text{C}$  e  $+120^{\circ}\text{C}$  (TBC). La condizione di vuoto è raggiungibile attraverso l'utilizzo di pompe primarie e pompe criogeniche. Per variare la temperatura si utilizzeranno riscaldatori e un sistema di raffreddamento ad azoto liquido, tramite immissione da dewar. Il raffreddamento del sistema di pompaggio e di alcuni dispositivi (es. laser) sarà assicurato dalla presenza di opportuni chiller. Il fondo della camera sarà ricoperto da un "letto" di simulante di regolite lunare che sarà esposto alle diverse sorgenti che verranno utilizzate per simulare i fenomeni di interesse. Per simulare l'effetto del vento solare sul regolite e sui materiali si prevede di installare sul top della facility o all'interno della stessa i seguenti dispositivi: un cannone ionico (energia  $< 6$  keV), equipaggiato da lenti di Einzel per una dispersione più ampia del fascio, e da movimentatori che permettano di operare una rapida scansione della superficie da irraggiare; un cannone elettronico (200-300 eV fino a 5 keV) con deflessione elettromagnetica e scansione. Per simulare l'effetto degli impatti di micrometeoriti verrà utilizzato un laser Nd:YAG. Per generare la ionizzazione del regolite e la conseguente levitazione della polvere si useranno delle lampade UV. Inoltre, la camera sarà dotata di simulatori solari. Infine, un sistema di dispenser permetterà l'iniezione controllata di polvere nella camera dopo averla caricata elettricamente. Gli effetti di tale ambiente sui materiali e la strumentazione verranno valutati con videocamere e rivelatori. In particolare si utilizzeranno: Faraday cups per la misura della carica della polvere in sospensione; una fotocamera ad alta risoluzione e frame rate per l'analisi delle caratteristiche e della dinamica delle polveri in sospensione e dell'effetto della polvere sui dispositivi da testare; un sistema di misura di fenomeni di luminescenza (TBC) (es. ionoluminescenza, catodoluminescenza, termoluminescenza) attraverso un sistema spettroscopico costituito da un monocromatore associato ad una fotocamera ad alta sensibilità (es.: fluorescenza) per la caratterizzazione dell'interazione radiazione – strumentazione/dispositivo da testare, o anche radiazione-materiale (simulante) lunare, con la possibilità di risalire alla composizione del materiale lunare studiato. Inoltre, tale setup servirà a caratterizzare gli effetti permanenti della radiazione sul materiale lunare, i materiali degli strumenti in sviluppo e la loro elettronica di controllo. Gli strumenti spaziali/dispositivi/materiali da testare saranno analizzati anche attraverso strumentazione quale residual gas analyser / mass spectrometer, rivelatori di ioni (MCP), spettrometri, Langmuir probes (TBC). La facility sarà dotata dunque di una serie di dispositivi, indicativi e non esaustivi, che potranno essere modificati o integrati in fase di progettazione definitiva, quali (1) sorgenti: 3 cannoni ionici, di cui uno ad alta energia (fino a 30 keV) e due a più bassa energia (3 keV) e relativa sensoristica; 3 cannoni elettronici, di cui 1 ad alta energia (fino a  $\sim 30$  keV) e due a più bassa energia (200-300 eV fino a 3 keV, con deflessione elettromagnetica e scansione e relativa sensoristica; 1 Laser Nd:YAG per la simulazione degli impatti di micrometeoriti; lampade UV lampade solari (2) dispositivi tecnici: Lenti di Einzel 4 dispenser di polvere e relativo sistema di trasporto per riempimento Sistemi di elettrodi a griglia per la generazione controllata di campi elettrici Chiller e relativo impianto Pompe criogeniche Sistema di pompaggio a due turbine + pompa primaria ACP Sistema di riscaldamento ad irraggiamento Sistema di raffreddamento ad azoto liquido Generatore di idrogeno ad elettrolisi Box insonorizzato e raffreddato per area grigia Sistemi di sicurezza (eventuale camera bianca ISO8 circa 25 m<sup>2</sup>) (3) strumentazione di test: Residual gas analyser /

*mass spectrometer Rivelatori di ioni (MCP) Videocamere ad alta risoluzione e alto rate di acquisizione Spettrometri 2 Langmuir probes Il laboratorio che ospiterà la camera lunare verrà equipaggiato con banchi da lavoro, arredamento, strumentazione da laboratorio (inclusi tester, oscilloscopi ecc.). La progettazione sarà supportata e farà leva sulle competenze maturate in INAF durante lo sviluppo di una piccola camera di simulazione lunare (con un diametro di 50 cm e un'altezza di 60 cm), realizzata nei laboratori INAF di Napoli nell'ambito del progetto PNRR IR denominato 'EMM – Earth Moon Mars'. La camera verrà alloggiata all'interno di un edificio da riattare, un' ex-casa colonica, presente nel comprensorio dell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte a Napoli. Sono previsti quindi lavori edili e di impiantistica necessari per ripristinare i locali in cui alloggiare la camera e realizzare gli impianti necessari (elettrico, idraulico, trasporto e smaltimento gas, raffreddamento, riscaldamento, ecc.). Sarà necessario reclutare personale ricercatore/tecnologo III livello per almeno 6 FTE totali, dando priorità al personale già assunto nel progetto PNRR IR denominato "Earth Moon Mars (EMM)", che ha maturato le competenze nella progettazione di camere lunari e marziane, nello studio dell'ambiente lunare, e nella progettazione e test di strumentazione scientifica per applicazioni lunari. Tale personale sarà impegnato nella definizione dei requisiti della camera, nel supporto alla progettazione, negli scambi periodici con la/le ditta/e che realizzeranno la facility, per i test di funzionamento. I deliverable principali dell'attività consistono nella realizzazione della camera di simulazione lunare e nella ristrutturazione e adeguamento dei locali che dovranno ospitare la facility. Per la progettazione, la produzione e l'integrazione della camera sarà necessario avviare una procedura di gara. In una fase preliminare verranno definite nel dettaglio le specifiche di performance della camera, inclusa l'individuazione di tutti i suoi sottosistemi e delle relative specifiche tecniche. Questo guiderà la stesura del capitolato tecnico da presentare nella gara di appalto, che rappresenta il primo obiettivo intermedio del progetto. Il secondo obiettivo intermedio sarà rappresentato dall'intero svolgimento della procedura di gara, fino all'assegnazione dell'appalto all'operatore economico individuato. Contemporaneamente verrà svolta la procedura di gara per la ristrutturazione dei locali che verranno adibiti ad alloggiare la camera, che consisterà in lavori edili e di impiantistica. Durante la fase di progettazione verranno individuate le soluzioni tecniche più adeguate a garantire le prestazioni richieste. Alla fase di progettazione e di realizzazione seguirà la fase di collaudo e validazione durante la quale verrà accertata la conformità ai requisiti richiesti. In particolare, sarà verificata la capacità della camera di riprodurre le seguenti condizioni ambientali lunari: • l'ambiente di vuoto e l'intervallo di temperature previsto, • l'ambiente di polvere, • l'impatto da micrometeoriti, • la ionizzazione del regolite e dei materiali tramite radiazione UV • l'interazione con il vento solare.*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

*01*

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Ion Accelerator*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*FTEE-IA*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astrofisico di Catania*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**



*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' Acceleratore Ionico (ad alta energia – centinaia di keV) Scopo dell'Attività qui proposta è acquistare un acceleratore ionico ad alta energia (fino a diverse centinaia di keV) per alterare e modificare, tramite ioni energetici, target di interesse scientifico, industriale e tecnologico. L'acceleratore ionico acquistato nell'ambito di questo Progetto sarà collocato nei locali del Laboratorio di Astrofisica Sperimentale (LASp) presso la sede INAF-OACT, rendendo il LASp una facility di ricerca ed innovazione unica in Italia per i prossimi decenni. In ambito astrofisico, il nuovo acceleratore verrà utilizzato per attività di ricerca di eccellenza condotte in collaborazione con ricercatori INAF e colleghi di altri Istituti e Università, con l'obiettivo di simulare e studiare, in condizioni riproducibili in pochi altri laboratori al mondo, l'alterazione indotta da particelle cariche energetiche in una varietà di campioni di interesse per le scienze planetarie, l'astrochimica e l'astrobiologia, come ad esempio meteoriti, minerali, ghiacci e materia organica. E' bene ricordare che le superfici, i materiali e i dispositivi in vari ambienti extraterrestri sono esposti a condizioni estreme come bassa pressione, variazioni estreme di temperatura e bombardamento di particelle cariche energetiche e fotoni. Queste fonti di processamento sono capaci di indurre profondi cambiamenti nelle loro proprietà fisiche, strutturali e chimiche. A loro volta, questi cambiamenti influenzano le proprietà spettrali dei materiali che sondiamo tramite osservazioni astronomiche da terra o da strumenti a bordo di missioni spaziali. La nostra conoscenza delle modifiche indotte dal processamento ionico si basa principalmente su studi sperimentali condotti in laboratori terrestri, che giocano un ruolo unico nel rivelare la vera natura e le condizioni presenti in questi ambienti e nell'aiutare a capire come queste condizioni influenzano ciò che osserviamo. Questi esperimenti ci permetteranno di indagare sull'evoluzione fisica, chimica, mineralogica e spettrale dei campioni processati e sui meccanismi di formazione, distruzione e sopravvivenza della materia organica sui grani di polvere del mezzo interstellare e sulle superfici dei corpi del sistema solare privi di atmosfere e campi magnetici (es. comete, asteroidi, satelliti, oggetti trans-nettuniani) che sono esposti ad un flusso continuo di particelle energetiche (vento solare, particelle energetiche solari e raggi cosmici a bassa energia). In questo contesto, l'acceleratore ci consentirà di espandere l'Attività #4202 del Progetto STILES, focalizzata sulla caratterizzazione di minerali di interesse astrofisico e sulla loro interazione con organici complessi. Allo stesso tempo, in ambito industriale e tecnologico l'acceleratore ionico ci permetterà di svolgere attività sperimentali di eccellenza per studiare, ad esempio, gli effetti del "drogaggio", tramite impianto ionico, di materiali utilizzati per lo sviluppo di sensori in dispositivi elettronici o l'alterazione indotta dal bombardamento ionico in materiali utilizzati per applicazioni spaziali, pannelli fotovoltaici o rivestimenti polimerici. L'acceleratore ionico sarà collocato nei locali del LASp per implementare, per vari decenni, una facility unica in Italia dedicata allo studio di materiali solidi sottoposti a condizioni tipiche di ambienti spaziali e di specifico interesse scientifico, industriale e tecnologico, quali ad esempio: ultra-alto vuoto, bassa temperatura, radiazione UV e bombardamento con ioni energetici. La strumentazione già disponibile presso il LASp permetterà l'analisi tramite spettroscopia IR, UV-Vis-NIR e Raman dei vari materiali, fornendo informazioni sulle loro proprietà fisiche, chimiche e strutturali prima e dopo l'esposizione alle suddette condizioni. Per gli esperimenti, i campioni sono ospitati in una camera ad ultra-alto vuoto (UHV;  $P \leq 1 \times 10^{-9}$  mbar) interfacciata all'acceleratore di ioni. Un sistema di lenti elettrostatiche permette di focalizzare il fascio nella camera UHV, dove incide sul campione con un angolo di  $45^\circ$ . Il campione è alloggiato su un porta-campioni in contatto termico con un criostato raffreddato ad elio, la cui temperatura quindi può essere impostata nel range  $T=17-300$  K. Il fascio ionico sarà "spazzolato" sul campione, tramite un sistema di "sweeping", per irraggiare la superficie del campione in modo uniforme. Durante gli esperimenti, l'entità dell'irraggiamento sarà monitorata misurando la corrente ionica, mentre i cambiamenti indotti nei campioni saranno monitorati in-situ tramite spettroscopia nel vicino IR e nel medio IR, in trasmissione o riflessione, nonché tramite spettroscopia Raman. Sottolineiamo che la combinazione di bombardamento ionico e spettroscopia Raman è un'esclusiva di questo setup a livello internazionale. E' bene notare inoltre che prevediamo di accoppiare il nuovo acceleratore ionico con un setup sperimentale innovativo attualmente in costruzione nel LASp per l'analisi di molecole in fase solida (ghiacci), meteoriti e campioni extraterrestri tramite la tecnica "Laser-induced ablation followed by Ionization and Time of Flight Mass Spectrometry" (LI-ToF-MS). Questo nuovo setup ci permetterà di rilevare specie molecolari complesse meno abbondanti, che non possono essere identificate usando le tecniche convenzionali disponibili nella maggior parte degli altri gruppi di astrofisica di laboratorio in Italia ed all'estero (principalmente spettroscopia IR e Raman). In particolare, questa configurazione consente il rilevamento di specie molecolari complesse con un'abbondanza, rispetto alle specie più abbondanti presenti nel campione irradiato, nell'intervallo  $10^{-7}-10^{-10}$ , mentre ad esempio la spettroscopia IR può rilevare specie con un'abbondanza non inferiore a  $10^{-3}$ . Ciò rappresenterà un ulteriore passo innovativo importante nel campo delle scienze planetarie, dell'astrochimica e dell'astrobiologia. Riassumendo, la principale strumentazione già presente nel LASp e che verrà accoppiata all'acceleratore ionico è rappresentata da: 1) Camera di simulazione (e relativa componentistica): camera da vuoto UHV ( $P \leq 1 \times 10^{-9}$  mbar), pompe e sistemi da vuoto, criostato (17-300 K), sistema porta campione, lampada UV Lyman-alpha (10.2 eV) 2)*



*Strumentazione analitica: diversi spettrometri IR, UV-Vis-NIR e Raman, per analisi dei campioni prima, durante e dopo il processamento ionico 3) Setup per “Laser-induced ablation followed by Ionization and Time of Flight Mass Spectrometry” (LI-ToF-MS) Essendo il nuovo acceleratore ionico collocato presso la facility sperimentale LAsp, verranno utilizzati gli spazi già disponibili presso la sede INAF-OACT. Non saranno quindi richiesti fondi in questo Progetto per lavori edili. I fondi richiesti verranno quindi utilizzati per: acquisto acceleratore ionico con le seguenti caratteristiche: possibilità di generare diversi fasci ionici ( $H^+$ ,  $He^+$ ,  $N^+$ ,  $Ar^+$ , ...) energia finale (sul campione) di diverse centinaia di keV (range approx. 100 - 400 keV) magnete analizzatore/selettore del fascio ionico flussi ionici variabili (range approx.  $1E12 - 5 \times 1E14$  ioni  $cm^{-2} s^{-1}$  per target di 1  $cm^2$ . Per target di X  $cm^2$ , il flusso scala in proporzione) linee di fascio a pressione controllata e con sistema di focalizzazione del fascio sistema di sweeping per garantire irraggiamento uniforme del campione acquisto componentistica associata (componentistica meccanica, elettronica, ottica, elettromagnetica, pompe e sistemi da vuoto, valvole e misuratori, generatori, connettori, sistemi di controllo, computers e interfacce, cavi, tubi, montature e sistemi di supporto, ...). costi di trasporto ed installazione della strumentazione. Missioni e trasferte del personale afferente al LAsp Le attività sperimentali nel LAsp sono condotte da 5 unità staff R&T e studenti di Magistrale e Dottorato il cui numero varia negli anni (attualmente 2 studenti di Dottorato e 1 di Magistrale afferenti all'Università degli Studi di Catania). Non saranno richiesti fondi per ulteriori unità di personale. Tutto il personale del LAsp è coinvolto nell'Attività qui proposta, fornendo le proprie competenze, ampiamente riconosciute in ambito nazionale ed internazionale, in vari settori: astrofisica sperimentale, fisica della materia, chimica e ingegneria. Tali competenze derivano da un'attività pluridecennale focalizzata sulla caratterizzazione di materiali in fase solida tramite varie tecniche spettroscopiche e nello studio degli effetti indotti dall'interazione tra fasci ionici e materiali di interesse astrofisico, tecnologico e industriale, quali ad esempio campioni extraterrestri, ghiacci di interesse astrofisico, minerali, batteri, semiconduttori, polimeri e materiali carboniosi. La competenza del personale del LAsp è testimoniata anche dalle circa 300 pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali referate. Sottolineiamo che, nonostante le attività di ricerca si siano concentrate principalmente sulle implicazioni astrofisiche, notevole rilievo è sempre stato dato allo studio delle modifiche indotte dal bombardamento ionico alle proprietà fisiche, chimiche e spettrali di materiali di interesse tecnologico e industriale. Le competenze interdisciplinari del gruppo consentono di studiare, ad esempio, gli effetti del “drogaggio”, tramite impianto ionico, di materiali utilizzati per lo sviluppo di sensori in dispositivi elettronici o l'alterazione indotta dal bombardamento ionico in materiali utilizzati per applicazioni spaziali, pannelli fotovoltaici o rivestimenti polimerici.*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

*01*

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Nanoscale Engineering*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*FTEE-NE*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Capodimonte*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

**SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA'** Le sfide intrinseche nella caratterizzazione di materiali, che spesso richiedono strumentazione specializzata e costosa, creano un forte impulso per partnership sinergiche. La condivisione di tecniche, strumenti ed esperienze può portare a miglioramenti sostanziali nelle capacità analitiche, nell'efficienza e nella produzione scientifica complessiva. Molte tecniche analitiche, come la microscopia elettronica (SEM, TEM), la spettroscopia e la spettrometria di massa (SIMS, ICP-MS), sono applicabili a un'ampia gamma di materiali. I laboratori con esperienza in tecniche specifiche possono offrire accesso e formazione ad altri, massimizzando l'utilizzo degli strumenti e riducendo al minimo la ridondanza nelle acquisizioni. **Obiettivo primario:** Elevare significativamente le capacità analitiche e la portata scientifica del laboratorio dedicato allo studio dei materiali extraterrestri, posizionandolo all'avanguardia internazionale nella caratterizzazione micro e nano-scalare di campioni cosmici, attraverso l'acquisizione e l'integrazione di uno strumento FIB-SEM TOF (Focused Ion Beam - Scanning Electron Microscope - Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry). Tale potenziamento mira a:

- 1-Sbloccare Nuove Frontiere di Ricerca: Permettere l'analisi di materiali extraterrestri con un livello di dettaglio e una correlazione di informazioni (morfologiche, strutturali, elementari e isotopiche) precedentemente irraggiungibili. Ciò consentirà di affrontare questioni scientifiche più complesse riguardanti l'origine e l'evoluzione del Sistema Solare, la formazione dei pianeti, la natura dei corpi minori (asteroidi, comete) e la potenziale presenza di composti organici e precursori della vita.
- 2-Incrementare la Precisione e la Sensibilità Analitica: Sfruttare le capacità uniche del FIB per la preparazione sito-specifica di campioni, del SEM per l'imaging ad altissima risoluzione e del TOF-SIMS per l'analisi composizionale e isotopica ad elevata sensibilità e risoluzione di massa. Questo è cruciale per lo studio di fasi estremamente piccole (es. grani presolari, inclusioni sub-micrometriche), campioni preziosi e limitati (es. polvere cometaria, campioni da missioni di ritorno).
- 3-Abilitare l'Analisi Tridimensionale Correlativa: Integrare le capacità di sezionamento progressivo del FIB con l'imaging SEM e l'analisi chimica/isotopica del TOF-SIMS per ricostruire la struttura interna e la distribuzione composizionale dei campioni in 3D. Questo fornirà una comprensione senza precedenti dell'eterogeneità e delle relazioni spaziali tra le diverse componenti dei materiali extraterrestri.
- 4-Ottimizzare l'Utilizzo di Campioni Unici e Preziosi: Massimizzare il ritorno scientifico da ogni singolo campione, ottenendo una vasta gamma di dati da volumi minimi di materiale, preservando così risorse insostituibili per future indagini.
- 5-Rafforzare la Collaborazione e la Competitività Internazionale: Dotare il laboratorio di una strumentazione all'avanguardia che attragga collaborazioni scientifiche di alto profilo e garantisca la competitività del laboratorio nel panorama internazionale della ricerca sui materiali extraterrestri. L'installazione del FIB-SEM TOF rappresenta un investimento strategico volto a trasformare la capacità del laboratorio di decifrare i messaggi codificati nei materiali provenienti dallo spazio, contribuendo in modo significativo all'avanzamento della planetologia e dell'astrobiologia.

**ESPERIENZA PRECEDENTE** Il gruppo di ricerca dell'INAF-OACN studia materiali extraterrestri e i loro analoghi terrestri dalla fine degli anni '80 con l'obiettivo di comprendere la formazione e l'evoluzione della materia solida nello spazio. Il laboratorio di Fisica Cosmica presso l'INAF Osservatorio Astronomico di Napoli vanta una significativa esperienza nella caratterizzazione e analisi di materiali analoghi ed extraterrestri. Questa expertise è fondamentale per la ricerca sui processi di formazione ed evoluzione dei sistemi planetari, incluse le prime fasi del Sistema Solare e la composizione di corpi celesti distanti. Il team è specializzato nell'applicazione di metodologie analitiche avanzate, che spaziano dalla spettroscopia Raman e infrarossa alla microscopia elettronica a scansione (SEM) con spettroscopia a raggi X a dispersione di energia (EDX), e tecniche di diffrazione a raggi X (XRD). Queste tecniche consentono una determinazione dettagliata della composizione elementare, mineralogica e strutturale di campioni geologici terrestri (utilizzati come analoghi) e di frammenti di origine extraterrestre, quali meteoriti, micrometeoriti e polveri cosmiche. L'esperienza del personale si estende anche allo sviluppo di protocolli di preparazione dei campioni e all'interpretazione dei dati complessi, affrontando le sfide legate alla natura spesso microscopica e alla scarsità di questi materiali. La collaborazione interdisciplinare con istituti di ricerca nazionali e internazionali è un pilastro dell'attività del laboratorio, consentendo di integrare dati provenienti da diverse fonti e di affrontare questioni scientifiche di vasta portata, dalla petrologia meteoritica alla modellizzazione delle atmosfere planetarie primitive.

**ATTIVITA' PNRR PRECEDENTE(N/A) DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO** L'integrazione di un sistema FIB-SEM-TOF (Focused Ion Beam - Scanning Electron Microscope - Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry) rappresenta un salto qualitativo per il preesistente laboratorio di analisi materiali. L'installazione di questa complessa strumentazione avverrà all'interno di un laboratorio preesistente, specificamente in un'area dedicata alla microscopia. Questo permetterà di sfruttare al meglio le infrastrutture già presenti e ottimizzare il processo. La strumentazione sarà inserita in una camera bianca, un ambiente a contaminazione controllata essenziale per garantire la precisione e l'affidabilità delle analisi, in particolare quando si lavora con campioni di dimensioni nanometriche o con materiali sensibili. L'area prescelta era già stata concepita per ospitare strumentazioni delicate, il che semplificherà l'installazione. Il processo di installazione richiederà un'attenta pianificazione.

La camera bianca preesistente sarà configurata per accogliere le esigenze specifiche del FIB-SEM-TOF, inclusi i requisiti per il controllo della temperatura e dell'umidità, oltre alla filtrazione dell'aria per mantenere i livelli di pulizia richiesti. La disponibilità di attrezzature accessorie già presenti nella zona microscopia, accelererà notevolmente i tempi. Allo stesso modo, le utenze accessorie già presenti, quali linee per gas speciali, vuoto spinto, azoto liquido e un'infrastruttura elettrica adeguata, permetteranno un collegamento rapido e funzionale del nuovo strumento. **ATTIVITA' DI FORMAZIONE DEL PERSONALE** L'introduzione di uno strumento complesso e all'avanguardia come il FIB-SEM-TOF (Focused Ion Beam - Scanning Electron Microscope - Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry) in un laboratorio preesistente richiede un programma di formazione del personale approfondito e strutturato. L'obiettivo è garantire che gli operatori possano sfruttare appieno le potenzialità della strumentazione, eseguendo analisi precise e affidabili in completa autonomia e sicurezza. Il percorso formativo tipicamente si articola in diverse fasi, ognuna progettata per costruire gradualmente le competenze necessarie: **Formazione Teorica e Fondamentale:** Inizialmente, viene introdotto ai principi teorici che sottostanno al funzionamento di ciascun componente: la microscopia elettronica a scansione (SEM), il fascio ionico focalizzato (FIB) e la spettrometria di massa a tempo di volo (TOF-SIMS). **Addestramento Pratico "Hands-on":** Gli operatori imparano a utilizzare fisicamente il FIB-SEM-TOF. Questo include: Gestione del campione). Controllo dello strumento. Acquisizione immagini e dati. Risoluzione dei problemi (troubleshooting). **Analisi e Interpretazione dei Dati:** Si apprendono tecniche per la quantificazione elementare, la ricostruzione 3D l'identificazione di fasi e composti, e la correlazione tra le diverse informazioni ottenute. **APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE** La combinazione di un Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) con un Fascio Ionico Focalizzato (FIB) e uno Spettrometro di Massa a Ioni Secondari a Tempo di Volo (TOF-SIMS) crea uno strumento estremamente potente per la ricerca industriale e l'analisi dei materiali. Questa piattaforma integrata consente di ottenere informazioni strutturali e chimiche dettagliate su scala nanometrica, fondamentali per lo sviluppo di prodotti, il controllo qualità e l'analisi dei guasti. **Vantaggi per la Ricerca Industriale e l'Analisi dei Materiali** L'integrazione di FIB, SEM e TOF-SIMS si traduce in benefici significativi per l'industria: **-Analisi dei Guasti e Risoluzione dei Problemi:** -Identificazione rapida e precisa della causa radice dei guasti in prodotti e componenti. -Localizzazione di difetti, contaminanti e inclusioni nascoste su scala nanometrica. -Analisi delle interfacce di adesione e dei problemi di delaminazione. **- Sviluppo e Ottimizzazione dei Materiali:** -Caratterizzazione approfondita di nuovi materiali, rivestimenti, film sottili e compositi. -Comprensione delle relazioni tra struttura, composizione e prestazioni del materiale. - Ottimizzazione dei processi di produzione attraverso la comprensione dei cambiamenti chimici e strutturali indotti dal processo. **Controllo Qualità e Assicurazione (QA/QC):** -Verifica della conformità dei materiali alle specifiche. -Rilevamento di contaminazioni superficiali o sub-superficiali anche a livelli di tracce. - Valutazione dell'efficacia dei processi di pulizia e trattamento delle superfici. **Caratterizzazione Avanzata:** - Analisi chimica e isotopica di elementi leggeri e a bassa concentrazione, cruciali in settori come le batterie (litio) e la scienza dei polimeri (idrogeno, carbonio). -Studi di diffusione e migrazione degli elementi su scala nanometrica, essenziali per la durabilità dei dispositivi. -Profilatura di profondità con risoluzione eccellente per film sottili e strutture multistrato. **Applicazioni Industriali Chiave -Semiconduttori ed Elettronica:** Analisi dei difetti, caratterizzazione dei dopanti, investigazione delle interconnessioni, analisi delle tracce di contaminazione su wafer e dispositivi. **-Batterie e Accumulo di Energia:** Comprensione dei meccanismi di degradazione, analisi delle interfacce elettrodiche, distribuzione di ioni di litio e altri elementi attivi. **- Polimeri e Rivestimenti:** Caratterizzazione della composizione superficiale, identificazione di additivi e contaminanti, analisi dell'interfaccia tra polimero e substrato. **-Metalli e Leghe:** Analisi delle inclusioni, segregazioni ai bordi grano, strati di ossido e fenomeni di corrosione. **-Automotive e Aerospaziale:** Ispezione di componenti critici, analisi di superfici trattate, valutazione della durabilità. **-Farmaceutica e Biomedicina:** Caratterizzazione di superfici di impianti medici, analisi della distribuzione di farmaci, studi di biocompatibilità. In sintesi, lo strumento FIB-SEM-TOF rappresenta un investimento strategico per le aziende che necessitano di una comprensione profonda e dettagliata dei loro materiali e processi. Offre una combinazione unica di imaging ad alta risoluzione e analisi chimica ultra-sensibile, accelerando l'innovazione e migliorando la qualità del prodotto in diversi settori industriali. **RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO** Il laboratorio ha già competenze e personale per la struttura esistente; nell'ambito del potenziamento e viste le caratteristiche della nuova strumentazione è necessaria l'acquisizione di personale dedicato per acquisire completa padronanza delle tecniche diverse di analisi.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

## *Exo-planetary Atmosphere Simulator*

### ➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

*FTEE-EAS*

### ➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Palermo*

### ➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

### ➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

### ➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' Questa attività esplora le basi chimiche dell'origine della vita, analizzando in che modo gli ambienti planetari e cosmici plasmino la chimica prebiotica. Piuttosto che limitarci a confronti con la Terra, consideriamo l'abitabilità come un continuum governato dal potenziale chimico di sistemi planetari eterogenei. I processi biologici terrestri, come la fotosintesi ossigenica e la fissazione dell'azoto, sono reazioni chimicamente complesse e termodinamicamente sfavorite; la loro insorgenza non si può dedurre unicamente dalla composizione dell'atmosfera primordiale, sottolineando la necessità di una visione più ampia. Analogamente, l'ipotetica rilevazione di ammoniaca nell'atmosfera di Venere, dove tale molecola non dovrebbe essere stabile, suggerisce la possibile presenza di processi chimici o persino biologici sconosciuti in condizioni radicalmente diverse. Attraverso esperimenti di laboratorio, ci proponiamo di indagare come la chimica si adatti a una varietà di ambienti planetari, identificando percorsi prebiotici che possano aver preceduto l'emergere della vita. A tal fine, proponiamo un potenziamento mirato di due piattaforme sperimentali esistenti, LIFE (Life Irradiation Facility for Exochemistry) e LIFE+ (LIFE and Planetary Atmospheric Systems), mediante l'acquisizione e integrazione di due componenti complementari. Il primo è una sorgente di elettroni energetici, che ci consentirà di simulare lo space weathering e indurre cicli redox esotici su superfici ghiacciate e aerosol, processi ritenuti critici nella chimica planetaria. Il secondo è una camera ad alta pressione, progettata per operare in un intervallo che va da frazioni a qualche decina di bar, capace di simulare lo strato limite tra le atmosfere e superfici planetarie solide o liquide. Questa regione gioca un ruolo cruciale nel governare le interazioni gas-liquido, l'innescio di processi catalitici e la formazione e trasformazione di molecole complesse. L'inclusione di una fase liquida aggiunge una dimensione fondamentale, poiché consente valutazioni più realistiche delle condizioni in cui può avvenire la chimica prebiotica. Questi elementi permetteranno test sistematici dell'evoluzione chimica in condizioni estreme, come ad esempio quelle di Titano, di lune ghiacciate, degli strati nuvolosi di Venere, o in ipotetici ambienti esoplanetari. Per trasformare questa complessità sperimentale in un quadro integrato e predittivo, abbineremo i dati di laboratorio a sofisticati strumenti di calcolo. Una modellistica basata su intelligenza artificiale e tecniche di retrieval spettrale saranno utilizzate in sinergia con le simulazioni sperimentali per costruire un quadro interpretativo unificato della chimica planetaria. Tali strumenti integreranno cinetiche di reazione, ambienti radiativi, accoppiamento superficie-atmosfera e firme spettrali in una mappa globale del potenziale prebiotico. Questo framework ci permetterà di confrontare la probabilità e la natura dell'evoluzione chimica in contesti planetari diversi, di tracciare le condizioni più favorevoli all'emergere di percorsi prebiotici e di identificare obiettivi promettenti per indagini future sulla base di criteri chimici, piuttosto che puramente fisici o orbitali. Intendiamo quindi integrare all'interno dell'attività di laboratorio un'unità di sviluppo AI (Artificial Intelligence) dedicata, che unifichi e acceleri l'analisi dei dati provenienti dal laboratorio, dalle simulazioni numeriche e le osservazioni, dotata di un nodo computazionale multi-GPU con storage locale a bassa velocità. Questo consentirà di avviare lo sviluppo degli strumenti di AI, per poi validarli attraverso una fase di testing con il fine di implementarli su infrastrutture di calcolo ad alte prestazioni di livello superiore (per esempio ADHOC, realizzata nell'ambito del progetto PNRR-STILES). Gli strumenti di AI sviluppati permetteranno la funzionalità di tre azioni interconnesse: estrarre pattern dai dati sperimentali complessi, raffinare i modelli chimici di simulazione, e*



supportare il retrieval delle osservazioni astronomiche correlando le firme spettrali agli ambienti chimici più probabili. Il feedback costante tra simulazioni di laboratorio, simulazioni numeriche e osservazioni astronomiche ci permetterà di ottimizzare sia la progettazione degli esperimenti sia l'analisi spettrale, migliorando la nostra capacità di rilevare possibili biofirme. Questi studi chimici non solo identificheranno condizioni planetarie plausibili per l'emergere di sistemi organizzati, ma produrranno anche una solida base su cui costruire indagini biologiche. Combinando piattaforme di simulazione potenziate con un insieme di strumenti analitici, inclusi strumenti esistenti come la cromatografia gas e liquida, e altri strumenti da acquisire per potenziare le capacità attuali di spettrometria di massa e infrarossa, saranno generati dataset sperimentali ad alta risoluzione e di elevata precisione quantitativa, che potranno essere direttamente comparati con i dati ottenuti tramite remote sensing. Interpretati attraverso il framework potenziato dall'AI, questi dati ci consentiranno di passare da risposte isolate a interpretazioni generalizzabili sulle condizioni chimiche ambientali. In definitiva, questo approccio integrato, dalla chimica cosmica alla modellizzazione planetaria, e dal potenziale chimico all'adattamento biologico, offre una via potente verso una visione dell'abitabilità più inclusiva e predittiva. Le piattaforme LIFE e LIFE+ sono strumenti ad alte prestazioni, tra i più avanzati al mondo. Un importante potenziamento, soprattutto in ambito di chimica atmosferica esoplanetaria, è stato finanziato attraverso il programma PNRR-STILES, ed ha dato origine a LIFE+, una struttura all'avanguardia che integra uno spettrometro IR con cella multipasso e un versatile spettrometro di massa a quadrupolo, inclusi diagnostiche per ioni e radicali, per il monitoraggio in tempo reale delle specie in fase gas. LIFE+ opera su un ampio intervallo di parametri con input energetici configurabili (scariche elettriche, plasma, UV) e miscele gassose, consentendo l'osservazione diretta di prodotti fotochimici intermedi e complessi, inclusa la formazione di condensati e nebbie. In relazione all'investimento previsto da questo bando, riportiamo di seguito l'elenco della strumentazione pianificata e necessaria: 1. sorgente di elettroni (electron gun) con range energetico 1 keV – 60 keV; 2. camera di simulazione con accesso ottico per condizioni di pressione estrema (da 1 mbar a 30 bar), dotata di controllo termico per analoghi di atmosfere e superfici planetarie (15 – 500 K), una glove box per la manipolazione di superfici e campioni liquidi in un ambiente controllato, una camera di miscelazione per la preparazione della composizione atmosferica, un sistema di pompaggio, e appropriate unità di controllo; 3. criostato per la simulazione di ambienti freddi (fino a 10 K); 4. spettrometro nel vicino e medio IR, con cella multipasso, dotato di rivelatore MCT ad alta sensibilità; 5. spettrometro di massa a quadrupolo con rivelatore ad alta sensibilità; 6. nodo di gestione con relativo software di controllo; nodo di calcolo con 4 GPU di classe almeno H100 e storage integrato. Con queste specifiche, il nostro insieme di piattaforme (LIFE, LIFE+ e la nuova) rappresenterà un unicum a livello nazionale, e tra i pochi a livello internazionale. Come accaduto durante la costruzione di LIFE+, le aziende fornitrici hanno mostrato un forte interesse nell'impiego di diagnostiche in condizioni estreme, ottenendo risultati inattesi rispetto ai test standard eseguiti presso i loro laboratori. Basandoci su tale esperienza, ci aspettiamo un analogo livello di interesse industriale nello sviluppo di questa nuova piattaforma. Richiediamo il reclutamento biennale di due Tecnologi TD con i seguenti incarichi: 1. piattaforma sperimentale: progettazione, integrazione e collaudo della nuova infrastruttura, assicurandone piena funzionalità per le attività scientifiche; 2. sistema AI: assemblaggio, integrazione e avvio operativo dell'unità AI, a supporto di soluzioni avanzate per l'elaborazione e l'analisi dei dati.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

HALT/HASS Chamber

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

FTEE-HHC

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Osservatorio Astrofisico di Catania

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' La camera HALT/HASS (Prove di Vita Accelerata/Highly Accelerated Life Testing e Screening di Stress Accelerato/Highly Accelerated Stress Screens) è progettata per offrire un ambiente di test avanzato e il più possibile realistico, in grado di rispondere alle esigenze attuali di verifica e validazione a cui dispositivi e sistemi ad alto contenuto tecnologico devono essere sottoposti. Tale ambiente di test supporta tutte le fasi del ciclo di sviluppo — dalla progettazione alla prototipazione, fino alla produzione e alla verifica — consentendo alle aziende di testare i propri prodotti e dispositivi in conformità con le normative tecniche CEI, IEC e altri standard riconosciuti a livello nazionale, europeo e internazionale, e garantendo così il rispetto dei requisiti di qualità, affidabilità e sicurezza. Disporre di un test environment di questo tipo è, oggi più che mai, essenziale per caratterizzare e validare tecnologie all'avanguardia destinate a scenari applicativi complessi e innovativi. Se in passato infatti, soprattutto nel settore della ricerca e dell'innovazione, era possibile affrontare margini di incertezza più ampi e adottare un approccio sperimentale sul campo, l'attuale contesto competitivo, che include anche l'installazione di infrastrutture di ricerca in luoghi remoti e inaccessibili, impone standard sempre più stringenti, anche nelle fasi iniziali di R&D. Il mercato odierno dunque richiede un'elevata robustezza tecnologica già in fase di ricerca e sviluppo e fase pre-commerciale, rendendo necessari strumenti di test rapidi, affidabili e accurati. In tale contesto, l'introduzione di una Camera HALT/HASS di ultima generazione e ad alte prestazioni rappresenta una risposta concreta alla necessità di dotarsi di un'infrastruttura all'avanguardia per la qualificazione accelerata di sistemi e dispositivi. Tale infrastruttura si differenzia con quanto si trova comunemente nei laboratori e si distingue per la capacità di: in quanto è in grado di riprodurre: Riprodurre condizioni ambientali estreme e complesse, ben oltre quelle simulate dalle camere o set-up convenzionali, includendo contesti operativi non solo terrestri ma anche spaziali; Variare simultaneamente parametri multipli (come temperatura e vibrazioni), permettendo la valutazione delle performance critiche dovute a interazioni variegata di più parametri; Eseguire test di vita accelerati, utili per individuare precocemente difetti latenti, stimare i limiti di funzionamento e ottimizzare strategie di manutenzione preventiva. Queste funzionalità non solo avvicinano il settore della ricerca e dell'innovazione a quelle che sono le esigenze industriali e del mercato, ma, potendo testare e verificare le performance di dispositivi in condizioni estreme, aumentano significativamente la competitività italiana nei confronti di bandi e Request for Proposals (RfP) promossi da organizzazioni e agenzie internazionali di ricerca avanzata quali ESA, ESO, SKA, che richiedono livelli definiti di maturità tecnologica Technology Readiness Level (TRL) e adeguata strumentazione per la verifica dei requisiti tecnici sin dalle prime fasi di progetto. INAF è dotata di un know-how riconosciuto a livello internazionale nella progettazione, realizzazione e caratterizzazione di apparati tecnologici avanzati. Dotare INAF di una infrastruttura simile consentirebbe di fare un salto qualitativo di ampio impatto per il sistema della ricerca e dell'innovazione, generando benefici tangibili anche per il tessuto industriale nazionale e per la partecipazione a grandi programmi internazionali. DESCRIZIONE: La Camera HALT HASS è un sistema compatto ed avanzato in grado di riprodurre elevate prestazioni e stress termici e vibrazionali in modo sia sincrono che asincrono. Tale camera, installata presso l'Osservatorio Astronomico di Catania, sarà integrata sia con strumentazione già esistente, quale: Spectrum Analyzer ad altissima risoluzione per analizzare le frequenze dei segnali VNA a 67 GHz per misure di parametri S di sistemi RF Impianto elettrico trifase 400V/50Hz che con nuova strumentazione di supporto: Misuratore di potenza ottica (per sistemi Radio over Fibre RoF) Data logger per il monitoraggio delle correnti, tensioni ed altri parametri ambientali Multimetro per misure di tensioni, correnti e resistenze Tale strumentazione consente di misurare i diversi parametri del dispositivo testato (DUT) in modo da valutare il variare delle sue prestazioni, sia in termini funzionali che non funzionali. Alcune delle caratteristiche della Camera HALT/HASS sono: - Stress combinati: test sia sincroni che asincroni dei vari parametri - Shock termico: performance termiche elevate con campo di temperatura [-100°C; +200°C] e velocità di variazione 100°C/min - Shock vibrazionale: eccitazione simultanea a più frequenze, e a 6 DoF per testare assieme complessi, e urti ripetuti, random e broadband excitation, con accelerazione fino a 80 gRMS - Spazio di lavoro utilizzabile: 1150x1150x1540 (LxPxH) mm. Carico utile camera vibrante: 315 kg - Programmazione di profili test con cicli dinamici, Monitoraggio in tempo reale dei parametri critici, Tracciabilità eventi e log errori Per installare la Camera HALT/Hass sarà richiesto un adeguamento strutturale ed impiantistico dell'infrastruttura già esistente che consisterà nell'estensione dell'impianto elettrico per far arrivare trifase a*

dove il macchinario verrà installato ed un adeguamento della stanza per ospitare la camera ambientale e necessaria strumentazione, inclusivo di basamento/massetto per assorbire le vibrazioni. Deliverables: Reclutamento delle unità di personale richieste Adeguamento dell'infrastruttura ospitante la strumentazione Realizzazione dell'intera facility, inclusa di strumentazione integrata Misure iniziali per validare la strumentazione e a fini divulgativi Obiettivi intermedi: Progettazione e pianificazione completa dei lavori infrastrutturali Bando per la realizzazione dei lavori edili necessari Bando per il reclutamento delle unità di personale richieste Completamento lavori edili ed infrastruttura Acquisizione della strumentazione Installazione della strumentazione test e verifica della strumentazione singola Integrazione della strumentazione Test e Verifica della facility Attività di formazione del personale è prevista utilizzando sia risorse interne per trasferimento di know-how specifico che un'attività, già preventivata, di training della nuova apparecchiatura. **APPLICAZIONI IN AMBITO ASTROFISICO:** Il settore radio astronomico e le nuove frontiere di ricerca richiedono requisiti, e la verifica degli stessi, sempre più spinti. Tali requisiti (es., stabilità, reliability, MTBF, TRL), pur essendo requisiti chiave per il raggiungimento delle performance e degli obiettivi scientifici, richiedono di essere raggiunti e garantiti in harsh environments (quali ad esempio deserto, spazio, ambienti di processing spinto (es., rack ad alta densità), etc.) e sono molto difficili da verificare e testare. Ciò si traduce assunzioni errate, prodotti con performance diverse da quelle predette, analisi di trade off erranee, ripetuti e lunghi cicli di prototipizzazione, ritardi, costi elevati, problemi di affidabilità, logistici e di maintenance. Questa facility mira a dotare il settore dell'astrofisica di una camera avanzata e strumentazione adeguata per la caratterizzazione di sistemi a Radio Frequenza e non solo. Inoltre, oltre a testare i requisiti e parametri critici, sia funzionali che non funzionali, e ad informare il design, manufacturing & production, tale infrastruttura informare strategie e metodi di calibrazione, nonché aspetti di maintenance e logistica. Tali aspetti sono cruciali per i radio telescopi allo stato dell'arte, dove il numero di front-ends e back-ends è elevatissimo (centinaia e migliaia di sistemi riceventi), le strategie di calibrazione sono in fase sperimentale e di sviluppo, si richiede affidabilità che raggiunge quasi il 100%, e le operazioni di maintenance e logistiche sono estremamente complesse (es., centinaia o migliaia di antenne sparse in 70km deserto) se non impossibili (luna, spazio). Esempi pratici di scenari: Radiotelescopio SKA-Low con 131072 antenne sparse in 64 km di diametro nel deserto dell'australia Radiotelescopio SKA-Mid con quasi 200 antenne in 70 km nel deserto sud africano Radiotelescopi nello spazio e luna attualmente in fase di concettualizzazione Apparati quali ad esempio componenti a guida d'onda, OMT, Horns, ricevitori, filtri, schede di processing, digitalizzatori, cavi RF, ed altri dispositivi soggetti a stimoli e condizioni ambientali sfidanti Alcuni esempi di requisiti da poter testare: Stabilità del segnale RF trasportato dai cavi che connettono ricevitori MeerKAT ai Digitalizzatori, esposti a variazioni di temperature, vibrazioni introdotte dal vento e dal sistema Stabilità dei segnale trasportato all'interno dei rack soggetti sia a variazioni di che vibrazioni (e.g. nel caso di raffreddamento ad aria) Prestazioni e robustezza delle schede di signal processing Robustezza dei sistemi riceventi, dispositivi e componenti vari soggetti a stimoli e condizioni ambientali sfidanti **APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE:** Nuovi sistemi, tecnologie e componentistica sono esposti a condizioni climatiche e di stress sempre più sfidanti. Basti pensare ad applicazioni aerospaziali, astronomiche, automotive, sistemi ed apparecchiature remote e in harsh environments (quali ad esempio deserto), dispositivi e schede di processing, etc. Ciò si traduce in requisiti sempre più spinti, per cui la validazione e verifica è sempre più richiesta e necessaria. Al fine di essere competitivi è dunque necessario avere accesso ad una adeguata strumentazione ed expertise per poter non solo sviluppare prodotti in maniera autonoma, ma anche partecipare a bandi ed attività di ricerca e sviluppo. Questo Test Environment, e relativo expertise, fornisce alle aziende una facility per testare i propri prodotti e dispositivi, supportando sia le fasi di risposta a Request for Proposals da diverse agenzie ed organizzazioni anch'essi richiedenti TRLs e strumentazione adeguata per la verifica dei requisiti, sia le varie fasi di Progettazione, Prototipizzazione, Manufacturing e Production. Oltre alla verifica dei requisiti, questa facility consente di identificare rapidamente eventuali difetti di progettazione e guasti di produzione. Una vasta gamma di prodotti può essere sottoposta a tali test, migliorando l'affidabilità e qualità del sistema, riducendo e predicendo con più accuratezza le operazioni di maintenance e logistica, e validando i modelli di simulazione. Studi statistici dimostrano l'importanza di tali test e il loro forte impatto sull'identificazione dei difetti, la robustezza del design, riduzione dei costi e dei tempi di sviluppo, accuratezza dei tempi di vita del prodotto, etc. Inoltre, test di questo tipo consentirebbe di effettuare una validazione di modelli di simulazione e predizione, migliorando l'affidabilità dei prodotti attraverso un ciclo continuo di validazione avanzata. Potenziali attività congiunte con le aziende includono: Avanzamento della Technology Readiness di dispositivi Collaborazione in Bandi e Request for Proposal di affermati enti di ricerca (es. ESA, ESO, SKA) Validazione di requisiti e TRL (Technology Readiness Level) assessment Test e performance budgeting Definizione e Analisi dei requisiti sia di dispositivi che di signal chain Sviluppo di strategie di test robuste e regimi di test specifici per ciascun prodotto ed environment **RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO:** Tecnologo, condiviso con la RF Shielded Chamber (WP4.2), esperto in elettronica per la realizzazione della facility e per expertise tecnico specializzato in supporto all'acquisizione, integrazione, e collaudo della

*strumentazione Systems Engineer, condiviso con la RF Shielded Chamber (WP4.2), per la documentazione tecnica necessaria per la realizzazione della facility, incluso il consolidamento dei requisiti e dei test*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

*01*

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Reverberation Chamber*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*ARFF-RC*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio di Cagliari*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' L'obiettivo della presente attività è quello di acquisire presso l'INAF- Osservatorio Astronomico di Cagliari, una camera riverberante per effettuare le misure di emissione di RFI e caratterizzazione EMC di dispositivi elettronici in genere e dei nuovi ricevitori radioastronomici criogenici in particolare, che vengono progettati e realizzati presso i laboratori INAF. Oltre alla caratterizzazione della compatibilità elettromagnetica (EMC) intesa come interferenza attiva dei sistemi elettronici, in una camera riverberante è anche possibile effettuare misure condotte di suscettibilità e immunità dei sistemi elettronici ai campi esterni, misure molto richieste dall'Industria. La presenza di una infrastruttura del genere serve in INAF sia per l'upgrade delle antenne Italiane e per lo sviluppo dei radiotelescopi Internazionali a cui INAF collabora e partecipa sia per lo sviluppo di sistemi elettronici e radio per applicazioni spaziali. Con una camera riverberante saremmo in grado, ad esempio, di poter partecipare allo sviluppo dei ricevitori per il progetto SKA, dove è indispensabile produrre la documentazione e le relazioni che certifichino i livelli di RFI e le emissioni indotte secondo la normativa IEC61000-4-21:201. L'infrastruttura che si vuole potenziare e rafforzare, è il laboratorio di elettronica e microonde dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari nel quale i tecnologi e tecnici si occupano di progettare, realizzare e testare i ricevitori radioastronomici per il Sardinia Radio Telescope e per gli altri radiotelescopi e progetti in ambito radio oltreché ai progetti di elettronica e di sviluppo di sensoristica. Per poter migliorare la qualità e sensibilità dei ricevitori prodotti e caratterizzarli in termini di segnali interferenti da essi prodotti che potrebbero peggiorare il rapporto segnale rumore dei radiotelescopi, è necessario effettuare le misure delle emissioni prodotte dall'elettronica dei ricevitori stessi, in un ambiente molto ben controllato e silenzioso dal punto di vista radio, utilizzando strumentazione molto sensibile e a larga banda. Il laboratorio di elettronica e microonde dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari è dotato di numerosi strumenti di misura all'avanguardia, acquisiti in vari bandi e finanziamenti nel corso degli anni. Una dei potenziamenti più importanti in particolare per la realizzazione di schede elettroniche è stato fatto con il PNRR-STILES, nel quale sono state acquisite Macchine laser e meccaniche della LPKF per la realizzazione di schede PCB per ablazione laser, oltre alle macchine per la realizzazione di schede elettroniche multilayer e per la saldatura dei componenti elettronici. Il laboratorio era già dotato di diversi strumenti, fra cui i principali sono un Analizzatore di reti vettoriale ZVA67 Rohde& Schwartz (R&S) operante fino a 67 GHz, un Analizzatore di spettro e di segnali R&S FSW67 operante fino a 67 GHz, un Generatore di funzioni e di segnali SMW200A della R&S, un Generatore di segnali SMF 100 A della R&S, un*



*Analizzatore di spettro FSV40 della R&S operante fino a 40 GHz, Oscilloscopi di diverse prestazioni e velocità di acquisizione, generatori di funzioni, alimentatori variabili, stazioni saldanti e componentistica elettronica varia. Oltre alla parte di Elettronica e Microonde, l'INAF-OAC è anche dotato di una ben attrezzata officina meccanica con un Centro di lavoro ad asse verticale DOOSAN DNM400 a controllo numerico e un tornio a 5 assi DOOSAN LYNX 2100 LY sempre a controllo numerico. Per poter installare la camera riverberante l'osservatorio dispone di un capannone molto ampio, lungo 14 metri e largo 9 metri, dove oltre alla camera riverberante sarà possibile installare in futuro anche una camera pulita per effettuare il montaggio di circuiti integrati come i MIMIC. Per l'installazione della camera, non è necessario nessun adattamento strutturale in quanto lo spazio di un capannone di cui disponiamo è sufficientemente spazioso, dotato di alimentazione elettrica e della rete e quindi pronto e ben attrezzato. La camera verrà montata e assemblata in loco per riuscire a garantire l'isolamento al suo interno superiore ai 100 dB sul range delle alte frequenze. Per quanto riguarda l'investimento previsto in questo bando, inseriamo di seguito l'elenco delle attrezzature e strumentazioni previste e necessarie: Camera riverberante con dimensioni approssimative di 5 metri di lunghezza, 3 metri di larghezza e 2,5 metri di altezza, in modo da avere una frequenza minima di utilizzo sui 200 MHz. La camera dovrà essere dotata di uno stirrer rotante con velocità tra 0,1 e 10 RPM che permette di avere una uniformità del campo al suo interno con variazioni inferiori ai 3 dB su tutto il range di frequenze. La calibrazione della camera dovrà rispettare lo standard IEC 61000-4-21. Analizzatore di spettro operante nel range di frequenze tra 2 Hz e 26,5 GHz con modalità di acquisizione dello spettro sweep & real time, possibilità di acquisizione in real time di almeno 512 MHz, elevata sensibilità e bassissimo livello di rumore, capacità di salvare i dati Raw in modalità I/Q. Analizzatore di spettro portatile operante nel range di frequenze tra 5 kHz e 26,5 GHz con buona risoluzione di banda programmabile tra 1 Hz e 10 MHz, range dinamico tra -148 dBm e + 30 dBm. Set di antenne e cavi coassiali con antenna a larga banda tra 380 MHz e 10 GHz, antenna biconica omnidirezionale tipologia cage operante nel range fra 30 MHz e 1 GHz, antenna biconica omnidirezionale conica operante nel range fra 30 MHz e 3 GHz, Double Ridged Horn Antenna operante nel range tra 370 MHz e 6 GHz, Double Ridged Waveguide Horn Antenna operante nel range tra 750 MHz e 18 GHz. Server di storage ed elaborazione dei dati acquisiti con l'analizzatore di spettro. Generatore di segnali irradiati calibrati a batteria operante nel range di frequenze fra 1 GHz e 18 GHz. Generatore di segnali irradiati calibrati a batteria operante nel range di frequenze fra 30 MHz e 6 GHz. Set di antenne sniffer di campo operante nel range di frequenze fra la DC e 9 GHz. Sensore di corrente di campo RF via cavo operante nel range di frequenze tra 1 MHz e 1 GHz. In Italia sono presenti diverse camere riverberanti sia nelle Università che presso aziende private ma questa sarebbe certamente la prima di questa tipologia presente in Sardegna. La sua installazione nell'Isola costituirebbe una infrastruttura unica che sarebbe molto utile al mondo della ricerca vista anche la prospettiva di realizzazione dell'Einstein Telescope e per offrire un servizio di supporto e consulenza esclusivo per le aziende e gli altri Enti del territorio. I Tecnologi dell'INAF collaborano infatti da diversi anni con i collegi delle Facoltà di Ingegneria e di Fisica dell'Università di Cagliari, come dimostrano ad esempio i progetti Cluster Top Down SARDASSENSORS e RADARDRONE in cui l'INAF assieme all'Università di Cagliari ha portato avanti progetti di Ricerca e sviluppo in collaborazione con le aziende di alta tecnologia in ambito elettronico del territorio. Una delle più importanti caratteristiche che renderebbe unica questa camera riverberante, sono i livelli di isolamento e quello dei segnali minimi che si possono analizzare al suo interno. La camera infatti verrà realizzata in modo da avere un elevato livello di isolamento e di schermatura e soprattutto sarà dotata di strumentazione all'avanguardia in termini di sensibilità, larghezze di banda da campionare e sistemi hardware e software di archiviazione e processing dei dati che gli permetteranno di fare lunghe integrazioni nel tempo e in banda per poter scendere a livelli di sensibilità unici. Avendo dei sistemi di campionamento e acquisizione dei dati molto flessibili, potremmo fare test in diverse configurazioni, bande, frequenze e tempi di acquisizione. In questo modo potremmo acquisire sia segnali nel continuo che misurare emissioni impulsive e/o condotte. Per poter processare ed elaborare segnali così complessi, sarà certamente necessario sviluppare nuove tecniche e algoritmi di processamento ed elaborazione dei segnali. Uno degli obiettivi dell'attività sarà anche quello di acquisire e salvare i dati in modo da poter disporre di un grande database con il quale utilizzare in futuro algoritmi di apprendimento automatico e di processamento con sistemi di Intelligenza Artificiale. Questi livelli di sensibilità e tipologie di misure, sono quelli richiesti dal nuovo radio telescopio SKA e dai suoi precursori MeerKat e ASKAP, dove tutti i nuovi ricevitori e sistemi che verranno installati sia nel sito Sud Africano che in quello Australiano dovranno avere una certificazione che risulta essere fra le più restrittive al mondo. Poter avere questo livello di certificazione, potrà garantire alla comunità radioastronomica Nazionale, di partecipare alla progettazione e sviluppo dei nuovi ricevitori di SKA, acquisendo allo stesso tempo competenze e conoscenze nella misura di livelli di interferenze che potranno in futuro essere adottati anche dal mondo Industriale. Durante lo studio di sistemi così sensibili sarà naturalmente possibile studiare anche nuovi metodi di mitigazione e schermatura dei segnali generati dai sistemi elettronici che verranno progettati.*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

➤ **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

➤ **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*RF Shielded Chamber*

➤ **11D1.20c: Acronimo Attività**

*ARFF-RFSC*

➤ **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astrofisico di Catania*

➤ **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' La Camera Schermata è una facility unica nel suo genere, dotata di una schermatura specifica (realizzata con materiali quali ferriti) per abbassare il rumore di fondo ambientale proveniente sia dall'esterno che da riflessioni interne e per lavorare a partire da frequenze molto basse. Grazie a tali caratteristiche e a una strumentazione dedicata, questa facility non solo differisce da altre camere quali camere anecoiche e camere riverberanti, ma si differenzia nettamente rispetto a camere schermate standard. Mentre infatti la camera anecoica è progettata per minimizzare o eliminare le riflessioni elettromagnetiche, e la camera riverberante, al contrario, è progettata per massimizzare tali riflessioni creando un ambiente di distribuzione uniforme, la camera schermata è progettata per schermare sia interferenze esterne che interne, sia elettroniche che elettromagnetiche. Inoltre, rispetto alle camere schermate standard, tale camera si prefigge di lavorare sin da frequenze molto basse, il che è un'altra caratteristica non comune, che richiede una schermatura ad-hoc. Tale facility consente di effettuare misure ultra sensibili di dispositivi a bassa cifra di rumore (Noise Figure) su un'ampissima gamma di frequenza a partire da decine di MHz in su e per testing RF avanzato, sviluppo di amplificatori ad alte prestazioni, e misure di componenti passivi a bassa attenuazione. Tale struttura è ad esempio idonea per possibili sviluppi di tecnologie avanzate adatte ad esempio per la luna o per satelliti per la radioastronomia a bassa frequenza fuori dall'atmosfera terrestre, e permette di eseguire misure ambiente a bassissimo rumore per test di precisione. La strumentazione di cui questa facility sarà dotata includerà anche equipaggiamento ed accessori avanzati, capaci di supportare lo sviluppo e la caratterizzazione di dispositivi su un'ampia gamma di impedenze, anche non standard rispetto ai consueti 50 ohm. Questa flessibilità nella gestione dell'impedenza consente di esplorare soluzioni progettuali non convenzionali, risultando fondamentale nei contesti di ricerca e innovazione dove performance elevate impongono di superare i limiti delle implementazioni standard. INAF vanta un consolidato background di competenze e know-how nello sviluppo e nella caratterizzazione di dispositivi a bassa cifra di rumore. La disponibilità di una simile facility permetterà all'Istituto di dotarsi della strumentazione avanzata necessaria, ad esempio, per progettare e sviluppare LNA (Low Noise Amplifier) di elevate prestazioni e con elevato contenuto tecnologico, a supporto di un'ampia gamma di applicazioni scientifiche e industriali. DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO La camera schermata sarà un RF Quiet Environment, di dimensioni pari all'incirca a 5x3x3 m con divisorio e doppia porta dotata di schermatura specifica per abbassare il rumore di fondo ambientale (ambiente quasi anecoico o totalmente schermato) proveniente sia dall'esterno che dalle riflessioni interne, Caratteristiche principali dell' RF Quiet Room: Ambiente a bassissimo rumore per test di precisione Mitigazione completa delle interferenze esterne e riflessioni interne Risultati altamente ripetibili e affidabili Schermatura specifica (ferriti) per lavorare da frequenze molto basse (da decine di*

MHz in su). Strumentazione, equipaggiamento ed accessori avanzati, inclusivi anche di strumentazione particolare per test con impedenze non standard. Vasta gamma di applicazioni e di dispositivi da testare (es., LNA, cavi, links, connettori, convertitori, ricevitori, front end, sensori, filtri, ecc.) Idonea per possibili sviluppi di tecnologie avanzate adatte, ad esempio, per la luna o per satelliti, es. per la radioastronomia, a bassa frequenza fuori dall'atmosfera terrestre La camera, ideale per ambienti industriali e di ricerca avanzata, verrà installata presso l'Osservatorio Astronomico di Catania e sarà integrata sia con strumentazione già esistente, quale: Spectrum Analyzer fino a 45 GHz ad altissima risoluzione per analizzare le frequenze dei segnali VNA a 67 GHz a 4 porte, per misure di parametri S di sistemi RF Signal Generator a fino 67 GHz; Impianto elettrico trifase 400V/50Hz che con nuova strumentazione dedicata, quale: Camera Schermata da commissionare ad hoc per i requisiti richiesti Tuner di impedenza: Accessori per matching di impedenze non standard Sensoristica per monitorare la temperatura e l'umidità all'interno della camera schermata, assicurando che le condizioni ambientali non influenzino i risultati dei test. Interruttori e prese schermate per garantire che i cavi di alimentazione e di comunicazione non generino interferenze all'interno della camera schermata. Server per acquisizione dati La camera schermata richiederà un'infrastruttura dedicata per la sua installazione. Poiché presso l'Osservatorio di Catania non sono attualmente disponibili ambienti idonei, è previsto l'acquisto di un prefabbricato apposito. Questo dovrà essere dotato di climatizzazione e predisposizioni adeguate per ospitare sia la camera che la relativa strumentazione. Inoltre, sarà necessario realizzare interventi di adeguamento strutturale per l'alloggiamento del prefabbricato, comprensivi del prolungamento della rete elettrica e degli impianti necessari. Obiettivi Intermedi: Reclutamento personale Definizione specifiche tecniche della camera Progettazione preliminare della camera Progettazione lavori infrastrutturali Procurement del prefabbricato e gara per lavori infrastrutturali Procurement della camera Procurement della strumentazione accessoriata Completamento infrastruttura edilizia ospitante la facility Installazione e setup della facility Collaudo e validazione della facility Deliverables: Specifiche tecniche della camera e progetto della infrastruttura Specifiche lavori di edilizia e impiantistica richiesti Report di collaudo della camera e della strumentazione Documentazione tecnica ATTIVITA' DI FORMAZIONE DEL PERSONALE Considerata l'unicità della Camera Schermata e l'elevato grado di specializzazione della strumentazione in essa installata, è prevista un'attività di formazione del personale tecnico che sarà condotta attraverso il trasferimento interno di competenze, facendo leva sull'expertise già consolidata all'interno dell'INAF nel campo dello sviluppo e della caratterizzazione di dispositivi a bassa cifra di rumore (Noise Figure) e nella esecuzione di test avanzati in radiofrequenza. Questa fase sarà finalizzata a trasmettere il know-how necessario per l'utilizzo corretto ed efficace degli apparati, in particolare in relazione alle procedure di misura a basso rumore, al trattamento di segnali deboli, misure con diverse impedenze oltre a quelle standard e all'analisi dei dati sperimentali. APPLICAZIONI IN AMBITO ASTROFISICO: Non esistono al momento facility di questo genere, il che rende impossibile effettuare misure allo stato dell'arte di cifra di rumore a basse frequenze sia di dispositivi attivi che passivi. Ciò impedisce l'adeguata progettazione, con relativa caratterizzazione, di componenti essenziali nel settore della radioastronomia, quali ad esempio LNAs a bassa frequenza. Tale facility, con la dedicata strumentazione, dovrebbe il settore radio astronomico della possibilità di progettare e caratterizzare dispositivi a bassa cifra di rumore sia attivi che passivi, operanti da decine di MHz in su. Inoltre supporterebbe l'analisi più dettagliata della dinamica di catene riceventi, ad oggi uno dei punti aperti dei moderni radiotelescopi all'avanguardia dove budget di performance e opportuna caratterizzazione sono aspetti cruciali. Da aggiungere inoltre, al fine di raggiungere le performance e i requisiti richiesti, sia necessario effettuare misure simulando impedenze non standard (ovvero diverse da 50MHz), per cui accessori per impedance tuning sono necessarie saranno messi a disposizione insieme alla facility. Esempi pratici di scenari in ambito radio astronomico: SKA-Low: con un'architettura composta da 131072 antenne e 262144 LNA, la caratterizzazione della signal chain rappresenta una sfida estremamente complessa. In questo contesto, le prestazioni del sistema Antenna + LNA risultano essere tra le più critiche, in quanto influenzano direttamente la sensibilità complessiva e le performance scientifiche dell'intero radiotelescopio. Un'ulteriore complessità risiede nella disomogeneità di impedenza: l'antenna progettata per rispondere ai requisiti estremamente stringenti di SKA-Low presenta un'impedenza non standard, mentre LNA e interfacce utilizzate erano tarate per i consueti 50 ohm. In assenza di strumenti avanzati per il matching di impedenza e di un ambiente a basso rumore per test di precisione, non è stato possibile esplorare appieno configurazioni alternative di LNA potenzialmente più performanti. La disponibilità di una camera schermata dedicata, combinata con strumentazione avanzata per l'adattamento di impedenza, avrebbe reso possibile l'analisi comparativa di soluzioni innovative. Sviluppo e caratterizzazione di LNA per radiotelescopi lunari o spaziali: in vista di future missioni astronomiche operate dalla superficie lunare o dallo spazio profondo, la progettazione e la validazione di amplificatori a bassissimo rumore diventa fondamentale per garantire la rilevazione di segnali deboli a basse frequenze, in ambienti privi dell'interferenza terrestre. APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE: Essendo la facility proposta un'infrastruttura unica nel suo genere sul territorio nazionale, l'integrazione di questa infrastruttura con il consolidato know-how tecnico-

*scientifico presente presso INAF rende la facility un polo strategico di attrazione per collaborazioni industriali e scientifiche, anche a livello internazionale. Essa costituisce un ambiente ideale non solo per il testing e la validazione di dispositivi, ma anche per attività di co-sviluppo di sistemi ad alte prestazioni, sempre più richiesti in settori altamente innovativi e competitivi, quali aerospazio, telecomunicazioni, radio astronomia e difesa. La sua configurazione avanzata consente l'esecuzione di misure ultra sensibili su dispositivi a bassa cifra di rumore — come amplificatori a basso rumore (LNA), filtri e componenti passivi — operanti a partire da frequenze di alcune decine di MHz, con la possibilità di estendersi su un'ampia banda. La facility è inoltre pienamente abilitante allo sviluppo e alla qualifica di tecnologie destinate a scenari avanzati come missioni lunari, satelliti scientifici per la radioastronomia a bassa frequenza, e strumenti ad alte prestazioni dove sono richieste misure di precisione in ambienti a bassissimo rumore. Potenziali attività congiunte con le aziende includono: Progettazione e ottimizzazione di antenne attive (sistemi integrati Antenna + LNA) per applicazioni ad alte prestazioni Sviluppo di amplificatori e filtri a bassa cifra di rumore, anche adatti a contesti operativi complessi e non standard Caratterizzazione avanzata di dispositivi RF, con particolare attenzione a segnali deboli e riduzione del rumore Analisi dei requisiti Definizione e validazione di metodologie di misura innovative, in particolare a bassa cifra di rumore, bassa frequenza, e con impedenze non standard Questa infrastruttura rappresenta un asset strategico per promuovere il trasferimento tecnologico e l'innovazione congiunta tra enti di ricerca e sistema produttivo. RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO Tecnologo, condiviso con la HALT/HASS Chamber (WP3.5), esperto in elettronica per la realizzazione della facility e per expertise tecnico specializzato in supporto all'acquisizione, integrazione, e collaudo della strumentazione Systems Engineer, condiviso con la HALT/HASS Chamber (WP3.5), per la documentazione tecnica necessaria per la realizzazione della facility, incluso il consolidamento dei requisiti e dei test*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

*01*

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Time & Frequency Laboratory*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*ARFF-TFL*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astrofisico di Catania*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

*1*

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

*36*

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' L'Osservatorio Astrofisico di Catania (INAF-OACT) sta espandendo le proprie capacità sperimentali, in seguito allo sviluppo di un laboratorio criogenico per misure a microonde con il progetto STILES, nell'ambito di ricerche di frontiera in astrofisica, radioastronomia in particolare, fisica fondamentale e tecnologie quantistiche. In questo contesto, la realizzazione di una facility di misura tempo-frequenza con risoluzione al picosecondo costituisce un'infrastruttura strategica e fondamentale per assicurare la massima precisione e sincronizzazione nei sistemi sperimentali complessi operanti alle alte frequenze (microonde, sub mm, mm) ed in condizioni ambientali non stazionarie, come ad esempio il futuro SKA. L'attività si propone due obiettivi: da un lato il procurement di strumentazione di misura ad alte prestazioni capaci di colmare un gap laboratoriale presso il Laboratorio di Microonde di*



*OACT, ossia quello legato alle attività di misura e di sviluppo Tempo- Frequenza . Dall'altro lato, lo sviluppo di un sistema di distribuzione del riferimento temporale stabile alle condizioni ambientali, basato su sistemi già in commercio come 'White Rabbit' , dotato di sistemi 'jitter cleaning' che possono spingere le prestazioni di un sistema di temporizzazione distribuito dagli attuali 100 ps fino al picosecondo. Tale sistema sarà sviluppato insieme ad aziende partner di grande esperienza, che hanno già collaborato con INAF per lo sviluppo di strumentazione per la radioastronomia in generale e per SKA in particolare. ESPERIENZA PRECEDENTE Questa collaborazione è esattamente il nucleo fondamentale dell'esperienza che INAF OACT ha acquisito negli anni, sia nello sviluppo di strumenti di acquisizione innovativi, sia nella cura e lo sviluppo di rapporti e collaborazioni industriali. Stiamo parlando dello sviluppo della ITPM board (Italian Tile Processor Module), ovvero la board di acquisizione di una stazione SKA LOW che , rappresentando una sfida tecnologica innovativa SKA-driven, si è aggiudicata la competizione all'interno del consorzio SKA LOW accreditandosi come componente affidabile e perfettamente in linea con i requisiti di SKA. Lo sviluppo della ITPM board è stato seguito sin dalla fase di progettazione, che nella fase di costruzione e fitting dei prototipi, che nella fase di produzione di massa da INAF e dalle imprese partners (SANOTAS EG, EES, Elemaster) , costituendo motivo di interesse economico, grazie non solo al 'know how' sviluppato e al notevole 'fair return' valorizzato all'interno della partecipazione italiana di SKA. ATTIVITA' PNRR PRECEDENTE Uno degli obiettivi dell'attività in questione intende dotare del laboratorio di Microonde di OACT di un sistema di misura Tempo frequenza ad alte prestazioni. Lo stesso laboratorio è stato fondato completamente grazie ad un intervento specifico all'interno del progetto STILES, Attività 5531- "RadioDetectorDevelopment\_CharacterizationFacilityCOLD" grazie alla quale tutta la strumentazione del laboratorio è stata acquisita. La stessa strumentazione permette di effettuare la progettazione, caratterizzazione e le misure di dispositivi a radiofrequenza e microonde in ambiente criogenico (fino a 4 Kelvin), affermandosi nel territorio come un laboratorio di alta sensibilità e precisione , riferimento per enti pubblici e attori privati. L'attuale dotazione laboratoriale del Laboratorio OACT Microwave Cryolab permette la caratterizzazione di componenti a radiofrequenza e microonde fino a 67 GHz, nonché lo studio, la progettazione e la realizzazione di tecnologie utilizzate sia nel campo della radioastronomia, delle telecomunicazioni, delle attività legate allo spazio ed alle tecnologie quantistiche. Il Microwave Cryolab al momento è dotato della seguente strumentazione: VNA a 67 GHz a 4 porte, strumento general purpose per l'analisi delle prestazioni di rete dei dispositivi a microonde nel dominio della frequenza e del tempo; Spectrum Analyzer fino a 45 GHz ad altissima risoluzione spettrale; Signal Generator a fino 67 GHz con un' altissima stabilità di fase del segnale generato; Sistema di riferimento temporale a Rubidio; Frequenzimetro ad alta risoluzione ; Sistema di raffreddamento criogenico fino a 4 Kelvin per l'analisi criogenica di oggetti di piccolo e medio calibro (componenti a RF, Chip, Cubesat, etc.); Bolometro ad alta frequenza e alta risoluzione; Stazioni di lavoro per la integrazione di strumenti a RF per applicazioni da terra e da spazio; Server ad alte prestazioni per il processing dedicato al Machine Learning DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO L'intervento si propone due obiettivi. Il primo è la realizzazione di una 'Jitter Cleaning Board' capace di realizzare una distribuzione della temporizzazione dell'ordine del picosecondo in un raggio contenuto, come ad esempio quello di una stazione SKA LOW . Lo stesso progetto SKA sta richiedendo una soluzione del genere che sia immune da rumore ambientale (elettromagnetico , temperatura, etc). Il progetto di una board di questo tipo propone la partnership congiunta con imprese del settore elettronico , già coinvolte in SKA per entrambi i suoi obiettivi. Per quanto riguarda la realizzazione del un prototipo in questione , esso sarà realizzato in partnership con SANITAS EG, assicurando la quota parte dell'investimento da parte di INAF sia come contributo "in kind" (personale, attività di laboratorio, infrastrutture esistenti, etc.) sia come investimento economico (richiesti 70 Keuro) per la realizzazione del prodotto (TRL 4). D'altra parte l'azienda può mettere a frutto le conoscenze in termini di firmware e l'esperienza nel campo della realizzazione di schede di elaborazione dati : esiste già un esempio di collaborazione di questo tipo che ha prodotto la sopracitata ITPM board, progetto congiunto INAF-SANITAS EG, che ha portato alla costruzione di migliaia di esemplari di signal processing per il telescopio SKA-LOW in Australia. Ottenere un TRL pari a 4 per il prototipo, significa dare al mercato un device che necessita di una ulteriore fase di industrializzazione alla quale sia INAF, per esempio con la nascita di uno spin-off, che altre imprese partner possono contribuire. Il secondo obiettivo è la dotazione di una facility di misura Tempo- Frequenza che possa completare le possibilità laboratoriali del laboratorio di microonde di OACT e contribuire alla caratterizzazione ed alla misura di performance della board sopracitata. . Tale facility prevede l'acquisizione della seguente strumentazione: Oscilloscopio Lecroy WaveMaster 33 GHz Sistema White Rabbit (Master + Slave + Switch a 8 porte) Sistema in Fibra Ottica, Transceiver, Clock Distribution tools ATTIVITA' DI FORMAZIONE DEL PERSONALE Le attività di formazione del personale neo-assunto risiedono nell'alto valore aggiunto dell'esperienza lavorativa che essi si appresterebbero a condurre, essendo esse inquadrare in una collaborazione che è a livello internazionale, se si pensa a SKA ed alle collaborazioni che INAF ha in questi anni realizzato in questo contesto. Attività aggiuntive di formazione sull'uso di strumenti di misura o software tools di progettazione, possono essere condotte al fine di realizzare*

una determinato upgrade delle competenze di tutto il personale coinvolto, strutturato e non. A tal proposito, il progetto ha già chiaramente ricevuto un endorsement da parte di alcune grandi compagnie produttrici di strumentazioni (es. Rohde Schwarz) per una collaborazione in tale direzione. **APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE** Distinguiamo due tipi di impatto delle possibili applicazioni a livello industriale, uno relativo al prodotto di 'jitter cleaning board' da realizzare, l'altro alla presenza della facility laboratoriale presso OACT. La presenza nel mercato di uno strumento a basso costo in grado di distribuire segnali di timing con precisione nell'ordine del picosecondo (rispetto all'attuale standard che si aggira ai 100 ps) rappresenta un prodotto tecnologico avanzato ad alto valore aggiunto, destinato ad applicazioni in settori industriali altamente specializzati. Le aziende operanti in ambiti come telecomunicazioni ad alta frequenza, spazio, difesa, automotive intelligente, sensori distribuiti, radar, metrologia elettronica e reti 5G/6G potrebbero integrare tale tecnologia per migliorare la sincronizzazione tra dispositivi, ridurre il jitter nei sistemi critici e garantire la tracciabilità temporale in tempo reale. Questo tipo di scheda può trasformarsi in un componente chiave per la realizzazione di sistemi embedded, gateway di rete, apparati di test automatici o piattaforme di misura, favorendo lo sviluppo di nuovi prodotti competitivi a livello nazionale ed europeo. L'installazione presso OACT di un laboratorio specializzato in misure di tempo e frequenza ad alta precisione avrebbe un forte impatto sistemico e territoriale. Il laboratorio costituirebbe una facility di riferimento nel Sud Italia in grado di fornire servizi di taratura, certificazione, testing e supporto metrologico a imprese, enti pubblici e startup che operano nel campo dell'elettronica, dell'automazione, della sensoristica e delle reti. Essa favorirebbe il rinforzo delle attuali collaborazioni tra industria e ricerca, il trasferimento tecnologico e la creazione di filiere locali ad alta specializzazione. Inoltre, un laboratorio dotato di tecnologie di timing a picosecondo potrebbe offrire supporto anche a progetti scientifici e industriali europei, posizionando il territorio come hub strategico per l'innovazione nel timing e nella sincronizzazione ultra-precisa. **RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO** Per le attività proposte si prevede l'assunzione di due figure: CTER VI Tecnico Elettronico full time (11 mesi persona) CTER VI Tecnico Programmatore full time (11 mesi persona) Il ruolo del personale in questione è di tipo essenzialmente progettuale e di laboratorio, poiché si intende procedere allo sviluppo della 'Jitter Cleaning Board' praticamente quasi esclusivamente 'in house' per le attività di progettazione e misura. Le attività di realizzazione del prototipo e ottimizzazione della filiera industriale sono poi demandate alla parte industriale, con la quale si avranno comunque rapporti continui, nell'ottica di considerare il personale in 'continua formazione' sia per un futuro lavorativo negli Enti di ricerca (INAF in primis) sia come risorse per il tessuto industriale italiano.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

*Anechoic Chamber Upgrade*

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

*ARFF-ACU*

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

*Osservatorio Astronomico di Arcetri*

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**

1

- **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

- **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' L'avanzamento del progetto internazionale Square Kilometer Array (SKA) attualmente in piena fase di produzione, ha visto INAF come protagonista nello sviluppo di soluzioni tecnologiche rivolte a tale progetto, tra queste le antenne di SKA low (denominate SKALA4.1), il sistema di pre-condizionamento analogico del segnale ricevuto, i collegamenti in fibra ottica e gli apparati di conversione digitale dei segnali e successivo signal processing. In particolare, per fornire un adeguato servizio di sperimentazione e test sulle antenne SKALA4.1, l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri (OAA) ha deciso di potenziare l'infrastruttura camera anecoica, già disponibile presso la struttura, applicando all'interno del progetto STILES del PNRR per l'acquisizione di una nuova camera anecoica più grande e più adatta ai test su antenne in bassa frequenza come quelle di SKA low. Questo consente di mettere al servizio del team SKA, rendendolo più efficiente con la nuova struttura potenziata, il know-how maturato negli anni presso OAA sulle misure di guadagno di antenna e diagrammi di radiazione di antenne in near-field e far-field in tutto lo spettro di frequenze a microonde da qualche GHz (banda L) a 100 GHz (banda W). Nonostante la frequenza inferiore nominale della vecchia camera anecoica sia superiore al range di operazione dell'antenna SKALA4.1 (50 – 350 MHz), si è dimostrato possibile ottenere interessanti risultati sull'antenna attraverso misure condotte in tale camera, ancorché limitate dalla frequenza inferiore ben maggiore di quella dell'antenna. Nell'articolo "Suppression of Log-Periodic Dipole Antenna Spurious Radiation by Lumped Element Loading for Radioastronomical Application" si è per esempio verificato nella camera anecoica di Arcetri la presenza di fenomeni spuri nella risposta dell'antenna dovuti alla nascita di modi superiori in dipoli risonanti dell'antenna. A conferma dell'importanza della camera anecoica, sempre nell'articolo, viene anche verificata la possibilità di mitigare tali risonanze attraverso l'ausilio di circuiti RLC installati in testa ai dipoli risonanti. La possibilità di provare con evidenza sperimentale ciò che era stato predetto da modelli numerici è stato un elemento fondamentale nel validare l'efficacia di tale soluzione. La nuova camera anecoica è più adatta a migliorare le attività di caratterizzazione dell'antenna SKALA4.1 che è strategica non solo per il team INAF, per aumentare le proprie conoscenze sul funzionamento dell'antenna così poi da trasferirle al team SKAO (Square Kilometer Array Observatory), responsabile del deployment e commissioning delle antenne in Australia, ma anche per l'industria Sirio Antenne a cui è stata commissionata da SKAO la produzione delle prime 78.520 antenne SKALA4.1. Una continua attività di R&D in parallelo a quella di produzione è fondamentale per eventualmente apportare piccole migliorie tecniche alle antenne in fase di realizzazione e/o per iniziare a concepire modifiche più significative che corrispondano all'attuale frontiera tecnologica da implementare nella successiva fase di produzione delle antenne (si rammenta infatti che a regime SKA-Low sarà costituito da circa 130.000 antenne). Gran parte della strumentazione di misura necessaria per i test sulle antenne, come analizzatori vettoriali di rete (VNA) e micro movimentazioni automatizzate e controllate, sono già disponibili presso OAA a corredo della camera anecoica. Un ulteriore importante potenziamento della strumentazione è costituito dall'aggiornamento dell'analizzatore di spettro (SA), presente ma ormai obsoleto e non più adeguato alle crescenti esigenze in termini di prestazioni richieste nei servizi di misura, con uno più efficiente ed allo stato dell'arte, in maniera da fornire una più ampia offerta di servizi e misure sulla caratterizzazione di componenti in camera anecoica (e non solo) in applicazioni sia di misure di antenne sia di compatibilità elettromagnetica (EMC/EMI). Con lo scopo di potenziare la nuova camera anecoica di Arcetri resa possibile dal finanziamento STILES del PNRR si intende quindi aggiornare l'intera suite di strumentazione a microonde a disposizione del laboratorio radio di Arcetri con un nuovo SA. L'infrastruttura complessiva sarà comprensiva di: Camera anecoica finanziata su STILES-PNRR in fase di acquisizione di dimensioni circa 6m(L) x 4m(W) x 3.5m(H). VNA fino a 110 GHz per misure di parametri di scattering che consente di effettuare misura diagrammi di radiazione di antenne con tecniche di misura di tipo Near-Field e Far-Field, grazie all'attrezzatura accessoria già in dotazione. Un nuovo SA, che si richiede di finanziare nell'ambito della presente richiesta, a corredo della strumentazione esistente che andrebbe a potenziare le possibilità di misura di diagrammi di antenna, verificare la presenza di disturbi interferenti con la misura stessa ed estendere le capacità applicative della camera a misure di compatibilità elettromagnetica. Per rispondere efficientemente alle esigenze di misura, almeno per quanto attualmente si prevedano essere nel medio termine, le caratteristiche tecniche di livello generale dello SA dovranno essere le seguenti: frequenza massima  $\geq 50$  GHz con possibilità di estensione a frequenze più elevate; accuratezza in ampiezza  $\pm 0.5$  dB o migliore su tutta la banda di frequenza; larghezza di banda di analisi  $\geq 1$  GHz; gamma dinamica  $\geq 100$  dB. Parallelamente alla richiesta strumentale riguardante lo SA, per il collaudo dello SA stesso e per il commissioning, la caratterizzazione e l'integrazione della strumentazione completa come parte integrante il servizio di misura nella nuova camera anecoica, si fa richiesta di un'unità di personale TD tecnologo da dedicare full-time alle sopra citate attività. Il profilo da selezionare dovrà avere adeguate competenze di campi elettromagnetici, antenne e componenti a microonde. Con l'acquisizione di uno SA allo stato dell'arte, i servizi di misura in camera anecoica si potenzierebbe ulteriormente con potenzialità di misura sia aggiuntivi rispetto agli attuali sia di qualità ed accuratezza migliore. Attualmente questo tipo di servizi e di infrastruttura, all'interno di*

INAF, è disponibile solo presso OAA, e gli Istituti INAF che si occupano di radio astronomia traggono vantaggi nell'aver all'interno di INAF una simile facility di test. Di questi servizi e di questa infrastruttura potenziata si avvantaggerebbe quindi in primo luogo INAF, relativamente ai gruppi che si occupano di tecnologie radio, nella sua missione di migliorare le conoscenze in ambito astrofisico, nel settore della radio astronomia in questo specifico caso, avendo disponibile un servizio interno di caratterizzazione di elementi radianti per i ricevitori in ambito radio astronomico più efficiente e più adatto a permettere progressi strumentali da impiegare nelle osservazioni di radio di sorgenti celesti. A questo potenziamento sono sicuramente interessate le stazioni radio astronomiche osservative gestite da INAF, come quelle di Medicina, Noto ed il Sardinia Radio Telescope (SRT), ma anche gruppi di ricerca impegnati nella progettazione di strumentazione innovativa, anche in campo internazionale, come ad esempio lo sviluppo delle antenne di SKA, in attuale fase di avanzamento, si possono giovare di una infrastruttura di test come quella che si richiede di potenziare nel presente bando. Altri settori applicativi potenzialmente interessati, sia interni ad INAF che di carattere più internazionale, sono riconducibili alla caratterizzazione anche di dispositivi elettronici nell'ambito della compatibilità elettromagnetica. Infine sempre all'interno di INAF, qualsiasi gruppo di ricerca coinvolto nell'utilizzo di antenne, per esempio per la telemetria di satelliti o per le future esplorazioni del suolo di Marte o della Luna attraverso tecniche di Ground Penetrating Radar su rover, trarranno vantaggio dalla disponibilità di tale camera anecoica per caratterizzare i sistemi radianti proposti. Ricadute industriali sono anch'esse favorite dal potenziamento della struttura nuova camera ad OAA. Aziende nazionali, del territorio toscano in particolare, hanno richiesto nell'ultimo decennio servizi di misura di varia natura attratti dalle possibilità di misura della vecchia camera anecoica. La nuova camera anecoica fornirà servizi di maggiore qualità e si pensa che questo manterrà almeno altrettanto alto l'interesse di aziende che cercano efficienti servizi di caratterizzazione per i sistemi di antenna che sviluppano e producono nella banda radio e a microonde. L'interesse attrattivo del gruppo radio di Arcetri nei confronti delle aziende nazionali, anche, ma non solo, per le capacità di caratterizzazione di antenne e dispositivi in camera anecoica, ha portato alla partecipazione congiunta in attività di sviluppo di apparati radio in applicazioni di interesse sia scientifico che commerciale, in sensori (antenne a riflettore e feed) per la radioastronomia, in antenne per applicazioni radar e georadar ed in strutture di protezione da agenti atmosferici quanto più possibile trasparenti alle frequenze radio (radome). Un ulteriore ambito di ricaduta del potenziamento della infrastruttura in oggetto è nel settore della didattica e divulgazione, anch'essa missione statutaria di INAF ed attività decisamente importante ai fini della formazione e della conoscenza. In relazione a questi aspetti si vuole sottolineare come visite guidate che presentano gli aspetti tecnici operativi della misura di antenne in camera anecoica destano molto interesse non solo ad un pubblico attratto dalla semplice conoscenza generica di attività tecnologiche in ambito scientifico ma anche, e soprattutto, ai giovani stagisti che vengono frequentemente ospitati e che seguono con entusiasmo dimostrazioni di misura su aspetti importanti nella loro formazione curriculare. In relazione alla richiesta di personale all'interno del presente bando e della presente attività, si richiede di finanziare un anno per un profilo di tecnologo III livello con contratto a tempo determinato (TD). Il nuovo TD verrà dedicato interamente all'attività di potenziamento della camera anecoica e della strumentazione di cui è equipaggiata. Dovrà quindi maturare una approfondita conoscenza della facility con le sue potenzialità ed i suoi limiti così poi da massimizzare l'efficienza di utilizzo della camera stessa.

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

NewAO Control Electronic

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

AOT-NCE

- **11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)**

Osservatorio Astronomico di Capodimonte

- **11D1.20e: Mese di avvio della attività**



1

➤ **11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)**

36

➤ **11D1.20g: Descrizione dell'Attività**

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' INAF vanta una consolidata esperienza, riconosciuta a livello internazionale, nello sviluppo di sistemi di ottica adattiva per applicazioni astronomiche. Per valorizzare il know-how accumulato e proseguire uno sviluppo tecnologico all'avanguardia in questo ambito, è fondamentale la realizzazione di Test Facility dedicate, in grado di supportare lo sviluppo e la sperimentazione di innovazioni nei componenti chiave dei sistemi di ottica adattiva. Uno degli elementi centrali di tali sistemi è il controllo real-time, sia dal punto di vista hardware che algoritmico. Il presente sotto-WP è finalizzato proprio alla creazione di una Facility dedicata a questo scopo. La sua specificità risiede nell'integrazione nel Large Binocular Telescope (LBT) che, interfacciandosi con l'esistente infrastruttura di ottica adattiva tra gli specchi secondari deformabili e il sistema di sensing a stella naturale FLAO/SOUL, permetterà di inserire il sistema di controllo real-time da verificare in cielo con un telescopio di classe 8m, ovvero la classe massima di telescopi ottici da terra oggi in funzione. La disponibilità di un'infrastruttura condivisa di questo tipo è cruciale per accelerare l'innovazione, contenere i costi di sviluppo e mitigare i rischi legati alla validazione "in cielo" di tecnologie avanzate di controllo real-time, come quelle, ad esempio, basate sul Machine Learning. Il passaggio dal laboratorio all'ambiente operativo è spesso precluso ai singoli gruppi di ricerca e ancor più alle realtà industriali, e questa Facility colma tale lacuna. La possibilità di effettuare test e validazioni in condizioni reali, anziché esclusivamente in laboratorio, costituisce un vantaggio competitivo decisivo, permettendo a soluzioni scientifiche e industriali di raggiungere un elevato livello di maturità prima dell'integrazione in progetti che richiedono un TRL (Technological Readiness Level) elevato o, più in generale, una mitigazione efficace dei rischi di implementazione. ESPERIENZA PRECEDENTE L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) possiede una consolidata competenza tecnico-scientifica nello sviluppo, integrazione e validazione di sistemi di ottica adattiva (OA) per applicazioni astronomiche a terra. In particolare è stata responsabile dello sviluppo e commissioning di sistemi adattivi per gli attuali telescopi di classe 8m come VLT/ESO (es. ERIS@UT4) e LBT (es. FLAO/SOUL, ARGOS, LBTI/SOUL) e ha anche responsabilità dello sviluppo di sistemi adattivi della prossima generazione degli Extremely Large Telescope di classe 30-40m come ELT/ESO (es. MORFEO, ANDES) e lo SCAO di Giant Magellan Telescope. Nel campo specifico dei sistemi di controllo real-time, INAF ha avuto l'opportunità di implementare nuovi algoritmi per il real time computer di LBT, con particolare attenzione alle applicazioni di ottimizzazione delle performance del sensore a piramide in termini di contrasto e sensibilità. In particolare la profonda e dettagliata conoscenza dell'implementazione del sistema adattivo di LBT, nato e sviluppato in INAF, rende l'obiettivo di questa attività a basso rischio.*

*DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO La Facility proposta sarà integrata nell'infrastruttura di Ottica Adattiva del telescopio LBT (Mt. Graham, AZ, USA), controllato dalla LBTO Corporation della quale l'Italia, attraverso l'INAF, fa parte. LBT è un telescopio astronomico che lavora tra l'ultravioletto (0.3μm) e il medio infrarosso (10μm) con due specchi primari da 8.4m di diametro ciascuno, supportati da una singola montatura. Ognuno dei due rami è fornito di uno specchio secondario adattivo di 672 attuatori con tecnologia voice-coil e, in due delle 4 stazioni focali disponibili per lato, un sistema di sensori di fronte d'onda a piramide, con 40x40 zone di sensing a stella naturale, denominato SOUL, recente upgrade del sistema di ottica adattiva di prima luce FLAO. Il sistema è in grado di chiudere il loop ottico ad un massimo frame-rate di 1700Hz utilizzando il sistema di controllo real-time di default per le osservazioni astronomiche di routine. La Facility fornirà la possibilità di bypassare il sistema real-time di default con un sistema real-time di test, fornendo due interfacce codificate di comunicazione real-time su supporto serial FPD (una dal sensore - slope o frame - e una verso il secondario adattivo - comandi di attuazione) e una interfaccia Ethernet TCP/UDP di configurazione e monitoring. L'utilizzo di routine dell'infrastruttura garantisce lo stato di calibrazione e allineamento del sistema, permettendo all'utente della facility di concentrarsi sull'ottimizzazione e la verifica del proprio sistema real-time. La facility utilizzerà il sistema di sensing SOUL, aggiornato di recente, mentre sarà necessario un aggiornamento dell'elettro-meccanica dei due attuali secondari adattivi per due motivi principali: 1) L'elettronica attuale dei secondari integra il sistema di controllo real-time del loop adattivo, mentre la nuova Facility richiede che questo sistema sia separato e accessibile con una specifica interfaccia dedicata ad un real time computer esterno; 2) I due secondari sono operativi sul telescopio dal 2010 e il loro design si basa su tecnologie dei primi anni 2000. Di conseguenza, è necessario un aggiornamento dell'elettronica per garantire una funzionalità della facility*

consistente con le più moderne tecnologie oggi impiegate per i ricostruttori ed allo stesso tempo assicurare l'affidabilità e la disponibilità della Facility nel medio-lungo termine. Le componenti ottiche in vetro (shell deformabile e reference body), insieme alla struttura meccanica, non verranno modificate nell'ambito di questo progetto. Per la progettazione esecutiva, la produzione e l'integrazione della nuova elettro-meccanica sarà necessario bandire una gara, successivamente alla definizione da parte di INAF dei requisiti di interfaccia e di prestazione. Tali requisiti dovranno garantire: \* la compatibilità con le restanti componenti dell'attuale sistema adattivo; \* la separazione, tra il sistema di controllo real-time di default (che trasforma le slope del sensore in comandi del correttore) e l'elettronica di controllo del secondario; \* la possibilità di bypassare il sistema di controllo real-time di default a favore di un sistema alternativo ovvero il real time computer da sottoporre a test e verifica. I deliverables includono due unità di secondario adattivo per il telescopio LBT. Gli obiettivi intermedi sono l'identificazione delle specifiche di interfaccia e di performance e la pubblicazione della gara per il disegno esecutivo, la produzione, l'assemblaggio e il test dell'aggiornamento dell'elettro-meccanica delle due unità di secondario adattivo di LBT. La durata stimata è di 30 mesi più 6 mesi per istruire e completare gara. **APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE** Da un punto di vista industriale, il passaggio dalla fase di test in laboratorio alla validazione "in cielo" in condizioni reali rappresenta un collo di bottiglia significativo e un fattore di rischio per lo sviluppo della tecnologia e algoritmica alla base dei sistemi di controllo real-time per ottica adattiva. Una struttura dedicata fornisce questo passaggio intermedio cruciale, consentendo ai prodotti industriali di raggiungere l'elevato livello di maturità richiesto per l'integrazione in grandi sistemi scientifici o commerciali, riducendo così i rischi legati inizialmente al disegno e ingegnerizzazione di tali prodotti semplificando e rendendone più efficace l'immissione sul mercato e la loro adozione. I test di laboratorio, sebbene essenziali, utilizzano modelli semplificati o simulazioni che non replicano completamente la turbolenza atmosferica reale. La validazione "on-sky" è la prova definitiva e i grandi telescopi richiedono un'elevata maturità per le nuove tecnologie. Una facility messa a disposizione per i test di sistemi di controllo real-time industriali offre un ambiente controllato ma reale per la validazione "in cielo". Ciò consente alle aziende di testare hardware e software contro la turbolenza atmosferica effettiva, non solo modelli simulati o semplificati. Permette inoltre di affinare gli algoritmi di controllo in tempo reale in condizioni dinamiche e imprevedibili, dimostrando la maturità e robustezza del prodotto a potenziali acquirenti (ad esempio, grandi osservatori, agenzie spaziali, appaltatori della difesa) e iterare sui progetti con dati di performance reali prima di impegnarsi in implementazioni costose e su larga scala. Il risultato è un tempo di immissione sul mercato più rapido, una maggiore fiducia nelle prestazioni del prodotto e un rischio ridotto per i partner industriali. Le principali applicazioni, per cui l'industria dei sistemi di controllo real-time è potenzialmente interessata ad eseguire test "on-sky" con la facility proposta, sono: \* **ASTRONOMIA**: compensazione ottimale delle distorsioni di fronte d'onda introdotte dalla turbolenza atmosferica utilizzando nuovi sistemi HW/SW di controllo real-time (es. Machine Learning); \* **SPACE LASER COMMUNICATION**: Compensazione delle distorsioni dinamiche causate dalle condizioni atmosferiche per mantenere l'integrità dei dati, ridurre la latenza e incrementare la banda della Free Space Optical Communication; \* **SPACE DEBRIS MONITORING**: Correzione della turbolenza atmosferica per permettere di monitorare distanza (laser ranging) e parametri orbitali dei rifiuti spaziali e relitti satellitari di sempre minor dimensione e con maggior precisione ed efficacia; \* **ASTEROID AWARENESS AND PLANETARY DEFENCE**: Correzione della turbolenza atmosferica per permettere di aumentare l'accuratezza della determinazione delle orbite dei meteoriti considerati critici. **RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO** Lo sviluppo del laboratorio richiede l'acquisizione di un'unità di personale dedicato da impiegarsi su un tempo scala di 2 anni. Il profilo richiesto è di Livello III. Questo personale dovrà svolgere la supervisione del progetto nelle sue varie fasi tecniche, inclusa la gestione delle interfacce e lo sviluppo del SW relativo. L'impegno stimato è full-time (24 mesi-persona).

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

NewAO Optical Correctors

- **11D1.20c: Acronimo Attività**

## AOT-NOC

### ➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

*Osservatorio Astronomico di Arcetri*

### ➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

*1*

### ➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

*36*

### ➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA' L'attività ha l'obiettivo di costituire una rete di ricerca per lo sviluppo e un laboratorio per la prototipizzazione e test di correttori di fronte d'onda in trasmissione con caratteristiche e performance attualmente non presenti sul mercato in termini di numero e densità di elementi di correzione e di risposta dinamica, parametri che richiedono almeno un ordine di grandezza di miglioramento per applicazioni di punta nel campo astronomico. L'introduzione di tali correttori sarebbe un passo determinante nello sviluppo di sistemi adattivi di nuova generazione. In particolare l'uso di tali dispositivi permetterebbe: (1) di semplificare enormemente il layout degli attuali sistemi adattivi in cui sono richiesti una sequenza di correttori, come nei sistemi multi-conjugate o nei sistemi woofer-tweeter, tramite il posizionamento in trasmissione; (2) incrementare il numero di attuatori in sistemi single-conjugate, come richiesto dai sistemi ad alto contrasto per la ricerca di pianeti extrasolari arrivando ragionevolmente a correttori da 100x100 attuatori oggi non disponibili sul mercato. I 100x100 attuatori potrebbero essere disponibili in un cerchio di 200mm di diametro; (3) rendere compatibile un altissimo grado di correzione con la compattezza del sistema adattivo a trasmissione, come richiesto in applicazioni adattive non astronomiche tipo microscopia e oftalmologia. Dal punto di vista astronomico, lo sviluppo di correttori a rifrazione avrà un notevole impatto nelle applicazioni astrofisiche dell'ottica adattiva, specialmente per le osservazioni nel visibile. In questo ambito, la precisione della correzione e il numero di correttori impiegati sono cruciali. Sistemi di Extreme Adaptive Optics (ExAO), come il PCS (Planetary Camera and Spectrograph) dell'Extremely Large Telescope (ELT) (il telescopio ottico/infrarosso da 40 metri installato sulle Ande cilene), richiedono correttori con  $10^4$  attuatori, attualmente non disponibili sul mercato. Anche i progetti di sistemi adattivi multi-coniugati (MCAO) verrebbero enormemente semplificati dall'uso di tali dispositivi. In alcuni casi, questi correttori renderebbero fattibili sistemi finora irrealizzabili, permettendo un grado e un campo di correzione molto elevati. Si parla dell'uso di migliaia di attuatori per ogni correttore e della possibilità di impiegare un gran numero di correttori in serie senza la necessità di ottiche aggiuntive. Il limite a questa configurazione sarebbe dettato solo dall'assorbimento e dalla riflessione dell'energia di ogni correttore, grazie al loro funzionamento in trasmissione. Da un punto di vista industriale ed ingegneristico la compattezza accoppiata ad un grande numero di attuatori avrebbe sicuramente una sensibile ricaduta sulla riduzione dei costi di fabbricazione dei sistemi adattivi dove, generalmente, il correttore rappresenta l'elemento di maggior costo e la sua dimensione determina spesso la grandezza totale del sistema. ESPERIENZA PRECEDENTE L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) possiede una consolidata competenza tecnico-scientifica nello sviluppo, integrazione e validazione di sistemi di ottica adattiva (OA) per applicazioni astronomiche da terra. Nel campo specifico dei correttori di fronte d'onda, INAF-OAA ha introdotto e guidato lo sviluppo di una nuova tecnologia di specchi adattivi con attuatori voice-coil e metrologia interna a feedback capacitivo. Tale sviluppo ha permesso a INAF di guidare l'implementazione di questa tecnologia innovativa nei secondari adattivi a 672 attuatori del Large Binocular Telescope (LBT) e, contestualmente, far crescere i partner industriali italiani rendendoli, di fatto, i produttori di riferimento per questa tecnologia nel mercato internazionale, come hanno dimostrato i progetti DSM/VLT e M4/ELT. Contestualmente INAF-OAA ha capitalizzato un'esperienza consolidata sulla caratterizzazione elettro-meccanica ed ottica di specchi adattivi in generale, sviluppando procedure e software applicabili a generici correttori. L'esperienza accumulata da INAF nel campo degli specchi adattivi fornisce, dunque, una solida base per lo sviluppo dei correttori a trasmissione e la relativa competenza richiesta nell'implementazione della corrispondente facility. DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO L'infrastruttura proposta è un laboratorio avente le attrezzature necessarie per la realizzazione ed il test di correttori a rifrazione. La creazione di questa facility richiede di procurarsi varie componenti HW ed alcuni*

*componenti SW. In particolare, la realizzazione di questa tipologia di correttori richiede di utilizzare finestre ottiche di ottima qualità e con i relativi coating antiriflesso. In aggiunta al coating antiriflesso sulle pareti in vetro si devono realizzare gli elettrodi in Indium Thin Oxide (ITO) che permettono il controllo elettrostatico di una membrana elastica. In aggiunta alla parte ottica del correttore si deve sviluppare una parte di elettronica di controllo che agisca simultaneamente su circa 100 canali per poter verificare il funzionamento dei singoli attuatori. Infine, il correttore assemblato deve essere caratterizzato attraverso l'uso di un interferometro dinamico per il controllo della risposta temporale ottica. Il tutto deve essere esaminato in condizioni di assenza di vibrazioni che renderebbero le misure ottiche più complesse e quindi il sistema verrà ospitato su un banco ottico ad isolamento pneumatico. Il laboratorio in questione sarà ospitato nelle strutture dell'Osservatorio di Arcetri con preferenza per alcuni locali precedentemente ristrutturati con i fondi del PNRR STILES. In questo caso anche alcune caratteristiche necessarie al laboratorio come aria compressa, acqua e condizionamento sono garantite dalla struttura già esistente. La strumentazione necessaria viene invece richiesta nel quadro di questo progetto. Per il nuovo laboratorio riportiamo qua una descrizione breve delle parti principali da acquisire. Il laboratorio richiede la presenza di: \* sorgenti luminose di varie lunghezze d'onda laser nel visibile e vicino infrarosso ed anche ad incandescenza per assicurare una illuminazione broad-band del correttore in trasmissione; \* un interferometro ottico per caratterizzare l'attuazione del correttore in fronte d'onda e un sistema di calibrazione in intensità spettrale per caratterizzare la trasmissività del dispositivo; \* un banco ottico di dimensioni medie, tipo 1.5mx2.5m, corredato da ottiche e relativi montaggi per l'installazione dei vari sottosistemi necessari per i test dei correttori; \* una camera di deposizione di film anti-riflesso (AR) su vetro per ottimizzare la trasmissibilità del correttore; \* una camera di deposizione su vetro e membrane polimeriche di film di ITO per realizzare indipendentemente (in-house) pattern di elettrodi di forma arbitraria; \* una fornace per l'annealing dei coating di ITO per migliorarne le performance ottiche di trasparenza e ridurre la dispersione nel vicino infrarosso; \* alcuni componenti di elettronica come oscilloscopio, generatori di funzioni, alimentatori (a bassa e alta tensione) e schede di controllo posizione-voltaggio per pilotare l'attuazione del correttore e caratterizzarne la risposta elettro-meccanica; \* un banco per saldature con relativa aspirazione e attrezzatura; \* un computer di controllo per l'elettronica dello specchio e uno per l'interferometro; \* correttori commercialmente disponibili per definire un benchmark di riferimento dello sviluppo. Il deliverable dell'attività è rappresentato dalla messa in funzione del laboratorio sopra considerato. L'obiettivo intermedio è rappresentato dalla emissione degli ordini di acquisto per i vari componenti e attrezzature del laboratorio. La durata stimata è di 36 mesi per rendere la facility funzionale. APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE Mettere a disposizione delle aziende un laboratorio per lo sviluppo ed il test di correttori a rifrazione ha sicuramente un grosso impatto nel supportare l'industria in un campo che sta diventando di importanza strategica come la fotonica ed in particolare i sistemi di ottica adattiva. La possibilità di sviluppare, tramite il laboratorio, correttori innovativi, anche disegnati su specifiche esigenze industriali, permetterebbe di dare supporto alle aziende in vari campi non limitandosi alla sola ottica adattiva per uso astronomico ma, come anticipato precedentemente, ad esempio alla ottica adattiva per oftalmologia, microscopia oppure di sistemi ottici adattivi per comunicazioni con satelliti o comunicazioni spaziali in genere. Proprio in questi sistemi l'uso di un correttore compatto, utilizzabile attraverso un disegno ottico semplificato, sono elementi fondamentali per l'ingegnerizzazione di sistemi commerciali. Infine la possibilità di avere personale dell'industria e personale della ricerca, che lavorano in collaborazione nel laboratorio considerato, è un metodo pragmatico ed efficace per far avvenire il cosiddetto trasferimento tecnologico su uno specifico caso d'uso. RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO Lo sviluppo del laboratorio richiede l'acquisizione di un'unità di personale dedicato da impiegarsi su un tempo scala di 2 anni. Il profilo richiesto è di Livello III. Questo personale dovrà svolgere la supervisione del progetto sia nella fase di disegno che di integrazione. L'impegno stimato è full-time.*

**Per ogni Activity inclusa nel WP:**

- **11D1.20a: ID numerico sequenziale attività (in ordine di avvio nel WP: 01, 02...)**

01

- **11D1.20b: Titolo dell'Attività**

Wide Field Platform

- **11D1.20c: Acronimo Attività**



## AOT-WFP

### ➤ 11D1.20d: UO incaricata della attività (una sola UO)

*Osservatorio Astrofisico di Catania*

### ➤ 11D1.20e: Mese di avvio della attività

*1*

### ➤ 11D1.20f: Durata dell'Attività (mesi)

*36*

### ➤ 11D1.20g: Descrizione dell'Attività

*SCOPO SPECIFICO DELL'ATTIVITA'. Il progetto prevede il completamento delle opere necessarie affinché la facility INAF-WideField (Act. 6301: Testing WF Instrument On Sky) possa diventare operativa e avviare la propria missione di supporto a enti, agenzie e aziende interessate allo sviluppo di tecniche di Wide Field e alla verifica delle funzionalità e delle prestazioni di nuova strumentazione attraverso osservazioni in cielo, ed in particolare, di strumentazione dedicata alle tecniche di fast tracking e al tracciamento di oggetti in orbita bassa e ad alta velocità. In questo contesto, il progetto include la realizzazione di un dimostratore per un innovativo metodo di acquisizione di immagini del cielo, con una copertura fino a 10.000 gradi quadrati. Questo dimostratore, basato sulla stessa tecnologia impiegata nel progetto principale ma su scala ridotta, permetterà di validare la tecnica proposta. La tecnologia proposta ha un potenziale trasformativo. Il dimostratore offrirà un contributo significativo nel campo dei transienti, in particolare all'astrofisica Multi-Messenger, e nell'ambito della Space Situational Awareness (SSA). Ad esempio: Controparti elettromagnetiche di Onde Gravitazionali, Controparti elettromagnetiche di neutrini, Emissioni ottiche "prompt" di Gamma Ray Burst, Controparti di Fast Radio Burst, Fast Blue Optical Transients, Shock breakout di Supernovae Core-Collapse, Variabilità delle AGN (Active Galactic Nuclei), Monitoraggio di Asteroidi e Oggetti Near-Earth, Space Surveillance and Tracking (SST). ESPERIENZA PRECEDENTE Il gruppo di ricerca e tecnologico proponente include personale di vari sedi INAF tra cui OACT ed OAPD. Entrambe le sedi dispongono di Stazioni Osservative con telescopi che sono correntemente utilizzati per attività scientifiche, di sviluppo e didattiche in ambito di alta formazione universitaria e PHD. Presso queste sedi si svolgono attività di ricerca e sviluppo di telescopi e tecniche di osservazione innovative. Ad esempio ricordiamo che a Serra la Nave, INAF OACT, è attivo il prototipo di telescopio Cherenkov, ASTRI-Horn, dalla cui esperienza nascono INAF ASTRI-MiniArray (9 telescopi in Tenerife-Canarie) e CTAO SST (37 telescopi in Atacama-Cile); e che a INAF OAPD si svolgono attività di sviluppo di ottiche adattive allo "stato dell'arte" con risultati ed applicazioni non solo nel campo astrofisico. ATTIVITA' PNRR PRECEDENTE La facility INAF-WideField (Act. 6301: Testing WF Instrument On Sky), sviluppata nell'ambito del progetto PNRR-STILES, è stata concepita come un laboratorio per la sperimentazione diretta in cielo di strumenti multi-purpose caratterizzati da un ampio campo di vista. Al progetto è stato dedicato un edificio presso la Stazione Osservativa INAF di Serra La Nave (Etna), una dome di 6 metri di diametro equipaggiato con una "piattaforma inerziale" in grado di ospitare la strumentazione da validare e testare tramite osservazioni "in cielo". La piattaforma presenta caratteristiche tecniche avanzate, che consentono di effettuare test di precisione su strumentazione fino a 300 kg di peso. Le sue specifiche includono: GPS, encoder assoluti e sensori di fine corsa su entrambi gli assi, inseguimento attraverso il meridiano senza inversione, configurazione equatoriale, puntamento di sorgenti a qualunque distanza zenitale, risoluzione angolare inferiore a 0,005 arcsec, velocità di puntamento rapida fino a 4 gradi/secondo, precisione di puntamento migliore di 20 arcsec RMS, inseguimento in varie modalità (siderale, solare, lunare e modalità "utente" programmabile), precisione di tracking entro +/-1 arcsec su 10 minuti, sistemi e freni di emergenza, pulsante di arresto di emergenza a pilastro, driver per il controllo remoto di tutte le funzionalità ASCOM, SDK e protocolli di comunicazione per lo sviluppo di software. DESCRIZIONE TECNICA DELL'INTERVENTO Per completare il progetto, è previsto l'adeguamento dell'edificio, con lavori di ristrutturazione dei locali e della cupola stessa in modo da consentire l'osservazione dell'intero emisfero visibile. La struttura sarà automatizzata per consentire l'accesso alle osservazioni da remoto a ricercatori e sviluppatori che ne abbiano necessità. In particolare, per la validazione in cielo del dimostratore incluso in questo progetto, saranno effettuate modifiche relative alle predisposizioni meccaniche di aggancio presso la piattaforma inerziale e alle misure di prevenzione per evitare l'illuminazione accidentale da luce solare diretta, oltre ai*

necessari adeguamenti logistici di sicurezza. Ci proponiamo di installare sulla piattaforma inerziale un dimostratore per la verifica in cielo del nuovo concetto di telescopio, chiamato MezzoCielo. Il telescopio si basa su un design rifrattivo sferico monocentrico, costituito da una struttura sferica realizzata con gusci a menisco di vetro riempiti con un fluido a basso indice di rifrazione e alta trasparenza. Questa sfera è in grado di re-immaginare metà della sfera celeste su una superficie curva emisferica, che presenta aberrazione sferica e cromatica, ma identica per ogni direzione di vista. Un array di camere ottiche identiche, prodotte in serie – e che definiscono sia l'area di raccolta sia il campo visivo – popola il piano focale curvo. Ogni telecamera ottica compensa le aberrazioni e fornisce immagini limitate dal seeing su rivelatori di tipo CMOS. Nella sua configurazione finale, MezzoCielo sarà caratterizzato da una struttura sferica di circa 2 metri di diametro, con un diametro della pupilla d'ingresso non ostruito di circa 0,8 metri. Il telescopio monitorerà continuamente l'intero cielo sopra i 30 gradi di elevazione, coprendo approssimativamente 10.000 gradi quadrati. Il piano focale curvo sarà popolato da circa 900 telecamere ottiche (5 gradi di diagonale), ognuna dotata di un sensore CMOS da 9.4k x 9.4k, assumendo una scala di 1,3 arcosecondi per pixel – risultando in un totale di circa 8 miliardi di pixel per esposizione. Il dimostratore mira a validare le funzionalità chiave del nuovo concetto di telescopio. È costituito da due menischi sferici concentrici in vetro, installati ai bordi di un cilindro metallico contenente il liquido disperdente. La copertura del piano focale curvo è intenzionalmente limitata a poche (4 o più) camere ottiche correttive, dotate di sensori CMOS commerciali. Sebbene la struttura principale sia un cilindro e non una sfera, questa configurazione consente comunque di validare il concetto ottico: per una porzione limitata di cielo, il percorso ottico replica quello di una sfera. La scelta di poche camere ottiche permette comunque di verificare eventuali problematiche di bordo in prossimità delle lenti di campo. La limitata copertura del cielo di questo dimostratore può essere superata grazie alla piattaforma di puntamento, anche se ciò implica la perdita della copertura istantanea dell'intero emisfero. Il dimensionamento definitivo del dimostratore sarà stabilito al termine della fase di studio. La configurazione di riferimento attuale prevede un cilindro lungo 0,8 metri con due lenti a menisco da 0,4 millimetri. Il diametro della pupilla d'ingresso sarà superiore a 0,32 metri, con un campo visivo coperto superiore a 32 gradi quadrati. Il sensore di riferimento è il SONY IMX455 CMOS retroilluminato, con una scala di 1,3 arcosecondi per pixel.

**APPLICAZIONI IN AMBITO INDUSTRIALE** Il nuovo concetto proposto ha un potenziale tecnologico trasformatore. Il know-how sviluppato promette importanti ricadute in settori quali la sorveglianza spaziale, il tracciamento di oggetti nello spazio (NEO), la sicurezza, i processi industriali di produzione seriale e la robotica. Tra le possibili ricadute:

- La nuova stazione osservativa Wide-Field sarà a disposizione di enti di ricerca, agenzie spaziali e aziende private interessate a verificare e qualificare nuova strumentazione attraverso osservazioni dirette e test in cielo, fornendo un banco di prova reale in un ambiente operativo autentico. Le caratteristiche della piattaforma, in termini di puntamento e inseguimento, garantiscono prestazioni di precisione, stabilità ideali per lo sviluppo di tecnologie dedicate al monitoraggio e alla gestione dei detriti spaziali. La piattaforma è particolarmente indicata per attività di Space Situational Awareness, inclusi test di inseguimento e puntamento di oggetti in orbita bassa e ad alta velocità, grazie alle sue capacità di inseguimento automatico, velocità di puntamento fino a 4 gradi/secondo e precisione di tracking entro  $\pm 1$  arcsec su 10 minuti. Tali prestazioni offrono alle aziende un'opportunità unica per validare algoritmi di tracciamento, sensori innovativi e soluzioni tecnologiche avanzate. Inoltre, la stazione osservativa sarà completamente automatizzata e dotata di sistemi di controllo remoto, permettendo ai partner industriali di gestire i propri test anche da remoto, ottimizzando tempi e risorse. Ciò la rende una piattaforma strategica per collaborazioni di lungo termine finalizzate allo sviluppo di prodotti e servizi nel settore spaziale. Grazie a questa infrastruttura, le aziende potranno accelerare i propri cicli di sviluppo e test, validare tecnologie in un ambiente reale e ottenere dati qualificati per l'ingresso sul mercato o per le certificazioni. La disponibilità di supporto tecnico, logistica e operativa completa contribuirà a creare un ecosistema collaborativo, capace di generare valore per l'intero comparto industriale.
- Il progetto MezzoCielo, di cui si intende prototipizzare il concetto, è concepito con un approccio orientato all'ottimizzazione del design per la produzione su larga scala. Questo significa che ogni componente opto-meccanico sarà progettato tenendo conto delle esigenze di industrializzazione, ovvero della capacità di produrre migliaia di unità identiche con processi automatici o semi-automatici, garantendo allo stesso tempo qualità, ripetibilità e costi competitivi. Più precisamente, il progetto prevede la potenziale adozione di processi produttivi automatizzati (ad esempio stampaggio a iniezione per plastiche ottiche, pressofusione o lavorazioni CNC per componenti metallici) e processi di integrazione (assemblaggio e allineamento ottico) studiati per ottenere un'alta produttività. Questo approccio consente di ridurre al minimo le rilavorazioni e garantire tolleranze costanti anche su grandi numeri. Un aspetto particolarmente importante è che, anche se il dimostratore prototipale di MezzoCielo prevede l'integrazione di un numero limitato di componenti opto-meccaniche, il design di questi componenti coincide con quello della versione finale destinata alla produzione di massa. In questo modo, ogni fase di progettazione e validazione è già allineata ai requisiti di produzione industriale. Ciò permette di: Validare i processi produttivi e di integrazione già in fase di prototipazione; Ridurre significativamente i rischi legati al passaggio dalla

prototipazione alla produzione in serie; Assicurare che l'integrazione finale sia affidabile, ripetibile e scalabile. In sintesi, MezzoCielo adotta un modello di sviluppo industriale in cui la coerenza tra il design del prototipo e quello del prodotto finale è un elemento chiave per garantire che l'intero ciclo di produzione, dalla prototipazione alla fase industriale, sia efficiente, economico e pronto per soddisfare le esigenze di un mercato che richiede migliaia di componenti opto-meccaniche identiche e di alta qualità. In tale contesto, l'interazione durante la fase di design e lo scambio reciproco di know-how tra ente di ricerca e industria diventano fondamentali. • La verifica dei modelli di puntamento e di tracking rappresenta un passaggio fondamentale nello sviluppo di tecnologie dedicate al monitoraggio e alla gestione dei detriti spaziali (space debris) e, più in generale, delle attività di Space Situational Awareness (SSA), ovvero la capacità di conoscere e prevedere la posizione e il comportamento degli oggetti in orbita attorno alla Terra. In questo contesto, la verifica dei modelli riguarda sia la precisione dei calcoli orbitali, sia l'affidabilità dei sistemi di puntamento dei sensori (ad esempio radar o telescopi ottici) e dei sistemi di inseguimento automatico. Il dimostratore di MezzoCielo, installato a bordo della piattaforma di puntamento e dotato di un esteso campo di vista, una volta operativo permetterà di verificare tramite osservazioni dirette modelli dinamici relativi agli oggetti spaziali residenti (RSO). Questi modelli tengono conto sia delle influenze deterministiche (ad esempio manovre orbitali), sia di quelle stocastiche (come l'effetto atmosferico sulla propagazione della radiazione), consentendo una previsione e un tracciamento più accurati delle orbite. Tale facility sarà a disposizione delle industrie interessate a sfruttarne le capacità per il miglioramento dei propri sistemi e modelli di tracciamento. **ATTIVITA' DI FORMAZIONE DEL PERSONALE** Trattandosi di attività di ricerca e sviluppo di tecnologia con potenzialità trasformative in primo luogo la formazione coinvolgerà il personale stesso di ricerca e tecnologo degli istituti coinvolti con formazione teorico pratica con studio della tecnica e delle sue applicazioni con osservazioni reali. Questo permetterà di sviluppare di definire un modello didattico per attività "Hands-on" per il personale che sarà specializzato verso questa nuova tecnica Wide-Field. Fanno parte del programma didattico anche le attività connesse con la riduzione ed analisi del dato sperimentale ottenuto, attività funzionale anche alla comprensione della tecnica e dei problemi e relative soluzioni che dovessero intervenire. **RUOLO DEL PERSONALE ASSUNTO.** Presso i due maggiori istituti INAF coinvolti nel progetto esistono già competenze elevate nel campo; il nuovo personale assunto nell'ambito del progetto svilupperà le competenze specifiche relative al progetto che di per sé ha caratteristiche di innovazioni e trasformazionali

#### **ARTICOLAZIONE DI DETTAGLIO DEI COSTI DI PROGETTO**

**Per Ciascuna Activity indicare i costi associati, distinti per Tipologia e per Soggetto:**

##### **WP01 - Attività 1**

###### ➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

438600.00

###### ➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*I costi di personale per questa attività comprendono: 1 Dirigente Tecnologo TD impiegato a tempo pieno per tutta la durata del progetto con il compito di Manager dell'Infrastruttura 1 CTER di supporto al Manager dell'Infrastruttura.*

###### ➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*I costi sono basati sui costi standard.*

###### ➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

0.00

###### ➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

###### ➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*0.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**



➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP02 - Attività 1**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*247680.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario all'attività.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*4 TD di 3° livello per l'intera durata del progetto. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*0.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*N.A.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*N.A.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*20000.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

*N.A.*

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

*N.A.*

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*N.A.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*N.A.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

*N.A.*

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

*N.A.*

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*1400.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali calcolate secondo le indicazioni del bando*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*N.A.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*N.A.*

**WP02 - Attività 2**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*233920.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario per l'attività.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni-persona di TD 3° livello 2 anni persona TD CTER*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*235000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Hardware e Software per la Concurrent Design Facility.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

*N.A.*

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

*N.A.*

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*N.A.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*N.A.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

*N.A.*

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

*N.A.*

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*16450.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali calcolate.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolati secondo le indicazioni del bando.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*12000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Attività legate alla comunicazione della Facility.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stimati utilizzando dati da progetti precedenti.*

**WP03 - Attività 1**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*371520.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario alla costruzione della camera lunare.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*6 anni-persona TD 3° livello Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*2661000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Acquisto componenti per costruzione camera lunare.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*465000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Opere edilizie a supporto della camera lunare.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*



➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*218820.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla camera lunare.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*30000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Attività di comunicazione legate alla camera lunare.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stima basata su precedenti progetti.*

**WP03 - Attività 2**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*0.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*1960000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per l'acceleratore ionico.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*137200.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali per l'acceleratore ionico.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*10000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione legata all'acceleratore ionico.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stima basata su precedenti progetti.*

**WP03 - Attività 3**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*220160.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale di supporto.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni-persona TD CTER. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*1355000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti necessari per la facility.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*15000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Impiantistica necessaria alla facility.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*95900.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali per la facility.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*10000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione legata alla facility.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stima su progetti precedenti.*

**WP03 - Attività 4**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*247680.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario alla facility.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*4 anni-persona TD 3° livello. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*750000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la realizzazione della facility.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*



➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*52500.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali per la facility.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*10000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione necessaria alla facility.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stime basate su progetto precedenti.*

**WP03 - Attività 5**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*166840.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale per la realizzazione della camera.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*1 anno-persona TD 1° livello 1 anno-persona TD 3° livello Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*290930.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la camera.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*20000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Impianti necessari per la camera.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*21764.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla camera.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*5000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione legata alla camera.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stima basata su progetti precedenti.*

**WP04 - Attività 1**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*233920.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale per lo sviluppo della camera.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni persona TD 3° livello 2 anni persona TD CTER. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*610000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per costruire la camera.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e analisi di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*10000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Impianti necessari per la camera.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e analisi di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*43400.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla camera.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le regole del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**



➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP04 - Attività 2**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*276920.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale per la realizzazione della camera.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*1 anno-persona TD 1° livello 2 anni-persona TD 3° livello 2 anni-persona TD CTER. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*136570.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la camera.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*125000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Opere di edilizia e impiantistica.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*18310.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla camera schermata.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*5000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione per la camera schermata.*

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

*Stima basata su progetti precedenti.*

**WP04 - Attività 3**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*110080.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale per la realizzazione della facility.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni persona TD CTER. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*200000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la Time and Frequency facility.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*230000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Impianti e opere edili per la facility.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*30100.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla facility.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le indicazioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP04 - Attività 4**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*61920.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario per il miglioramento della camera.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*1 anno-persona TD 3° livello. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*70000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per il miglioramento della camera.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*4900.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali per il miglioramento della camera anecoica.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le istruzioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP05 - Attività 1**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*123840.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario per lo sviluppo della sezione di controllo.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni persona TD 3° livello. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*4636000.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la sezione di controllo.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*



➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*324520.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla sezione di controllo.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le istruzioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP05 - Attività 2**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*123840.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale necessario alla realizzazione dell'unità di correzione.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*2 anni-persona TD 3° livello. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*797880.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per la sezione correzione.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*0.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*55852.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate alla sezione correzione.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le regole del bando.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*0.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

➤ **11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione**

**WP05 - Attività 3**

➤ **11D1.21a1 Costi di Personale Infrastruttura**

*220160.00*

➤ **11D1.21a2 Motivazione Costi di Personale Infrastruttura**

*Personale per la realizzazione del Wide Field.*

➤ **11D1.21a3 Giustificazione Costi di Personale Infrastruttura**

*4 anni-persona TD CTER. Costi standard.*

➤ **11D1.21b1 Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*503500.00*

➤ **11D1.21b2 Motivazione Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Componenti per il Wide Field.*

➤ **11D1.21b3 Giustificazione dei Costi di Macchinari, Strumentazione e Attrezzature**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21c1 Costi esposti per Open Access**

*0.00*

➤ **11D1.21c2 Motivazione Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21c3 Giustificazione dei Costi esposti per Open Access**

➤ **11D1.21d1 Costi di Impianti**

*295000.00*

➤ **11D1.21d2 Motivazione Costi di Impianti**

*Opere di edilizia per il Wide Field.*

➤ **11D1.21d3 Giustificazione dei Costi di Impianti**

*Preventivi e indagini di mercato.*

➤ **11D1.21e1 Costi di Progettazione**

*0.00*

➤ **11D1.21e2 Motivazione Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21e3 Giustificazione dei Costi di Progettazione**

➤ **11D1.21f1 Costi di Spese Generali**

*55895.00*

➤ **11D1.21f2 Motivazione Costi di Spese Generali**

*Spese generali legate al Wide Field.*

➤ **11D1.21f3 Giustificazione dei Costi di Spese Generali**

*Calcolate secondo le istruzioni del bando. 7% dei costi B, C e D.*

➤ **11D1.21g1 Costi di Spese di Comunicazione**

*10000.00*

➤ **11D1.21g2 Motivazione Costi di Spese di Comunicazione**

*Comunicazione per il Wide Field.*

### ➤ 11D1.21g3 Giustificazione dei Costi di Spese di Comunicazione

*Stima basata su progetti precedenti.*

*Inserire i costi associati a ciascuna attività per ciascuna categoria di spesa comprensivi di una descrizione che motivi la loro quantificazione in coerenza con quanto disposto all'art.7 dell'Avviso.*

*Si ricordano i criteri principali:*

*A) costi di personale dedicato all'infrastruttura nella misura massima forfettaria del 20% dei costi diretti ammissibili a finanziamento in base a quanto stabilito dall'art. 55, comma 1, del Regolamento (UE) 2021/1060. L'importo destinato ai costi di personale è da intendersi riferito all'intera durata del progetto, così come stabilito al precedente art.5 comma 6. Tali costi dovranno riguardare prioritariamente le spese di personale afferenti alle collaborazioni e i contratti di lavoro (quali ad esempio: ricercatori e collaboratori che hanno un contratto di lavoro a tempo determinato, titolari di borse di ricerca, assegni di ricerca o altre forme di impiego a termine) già avviati mediante gli investimenti realizzati con il PNRR. Tale quota forfettaria è calcolata sul totale dei costi diretti ammissibili di cui alle successive voci B; C; D*

*B) Strumentazione scientifica e impianti tecnologici strettamente correlati o indispensabili per il corretto funzionamento della IR, rispondenti alle linee guida DNSH, licenze software e brevetti, nonché agli interventi relativi alla sicurezza e/o all'interoperabilità dei dati.*

*C) Open access virtuale o meno, Trans National Access, implementazione di metodologie per la gestione dei dati della IR secondo i principi FAIR.*

*D) Impianti inclusa edilizia ed opere edili rispondenti alle linee guida DNSH, Costi DNSH /Climate Proofing (n.b. nella voce di spesa D rientrano i costi relativi alle spese tecniche necessarie per garantire la conformità del progetto ai principi di 'Do No Significant Harm' -DNSH- e di 'Climate Proofing' durante le fasi di progettazione, realizzazione o ammodernamento della IR). Costi per la progettazione, la direzione dei lavori e della sicurezza di cantiere, laddove coerente con l'intervento proposto (n.b. Tali costi sono calcolati nella misura massima del 10%. Tale percentuale viene applicata all'importo complessivo dei costi di cui alla lettera D.)*

*E) Costi generali nella misura massima forfettaria del 7% dei costi diretti ammissibili a finanziamento in base a quanto stabilito dall'art. 54, comma 1, lettera a del Regolamento (UE) 2021/1060 (tale quota forfettaria è calcolata sul totale dei costi diretti ammissibili di cui alle precedenti voci B; C; D).*

*F) Spese per attività di comunicazione e disseminazione delle attività della IR per la realizzazione di eventi quali ad esempio: organizzazione eventi e workshop; produzione materiali divulgativi; attività di public engagement (tale voce di spesa è ammissibile nella misura massima del 5% calcolato sul totale dei costi ammissibili di cui alle precedenti voci A; B; C; D)*

*4000 car.*

### PIANO DEI COSTI COMPLESSIVI RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA

Costi Complessivi	VALORE
A2 - Personale Infrastruttura	€ 3.077.080,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 14.205.880,00
C1 – Open Access	€ 20.000,00
D1 – Impianti	€ 1.160.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00



E1 - Spese Generali	€ 1.077.011,00
F1 – Comunicazione	€ 92.000,00

**PIANO DEI COSTI PER CIASCUNA WP RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA**

WP: WP01

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 438.600,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 0,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 0,00
F1 – Comunicazione	€ 0,00

WP: WP02

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 481.600,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 235.000,00
C1 – Open Access	€ 20.000,00
D1 – Impianti	€ 0,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 17.850,00

F1 – Comunicazione	€ 12.000,00
--------------------	-------------

WP: WP03

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 1.006.200,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 7.016.930,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 500.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 526.184,00
F1 – Comunicazione	€ 65.000,00

WP: WP04

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 682.840,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 1.016.570,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 365.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 96.710,00
F1 – Comunicazione	€ 5000,00

WP: WP05

WP / Tipologia di Spesa	<u>IMPORTO</u>
A2 - Personale Infrastruttura	€ 467.840,00
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	€ 5.937.380,00
C1 – Open Access	€ 0,00
D1 – Impianti	€ 295.000,00
D2 – Progettazione	€ 0,00
E1 - Spese Generali	€ 436.267,00
F1 – Comunicazione	€ 10.000,00

#### **PIANO DEI COSTI PER CIASCUN PARTECIPANTE RIPARTITO PER TIPOLOGIE DI SPESA**

Istituto Nazionale di Astrofisica

Partecipante/ Tipologia di Spesa	<i>Importo</i>
A2 - Personale Infrastruttura	3.077.080,00 €
B1 - Macchinari, Strumentazione e Attrezzature	14.205.880,00 €
C1 – Open Access	20.000,00 €
D1 – Impianti	1.160.000,00 €
D2 – Progettazione	0,00 €
E1 - Spese Generali	1.077.011,00 €
F1 – Comunicazione	92.000,00 €

## **E - ELEMENTI VALUTATIVI**

### **Criterio A – Caratteristiche del soggetto proponente**

- **11EA1: Qualità tecnica e completezza del progetto**

*Descrivere la qualità tecnica e completezza del progetto proposto in termini di: o definizione degli obiettivi e grado di coerenza con le priorità individuate dalla SNSI o qualità della metodologia e delle procedure di attuazione o grado di eccellenza, transdisciplinarietà ed unicità del progetto proposto o capacità di generare ricadute sul sistema imprenditoriale (8000 car)*

*Gli obiettivi del progetto sono stati definiti individuando le più promettenti aree tecnologiche in cui le esperienze accumulate in STILES ed in altri programmi PNRR, unitamente all'expertise scientifica delle varie sedi INAF, permettono di arricchire il ventaglio di infrastrutture e di strumenti da utilizzare in ambito astrofisico, da trasferire proficuamente anche in altri settori di interesse industriale. STILEMI si concentra sullo sviluppo integrato di: - Strumenti e metodi di Ingegneria di Sistema - Facility per test estremi (simulazione di ambienti spaziali e di invecchiamento accelerato) - Facility di verifica per apparati a Radiofrequenza - Testbench di ottica avanzata. Il progetto è in coerenza con la tematica prioritaria Aerospazio, in quanto le tecnologie e i laboratori che si intende sviluppare trovano immediata applicazione in tale settore. Ci si riferisce, ad esempio: - ai laboratori che simulano l'ambiente spaziale, e quello lunare in particolare (polveri, micrometeoriti, radiazioni e flussi ionici intensi); - alle tecniche che utilizzano laser e ottica adattiva per aumentare la banda passante e diminuire la latenza nelle trasmissioni dati con satelliti - allo sviluppo di telescopi per la space surveillance e la rivelazione e studio di detriti spaziali - alle facility per test a Radio Frequenza per la verifica di compatibilità elettromagnetica, di impiego in ambito aeronautico. Il progetto è anche in coerenza con l'ambito Fabbrica Intelligente, potendo offrire: - tecnologie per la realizzazione di ottiche di largo campo utilizzabili in ambito robotico e di monitoraggio ambientale. - tecnologie per la realizzazione di sistemi di ottica adattiva avanzata che possono contribuire ad automatizzare e rendere più efficiente l'ingegnerizzazione di prodotti e sistemi commerciali. Gli ambiti indicati sopra sono in stretta sinergia con l'area ESFRI Physical Sciences & Engineering, con particolare riguardo alla sotto-area Astronomy & Astroparticle Physics. Inoltre il progetto, nella sua parte dedicata al Concurrent Design in ambito astronomico (e oltre) è in coerenza con l'area ESFRI Data, Computing & Digital Research Infrastructures. Gli obiettivi di STILEMI sono ben delineati e articolati su più livelli: potenziamento delle infrastrutture, sviluppo tecnologico, formazione, trasferimento tecnologico e impatto territoriale. La finalità è coerente con le sfide della ricerca scientifica contemporanea e con i grandi progetti internazionali (es. SKA, ELT). La metodologia proposta è adeguata agli obiettivi e in linea con le priorità SNSI (nazionali e regionali), in quanto: - copre l'intero ciclo di innovazione tecnologica, dal TRL basso fino all'applicazione operativa. - prevede la costruzione e l'utilizzo di infrastrutture fisiche, l'integrazione con il sistema industriale e la verifica sperimentale in condizioni realistiche. - valorizza la vocazione tecnico-scientifica delle sedi INAF interessate. - Include formazione, collaborazione, trasferimento tecnologico e sostenibilità a lungo termine. In particolar modo l'area SNSI prevalente è Aerospazio e Difesa.*

#### ➤ **11EA2: Fattibilità tecnica (8000 car.)**

*Il progetto STILEMI consiste nel disegno e realizzazione di una rete di laboratori distribuiti nelle sedi INAF, principalmente del Sud. In estrema sintesi, si articola in quattro fasi principali: - Disegno dettagliato delle infrastrutture - Acquisizione della strumentazione necessaria - Realizzazione della infrastruttura e integrazione della strumentazione - Collaudo e verifica delle funzionalità. Questo schema è analogo a quello seguito nel programma PNRR STILES, che si sta felicemente avviando a conclusione nonostante avesse importo (70M€) e complessità molto superiori (oltre 60 attività). Sfruttando l'esperienza di STILES, abbiamo disegnato STILEMI in modo da avere un'elevata fattibilità tecnica e adeguati margini di sicurezza nella tempistica. In particolare, tutta la strumentazione ha un grado TLR 9, quindi non è prevista alcuna fase di sviluppo di prototipi o nuove tecnologie. Questo vale anche per la strumentazione ad alta complessità. Ad esempio: - L'elettronica dei secondari adattivi di LBT è analoga a quella già sviluppata e implementata nei secondari in uso presso VLT e in fase di sviluppo per ELT e altri telescopi; - La Camera Lunare è composta di una camera a termovuoto con caratteristiche standard (sebbene di dimensioni relativamente grandi) e altra strumentazione "commercial off the shelf" (COTS); - Le camere schermata e riverberante sono realizzate tramite interventi strutturali semplici e equipaggiamento standard; - L'acceleratore ionico e il microscopio elettronico per analisi di ingegneria alle nanoscale sono anch'essi composti da equipaggiamenti COTS; - Le altre attività sono realizzate con dispositivi facilmente reperibili sul mercato commerciale. Facciamo notare che questo schema è stato seguito anche nell'attività di ricerca & sviluppo di nuovi correttori ottici a rifrazione per AO. Le tecnologie che saranno testate nel laboratorio realizzato tramite questa attività rappresentano l'unico aspetto "high risk/high gain" del progetto. Tuttavia, anche in questo caso l'obiettivo di STILEMI consiste nello sviluppo di un laboratorio, la cui fattibilità non è in discussione, dedicato a questa particolare tecnologia. Lo schema del laboratorio che intendiamo costruire è infatti assolutamente standard e realizzabile con componenti anch'essi facilmente reperibili. Naturalmente la realizzazione del laboratorio, che è l'obiettivo della nostra proposta, garantisce la possibilità di testare la*

tecnologia a rifrazione, ma non il successo dello sviluppo di tale tecnologia. Tuttavia, questo è esattamente lo scopo di STILEMI: sviluppare laboratori che permetteranno di testare e studiare nuove tecnologie sviluppate da INAF e dalle imprese con cui collaboreremo.

## **Criterio B - Soggetto proponente e Co-Proponenti (laddove presenti)**

### ➤ **11EB1.1 - Capacità di supportare l'avanzamento tecnologico delle imprese e l'introduzione di tecnologie avanzate (4000 car.)**

Tutto il progetto STILEMI è concepito con lo scopo di potenziare non solo le infrastrutture di ricerca INAF ma l'intero sistema industriale avanzato del paese, sviluppando infrastrutture che sono utilizzabili dalle aziende ad alta tecnologia per la realizzazione di programmi R&D e di test e validazione dei loro prodotti. Questo approccio è dimostrato innanzitutto dal fatto che tutte le facility qui descritte hanno potenziali applicazioni nel mondo industriale, e rappresentano anzi in molti casi "l'anello di congiunzione" mancante per una piena integrazione tra il mondo della ricerca astronomica e quello delle industrie ad alta tecnologia. Per massimizzare questo aspetto abbiamo innanzitutto discusso con i nostri collaboratori industriali le soluzioni da inserire nella proposta, scartando alcune che non avevano un interesse altrettanto elevato. Inoltre, prevediamo di inserire una fase in cui le aziende interessate ad una certa infrastruttura - identificate tramite attività pubbliche a cui verrà data massima informazione in piena trasparenza - verrà offerta la possibilità di concorrere alla fase di definizione dei requisiti e delle specifiche tecniche delle infrastrutture, in modo da massimizzare il loro interesse in un futuro uso. Oltre al puro aspetto infrastrutturale, STILEMI dedica altrettanta attenzione all'aspetto organizzativo e di formazione del personale che è necessario sviluppare per capitalizzare questi interventi, assicurando che la sinergia ricerca-impresa sia effettivamente realizzata. Infatti è impossibile realizzare tale sinergia se non è disponibile all'interno dell'INAF personale dedicato al supporto alle aziende interessate all'utilizzo delle infrastrutture. Per questo STILEMI prevede un investimento specifico nell'acquisizione e formazione di personale INAF ("Innovation Managers") dedicato a supportare le aziende nell'utilizzo delle infrastrutture dedicate, tramite: a) una capillare attività di informazione che consentirà alle aziende non solo di venire a conoscenza dell'esistenza delle strutture ma anche di identificare meglio i margini di miglioramento dei loro obiettivi nonché di contribuire alla identificazione di ulteriori potenziali settori applicativi, e b) lo sviluppo di procedure e attività di supporto alle aziende presso le infrastrutture stesse. Questo consentirà ad INAF di fornire una infrastruttura utilizzabile dalle aziende con un impegno finanziario e tecnico minimale, minimizzando il coinvolgimento del proprio personale di ricerca impegnato in altri progetti.

### ➤ **11EB1.2 - Capacità economico finanziaria del Soggetto Proponente per la sostenibilità del progetto (4000 car.)**

L'INAF è uno dei principali enti di ricerca italiani. Con oltre 1500 dipendenti, di cui circa 800 ricercatori e ricercatrici a tempo indeterminato, gestisce 16 istituti di ricerca sul territorio nazionale oltre a diverse stazioni osservative anche all'estero. Con un bilancio complessivo di circa 220 milioni di Euro, l'INAF può agevolmente sostenere lo sviluppo del progetto durante il suo ciclo di vita. In particolare, il personale amministrativo dell'INAF ha maturato negli anni una solida esperienza nella gestione di progetti complessi di ampio respiro. Ne sono prova i recenti progetti PNRR, ormai prossimi alla conclusione, che hanno visto l'INAF coinvolto nell'acquisizione di infrastrutture e nella realizzazione di lavori edili per un valore complessivo di circa 220 milioni di Euro, un importo che ha di fatto moltiplicato il volume medio degli investimenti gestiti negli anni precedenti. Analogamente, il personale di ricerca a tempo indeterminato coinvolto nel progetto — stimato in circa 50 unità, per un totale di almeno 15 FTE/anno — assicura un ampio impegno scientifico. Tale coinvolgimento rappresenta un elemento chiave per la fattibilità del progetto nel triennio previsto, oltre a costituire una solida base per la sostenibilità e la piena operatività delle infrastrutture nel lungo periodo.

### ➤ **11EB1.3 - Collaborazioni tra i soggetti Coinvolti e Capacità di Networking**

Il progetto STILEMI è eseguito completamente all'interno dell'INAF, e distribuito in 6 Unità Operative, tutti Osservatori Astronomici/Astrofisici appartenenti all'INAF. Dal punto di vista formale tutti gli Istituti dell'INAF operano sotto la direzione dell'amministrazione centrale e condividono le stesse procedure amministrative e lo stesso schema di bilancio. La gestione delle spese e del personale segue regole comuni



*e i fondi di ricerca dei progetti possono essere distribuiti tra le varie sedi in modo semplice ed efficiente. Dal punto di vista scientifico, ovviamente, le collaborazioni tra i vari Osservatori sono numerose, sia tra i singoli ricercatori, che sui grandi progetti a cui INAF partecipa, attraverso dei team distribuiti tra diversi Osservatori coinvolti. Ad esempio, la partecipazione alla realizzazione di MORFEO, il più grande progetto AO per ELT, guidato dall'INAF, avviene tramite una collaborazione di cui fanno parte gli Osservatori di Arcetri, Catania, Napoli (tra quelli implicati in STILEMI) più quelli di Padova, Milano, Bologna e Teramo. Analogamente la partecipazione italiana a SKA viene gestita da scienziati degli Osservatori di Cagliari e Catania (tra quelli implicati in STILEMI) più quelli dell'IRA di Bologna e dell'Osservatorio di Teramo, solo per citarne alcuni. Queste profonde sinergie in atto motivano l'esistenza di ambiti collaborativi all'interno di STILEMI. Per esempio, l'Advanced Radio Frequency Facility che ci proponiamo di sviluppare (WP4) è fisicamente distribuita su più nodi ma verrà operata e gestita da un team unico con una completa condivisione di strumenti e procedure.*

## **Criterio C – Sostenibilità economica e finanziaria**

### **➤ 11EC1.1 – Sostenibilità economica e finanziaria**

*Sostenibilità economico-finanziaria, in conformità con le disposizioni di cui all'art. 73, par. 2, lett. d) del Regolamento sulle disposizioni comuni 4000 car.*

*E' innanzitutto opportuno enfatizzare che diverse infrastrutture proposte in questo progetto rappresentano un'evoluzione o un potenziamento di strumentazioni e attività già consolidate da anni all'interno dell'Istituto. Ad esempio: il cannone ionico, il microscopio elettronico, la camera anecoica, il simulatore di atmosfere andranno a sostituire o a potenziare significativamente apparecchiature analoghe, già in uso da tempo presso le varie strutture di ricerca dell'INAF. Tali strumenti sono impiegati da gruppi di ricerca numerosi e riconosciuti a livello internazionale. L'introduzione delle nuove infrastrutture non solo non comporterà quindi costi aggiuntivi, ma potrà anzi ridurre il carico di personale ad esse dedicato, sia per la ridotta necessità di manutenzione che per l'impiego di nuove tecnologie automatiche di controllo che richiedono un carico molto minore per la gestione e l'uso delle apparecchiature. La facility per il test di controlli AO che verrà creata presso il Large Binocular Telescope (LBT), sarà gestita ed operata quotidianamente dal personale dell'Osservatorio stesso, che non dipende da INAF. Anche in questo caso l'adozione di una nuova generazione di tecnologie consentirà di ridurre considerevolmente il livello di manodopera necessaria al funzionamento dei secondari adattivi operanti al giorno d'oggi. Questi strumenti di prima generazione sono stati progettati oltre 20 anni fa e richiedono un livello di intervento molto superiore rispetto alla nuova generazione (4a) con cui verranno sostituiti. Anche le restanti infrastrutture previste nel progetto richiedono in generale bassi costi di manutenzione e gestione, stimati in genere tra il 5 e il 10% del volume di impianti di laboratorio e tecnologici attualmente operativi presso le sedi INAF di destinazione. Ciò ne garantisce la piena sostenibilità nel lungo periodo, ben oltre la durata del progetto, il cui focus principale è la realizzazione delle infrastrutture. Un elemento ancor più rilevante è rappresentato dal potenziale delle nuove infrastrutture di generare entrate attraverso attività in conto terzi. INAF prevede infatti di sviluppare l'uso di queste piattaforme da parte di aziende italiane, contribuendo in tal modo a coprire parte dei costi di gestione futuri e a rafforzare l'interazione tra ricerca pubblica e sistema produttivo nazionale. Questo aspetto è ulteriormente discusso nel seguito nella sezione "Ricavi previsti per la IR a valle delle implementazioni previste nel progetto".*

## **Criterio D – Impatto**

- innovazione e conoscenza alle imprese.
  - Grado di ecosostenibilità: rispetto DNSH in funzione della tipologia di investimento in linea con quanto previsto nel Rapporto ambientale discendente dal processo di VAS, e dei documenti di indirizzo emanati a livello nazionale per l'attuazione del PNRR e delle relative linee guida eventualmente emanate dal Ministero.
  - Collaborazioni (attivate già esistenti)
- 4000 car.

### **➤ 11ED1.1: Grado di ecosostenibilità. (4000 car.)**

*La ecosostenibilità di un progetto di ricerca come STILEMI dipende da diversi fattori e attività che riguardano principalmente l'impatto ambientale, l'uso efficiente delle risorse e la riduzione delle emissioni inquinanti. Ecco i principali elementi da considerare e come si intende intervenire per migliorarla: Impatto ambientale complessivo STILEMI non incide direttamente su ecosistemi, specie o risorse naturali, considerando anche l'impatto nel tempo. Consumo di risorse naturali La politica dell'INAF sull'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili si concentra sull'analisi dello stato energetico dell'ente e sullo studio dei fabbisogni energetici con l'obiettivo di ridurre i consumi e soddisfarli tramite energie rinnovabili. Si punta a garantire il rispetto ambientale e l'efficienza energetica, mantenendo standard di comfort e servizi, attraverso la riqualificazione energetica delle strutture e degli impianti e l'efficientamento del patrimonio immobiliare dell'ente. Le attività includono la raccolta dati, la definizione di parametri, la promozione della figura dell'Energy Manager e la diffusione di buone pratiche per la gestione dell'energia, oltre a studi di fattibilità per la riqualificazione energetica. La politica INAF è orientata a integrare progressivamente le energie rinnovabili nel proprio mix energetico, migliorando l'efficienza e riducendo l'impatto ambientale, attraverso un processo di riqualificazione e gestione energetica consapevole e strutturata Emissioni di gas serra e inquinanti Le emissioni di INAF derivano soprattutto dalla combustione di combustibili fossili associata alle attività di trasporto e al consumo energetico degli impianti. INAF è impegnata da diversi anni a contenere e ottimizzare il carbon footprint delle sue attività, puntando a ridurre le emissioni di gas serra e a migliorare l'efficienza energetica Produzione di rifiuti L'INAF produce principalmente rifiuti di tipo ordinario e tecnologico derivanti dalle attività di ricerca e gestione delle proprie strutture. La gestione di rifiuti elettronici, materiali di laboratorio e imballaggi è attuata in conformità con le regole vigenti. L'INAF è comunque impegnata in una azione di progressiva riduzione dei rifiuti. Efficienza energetica L'INAF per migliorare la propria efficienza energetica svolge diverse attività coordinate principalmente dal gruppo INAF-GREEN, con l'obiettivo di analizzare lo stato energetico dell'ente, studiare i fabbisogni e definire azioni per ridurre i consumi e soddisfarli con energie rinnovabili, mantenendo standard di comfort e servizi. L'INAF adotta un approccio integrato che combina monitoraggio, gestione tecnica, interventi strutturali e formazione per migliorare l'efficienza energetica e ridurre l'impatto ambientale delle proprie attività e infrastrutture. Per ulteriori informazioni sulle attività di INAF legate all'ecosostenibilità si può fare riferimento alle pagine web di INAF-GREEN: <https://green.inaf.it/>*

#### ➤ **11ED1.2: Collaborazioni attive (8000 car.)**

*L'INAF vanta da anni una solida ed estesa rete di collaborazioni internazionali. Limitandosi al presente progetto, elenchiamo qui alcune attualmente attive che proseguiranno nel tempo per il progetto STILEMI. ISTITUTI DI RICERCA ITALIANI - Agenzia Spaziale Italiana, per tutte le tematiche del bando - CISAS (Università di Padova), - Plato e CHEOPS - CNR - INO per sviluppo di tecniche multibanda per indagini diagnostiche su agenti virali - Dr.ssa V. Da Deppo; Dr.ssa P. Zuppella CNR-IFN (Padova, Italia); - INGV - Ente di Ricerca Sviluppo di Applicazioni - IPCF-CNR Messina: quantum chemistry e ab initio molecular dynamics - Politecnico di Milano - Sviluppo applicazioni in realtà virtuale e mista - Pr.ssa A. Rotundi e collaboratori del Dip. Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope (Napoli - Italia); - Prof. C. Bettanini e Collaboratori CISAS Università di Padova (Italia); - Prof. P. Mineo, Prof. G. Compagnini, Prof. A. Torrisi, Dip. di Chimica, Università di Catania (Italia); - UNIPA Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche: analisi dei residui organici - Università degli Studi di Firenze per tema generico 'sviluppo di elettronica per radioastronomia' - Università degli Studi di Napoli Federico II - Sviluppo applicazioni in realtà virtuale e mista ISTITUTI DI RICERCA INTERNAZIONALI - Australian National University Strumentazione scientifica per ESO - Centro de Astrobiología (Spagna): Ice chemical evolution - CNRS (Francia) Strumentazione scientifica per ESO - Dr. A. Maturilli, Dr. F. Alemanno, DLR, Institute of Space Research (Berlin - German); - Dr. C. Dalle Ore, Dr. A. Ricca, SETI/NASA (USA); - Dr. P. Caselli, Dr. B. M. Giuliano, Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (Garching - Germany); - Dr. R. Brunetto, Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris-Saclay (Orsay - France); - Dr. R. Brunetto, Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris-Saclay (Orsay - France); - Dr.ssa H. Rothkaehl Centrum Bada? Kosmicznych PAN (Warsaw - Poland) - ESO + MORFEO Consortium per strumento MORFEO di E-ELT, in essere. - ETH (Svizzera) Strumentazione scientifica per ESO - Giant Magellan Telescope (US) per NGS WFS design and prototyping - Hans Nilsson Swedish Institute of Space Physics, Kiruna, Sweden - IAC (Spagna) Strumentazione scientifica - Johan De Keyser The Royal Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium - Large Binocular Telescope (LBT, US) per la manutenzione di strumentazione adattiva del telescopio, in essere. - Lubomir Prech Charles University, Czech Republic - Macquarie University (Australia) Strumentazione scientifica per ESO - Marina Galand Imperial College London, United Kingdom - Martin Volwerk Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria - Max Planck (Germania) Strumentazione scientifica per ESO, LBT, SKA - Millenium Institute of*

*Astrophysics (Cile) Strumentazione scientifica per ESO - MPE ed ESO per lo sviluppo dello strumento ERIS per VLT, in essere. - National Central University (Taiwan): Ice chemical evolution - National Synchrotron Radiation Research Center(Taiwan): EUV+X-ray of organic ices - National University of Ireland Galway (Irlanda) Strumentazione scientifica per ESO - Nicolas Andre Institute for Research in Astrophysics and Planetology, France - Niklas Edberg Swedish Institute of Space Physics, Uppsala, Sweden - NOVA (Olanda) Strumentazione scientifica per ESO, SKA - NRC (Canada) Strumentazione scientifica per ESO - ONERA (Francia), Strumentazione scientifica per ESO - Pierre Henri CNRS Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace, France - Prof. E. da Silveira e Prof. T. del Rosso, Pontificia Università Cattolica di Rio de Janeiro (Brasile); - Prof. Th. Henning, Dr. Jaeger, Max Planck Institute for Astronomy (Heidelberg - Germania); - Progetto ANDES ed ESO per lo sviluppo dello strumento ANDES per E-ELT, in essere. - Queen's University Belfast (Regno Unito) Strumentazione scientifica per ESO - SANITAS EG - Industria Progettazione Jitter Cleaning Board - UK Astronomy Technology Centre (Regno Unito) Strumentazione scientifica per ESO, SKA - Uli Auster Institute For Geophysics And Extraterrestrial Physics, Technical - UNI-OXFORD / Università Software di Controllo White Rabbit - UNICT - Università Progettazione Elettronica - UNIMALTA - Università Software di controllo White Rabbit - Univ,Braunschweig, Germany - University college of London: le osservazioni planetarie dallo spazio, - University of Arizona (Stati Uniti) Strumentazione scientifica per LBT - Weizmann Institute of Science (Israele) Strumentazione scientifica per ESO INDUSTRIE ITALIANE AD ALTA TECNOLOGIA - A.D.S. International Specchi adattivi - Cimolai Sistemi ottici per strumentazione astronomica - Dal Ben S.p.A Sistemi ottici per strumentazione astronomica - Leonardo SrL- Plato e CHEOPS - Media Lario- Plato e CHEOPS - Medialario Sistemi ottici per strumentazione astronomica - Microgate SrL Sistemi di controllo ottica adattiva - Officina Stellare S.p.A. 'integrazione e test di sistemi di tracciamento e riconoscimento automatizzato di oggetti spaziali - OHB Italia 'integrazione e test di sistemi di tracciamento e riconoscimento automatizzato di oggetti spaziali - Silo - Plato e CHEOPS - Space Situational Awareness (SSA) - Space Surveillance and Tracking (SST) - Thales Alenia Space-IT, - Plato e CHEOPS*

### ➤ **11ED1.3: Collaborazioni da attivare**

*National and International Research Institutions Dr. G. Danger, PIIM, Aix Marseille (France) Dr. M. Nuevo, NASA Ames (USA) King's College London: Development of AI algorithms. Prof. C. Goletti, Department of Physics, University of Rome Tor Vergata (Rome - Italy) Prof. L. Vattuone, Department of Physics, University of Genoa (Genoa - Italy) Prof. A. Sassella, Department of Materials Science, University of Milan - Bicocca (Milan - Italy) Prof. G. Siani, Department of Pharmacy, "G. d'Annunzio" University Chieti-Pescara (Italy) Universidade Federal de Campina Grande (BR): "Phased antenna arrays for radio transients: electromagnetic characterization and development of a backend for astronomical observations." University of Geneva: For the VLT Ristretto visitor instrument (currently being defined). University of Milan Bicocca: For the development of a W-band calibrator for observing polarized emissions. University of Padua: Development of AI algorithms. Italian High-Tech Industries AC scientific: Utilizzo infrastrutture per studio di evoluzioni chimico-fisiche. Agelantoni Test Technologies: Trasferimento Tecnologico, Condivisione know how, Sviluppo di standard e protocolli AlHof di A.Hofmann Spa: Sharing know how Argotec Blue Skies Space: Next-generation space observations. CMT ENERGIA DINAMICA S.R.L.: Sharing know-how, Training and development of human capital, Technology Transfer, Development of standards and protocols Cupersafety S.r.l. : Sharing know-how, Training and development of human capital, Technology Transfer, Development of standards and protocols Dynamic Optics: Qualification for space use of new technological solutions. ECOS ELETTRONICA s.r.l.: Chamber utilization and collaboration for R&D activities. EES SpA: Training and development of human capital. Synergy between production, test and verification. EIE GROUP: Technology Transfer, Sharing know-how Eletca S.r.l.: Engineering and production phase support Elemaster S.P.A.: Access and use of the facility for R&D and product design, along with qualification tests for synchronized distributed analog/digital acquisition systems via network. Evomek S.r.l.: Development of instrumentation for mechanical processing and training. FANTINI SUD SpA: Technology Transfer, Sharing know-how Hexagon Metrology spa: Technology transfer. IDS Georadar S.r.l.: Engineering and production phase support Innovation System Engineering Kayser Italia S.r.l.: Knowledge sharing, collaboration, and co-development in the space sector and for calls such as ESA, ASI. LeadTech Leonardo Company: Technology Transfer LLS TITANIUM S.r.l.: Technology Transfer, Sharing know-how MEC3D SRL: Technology Transfer, Development of standards and protocols Microgate S.r.l.: Facility utilization for verifying innovative control algorithms for adaptive optics. Mindway srl: Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols, Training and development of human capital MITEC SRL: Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols, Training and development of human capital Nuclear Instruments*



*SRL: Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols OBO Space s.r.l.: Spectroscopy, simulated processing and alteration of materials, advanced microscopy and microanalysis. Officina Stellare S.p.A.: Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols, Training and development of human capital, Use of the facilities. Pasquali Microwave Systems S.r.l.: Engineering and production phase support. Planetek Italia: Sharing know-how, Development of standards and protocols, Training and development of human capital. Primalucelab S.p.A. :: Analysis and improvement of synchronization in distributed systems of robotic observatories -. Co-development initiatives, technology transfer, and joint training. Rohde&Schwarz Italia S.p.A.: Cutting-edge instrumentation for the design and characterization of RF devices and systems. SAM4SKA S.r.l.: Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols S.G. Stampi S.r.l.: Personnel training. SANITAS EG S.R.L.: Co-development of analog/digital acquisition activities with high-accuracy timestamping. SIRIO Antenne s.r.l.: Technology transfer, knowledge sharing, and training/human capital development. Skytechnology s.r.l.: Collaboration in the space and defense R&D sector. Società Aerospaziale Mediterranea: Definition of user requirements and potential participation in the supply of goods and services. Sòphia High Tech S.r.l.: Space qualification processes for complex architecture payloads, designed, developed, and manufactured for scientific missions. Studio-A automazione S.r.l.: To perform initial analysis and control of electromagnetic emissions produced by machines and their immunity. - Vacuum Science and Systems VS&S S.r.l.: Life/Life+, Technology Transfer, Sharing know-how, Development of standards and protocols, Training and development of human capital Vulcanair S.p.A.: Testing and training in the aerospace sector.*

➤ **11ED1.4: Grado di Prossimità al mercato delle soluzioni proposte e rilevanza dell'avanzamento tecnologico e del livello di maturità tecnologica**

*Il progetto STILEMI si colloca in una posizione strategica lungo la catena dell'innovazione, puntando a colmare il gap tra la ricerca fondamentale e l'applicazione industriale in settori variegati che spaziano dall'elettronica allo spazio, dall'astronomia alle tecnologie abilitanti. Il progetto STILEMI si avvale della solida competenza ed esperienza di INAF e della sua decennale collaborazione con le imprese al fine di realizzare soluzioni che non solo abbiano elevato impatto innovativo per sistemi allo stato dell'arte (quali SKA, MeerKAT, ELT, progetti ESA e ASI), ma che rispondano alle esigenze di maturità tecnologica dimostrata sul campo (TRL6) e in condizioni estreme simulate e design for manufacturing. Questa esperienza si riflette nelle infrastrutture proposte, inclusive di sviluppo di metodologie e processi mirati a sviluppare soluzioni che aumentano notevolmente il livello di prossimità alle esigenze di mercato. In particolare, le infrastrutture previste sono concepite per rispondere a esigenze concrete e attuali di sviluppo, qualifica e test di soluzioni tecnologiche, molte delle quali già richieste da stakeholder industriali, agenzie spaziali e missioni scientifiche internazionali. L'obiettivo di STILEMI è duplice: - da un lato collaborare con le aziende per sviluppare soluzioni innovative con applicazione immediata nel settore astrofisico e spaziale e potenziali ricadute in altri ambiti a elevato valore tecnologico ed economico; - dall'altro mettere a disposizione del mondo produttivo nazionale infrastrutture e strumentazioni che possano aiutare a disegnare e validare dimostratori e Proof of Concept consentendo di aumentarne il TRL, tipicamente da TRL3 fino a TRL 5 o 6. Questo obiettivo viene perseguito attraverso diverse caratteristiche chiave: 1) Orientamento Alla Valorizzazione Industriale e Commerciale Il progetto prevede la valorizzazione dei risultati, con un focus particolare sulla fattibilità tecnico-economica dell'implementazione a livello industriale (industrial viability) delle infrastrutture e degli strumenti. Le diverse infrastrutture infatti mirano ad avanzare la maturità tecnologica delle soluzioni, nonché effettuare test in grado di identificare difetti e migliorare la robustezza del design, riducendo costi e tempi di sviluppo, e ottimizzando le operazioni di manutenzione e logistica. 2) Supporto Lungo L'intera Catena Del Valore Il progetto copre tutte le fasi della ricerca industriale, dallo sviluppo sperimentale fino all'implementazione delle soluzioni innovative, includendo attività intermedie di test e validazione. Il know-how presente in INAF, rafforzato dalla strumentazione proposta, consente di affiancare le aziende in contesti di ricerca altamente specializzata, supportandole sin dalle fasi iniziali di studio di fattibilità, analisi e consolidamento dei requisiti, fino alla caratterizzazione dei sottosistemi, alla prototipazione e alla validazione sperimentale. Questo approccio integrato è fondamentale per affrontare le sfide poste ad esempio dai bandi di organizzazioni ed agenzie internazionali in ambiti tecnologici avanzati. 3) Innovatività e Qualità Tecnico-Scientifica Il progetto possiede un elevato livello di innovatività e qualità del know-how, delle tecnologie o delle soluzioni sviluppate, che rappresentano un progresso rispetto allo stato dell'arte nel settore di riferimento. A tal fine, le infrastrutture proposte sono concepite per rispondere non solo alle esigenze attuali ma anticipano sin d'ora quelle future ed emergenti. Basti pensare alle prestazioni d'avanguardia e allo stato dell'arte che ciascuna infrastruttura mira a raggiungere, per affrontare sfide tecnologiche che il mondo industriale, da solo, non è ancora pronto a sostenere. 4) Approccio Sistemico e Scientifico Il*

progetto si fonda su una definizione chiara degli obiettivi e su una documentazione rigorosa delle attività e dei risultati intermedi, a dimostrazione dell'originalità e della novità delle soluzioni adottate. Le infrastrutture proposte rispondono alle necessità imposte da approcci metodologici avanzati, come il Systems Engineering, che permette di gestire in modo strutturato la complessità di sistemi articolati, garantendo coerenza, tracciabilità e qualità del processo progettuale. Parallelamente, viene adottato un modello collaborativo e multidisciplinare come il Concurrent Design, che consente a team eterogenei di lavorare simultaneamente su più aspetti di un sistema, riducendo i tempi di sviluppo, migliorando la coerenza tra sottosistemi e facilitando decisioni rapide ed efficaci. 5) Coinvolgimento di Alleanze Strategiche o Partner Industriali La presenza di partnership con imprese o attori industriali (già coinvolti in fase di proposta a da incrementare in corso d'opera) è un elemento fondamentale per assicurare il successo del progetto, le ricadute scientifiche previste e il suo potenziale di trasferimento tecnologico al mondo delle imprese. INAF, e in particolare le unità coinvolte nel progetto STILEMI, hanno consolidato negli anni collaborazioni proficue con il mondo industriale, basate su competenze specialistiche, capacità progettuali e condivisione di obiettivi strategici. In sintesi, STILEMI si configura come un'iniziativa ad alto potenziale di transizione tecnologica, fortemente ancorata al sistema della ricerca pubblica ma con chiara proiezione verso il mercato e l'industria nazionale e non.

## CRITERI DI PREMIALITÀ

### ➤ **11F1: Piano PMI:**

*Fornire il piano per il coinvolgimento di PMI in Proof of Concept*

*STILEMI\_Piano di coinvolgimento per le PMI in Proof of Concepts.pdf*

### ➤ **12F2: Tecnologie abilitanti chiave (KETs) che saranno impiegate nel progetto**

*Fornire elementi per valutare la riconducibilità a Key Enabling Technologies (il progetto fa ricorso all'utilizzo di una KETs 4000 caratteri)*

*In generale la relazione tra le Key Enabling Technologies (KET) e il mondo dell'astrofisica è significativa e multidimensionale. Le KET, che includono nanotecnologie, micro/nanoelettronica, fotonica, materiali avanzati, biotecnologie industriali e tecnologie di produzione avanzate, sono fondamentali per lo sviluppo di strumenti e metodologie all'avanguardia utilizzati nell'astrofisica. In particolare: L'astrofisica fa ampio uso di tecnologie avanzate come la fotonica e la microelettronica per la realizzazione di sensori, rivelatori e strumenti di precisione necessari per osservare e analizzare fenomeni celesti con elevata accuratezza. Le nanotecnologie e i materiali avanzati sono impiegati per sviluppare componenti più leggeri, resistenti e performanti per telescopi e satelliti, migliorandone l'efficienza e la durata. Le tecnologie digitali e di calcolo ad alte prestazioni (HPC), spesso considerate parte integrante delle KET, sono essenziali per l'elaborazione di grandi quantità di dati astronomici, per simulazioni complesse e per l'analisi di big data, attività cruciali nell'astrofisica moderna. L'INAF partecipa a progetti finanziati nell'ambito del PNRR che riguardano le Key Enabling Technologies, come il National Centre for HPC, Big Data and Quantum Computing, sottolineando il ruolo strategico delle KET nella ricerca astrofisica italiana. In sintesi, le KET rappresentano un insieme di tecnologie abilitanti che potenziano la capacità dell'astrofisica di innovare strumenti, migliorare le osservazioni e sviluppare nuove conoscenze scientifiche, contribuendo così sia al progresso tecnologico sia alla competitività della ricerca europea in questo settore. Nello specifico del progetto STILEMI si possono individuare diverse KET: La microscopia elettronica (SEM, TEM), la spettroscopia e la spettrometria di massa (SIMS, ICP-MS), sono applicabili a un'ampia gamma di materiali e supportano le sperimentazioni e le applicazioni di nanotecnologie. La fotonica e l'ottica adattiva sono strettamente correlate perché l'ottica adattiva è una tecnologia che sfrutta principi e componenti fotonici per migliorare la qualità dei sistemi ottici, in particolare correggendo in tempo reale le aberrazioni del fronte d'onda della luce. I sistemi di ottica adattiva impiegano componenti fotonici come sensori di fronte d'onda, specchi deformabili e dispositivi di controllo che permettono di misurare e correggere le aberrazioni ottiche in tempo reale, migliorando la qualità delle immagini raccolte da telescopi o altri strumenti ottici. I materiali avanzati e i simulatori di ambienti estremi, come quelli spaziali, sono legati da un rapporto sinergico essenziale per lo sviluppo tecnologico aerospaziale. I simulatori permettono di testare e validare i materiali in condizioni controllate che replicano le sollecitazioni estreme dello spazio, mentre i materiali innovativi abilitano soluzioni tecniche prima impensabili.*

### ➤ **11F3: Riconducibilità ad ambiti di transizione verde**



fornire elementi per valutare la riconducibilità ad ambiti di transizione verde/digitale (il progetto è ricadente in ambiti di transizione verde/digitale) 8000 caratteri

La transizione verde/digitale è un processo articolato che mira a rendere le imprese, gli organismi pubblici e (più in generale) l'economia più sostenibili e innovativi mediante l'adozione congiunta di tecnologie digitali e soluzioni ecologiche. Questo cambio di paradigma punta a economie a basse emissioni di CO<sub>2</sub>, più efficienti e orientate all'utente, sfruttando le nuove tecnologie per migliorare la sostenibilità ambientale e la competitività economica. L'assunzione alla base di queste transizioni gemelle è che possano e debbano non solo procedere di pari passo ma che siano complementari e sinergiche, permettendo lo sviluppo di un modello produttivo che utilizzi al meglio le enormi risorse di elaborazione disponibili a costo sempre più basso e permetta, al contempo, di ridurre le emissioni di carbonio nell'ambiente. L'INAF contribuisce alla transizione verde e digitale principalmente attraverso il Gruppo di Lavoro INAF-GREEN, attivo dal 2023 con l'obiettivo di sviluppare politiche sostenibili e favorire una progressiva transizione ecologica all'interno dell'istituto. Le attività di INAF-GREEN includono: La redazione di un Rapporto sullo sviluppo di politiche sostenibili e di transizione ecologica e di un Programma operativo con obiettivi a breve, medio e lungo termine. Il censimento dei consumi energetici e dei rifiuti da apparecchiature elettroniche nelle sedi INAF. La partecipazione al servizio GSE, la società pubblica che promuove la sostenibilità ambientale e la transizione energetica. La promozione di corsi di formazione specifici sulle tematiche green. La preparazione e la partecipazione a bandi competitivi per fondi dedicati allo sviluppo sostenibile. L'adeguamento alle nuove direttive europee per migliorare la prestazione energetica degli edifici INAF. Queste iniziative sono parte di un impegno strutturato per integrare la sostenibilità ambientale e la digitalizzazione nelle attività dell'istituto, in linea con le politiche europee di transizione verde e digitale. L'INAF si sta preparando alle nuove direttive europee sull'efficienza energetica adottando una serie di misure per adeguare i propri edifici e le proprie strutture ai requisiti previsti dalla normativa. Queste direttive, come la revisione della Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) e la direttiva "Case Green", impongono agli enti pubblici di ridurre progressivamente i consumi energetici e di migliorare la prestazione energetica degli edifici, con obiettivi precisi da raggiungere entro il 2030 e la neutralità climatica entro il 2050. In particolare, INAF sta lavorando su: Il censimento e la riduzione dei consumi energetici nelle sedi, in linea con l'obbligo di ridurre il consumo finale di energia di almeno l'1,9% annuo rispetto al 2021 e di ristrutturare almeno il 3% della superficie coperta degli edifici riscaldati o raffrescati ogni anno. L'adeguamento degli edifici alle nuove metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche, che prevedono anche l'adozione del Passaporto di Ristrutturazione Energetica, documento digitale che definisce un piano di interventi per migliorare l'efficienza e ridurre emissioni e costi. L'installazione di impianti a energia rinnovabile, come pannelli solari, e la progressiva eliminazione di caldaie a combustibili fossili, in linea con le disposizioni che prevedono la fine degli incentivi fiscali per queste ultime dal 2025 e la loro completa eliminazione entro il 2040. L'adozione di sistemi tecnologici intelligenti per il monitoraggio e la gestione efficiente degli impianti, secondo l'indicatore SRI (Smart Readiness Indicator) previsto dalla direttiva. La partecipazione a bandi e programmi di finanziamento per sostenere la riqualificazione energetica e la digitalizzazione sostenibile, anche attraverso corsi di formazione sul tema green. Questi interventi rientrano in un percorso strutturato che INAF sta portando avanti per rispettare le nuove normative europee, contribuendo così alla transizione verde e digitale, migliorando l'efficienza energetica del proprio patrimonio edilizio e riducendo l'impatto ambientale delle proprie attività. Il progetto STILEMI si inserisce appieno in questa filosofia: La Concurrent Design Facility (WP2.2) mette a disposizione della comunità scientifica e del mondo produttivo una serie di tool per la progettazione di sistemi complessi. Essa permette inoltre di modellare il comportamento di tali sistemi in situazioni nominali e critiche. La grande capacità di calcolo e la possibilità di accedere da remoto e condividere dati ed algoritmi minimizza gli spostamenti fisici di ricercatori e tecnologi, con evidenti vantaggi ambientali. Le Facilities for Testing in Extreme Environments (WP3) permettono di ridurre drasticamente il numero di dispositivi sia terrestri che spaziali che vengono prodotti, limitando così la quantità di esemplari non funzionanti che andrebbero a sprecare risorse energetiche e ambientali per la produzione, trasporto e logistica, nonché costituire rifiuti da dover smaltire. Le Facility avanzate a Radio Frequenza (WP4) permettono di misurare con accuratezza le prestazioni dei dispositivi, permettendo di verificare già dalle prime fasi di sviluppo (ad esempio studio di fattibilità e prototipazione) la loro conformità ai requisiti finali. Questo approccio riduce significativamente il rischio di scoprire in fase avanzata eventuali non conformità o criticità che potrebbero compromettere la riuscita dei prodotti. Ne deriva un evidente beneficio in termini di ottimizzazione delle risorse energetiche e ambientali, evitando gli sprechi sopra citati. La Reverberation Chamber (WP4.1) e Anechoic Chamber (WP4.4) consentono di testare le emissioni di dispositivi elettronici. In particolare, la Reverberation Chamber consente di testare fino a livelli di eccellenza nella caratterizzazione EMC, abilitando lo sviluppo di tecnologie a bassissima emissione e di metodologie di schermatura altamente efficienti. Questo si traduce in dispositivi intrinsecamente più sostenibili, con una significativa riduzione delle radiazioni emesse nell'ambiente e dell'assorbimento di radiazioni da parte degli esseri umani. I Testbench ottici (WP5), orientati alla

realizzazione di una nuova generazione di sistemi di Ottica Adattiva, permettono di studiare e realizzare tecnologie molto più efficienti dal punto di vista energetico. Si tratta infatti di tecnologie che sfruttano la capacità di modificare localmente l'indice di rifrazione all'interno di una lente, evitando di agire con migliaia di attuatori su specchi deformabili. Questo tipo di approccio consente di rendere molto veloce l'adattamento del treno ottico mantenendo bassissimo il consumo di energia. Il Nanoscale Engineering (WP3.3), grazie alla capacità di agire ed operare su volumi minimi di materiale, consente di ridurre significativamente il consumo di materiali naturali preziosi e non riproducibili, contribuendo così alla conservazione di campioni unici per future indagini scientifiche e all'ottimizzazione dell'uso di campioni preziosi. L'Exo-planetary Atmosphere Simulator (WP3.4), dotato di nodo computazionale multi-GPU e storage locale, permetterà di integrare e accelerare i flussi di dati provenienti da sorgenti eterogenee (esperimenti di laboratorio, simulazioni numeriche, osservazioni astronomiche), in linea con le sfide della gestione dei big data scientifici e della data-driven research. L'utilizzo di tecniche di Intelligenza Artificiale e Machine Learning, unitamente a una fase di validazione e testing locale prima della successiva scalabilità su infrastrutture di supercalcolo nazionali (es. ADHOC del progetto PNRR-STILES), rappresenta un esempio concreto di adozione progressiva di strumenti digitali avanzati, coerente con i paradigmi della transizione digitale. Il NewAO Control Electronic (WP5.1) svilupperà anch'esso tecnologie avanzate di controllo real-time basate su Intelligenza Artificiale e Machine Learning, in linea con la transizione digitale. Più in generale, ed in piena sintonia con l'approccio DNSH, si selezioneranno fornitori che garantiscano la migliore efficienza nei propri processi e prodotti, prevedendo benefici premiali per le aziende con certificazioni ambientali riconosciute a livello internazionale.

➤ **11F4 Riconducibilità dell'operazione ad ambiti legati alla strategia EUSAIR.**

Fornire elementi per valutare la riconducibilità ad ambiti strategia EUSAIR 4000 caratteri

- scenario post-progetto e descrizione dell'infrastruttura di ricerca aggiornata